地方自治体が建設するコンクリート構造物の品質確保システムの構築に関する研究

Establishment of Quality Attainment System for Concrete Structures in a Local Government

角島大橋（山口県下関市豊北町）

二　宮　　純
Makoto NINOMIYA

地方自治体が建設するコンクリート構造物の品質確保システムの構築に関する研究

二　宮　　純

研究論文の要旨

地方自治体が建設するコンクリート構造物の品質確保システムの構築に関する研究

二　宮　　純

筆者は山口県の土木技術職員として，30 数年間にわたりインフラ整備に携わってきた。なかでも，橋梁に関係する職場に長く在籍し，様々な橋梁の設計に関与した。橋梁の設計では，橋種の選定も重要な検討事項であり，通常はコンクリート橋・鋼橋の両方が候補となるが，経済性の比較では，鋼橋が塗装仕様であれば供用期間中の塗替費用を見込むのに対し，コンクリート橋について維持管理費を考慮することはなかった。このように本県では，コンクリート橋をはじめとするコンクリート構造物についてメンテナンスを必要としない，いわば永久構造物のように扱っていたが，他の多くの発注機関でも同様であったと考えられる。

一方で，コンクリート構造物への信頼性を揺るがす事態が次々に生じた。1984 年に NHK が「コンクリート・クライシス」の特集番組を放映し，除塩していない砂の使用やアルカリ骨材反応による劣化を指摘したこと，1995 年の阪神大震災における高架橋の倒壊に代表されるインフラの深刻な被災，1999 年の山陽新幹線トンネルのコンクリート片落下事故などである。国民にとって，コンクリート構造物は，戦後復興から高度経済成長時代のインフラ整備を支える主役から，このわずか 10 数年の間に，信頼性を疑われる存在に変わってしまった。

こうした状況を受けて，2001 年に国土交通省から「コンクリート構造物の品質確保」の通達が発出され，コンクリートの水セメント比の上限値やスペーサー設置個数が規定され，強度確認の調査およびひび割れ発生状況の観察および調査が工事受注者に義務付けることが求められた。この通達を受けて，全国の都道府県・市町村においても品質確保の取組みが始まったが，山口県では通達の目的である品質確保を達成するための具体的な方策を用意することなく，ルールだけを適用した。その結果，工事を受注した施工者にひび割れ調査などの負担が生じるばかりで品質確保は達成できないという矛盾した状況に陥った。

この状況を打開するため，筆者はひび割れを抑制する対策について実構造物を用いて検証する「試験施工」を企画し，2005 年に橋梁下部工やボックスカルバートの工事において実施した。そして，その成果に基づいて独自の「ひび割れ抑制システム」を構築し 2007 年に運用を開始し，さらに 2014 年には，取組みの対象をひび割れ抑制から品質全般に拡張した「品質確保システム」に移行し，運用を継続している。

本論文は，地方自治体特有の運用や制度などの実態を踏まえた実用的なひび割れ抑制システムを構築すること，構築したシステムの効果を検証すること，その結果を活用して品質確保システムに改善・拡張すること，さらに，持続可能で発展的なシステムにするための仕組みや手法を検証することを目的にして実践的に研究を行ったものである。

第 1 章の序論では，本研究の背景と構成について述べている。1.1 では，研究の背景として，山口県内のコンクリートの構造物の状況や，地方自治体が発注する土木工事の特徴について述べ，課題および研究の目的について示している。山口県内では，国・県・市町をはじめ，鉄道・高速道路・電力などインフラを保有する事業者などによって構造物が建設されているが，ひび割れ問題は県発注工事において顕在化した。県内の工事は，発注者が異なっても，生コンクリートや現場作業員はほぼ同一であり，顕在化の原因は発注者と施工者に限定されることになるが，その中で発注者によるものが大きいと考えられた。

第 2 章では，2005 年に行った実構造物による試験施工について述べている。当時，道路延長 14km の自動車専用道路で数多くの橋梁下部工やボックスカルバートを施工しており，これらの構造物を使用した大規模な試験施工を行い，様々なひび割れ抑制対策を比較・検証した。開始に至る経緯，試験施工の目的，実施した内容，得られた結果について示している。

試験施工を行った結果，丁寧な施工を行うことによってひび割れが減少することを確認し，不十分な施工により生じるものを「施工由来のひび割れ」と名付けた。沈みひび割れやボックスカルバート頂版に多く発生していた縦断方向のひび割れがこれに該当する。一方，底版や先行リフトにより拘束された壁状の部材に発生する温度ひび割れは，丁寧な施工だけでは避けられないことも確認できた。ボックスカルバートの側壁では，丁寧な施工を行ったうえで，誘発目地を設置すればひび割れを補修が不要な程度に抑制できることが確認できた。

また，当初想定していなかった成果も得られた。発注者・施工者・材料供給者という立場の異なる技術者が，ともに試験施工に携わったことで，施工面の重要性と限界の両方が明らかになり，それぞれの技術者が各自の役割を果たす必要性を共通認識し，「協働意識」が醸成された。そして，この副次的に得られた効果がシステムの構築において大きく貢献した。

第 3 章では，前章の試験施工から得られた結果に基づいて構築したひび割れ抑制システムについて述べている。

まず 3.2 では，構築の行程について示している。運用の開始に先立って 2006 年に試行を行ってシステムを構築し，2007 年から運用を開始した。

3.3 では，ひび割れ抑制対策の三本柱として設定した①適切な施工時期，②材料等による適切な対策方法，③確実な施工の実施について論じている。この抑制対策三本柱を実施するシステムの構成を 3.4 で示し，システムで重要な役割を担うデータベース，打設管理記録，チェックシートによる施工状況把握，ひび割れ調査・補修基準，規準書について 3.5 から 3.9 で述べている。

3.10 の運用では，発注仕様，検査・成績評定，研修，講習会などにおける具体的な実施内容について示している。工事契約時に新たなルールを導入するような直接的なものだけでなく，工事に携わる技術者全体への周知・啓蒙を図るものも併せて行っている。

3.11 の特徴では，システムの特徴的な事項として，情報公表・情報共有，データの信頼

性確保，義務化を避けた温度計測，設計への活用などを挙げ，それぞれについて考察している。いずれも，第 2 章で述べた試験施工の成果に基づいて考案した独創的な仕組みである。

3.12 の効果では，システム本来の目的であるひび割れ抑制の効果と，想定していなかった効果として，表層品質の向上，施工者の段取りの改善，他の地域との交流について論じている。ひび割れ抑制対策を講じた構造物について，土木学会およびコンクリート工学会が合同の調査・研究を行った結果，表層の品質にも良好な影響を及ぼしており，抑制対策の三本柱の 1 つである「確実な施工の実施」がひび割れ抑制にとどまらず，表層品質への効果を有していることが明らかになった。この調査・研究は，その後システムが東北地方などに展開する極めて大きな契機となった。

3.13 のシステムの運営における課題では，システムの運用を進める中で明らかになった課題について述べている。システムを適切に運用していくには，監督職員の技術力（スキル）と意欲（マインド）の不足が大きな障害になること，規準書として作成した「コンクリート構造物ひび割れ抑制対策参考資料」に改善すべき点が多いこと，ひび割れ幅の計測が標準化されていないこと，また，構造物建設のもっとも上流にあたる設計段階への展開が不十分であることについて，考察している。

第 4 章では，ひび割れ抑制システムから移行した品質確保システムについて述べている。

4.2 のシステム移行の経緯では，2011 年に「データベース委員会」が設立され，この中で議論した結果，ひび割れ抑制システムの課題について改善するだけでなく，品質確保を目的に高度化した「品質確保システム」に早期に移行する方針に切り替え， 2014 年 5 月に移行を完了するまでの経緯について述べている。

4.3 のシステムの拡張では，システムの目的を品質確保全般に拡張したこと，および対象構造物を PC 構造物に拡張したことについて述べている。

4.4 のシステムの改善では，まず規準書について，その役割のあり方を考察した結果，簡便なマニュアルのような，考えずに答えに到達できるものではなく，技術者の判断を助ける役割を果たせるものとして作成したことや，「ガイド」の構成，「協働」の明確化，継続的な改訂という改善内容を述べている。

次に，データベースの改善について，コンクリート打設管理記録の改善を行い，記入漏れや記入ミスを防止するための記入欄の追加などを行ったこと，新たなデータベースシステムの構築を進めていることを述べている。

また，システムの設計への活用の課題に対応するため，ひび割れ抑制設計について考察している。

4.5 の運用では，システムを適切に運用するために考案した体制整備，工事の発注・監督・検査を直接担当する各出先機関の職員のスキルとマインドを向上する研修方法を考察している。また，2014 年に土木学会に設置された「コンクリート構造物の品質確保小委員会（350 委員会）」との連携によるシステムのさらなる改善について述べている。

4.6 の効果では，システムにより得られる効果を述べ，4.7 の今後の課題で，これから解決が必要な課題について述べている。

第 5 章では，これまでシステムを説明する際に活用してきた「執事」などの比喩や，「ワンデーレスポンス」などの類似した他の仕組みとの対比を挙げて，前章までとは異なる視点でシステムの特徴を述べている。

第 6 章では，システムの他地域への波及の現状について述べたうえで，波及を推進するための課題について考察している。

最後の第 7 章では，本研究で得られた成果と今後の課題についてまとめている。

ABSTRACT

Establishment of Quality Attainment System for Concrete Structures in a Local Government

Makoto NINOMIYA

Recently, severe accidents have occurred one after another which can spoil the reliability of concrete structures. Therefore, the Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism issued an official note “Quality attainment of concrete structures” in 2001. By the issue of this note, efforts for quality attainment were started also in local governments in the whole country in Japan. However, in Yamaguchi prefecture, only burdens on contractors were increased in terms of investigation and repairing of cracks, and what was worse, quality attainment was not achieved.

The author tried to improve this situation, and started “trial constructions” utilizing actual structures to verify measures to control cracking. Based on the results of the trial constructions, an original “crack control system” was established and the operation of the system was started in 2007. Furthermore, the system was expanded only from crack controlling to “Quality attainment system” in 2014.

The objectives of this dissertation are to establish a practical crack control system considering the characteristic situations unique to local governments, to verify the effects of the system, to expand and improve the crack control system into quality attainment system, and to propose and verify some measures to make this system sustainable and developmental.

In chapter 1, the backgrounds and the objectives of this research are explained where the conditions of concrete structures in Yamaguchi prefecture and the characteristics of public works ordered by local governments.

In chapter 2, trial constructions in actual structures are explained. Various measures for crack control were compared and verified in many abutments and box culverts in the construction of an 14km expressway. In the trial constructions, it was confirmed that some kinds of cracks were remarkably reduced by appropriate concreting works. These cracks caused by inappropriate constructions were defined as “cracks due to poor construction”. On the other hand, it was also confirmed that harmful vertical penetrating cracks in abutments could not be avoided only by appropriate concreting works. Furthermore, “cooperative awareness” was nourished among the owners, the contractors, and the material suppliers involved in the trial constructions because they understood the importance and the limitation of construction in the same field.

In chapter 3, the crack control system is explained. As three main columns of the system, “appropriate construction timing”, “appropriate measures utilizing reinforcement or materials”, “conducting appropriate concreting works” were set. The characteristics of this system were,

opening and sharing data, securing the reliability of data, measuring temperature of concrete which was not obligatory, and utilizing construction data in design. This system was an original one based on the results of the trial constructions.

The effects of the crack control system were not only the reduction of harmful cracks, but also the improvement of covercrete quality, the improvement of preparations of contractors, and interchanges with engineers in other regions. The improvement of covercrete quality was verified by academic researchers in JSCE and JCI, and this result encouraged spreading this system to Tohoku region, and etc.

In chapter 4, the quality attainment system which was developed from the crack control system in 2014 is explained.

The effects of this system were, quality attainment, reduction of design cost, establishing cooperative awareness of all the players involved, improving the skill of engineers, utilizing high quality structures in seminars, adjustment of ordering price. On the other hand, future tasks of this system were, sustainability of the system, improving the quality and the quantity of accumulated data, standardization of crack width measurement, developing the system to maintenance stage.

In chapter 5, the characteristics of the system established in this dissertation were explained from different viewpoints using several kinds of analogies.

In chapter 6, the present situations of spreading this system to other regions, and the future tasks for promoting this spread are explained.

In chapter 7, the achievements and future tasks of this research are summarized.

地方自治体が建設するコンクリート構造物の品質確保システムの構築に関する研究

目　次

第 1 章　序論 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 1
1.1　本研究の背景 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 1
1.1.1　山口県におけるコンクリート構造物の状況 ・・・・・・・・ 1
(1)　はじめに ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 1
(2)　施工時に生じるひび割れ ・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 2
(3)　施工時に生じるひび割れ以外の不具合 ・・・・・・・・・・・ 7
1.1.2　地方自治体が発注する土木工事の特徴 ・・・・・・・・・・ 11
(1)　はじめに ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 11
(2)　基準類 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 11
(3)　施工者の規模や役割と施工経験 ・・・・・・・・・・・・・・ 12
(4)　発注者の果たすべき役割と能力 ・・・・・・・・・・・・・・ 13
1.1.3　課題と研究の目的 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 15
1.2　本論文の構成 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 15
1.3　本論文の表記方法 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 18

第 2 章　実構造物による試験施工 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 19
2.1　開始に至る経緯 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 19
2.1.1　はじめに ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 19
2.1.2　国土交通省通達 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 21
2.1.3　成績評定制度 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 25
2.1.4　「コンクリートよろず研究会」との関わり ・・・・・・・・ 29
2.1.5　山口宇部線建設工事 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 30
2.1.6　試験施工実施に関する部内・対外調整 ・・・・・・・・・・ 31
2.2　目的 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 37
2.3　実施した内容 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 38
2.4　得られた結果 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 43
2.4.1　検証できた結果 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 43
2.4.2　副次的成果 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 51

第 3 章　ひび割れ抑制システム ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 53
3.1　はじめに ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 53
3.2　構築の行程 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 54
3.2.1　試行 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 54
3.2.2　運用開始 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 56

3.3　ひび割れ抑制対策 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 57
3.3.1　ひび割れ抑制対策の三本柱 ・・・・・・・・・・・・・・ 57
3.3.2　適切な施工時期 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 59
3.3.3　材料等による適切な対策方法 ・・・・・・・・・・・・・ 61
3.3.4　確実な施工の実施 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 70
3.4　システムの構成 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 72
3.5　データベース ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 74
3.6　コンクリート打設管理記録 ・・・・・・・・・・・・・・・・ 77
3.7　チェックシートによる施工状況把握 ・・・・・・・・・・・・ 84
3.8　ひび割れ調査・補修基準 ・・・・・・・・・・・・・・・・・ 88
3.9　規準書 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 91
3.10　運用 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 92
3.10.1　発注仕様 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 92
3.10.2　検査・成績評定 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 96
3.10.3　研修・講習会 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 98
3.11　特徴 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 99
3.11.1　はじめに ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 99
3.11.2　情報公表・情報共有 ・・・・・・・・・・・・・・・・・ 99
3.11.3　データの信頼性確保 ・・・・・・・・・・・・・・・・・ 101
3.11.4　義務化を避けた温度計測 ・・・・・・・・・・・・・・ 101
3.11.5　設計への活用 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 102
3.12　効果 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 104
3.12.1　ひび割れ抑制 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 104
3.12.2　表層品質 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 108
3.12.3　施工者の段取りの改善 ・・・・・・・・・・・・・・・・ 111
3.12.4　他の地域との交流 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 112
3.13　システムの運営における課題 ・・・・・・・・・・・・・・ 113
3.13.1　監督職員の技術力 ・・・・・・・・・・・・・・・・・ 113
3.13.2　規準書 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 114
3.13.3　ひび割れ幅の計測 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 115
3.13.4　設計段階への展開 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 117

第 4 章　品質確保システム ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 119
4.1　はじめに ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 119
4.2　システム移行の経緯 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 119
4.3　システムの拡張 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 121
4.3.1　システムの目的 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 121
4.3.2　対象とする構造物 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 128

4.4　システムの改善 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 130
4.4.1　規準書 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 130
(1)　規準書の役割 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 130
(2)　構成 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 131
(3)　「協働」の明確化 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 134
(4)　継続的な改訂 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 137
4.4.2　データベース ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 138
(1)　コンクリート打設管理記録の改善 ・・・・・・・・・・・・ 138
(2)　新たなデータベースシステムの構築 ・・・・・・・・・・・ 146
4.4.3　ひび割れ抑制設計 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 148
4.5　運用 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 163
4.5.1　研修 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 163
4.5.2　推進体制 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 168
4.5.3　土木学会 350 委員会との連携 ・・・・・・・・・・・・・・ 170
4.6　効果 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 171
4.6.1　品質確保 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 171
4.6.2　蓄積したデータの活用による設計コスト縮減 ・・・・・・・ 171
4.6.3　関係者全体の協働意識の確立 ・・・・・・・・・・・・・・ 171
4.6.4　技術者の能力向上 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 172
4.6.5　模範的な構造物としての活用 ・・・・・・・・・・・・・・ 172
4.6.6　受発注価格の適正化 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 174
4.7　今後の課題 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 175
4.7.1　システムの持続性と発展性の継続 ・・・・・・・・・・・・ 175
4.7.2　蓄積データの質・量の充実 ・・・・・・・・・・・・・・・ 175
4.7.3　ひび割れ幅計測方法の標準化 ・・・・・・・・・・・・・・ 176
4.7.4　維持管理段階への展開 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 176

第 5 章　システムの説明手法 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 179
5.1　はじめに ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 179
5.2　比喩の活用 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 179
5.2.1　「歩きながら考える」 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 179
5.2.2　「執事」 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 180
5.2.3　「目的と手段」 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 181
5.2.4　「担任教員と試験担当教員」 ・・・・・・・・・・・・・・ 181
5.3　類似した他の仕組みとの対比 ・・・・・・・・・・・・・・・ 184
5.3.1　ワンデーレスポンス ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 184
5.3.2　オープンデータ ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 185

第 6 章　システムの他地域への波及　・・・・・・・・・・・・・・・　187
6.1　はじめに　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　187
6.2　波及の現状　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　188
6.3　波及の推進における課題　・・・・・・・・・・・・・・・・・　190

第 7 章　結論　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　195

謝辞　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　197

これまでの発表一覧　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　199

参考　本研究に関する年表　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　201

第 1 章　序論

1.1　本研究の背景

1.1.1　山口県におけるコンクリート構造物の状況

(1)はじめに

山陽新幹線の岡山駅～博多駅間が完成して全線開通となった 1975 年から 5 年後の 1980 年 4 月に筆者は山口県に採用された。中国縦貫自動車道は県中部の鹿野インターチェンジ以東はまだ工事中で, RC 固定アーチ形式の宇佐川橋の工事を職場研修として見学したことを鮮明に覚えている。県発注の工事としては，次々とダムが建設された時期であり，ダム本体をはじめ，ダム建設に伴う付替道路の橋梁やトンネルなどが盛んに作られていた。

筆者には，作られたばかりの新しいコンクリート構造物はどれも美しく，力強く見えたが，当時はまだ生コンクリートの細骨材に使用する海砂の除塩は徹底されていなかったため，多くの構造物には将来の耐久性に影響を及ぼす塩化物が含まれていた。

また，採用 4 年後の 1984 年，建設省土木研究所によるアルカリ骨材によるコンクリート劣化の調査が行われ，県東部地域においてアルカリ骨材反応が原因でひび割れが発生している構造物が多数確認された。

同じ 1984 年には，NHK が「コンクリート・クライシス」の特集番組を放映し，除塩していない砂の使用やアルカリ骨材反応による劣化を指摘して，大きな関心が寄せられた。

このような状況において，1987 年に国土交通省が「コンクリートの耐久性向上施策」の通達により，「コンクリート中の塩化総量規制基準」および「アルカリ骨材反応抑制対策」を示した。また，同じく 1987 年に JIS A 5308 レディーミクストコンクリートが改訂され，配合報告書に「コンクリートに含まれる塩化物量（塩素イオンとして）」および「アルカリ骨材反応抑制方法」を記載する欄が新たに設けられた。

これらを受けて，1987 年に山口県も国土交通省の通達と同様な内容の「コンクリートの耐久性向上施策」を定め，塩化物総量とアルカリ骨材反応の対策を開始した。

このコンクリートの耐久性向上施策は全国的に始まった。1993 年には，藤原忠司ら 15 名のコンクリートの第一線の研究者による解説書「コンクリートのはなしⅠ，Ⅱ」[1),2)]を発刊しており，その前書きで次のよう述べている。当時，研究者もアルカリ骨材反応や塩害を大きな課題に位置付けていることがわかる。

『いま，アルカリ骨材反応や塩害などによる耐久性の低下が，コンクリートの信頼性を大きくゆさぶっています。それらの問題の解決は，けっして難しくないことを，そして，コンクリートの未来は明るいことを，六五の話から，ご理解いただけるなら，コンクリートも幸せに違いありません。』

さらに，1995 年の阪神大震災における高架橋の壊滅的な倒壊，1999 年の山陽新幹線トンネルのコンクリート片落下事故などによって，コンクリート構造物の信頼性は国民から疑われていくことになった。1999 年に小林一輔は著書「コンクリートが危ない」[3)]において，海砂使用に起因する塩害による鉄筋腐食や，アルカリ骨材反応によるコンクリート劣化などの事例，また阪神大震災で損傷した構造物から明らかになった施工不良個所などを紹介し，材料と施工の両面でコンクリートの耐久性を低下させることを指摘している。また，2000 年には十河茂幸らは，コンクリートの施工の指南書として「コンクリート名人養成講座」[4)]を発刊している。

このようにコンクリート構造物の品質が問われるなかで, 2001 年に国土交通省が通達「土木コンクリート構造物の品質確保について」により，品質確保のための具体的な対策を示した。この通達は，第 2 章の 2.1.2 で詳しく述べるが，山口県に生じたひび割れ問題に大きく影響している。さらに，2.1.3 で述べる新たな成績評定制度を 2003 年 4 月に開始したことで，このひび割れ問題が顕在化している。

以上のことから，この 1.1.1 では，山口県でひび割れ問題が顕在化する以前の 2003 年 3 月までの構造物の状況について述べる。なお，これ以降の状況については 2.1 で述べる。

(2)施工時に生じるひび割れ

写真-1.1.1 は 2000 年に山口県発注の工事で建設した逆 T 式橋台の全景である。この橋台は当時の平均的な出来ばえであるが，施工時に生じたひび割れや，ひび割れ以外の不具合が観察できることから，現在，県職員対象の研修において，コンクリート構造物のひび割れ対策や品質に関して改善すべき点を学ぶ教材として活用している。ここでは，この橋台たて壁のひび割れを事例にして，施工時に生じるひび割れの状況について述べる。

この橋台は，橋梁台帳によれば 2000 年 5 月に完成しているが，打込み日などの詳細な記録は残っていない。写真-1.1.1 にひび割れの発生位置を追記したのが写真-1.1.2 である。

たて壁の幅は 12.4m で，水平打継面が 1 面あり，2 リフトで施工されている。青色の破線で示している鉛直方向の 3 本のひび割れがあり，底版や先行リフトに拘束を受けた水和熱による温度ひび割れであると判断した。ひび割れの状況は写真-1.1.3 に示しているが，ひび割れ幅は 0.20～0.40mm 程度の範囲で箇所によって異なる。施工時の水和熱によりひび割れが発生し，その後ひび割れ幅が乾燥収縮によって拡大すると考えられるので，完成時のひび割れは比較的軽微であったと推察される。

この鉛直方向のひび割れとは別に，写真-1.1.2 に赤色で示したひび割れも発生している。沈みひび割れ，打重ね線沿いに生じたひび割れ，そして斜め方向のひび割れである。

写真-1.1.4 はセパレータコーン付近に発生した沈みひび割れ，写真-1.1.5 は隅角部の沈みひび割れである。コンクリート全体が沈下する際に，セパレータや隅角部の 2 面の型枠によってコンクリートの沈下が妨げられることにより発生したと考えられる。発生個所は，いずれも一部の場所に限定されており，その付近の締固め作業が他の場所よりも不十分であったためと推察される。

写真-1.1.6 は打重ね線沿いに発生したひび割れである。本来，打重ねは水平に仕上げることが規定されているが，打重ね線は右側に向かって下がっており，この層は水平に仕上げられていない。写真-1.1.7 は，一部を拡大したものであり，赤色シールで示しているように打重ね線に沿ってひび割れが発生している。なお，青色シールで示したひび割れは，鉛直方向の温度ひび割れである。

この打重ね線から上方と下方のコンクリート表面の状態には違いが見られる。下方は緻密な仕上がりとなっているが，上方には砂すじが生じている。一方，青色で示した鉛直方向のひび割れの左右については，表面の状態に違いは認められない。このことから，打重ねの上層部分の締固めやブリージング水の処理などが不十分であったことが推察できる。

写真-1.1.8 は斜め方向のひび割れである。青色で示した鉛直方向のひび割れを比較すると，発生方向が鉛直ではなく斜め方向であること以外に，枝分かれしていることや，また水平

打継ぎ面の上のリフトのみに限定して発生しているという違いが見られる。発生した要因として，鉛直方向の温度ひび割れの原因である水和熱による温度応力の作用では，斜め方向・枝分かれ・上リフトのみという現象は生じないと考えられることから，不十分な施工によってひび割れ抵抗性が不均一な仕上がりになったためと推定している。

青色で示した温度ひび割れはたて壁全体でほぼ規則的に発生しているのに対し，赤色で示したひび割れは，いずれもたて壁全体ではなく一部の箇所で発生している。このことから，この構造物において温度ひび割れとその他のひび割れを比較すると，前者よりも後者が施工の影響を受けやすいと考えられる。

写真-1.1.1　新大谷橋（2000 年完成）A2 橋台

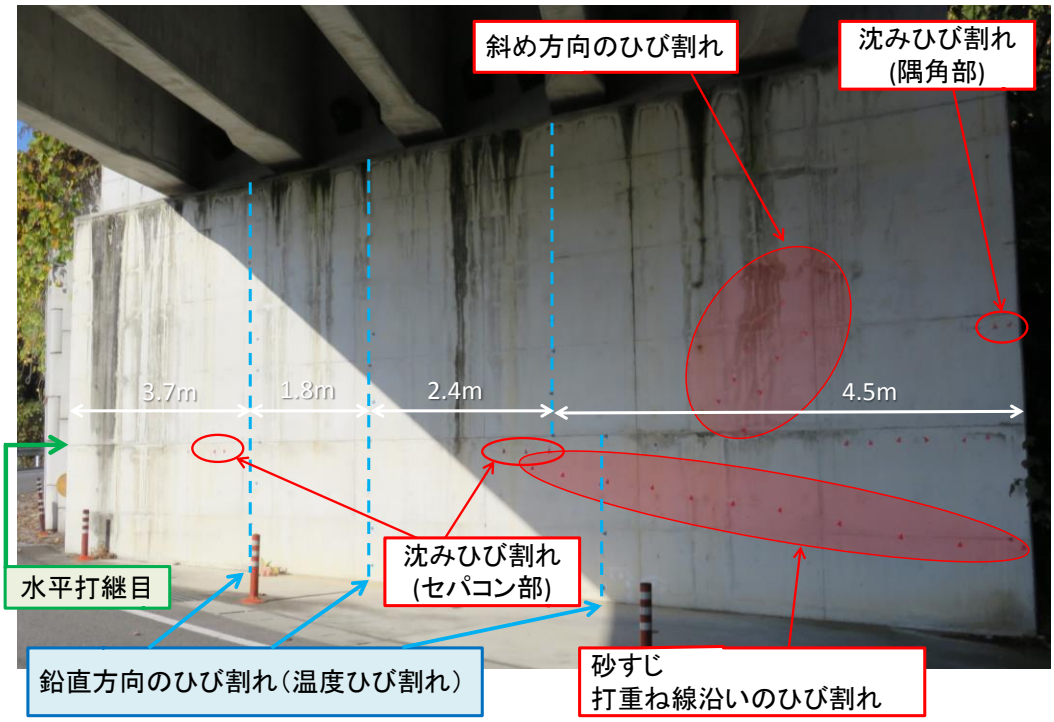


写真-1.1.2　新大谷橋 A2 のたて壁に発生したひび割れ

写真-1.1.3　鉛直方向のひび割れ

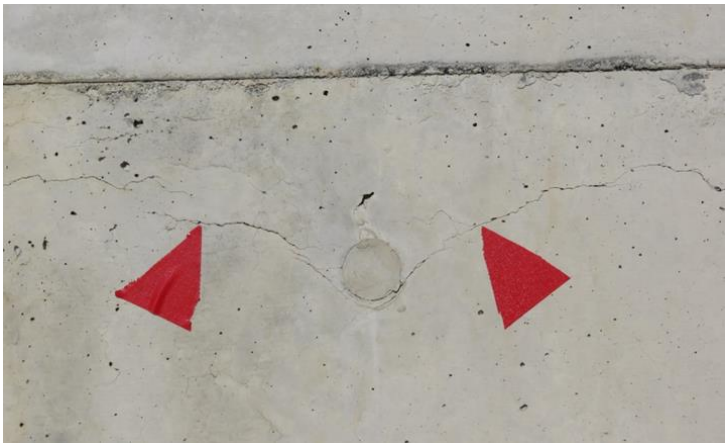


写真-1.1.4　セパレータコーン付近の沈みひび割れ

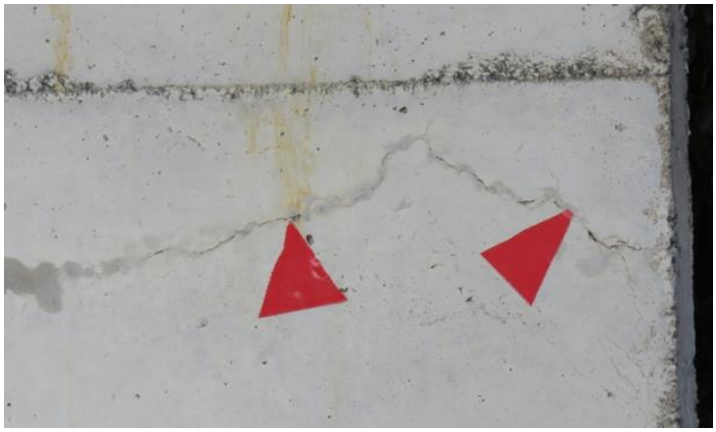


写真-1.1.5　隅角部の沈みひび割れ

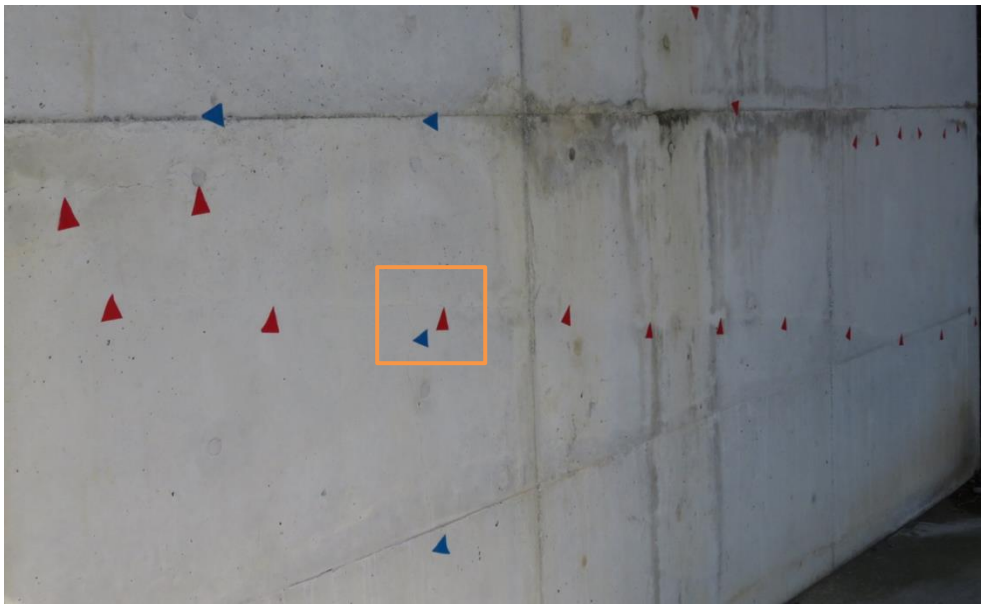


写真-1.1.6　打重ね線沿いのひび割れ

写真-1.1.7　打重ね線沿いのひび割れ部の拡大

写真-1.1.8　斜め方向のひび割れ

(3)施工時に生じるひび割れ以外の不具合

ここでは，ひび割れ以外の不具合について，1990 年以降，2003 年 3 月までに建設された構造物の事例により述べる。

写真-1.1.9 には，逆 T 式橋台たて壁に発生しているコールドジョイントを示している。上の層には写真-1.1.7 と同様に砂すじが生じており, 下の層の隅角部には白色矢印で示した沈みひび割れも発生している。これらの不具合は，適切な打重ね時間管理や，丁寧な締固めが行われていないために生じたと考えられる。

写真-1.1.10 は，ラーメン式橋台の頂版部におけるコールドジョイントである。たて壁と頂版について打継面を設けずに一体施工する場合，標準的な施工方法としては，たて壁と頂版の境界のハンチ部までを打ち込んだ時点で作業を一旦休止し，たて壁部のコンクリートの沈下を待ってから頂版コンクリートを打ち込む。しかし，写真では頂版部に波型のコールドジョイントが生じており，打込みの休止がハンチ部を越えて頂版の一部まで打ち込んだ時点で行われたこと，締固めが十分に行われずに波型の形状で硬化したこと，次の打重ねまでの時間間隔が長すぎて一体化されなかったこと，など施工方法が不適切であったことが推察される。

写真-1.1.11 は，橋梁の剛性防護柵（壁高欄）における打重ね線が波型となっている事例である。下層の締固めが適切に行われていないことや，上層の締固め時に下層までバイブレータを挿入するという，上層と下層の一体化を図るための作業が行われていないことがわかる。

写真-1.1.12 は，小判型の橋脚柱の円形部分に発生した砂すじである。砂すじは直線部には発生しておらず，この箇所だけに集中して発生している。円形部にブリージング水が集まり，その処理が不十分なまま打込みが行われたため発生したと推察できる。

写真-1.1.13 と写真-1.1.14 は，1991 年に完成した橋梁の地覆に発生している鉄筋腐食の状況である。橋長が 300m を超える長大な橋梁のごく一部で観察されることから，その箇所に限定して鉄筋の位置がコンクリート表面に近く，かぶりが著しく不足していると考えられる。

かぶり不足となった直接の原因は，鉄筋の加工や組立の精度不良か，組立時までは適切であったものがコンクリート打込み時に移動したためか，特定は難しいが，打込み作業時の確認不足によって見過ごされていることになる。

以上述べたひび割れ以外の不具合は，適切に施工計画が作成され，その内容にしたがって施工が行われることで，避けることができる。施工計画書作成も施工自体も施工者が行うものであるから，施工者によって不具合がほとんどない工事，不具合が多く生じる工事に分かれる。

一方，発注者には，施工開始前に施工計画書の提出を受けてその内容を把握，施工時に施工状況を把握，そして完成時に適正に検査し引取る役割がある。発注者も，このような不具合について関心を持って，改善の努力をすることで，不具合を減少させることができるが, 山口県の技術職員には, そのような意識が十分に浸透していなかったと考えている。

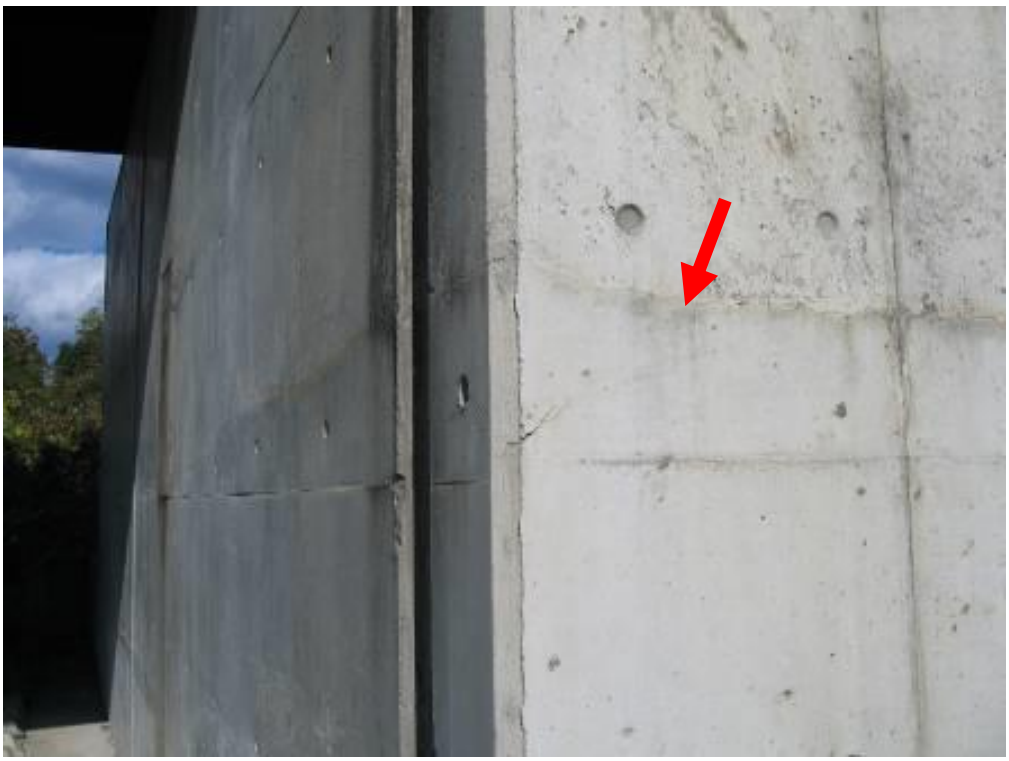


写真-1.1.9　逆 T 式橋台たて壁におけるコールドジョイント

写真-1.1.10　ラーメン式橋台頂版部におけるコールドジョイント

写真-1.1.11　剛性防護柵（壁高欄）における波型の打重ね線

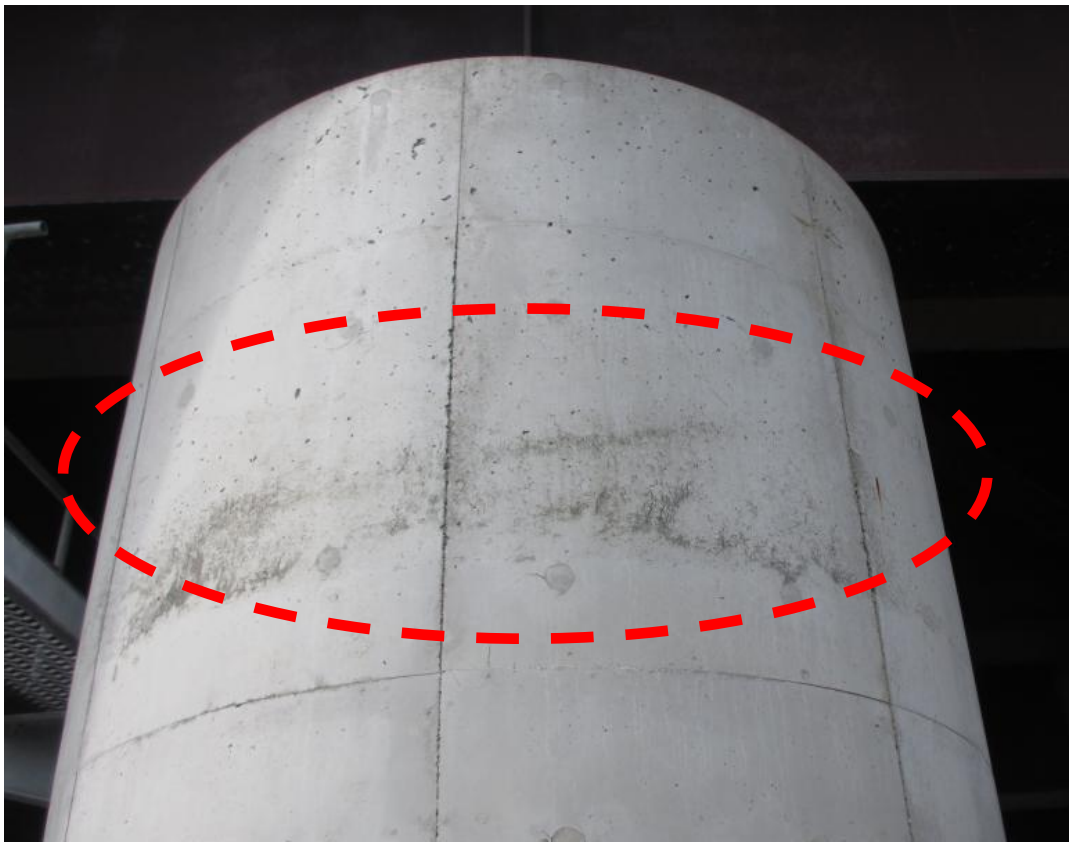


写真-1.1.12　橋脚柱における砂すじ

写真-1.1.13　橋梁地覆における鉄筋腐食（側面）

写真-1.1.13　橋梁地覆における鉄筋腐食（天端）

1.1.2　地方自治体が発注する土木工事の特徴

(1)はじめに

ひび割れ問題が山口県発注工事で顕在化した要因には，地方自治体に特有の実態も含まれていると考えている。

地方自治体が発注する土木工事の特徴に関して，基準類，施工者の規模と施工経験，発注者の果たすべき役割と能力の 3 つの観点から述べる。

(2)基準類

国と地方自治体は，各々が管理する公共施設に必要な工事を発注する点では同様な役割を持っているが，国にはもう一つの役割があり，公共事業全体が適切に行われるための法令・規則，また基準や指針などを定めている。

法令や規則は，地方自治体も遵守しなければならないが，基準や指針は多くの場合，標準的な内容が示されているもので，各自治体が実情に応じた加工を行って運用するものとなっており，このような基準類を適切に定めて運用することは地方自治体に大きな責務である。

コンクリート構造物のひび割れ問題に関係する基準類としては，標準歩掛，土木工事共通仕様書，施工管理基準，監督技術基準，検査技術基準など，様々なものがあるが，ほとんどの場合，国土交通省の定めたものを全面的に踏襲している。

ここからは，土木工事共通仕様書（以下，「共通仕様書」と記す）の第 11 節マスコンクリートを事例にして述べる。

山口県は，共通仕様書についても国土交通省のものをほとんど全面的に踏襲した内容で作成し，県のホームページで公表しているが，この第 11 節マスコンクリートには『受注者は，マスコンクリートの施工にあたって，事前にセメントの水和熱による温度応力及び温度ひび割れに対する十分な検討を行わなければならない。』と記載されている [5)]。

共通仕様書には，マスコンクリートは定義されていないが，「適用すべき諸基準」の中にコンクリート標準示方書［施工編］が記載されているので，これに記載された『おおよその目安として，広がりのあるスラブについては厚さ 80～100cm 以上，下端が拘束された壁では厚さ 50cm 以上のコンクリート』[6)]を適用することになる。したがって，山口県で施工する多くのコンクリート構造物について事前検討を義務付けしていることになる。

しかし，山口県では，この事前検討が徹底されず，施工計画書に検討結果が記載されている事例は少なかった。不徹底の最も大きな理由は，事前検討の手法が明確にされていないことであったと考えている。数値解析を用いた検討なのか，あるいは養生の留意事項を検討する程度の簡易なものを求めているのか，発注者は検討手法の選定について運用を定めておらず，発注仕様に示すことができなかった。

本来は，事前検討の内容は構造物の規模や現場条件によって個別に判断する必要があり，発注者が判断したうえで特記仕様書にその内容を明らかにするべきである。また，数値解析を求める場合には，設計段階にも数値解析を行って，その結果を発注時に示し，受注者がそれに基づいて検討を行うことが合理的である。そして，数値解析を用いて検討した結果，発注仕様の変更が必要となった場合に，その修正設計や施工費の増加分を発注者・受注者のどちらが負担するのかも，発注者が特記仕様書によって明らかにするべきである。

このような対応ができていないため，山口県ではマスコンクリートの事前検討の規定はあいまいなまま運用され，ひび割れが発生した際の責任の所在を議論する際には，発注者が「受注者に責任がある」と主張する有力な根拠として使用されるという，本来のあり方とは大きく異なる，望ましくない状況に至っていた。

この共通仕様書の事例は，地方自治体が国の示した基準類について，基準本体は変えずに，その運用方法が不十分なまま使用しているために生じたものである。国としては，各自治体が基準類の目的を把握したうえで，それが適切に達成されるように基準本体や運用を適宜改変することを前提にしているが，安易に未消化のまま国の基準類を使用した典型的な事例である。

以上，共通仕様書について詳しく述べたが，これ以外の基準類についても同様な傾向がみられるものがあり，例えば，土木工事監督技術基準（案）[7]についても，国とほぼ同様な内容としているが，運用は適切に行われていなかった。

このような基準類の未消化の現象は，程度の差はあるがほとんどの地方自治体に存在していると想像できる。

(3)施工者の規模と施工経験

施工者には，国と地方自治体の工事において企業規模に違いがある。国は全国大手から地方の大手企業までが主体であり，一方，地方自治体では，その自治体内に本社を置く地元企業が主体である。したがって，国の工事では施工経験が豊富な施工者が多く，地方自治体の工事では施工経験が少ない施工者が大部分を占めることになる。

国と地方自治体において主体となる施工者の傾向が異なる要因としては，国（国土交通省）が国道や一級河川などを管理しているため工事規模が大きくなる傾向があり，地方自治体の工事規模が比較的小さいことが挙げられるが，さらに，国が政府調達における主役であることに対し，地方自治体が地域産業振興の主役であるという立場の違いも大きく影響している。

このうち，政府調達に関しては，1994 年 1 月 18 日閣議了解された「公共事業の入札・契約手続の改善に関する行動計画」[8]において，「透明・客観的かつ競争的な調達方式の採用」として，国と政府関係機関の基準額以上の公共工事には一般競争入札方式が採用されることになった。さらに，世界貿易機関（WTO）の「政府調達協定」（1996 年 1 月 1 日発効）[9]に基づいて，都道府県や政令指定市も加えて，それぞれ表-1.1.1[10]に示す基準額以上について一般競争入札が採用されることになった。

WTO 政府調達対象の一般競争入札は, 外国企業と内国企業が同じ条件で競争できることが条件であり，入札者に対して国籍や所在地などの地域要件の制限はないため，全国大手や地方大手企業も必ず参加できる。

基準額の邦貨換算額を見ると，国（中央政府）の 6 億円に対し，政府関係機関と地方自治体は 3 倍以上の 20 億 2,000 万円と定められており，国が政府調達の主役であることがわかる。

国は前述したとおり工事発注規模が比較的大きく，この基準額 6 億円を超える WTO 政府調達対象工事は相当の発注件数になるが，地方自治体では基準額 20 億 2,000 万円を超えることはごく僅かであり，WTO 政府調達対象工事の発注件数は少ない。

表-1.1.1　建設サービスの基準額[10)]

	基準額	邦貨換算額 （2014 年 4 月 16 日～ 2016 年 3 月 31 日に適用）
中央政府	450 万 SDR	6 億円
政府関係機関	1,500 万 SDR	20 億 2,000 万円
都道府県・政令指定市	1,500 万 SDR	20 億 2,000 万円

一方，地域産業振興は地方自治体，特に過疎が進む地域を有する自治体にとって重要な課題になっている。地元の建設企業は，道路や河川をはじめとするインフラの維持や災害発生時の対応，さらに除雪作業などで重要な役割を担っているが，過疎化や公共投資の減少などの影響を受けて廃業や縮小が生じ，その対策が急務となっている。

山口県では，2008 年に「山口県ふるさと産業振興条例」[11)] を制定して，県内の建設企業への対策も行うことを定めている。

この第 7 条基本的施策で『県は，地産地消を推進してふるさと産業を振興するため，次に掲げる施策を講ずるものとする。』として，第 10 項の『建設工事又は物品等の発注に当たり，事業者の地域社会への貢献の状況，県の施策への協力の状況等に配慮して県内の事業者の受注の機会の確保を図るとともに，県産品等の活用を図ること。』とされている。

山口県では，この条例に沿って，WTO 政府調達の対象とならない限り，県内建設企業の受注機会を優先する発注に努めており，このような地域産業振興を目的とした地元建設企業優先の扱いは多くの地方自治体で同様に行われている。

以上のとおり，国の工事と比較して，地方自治体の工事では施工経験が少ない施工者が大部分を占める傾向が生じており，今後もこの傾向は当面継続すると考えられる。

(4)発注者の果たすべき役割と能力

ここでは発注機関の技術者の果たすべき役割と能力について述べる。山口県でひび割れ問題が生じた要因の中で，発注者が適切に役割を果たせていなかったことが非常に大きく，また問題解決においても重要な要素であると考えている。

発注機関の技術者について，1995 年，会計検査院の研究誌「会計検査研究」に，東京大学の國島正彦教授の論文「公共工事システムの将来像」[12)] が掲載されている。論文は，海外の発注システムの調査研究を行い，指名競争入札制度の導入についての課題について論じたものであるが，筆者はひび割れ問題に取り組むにあたって貴重な知見を得ることができたので，一部を紹介する。

「8.1.技術者の肩書と地位」では，発注側の担当官のあり方について英国との比較をしながら次のように論じている。

『技術的判断を必要とする事項を区別して取扱い，そこで必要とする資格を甲乙双方で平等に求めることは，英国の公共工事システムの特徴の一つといえる。

日本の場合，よく言えば大らかといえる。すなわち，発注者側の担当官は，所長，副所長，課長，係長等の肩書さえあれば，ほぼ，すべてのことに裁量権を発揮できる。業者側は，現場代理人や主任（監理）技術者に責任と権限があるとされ，工事経歴や一定の資格を要求されることが多く，意地悪な言い方をすれば『片務性のある』やり方であり，望ましい将来の方向とは考えられない。

最近の趨勢は，優秀な技術者および技能者の確保育成を図るために，資格制度や評価制度が検討されている。しかし，それを業者側のみに適用しようとすることは大きな誤りであると考えられる。公共工事において，利を求めない発注者側の役割と使命および責任と権限の範囲は，"行政"的事項と"技術"的事項の両者があり，"技術"的事項を担当する人材には，公務員といえども，業者側と同様の一定の資格，場合によっては，それ以外それ以上の資格と要件を求めることが公平であり平等であるといえる。公共工事の発注者側の技術者は，組織内の肩書と経験があればよいということなのであれば，"行政"担当者と技術者との差別化は困難となり，結局は"インハウスエンジニア"の不要論に繋がってくる。英国のやり方を十分に調査研究することを強調したい。』

山口県の技術者は土木技術職として採用された職員であるが，資格の保有の規定はない。土木施工管理技士や技術士などの資格を持つ者もいるが，本人が自主的に取得を行うものであり，配属先や担当業務の内容には関係しない。

筆者は 1996 年度および 1997 年度の 2 年間，山口県建設技術センターに出向して，県や市町村職員の技術的支援の業務に就いた。発注者という行政組織の権限がない立場に変わり，行政権限を行使する県職員の技術的能力を客観的に観察できる貴重な体験になったが，多くの県職員が担うべき行政権限を適切に行使するだけの能力を持っていないことを強く認識した。

國島教授は発注者に施工者と同等あるいはそれ以上の資格を求めているが，その本質は，発注者が適切な技術的判断できる能力を持つことであり，山口県の多くの技術者はその能力が不足していることになる。

また，「10.3.公共工事の監督検査体制の確立」では次のように論じられている。

『建設産業が「新しい競争の時代」を迎え，一般競争入札の導入を始めとするシステムの変更は，これまでの様々な規制の一部を緩めることとなる。

公共工事においては，公共の福祉と安全を目標として，現状と将来を見通した良い品質を安いコストで実現することが必要となるので，規制を緩めるだけでは，品質に齟齬をきたす恐れがある。したがって，これまでの，建設業者にとって怖すぎる発注者が存在していた環境条件，懸念のある建設業者を簡単に排除できる公共工事システム等の環境条件が変化することを見据えて，品質確保のために，これまでとは幾分異なった視点に基づく公共工事の監督検査体制の確立が急務である。

一般的には，入札契約制度に関する規制を緩める方向に伴って，これまでより一層厳しい監督検査制度が必要と考えられるが，具体的には，よく分からない事柄が数多くある。例えば，これまでに発注者側で整備されてきた監督検査基準・マニュアルにおける個別の事項の内容と合否判定方法の適否，個別の事項の監督検査の積み重ねと全体の工事の監督検査・成績との整合性，監督検査を行う時期と手法，監督検査を担当する『人』の資質と

能力と倫理の要求水準，受注者側の自主的な監督検査体制と発注者側の要請との関係等，これまで殆ど公の場で議論されてこなかった調査研究すべき課題がある。』

調査研究すべきとされた課題は，いずれもコンクリート構造物のひび割れ問題とも密接な関係があると考えているが，山口県では課題を解決できないまま論文発表から約 10 年後の 2004 年ころにひび割れ問題が顕在化した。現在，論文発表から 20 年経過しているが，山口県以外の発注者も含め，いまだに課題の解決に至っていない状況にある。

1.1.3　課題と研究の目的

1.1.1 では，山口県でひび割れの問題が顕在化する以前となる 2003 年 3 月までのコンクリート構造物の状況について考察し，発注者の区別に関係なく，ひび割れやそれ以外の不具合が見られること，また 1.1.2 では，地方自治体が発注する土木工事の特徴として，国とほぼ同様な基準類を使用しているが，施工者はコンクリート構造物の経験が少なく，発注者の監督能力は不足する傾向がある。

山口県内では，国・県・市町をはじめ，鉄道・高速道路・電力などインフラを保有する事業者などによって構造物が建設されているが，ひび割れ問題は県発注工事において顕在化した。県内の工事は，発注者が異なっても，生コンクリートや現場作業員はほぼ同一であり，顕在化の原因は発注者と施工者に限定されることになるが，その中で発注者によるものが大きいと考えられた。例えば，国の基準類をそのまま適用して生じる不明瞭・不適切な運用，監督職員の能力不足による工事工程，工事コスト，信頼関係への悪影響などが挙げられる。

ひび割れ問題が山口県発注工事で顕在化し，筆者は山口県の職員の立場で問題の改善に取り組み，ある程度の効果を得ることができたと考えているが，県工事全体への浸透はまだ十分ではない。また，他の地域には，この取組みを参考にしてひび割れ対策や品質確保を図るいくつかの動きがあるが，必ずしも順調に進んでいない。これらの課題の解決を図ることが，コンクリート構造物の品質確保の実用的な手段の一つとして提示することになると考えている。

このことから，本論文では，ひび割れ問題を解決するために地方自治体特有の運用や制度などの実態を踏まえた実用的なシステムを構築すること，構築したシステムの効果を検証すること，その結果を活用して品質確保全般を対象にしたシステムに改善・拡張すること，さらに，持続可能で発展的なシステムにするための仕組みや手法を検証することを目的に実践的な研究を行っている。

1.2　本論文の構成

本研究では，山口県が 2007 年にコンクリート構造物のひび割れ抑制を目的として独自に構築した「コンクリート構造物ひび割れ抑制システム（以下，「ひび割れ抑制システム」と記す）」と，これを 2014 年にひび割れ抑制から品質全般に対象を広げた改訂を行って移行した「コンクリート構造物品質確保システム（以下，「品質確保システム」と記す）」について，その効果や課題について明らかにし，また他の地域におけるコンクリート構造物の品質確保の取組みとの連携方法について述べる。

第 1 章では，本研究の背景として，山口県がこれまで建設したコンクリート構造物の状況，地方自治体が発注する土木工事の特徴について述べ，その課題及び研究の目的について示している。

第 2 章では，「ひび割れ抑制システム」の構築に先立って 2005 年に行った実構造物による試験施工について，開始に至る経緯，試験施工の目的，実施した内容，得られた結果について示している。得られた結果としては，丁寧な施工を行うことによってひび割れが減少することや，温度ひび割れを補修不要な程度に抑えるためには，丁寧な施工とともに誘発目地や補強鉄筋などの抑制対策が有効であることが明らかになった。また，発注者・施工者・材料供給者という立場の異なる技術者が試験施工に参加したことにより，ひび割れ問題の解決にはそれぞれが役割を果たす必要があることを認識して「協働意識」が醸成される効果が得られたことについて示している。

第 3 章では，第 2 章で述べた試験施工から得られた結果に基づいて構築したひび割れ抑制システムについて，構築した行程，全体構成と構成要素のそれぞれの内容，運用の詳細について述べた後，システムの特徴的な事項として，情報公表・情報共有，データの信頼性確保，義務化を避けた温度計測，設計への活用について考察している。さらに，効果について，システムの目的であるひび割れ抑制の効果とともに，表層品質の向上，施工者の段取りの改善，他の地域との交流といった，システム構築時には想定していなかった効果が得られたことを示している。最後に課題として，監督職員技術力不足，規準書の改善，ひび割れ幅の計測方法の標準化，設計段階への展開について考察している。

第 4 章では，「ひび割れ抑制システム」から移行した「品質確保システム」について，まず移行にあたって検討した，課題への対応，追加する内容，規準書の役割，データベースの 4 項目について述べている。この検討は，コンクリート工学会に 2012 年から 2 年間設置された「データベースを核としたコンクリート構造物の品質確保に関する研究委員会」及び同学会中国支部の「打設管理記録に基づくコンクリート構造物の品質確保に起案する研究委員会」において多様な観点から研究が行われ，その成果が「品質確保システム」に盛り込まれている。次に，変更・追加点のうち，規準書について，システムの主要なコンセプトである「協働」を明確化するための工夫や，考えることなく安直に従う「マニュアル本」ではなく，技術者自らの思考を支援するための参考書にすることについて示している。また，設計手法について，ひび割れ抑制設計を数値解析によらず，データベースを活用した簡便な手法を提案している。最後に，システムを適切に運用するために不可欠となる監督職員の技術力（スキル）と意欲（マインド）を向上する仕組みを考察し，2014 年に土木学会に設置された「コンクリート構造物の品質確保小委員会（350 委員会）」との連携によって，システムのさらなる改善が可能になることについて述べている。

第 5 章では，第 1 章から第 4 章までの時間の流れに沿って論じることから一旦離れて，両システムの特徴を考察している。これまで，山口県が独自に構築したシステムを理解しやすいように，いくつかの比喩や類似例を活用してきた。この章ではこの比喩や類似例ごとに特徴を考察している。山口県で構築した独創性が強いシステムであるため，説明会や講演会などで比喩や類似例を活用して説明することが聴講者の理解を深めるには有効であるが，却って誤解が生じる場合もあり，慎重な扱いが必要であることも示している。

第 6 章では，第 4 章の最後で述べている土木学会 350 委員会の主要な研究目的であるシ

ステムの他地域への波及の状況について示している。また，波及した地域で得られた成果の情報が本県へフィードバックされ，大きな効果が得られることについても論じている。

第 7 章では，結論として，本研究で得られた成果と今後の課題について示している。

1.3　本論文の表記方法

本論文では，次の表記方法を用いる。

(1)年号には西暦とするが，本文で引用する図表などで和暦を使用している場合には，引用先の和暦表示の後に括弧書きで西暦表示を併記する。

例　平成 19 年（2009 年）

(2)本論文で述べる山口県のシステムでは，当初段階は主として土木工事共通仕様書の表記を用いていたが，表記の統一が徹底できていなかった。その後システムの移行に伴いコンクリート標準示方書の表記に沿った更新を行っており，例えば「打設」を「打込み」に変更している。

本文では，コンクリート標準示方書に準拠した現行のシステムの表記を用いる。ただし，引用する図表が当初段階の表記の場合には，引用先の表記の後に括弧書きで現行の表記を併記する。

例　打設（打込み）　沈下ひび割れ（沈みひび割れ）

(3)通常は普通名詞として使われる表現を，本文において固有の意味を持つ用語として使用している場合には，鍵括弧を付けて表記する。

例　「施工由来のひび割れ」　「対策資料」

(4)参考文献の文章を本文に引用する場合には，二重鍵括弧を付ける。

例　山口県の土木工事標準仕様書の第 11 節マスコンクリートにおいて『受注者は，マスコンクリートの施工にあたって，事前にセメントの水和熱による温度応力及び温度ひび割れに対する十分な検討を行わなければならない。』と記載されている[5]。

(5)工事に携わるそれぞれの立場を表現する際には，山口県の「コンクリート構造物品質確保ガイド 2014」[13] において使用している「発注者」・「施工者」・「設計者」・「製造者」を用いる。ただし，契約関係について述べる箇所では，標準契約約款[14]の表記に準じて「施工者」に替えて「受注者」を用いる。

参考文献

1) 藤原忠司：コンクリートのはなしⅠ，技報堂出版，221p，1993.
2) 藤原忠司：コンクリートのはなしⅡ，技報堂出版，221p，1993.
3) 小林一輔：コンクリートが危ない，岩波書店（岩波新書），230p，1999.
4) 十河茂幸・信田佳延・栗田守朗・宇治公隆：コンクリート名人養成講座，日経 BP 社，150p，2000.
5) 山口県土木建築部：山口県土木工事共通仕様書，p. 55，2015.4
＜http://www.pref.yamaguchi.lg.jp/cmsdata/d/d/6/dd6441f28f0db795747357c30369871b.pdf＞
6) 土木学会：2012 年制定コンクリート標準示方書［施工編］，p.171，2013.
7) 山口県土木建築部：土木工事監督技術基準（案），2012.4
＜http://www.pref.yamaguchi.lg.jp/cmsdata/b/e/7/be789ac55004164d66309612f2498464.pdf＞
8) 内閣府：公共事業の入札・契約手続の改善に関する行動計画，1994.
＜http://www5.cao.go.jp/access/japan/chans/koudou.html＞
9) 内閣府：政府調達に関する協定，1996.
＜http://www5.cao.go.jp/access/japan/kyoutei.html＞
10)外務省：政府調達協定及び我が国の自主的措置の定める「基準額」及び「邦貨換算額」，2014.4.16
＜http://www.mofa.go.jp/mofaj/annai/shocho/chotatsu/kijyungaku.html＞
11)山口県：山口県ふるさと産業振興条例，2008.
＜http://www.pref.yamaguchi.lg.jp/cmsdata/c/7/8/c7852be4cbcbb6827ccad3d64051903b.pdf＞
12)國島正彦：公共工事システムの将来像，会計検査研究，第 12 号，1995.9
＜http://www.jbaudit.go.jp/effort/study/mag/12-5.html＞
13)山口県土木建築部：山口県コンクリート構造物品質確保ガイド 2014，2014.5
＜http://www.pref.yamaguchi.lg.jp/cms/a18000/hibiware/hibiwareyokusei.html＞
14) 中央建設業審議会：公共工事標準請負契約約款（平成22年7月26日），2010.
＜http://www.mlit.go.jp/common/001000467.pdf＞

第 2 章　実構造物による試験施工

2.1　開始に至る経緯

2.1.1　はじめに

本研究における試験施工に至る経緯の中で，最も大きな要素は2001年に国土交通省が発出した「土木コンクリート構造物の品質確保について（国官技第61号，平成13年3月29日）」である。

この通達を受けて，国だけでなく全国の都道府県や市町村などがひび割れの調査および記録を施工者に義務付けるようになり，山口県でも同様な義務付けを2001年8月に開始した。

また，山口県は2002年度に成績評定制度の1年間の試行を行い，2003年度から本格導入した。これにより，ひび割れが発生した場合，従来よりも厳しい評価が行われることになった。

これらの状況の変化を受けて，コンクリート構造物のひび割れは，施工における代表的なトラブル，困りごととなり，ひび割れの責任の所在について施工者と発注者の認識が対立することが多くなった。

徳山工業高等専門学校（以下，「徳山高専」と記す）の土木建築工学科の田村教授（当時は助教授）は，主に山口県内の建設会社や生コンクリート会社をはじめ建設関連企業の技術者が参加する私的な勉強会「コンクリートよろず研究会」を運営していたが，勉強会の活動を外部に向けて発表したいと考え，会員にそのテーマを相談したところ，全員の総意でひび割れに決まった。その研究成果を発表する講習会を 2004 年 11 月に徳山高専で開催したところ，県内から多くの聴講者が集まった[1)]。このことからも，県内でコンクリート構造物のひび割れが顕在化していたことがわかる。

一方，筆者は 2003 年に山口土木建築事務所に赴任し，写真-2.1.1 に示す県道山口宇部線の延長 14 ㎞の建設工事を担当した。この道路は自動車専用道路であるため，平面線形・縦断線形ともに出来るだけ直線化する必要があり，また既存の道路に接続せず立体交差させることから，橋梁やボックスカルバートなどの構造物が多いという特徴がある。赴任当時，橋梁下部工やボックスカルバートの建設工事の最盛期に入っていたが，橋台のたて壁・胸壁や，ボックスカルバートの側壁などに鉛直方向の貫通ひび割れが多く発生していた。2004 年の「コンクリートよろず研究会」講習会を聴講したことを契機に，「産・学」により構成されていた勉強会に初めて「官」として参加し，ひび割れに関する問題について多くの議論を交わせるようになった。

また，この勉強会の講習会と同時期に，筆者は山口宇部線の工事を受注している市内の建設会社の幹部から「ひび割れは施工者にとって過大な負担になっている。我々だけで解決できる問題ではなく，発注者も解決に乗り出してほしい。このことはすでに 2 年間，県の建設団体から県に要望しているが，何も変わらない。何とかならないだろうか。」と相談を受けた。このことにより，それまで担当している山口宇部線で頻発しているひび割れしか見ていなかった筆者が，県内全体に広がった課題になっていることをようやく認識できた。

この時点では，施工者からも具体的な解決策は示されておらず，県として何に取り組めば解決するという道筋もなかった。ひび割れ問題への取組みには，大きな 2 つの障壁があった。ひび割れの原因を設計・材料・施工の要素に分離して責任の所在を明確にすること

写真-2.1.1　県道山口宇部線

が容易でないこと，および，ひび割れを減少させる確実かつ安価な対策方法が把握できていないことである。このうち後者の対策方法については，数値解析により効果を予測することはできるものの，実際の構造物との結果が一致しない場合があるため，筆者は実構造物での検証を行うことを検討した。

当時の山口宇部線はコンクリート構造物工事の最盛期を迎えており，形状や寸法がよく似た構造物を施工していたので，筆者は，様々な対策方法を類似の形状・寸法の構造物に施すことによって，精度の高い比較を行うことができると考えた。そこで，実構造物を用いた試験施工を立案し，所属事務所・県庁所管課の実施についての協議・同意，施工・生コンクリート団体への協力要請・了承を経て，山口宇部線をフィールドにした実構造物による試験施工が 2005 年に実施できた。

ここから，2001 年の国土交通省通達，2003 年に開始した成績評定制度，試験施工を行った山口宇部線建設工事，「コンクリートよろず研究会」との関わり，試験施工実施に関する部内・対外調整について詳しく述べる。

2.1.2　国土交通省通達

国土交通省の「土木コンクリート構造物の品質確保について（平成 13 年（2001 年）3 月 29 日付け，国官技第 61 号）」は，大臣官房技術調査課長から各地方整備局長にあてた通知文であり，土木コンクリート構造物の耐久性を向上させる観点から 5 項目について実施することにしたと通知している。表-2.1.1 に示すとおり，5 項目は簡潔に記載されており，その詳細な内容については，大臣官房技術調査課建設コスト管理企画室長から各地方整備局技術調整管理官あての「「土木コンクリート構造物の品質確保について」の運用について（平成 13 年（2001 年）3 月 29 日付け，国コ企第 2 号）」によって示されている。このうち，ひび割れ発生状況の調査に関する部分を表−2.1.2 に示している。

山口県では，この通知と運用を受けて同年 7 月に土木建築部長から部内関係各課長および部内各出先機関の長あてに，ほぼ同じ内容の通知（平成 13 年（2001 年）7 月 26 日付け，監理第 482 号の 1）を行った。国の適用開始（2001 年 4 月 1 日以降発注工事）よりも 4 箇月遅れて，8 月 1 日以降発注工事から適用した。

国土交通省の内容と比較すると，第 1 項目の水セメント比に関して特記仕様書に上限値を明示するなど具体的な方法が追加されていること，また，第 5 項目の銘板については掲載していないなど若干の違いはあるが，第 4 項目のひび割れ発生状況の調査については同一である。

さらに，同年 12 月に山口県は「「土木コンクリート構造物の品質確保について」の記述修正について（平成 13 年（2001 年）12 月 17 日付け，事務連絡）」により，表-2.1.3 に示す修正を行った。事務連絡の本文に「ひび割れ発生状況の調査の運用は，請負者の管理責任についての記述が不明確であり取扱いに誤解を生じる恐れがあることから，下記のとおり記述を改めることとします。」と記載し，ひび割れが請負者の責によらないことが明らかでない限りは，調査や補修責任を請負者に求めるという姿勢を示した。

当時は国の通達を忠実に実施することに傾注して，適用による影響を検討する姿勢が不足していたとみられるが，ひび割れ調査に関する山口県の取扱いには，次の二つの問題点が挙げられる。

①ひび割れ調査の目的として「工事完成後の維持管理にあたっての基礎資料とするため」と明示しているが，維持管理の基礎資料として使用するための仕組みを整備していない。実際，ひびわれ調査結果は工事完成時に請負者から提出されるが，施工管理資料や工事写真と併せて工事一式書類として保管されるだけで，維持管理担当部署への引継ぎがされていなかった。

②ひび割れの調査・補修の費用について，請負者の責によらないことが明らかでない限りは請負者負担としたが，ひび割れは設計・材料・施工の要素が複合して発生することが多く，「グレー」であれば請負者負担という扱いは明らかに請負者に不利であり，片務性がある。

このうち①については，2001 年の通達時には国土交通省土木研究所コンクリート研究室長であった京都大学工学部の河野教授が次のように指摘しており [2)]，山口県に限定した問題ではなかったことがわかる。

『最近，ひび割れに対して発注者が異常に厳しくなっているようである。要因はいくつ

もある。例えば，1999 年の新幹線福岡トンネルの覆工落下事故を受け，当時の建設省などが大規模なコンクリート構造物の実態調査を行った。塩害やアルカリ骨材反応など深刻な劣化は少数であるものの，施工に起因する比較的軽症の劣化がかなりの数に上るのが判明した。それを受け 2001 年 3 月に国土交通省は，コンクリート構造物の品質確保のための通達を出した。

【中略】

ひび割れの調査記録は，後の維持管理に役立てるため，0.2mm 以上のものを記録しておくというのが趣旨であった。ところが，場所によっては，生じたひび割れはどんなに細かくても全て記録する，さらに，生じたひび割れは全て補修する，という対応を取ったところもある。これは，本来の目的から逸脱している。』

②については，公共請負工事において発注者が請負者（施工者）よりも優位に立つ片務性という根源的な要因があるが，1.1.2(3)および(4)で述べたように山口県の施工者・発注者の技術力不足が影響を大きくしている。

「請負者の責によらないことが明らかである」ことが成立するには，まず，請負者がひび割れの調査・分析・評価をすべて適切に行い，その結果を発注者に示し，次に，発注者が受け取った資料を検討し，提案に合意する必要がある。当然ながら，両者に豊富な経験と，それに基づいた技術力が必要になる。

したがって，いずれかの技術力が不足すれば，現象自体が中間的な「グレー」でない場合にも，それを説明・確認できないために「グレー」という結論を産み出してしまう。

表-2.1.1　「土木コンクリート構造物の品質確保について」に示された実施内容

項目	内容
1	土木コンクリート構造物の耐久性を向上するため，一般の環境条件のコンクリート構造物に使用するコンクリートの水セメント比は，鉄筋コンクリートについては55%以下，無筋コンクリートについては60%以下とすること。
2	鉄筋のかぶりを確保するため，スペーサーを設置するものとする。スペーサーは，構造物の側面については原則1㎡につき2個以上，構造物の底面については原則1㎡につき4個以上設置すること。
3-1	重要なコンクリート構造物の適切な施工を確認するため，コンクリート構造物の施工完了後に，テストハンマーによる材齢28日強度の推定調査を請負者に実施させるものとし，調査結果を提出させること。
3-2	テストハンマーによる強度推定調査の結果が，所定の強度が得られない場合については，請負者に原位置のコアを採取し，圧縮強度試験を実施させるものとし，試験結果を提出させること。
3-3	上記3-2による圧縮強度試験結果が所定の強度が得られない場合等の対応方法については，各地方整備局技術管理課等に相談すること。
4	工事完成後の維持管理にあたっての基礎資料とするため，重要構造物についてはひび割れ発生状況の調査を請負者に実施させるものとし，調査結果を完成検査時に提出させること。
5	工事関係技術者と技能者の責任と自覚・社会的貢献意識を高揚し，また，将来の維持管理補修の効率化を図るため，当該工事関係者，構造物の緒元等を表示する銘板の設置を推進すること。

表-2.1.2　「土木コンクリート構造物の品質確保について」の 4 に関する運用内容

項目	内容
4-1	完成検査後の維持管理等の基礎資料とするためのひび割れ発生状況の調査の実施は以下によること
(1)	適用範囲 ひび割れ発生状況調査の対象工種については, 高さが 5m 以上の鉄筋コンクリート擁壁（ただしプレキャスト製品は除く。），内空断面積が 25 ㎡以上の鉄筋コンクリートカルバート類，橋梁上・下部工（ただし PC は除く。）及び高さが 3m 以上の堰・水門・樋門とする。
(2)	調査方法 1)0.2mm 以上のひび割れ幅について，展開図を作成するものとし，展開図に対応する写真についても提出させること。 2)ひび割れ等変状の認められた部分のマーキングを実施させること。
(3)	調査時期 調査は，足場が存置されている間に実施することが望ましい。
(4)	調査の報告 構造物毎に別添様式-2 により調査票を作成し，完成検査時に提出させること。
(5)	調査結果の評価 調査結果の評価に当たっては，別添の「ひび割れ調査結果の評価に関する留意事項」を参考にすること。
4-2	4-1 にかかわる調査に要する費用は別途積み上げ計上すること

表-2.1.3　「土木コンクリート構造物の品質確保について」の記述修正内容

項目	内容（波線部が記述追加）
4-1(2)	調査方法 1)0.2mm 以上のひび割れ幅について，展開図を作成するものとし，展開図に対応する写真についても提出させること。 2)ひび割れ等変状の認められた部分のマーキングを実施させることとするが，有害なひび割れについては完成検査までに補修・補強させること。 3)0.2mm 以下のひび割れについては，完成検査時に継続調査の必要があると判断される場合には，一定の期間は調査を継続させ，0.2mm 以上に進展した場合は上記 1)2)に準じること。
4-2	4-1 にかかわる調査に要する費用は原則として請負者の負担とする。 ただし，当該ひび割れが請負者の責によらないことが明らかな場合には別途積み上げ計上すること

2.1.3　成績評定制度

成績評定制度は，2001 年 4 月に施行された「公共工事の入札及び契約の適正化に関する法律（適正化法）」により，「適正化の基本となるべき事項を定めるとともに情報の公表（第 1 条　目的）」を講じることとされたことで，全国の公共工事発注機関で導入が始まった。

適正化法に基づいて定められた「公共工事の入札及び契約の適正化を図るための措置に関する指針」において，工事の技術検査に関する要領や工事の成績の評定要領などを定めることとされ，山口県では 2002 年 4 月に「工事成績評定要領」や「工事成績採点の考査項目の考査項目別運用表」などを定め，1 年間の試行期間を経て 2003 年 4 月から正式に施行し，公表も開始した。

また，2005 年 4 月に施行された「公共工事の品質確保の促進に関する法律（品確法）」に基づいて定められた「公共工事の品質確保の促進に関する施策を総合的に推進するための基本的な方針について」の第 2.5 の「工事の監督・検査及び施工状況の確認・評価に関する事項」において次のように記述され，検査について会計法による「給付の検査」と品確法による「技術検査」であることが示されるとともに，工事成績評定についても法律的な位置づけが明確になり，各発注機関での制度導入が義務付けられた。

『公共工事の品質が確保されるよう，発注者は，監督及び給付の完了の確認を行うための検査並びに適切かつ能率的な施工を確保するとともに工事に関する技術水準の向上に資するために必要な技術的検査（以下「技術検査」という）を行うとともに，工事成績評定を適切に行うために必要な要領や技術基準を策定するものとする。

特に，工事成績評定については，公正な評価を行うとともに，評定結果の発注者間での相互利用を促進するため，国と地方公共団体との連携により，事業の目的や工事特性を考慮した評定項目の標準化に努めるものとする。』

コンクリート構造物にひび割れが発生すると，表-2.1.4 工事成績評定表の技術検査職員が判定する「3.出来形及び出来ばえ」のうち「Ⅱ.品質」に影響する。技術検査職員が評価する考査項目は 4 項目であり，すべてが a 評価であれば+35 点となるが，このうち「Ⅱ.品質」は+15 点であり，最も比率が大きい。

評価は「工事成績採点の考査項目の考査項目別運用表」によって行われるが，該当する部分を表-2.1.5 に抜粋した。16 項目の評価対象項目により判定を行い，a(+15)から e(-25)までの 7 段階の評価となる。

これによれば，ひび割れが生じていない場合，1～13 番の評価対象項目のうち 11 項目以上（80%以上）満足すれば a 評価，8~10 項目（60%以上 80%未満）であれば b 評価となる。しかし，ひび割れが発生した場合には，1～13 番の結果が a あるいは b 評価に該当する良好な場合であっても，14 番の考査項目に該当して c 評価となる。15 番の「改善指示」および 16 番の「破壊検査」も 1～13 番の結果に関わらず，いわば「リセット」する扱いとなっている。

この扱いに対して，施工者は次の 2 点について大きな不満を持っていた。

(1) 1~13 番の評価対象項目が a 評価(+15)・b 評価(+7.5)に相当していたものが，ひび割れの発生により「リセット c」評価(±0)された場合には，技術検査職員の持ち分 50%

を乗じた 7.5 点あるいは 3.75 点の大幅な減点になること。

(2)別紙-3 の記述ではひび割れ（クラック）の程度が示されておらず，当時の検査職員は目視できるひび割れがあれば，ひび割れの幅や種類に関係なく，ほとんどの場合「リセット c」を適用したこと。

表-2.1.4　工事成績評定表

工事成績評定表［完成・出来形・中間］

平成　　年　　月　　日　　作　成

平成１５年４月１日版

工事名																			
契約金額		請負者名						工期	平成　年　月　日 ～ 平成　年　月　日							完成年月日	平成　年　月　日		
考査項目		監督職員（完成）					技術検査職員（出来形・中間）					技術検査職員（完成）					細目別評定加減点 ①×０．５＋②×０．２＋③×０．３ 又は①×０．５＋③×０．５		
項目	細別	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e			
1.施工体制	Ⅰ.施工体制一般		+1.5	0	−3.0	−6.0													
	Ⅱ.配置技術者	+1.8	+0.9	0	−3.0	−6.0													
2.施工状況	Ⅰ.施工管理		+1.5	0	−3.0	−6.0	+5.0	+2.5	0	−7.5	−15	+5.0	+2.5	0	−7.5	−15			
	Ⅱ-1.工程管理Ａ	+1.2	+0.6	0	−3.0	−6.0													
	Ⅱ-2.工程管理Ｂ	+4.0	+2.0	0	−3.0	−6.0													
	Ⅲ-1.安全対策Ａ	+1.8	+0.9	0	−3.0	−6.0													
	Ⅲ-2.安全対策Ｂ	+6.0	+3.0	0	−3.0	−6.0													
	Ⅳ.対外関係	+1.8	+0.6	0	−1.5	−3.0													
3.出来形及び出来ばえ	Ⅰ.出来形	+1.2	+0.6	0	−1.5	−3.0	+10	+5.0	0	−10	−20	+10	+5.0	0	−10	−20			
	Ⅱ.品質	+1.2	+0.6	0	−1.5	−3.0	+15	+7.5	0	−12.5	−25	+15	+7.5	0	−12.5	−25			
	Ⅲ.出来ばえ						+5.0	+2.5	0	−5.0		+5.0	+2.5	0	−5.0				
4.高度技術	Ⅰ.高度技術力 ※2	＋ 6.0～0（　　）																	
5.創意工夫	Ⅰ.創意工夫 ※2	＋ 3.0～0（　　）																	
6.社会性等	Ⅰ.地域への貢献等 ※3	+4.0	+2.0	0															
加減点小計 ※1		①加減点計＝　．点					② 加減点計＝　．点					③加減点計＝　．点					④ 加減点計＝　．　点		
7．基本評定点計		＿＿＿＿点　○出来形・中間検査があった場合：６５＋④（①　点×0.5＋②　点×0.2＋③　点×0.3）＝　点 但し、②（出来形、中間）が２回以上の場合は平均値 ○出来形・中間検査がなかった場合：６５＋④（①　点×0.5＋③　点×0.5）＝　点																	
8．法令遵守等 ※3		－　点																	
9．ＶＥ評価（ＶＥ追加点＋５点）※4		＋　点																	
10．評定点 ※5		＿＿＿＿点　○7.基本評定点計（　点）－8.法令遵守等（　点）＋９.ＶＥ評価（　点）＝　点																	
所見		（監督員）					（主任監督員）					（総括監督員）							

※１　加減点小計　＝　１～３の評定（±加減点）＋　４，５，６の評定（加点）　：　基本評定点　＝　６５＋加減点小計
　　評定点　＝　基本表定点　－　８の評定（減点）＋９の評定(加点)
　　各評定点（①～③）は小数第１位まで記入する。
※２　高度技術及び創意工夫の評定は工事全般を通して、特に優れた技術等を評価する項目とする。そのため、キーワードと評定内容の記述方法とし、加点評価のみとする。
※３　社会性等の評価では地域への観点から、加点評価のみとする。また、法令遵守等は、減点評価のみとする。
※４　ＶＥ適用工事のＶＥ追加点は、監督職員が評定する。この場合評定点合計が１００点を超えることがあってもよい。
※５　評定点は、四捨五入により整数とする。
※　　各考査項目ごとの採点は、別紙「工事成績採点の考査項目の考査項目別運用表」による。

平成１５年４月１日版

表-2.1.5　「工事成績採点の考査項目の考査項目別運用表」の考査項目（2003 年版）
（3.出来形及び出来ばえ　Ⅱ.品質　コンクリート構造物工事）

	評価対象項目
1	設計図書に基づくコンクリートの配合試験及び試験練りが行われており, 適切なコンクリートの規格(強度・w／c・最大骨材粒径・塩基総量等）が確認できる。
2	コンクリート打設時の必要な供試体を採取し，強度・スランプ・空気量等が確認できる。
3	コンクリート供試体が当該現場の供試体であることが確認できる。
4	施工条件及び気象条件に適した運搬時間，打設時の投入高さ，締固め，養生方法等適切に行っている。　（寒中及び暑中コンクリート等を含む）
5	型枠,、支保工の取り外し時のコンクリート強度が適正に管理されている。
6	鉄筋の規格がミルシートで確認できる。
7	鉄筋の引っ張り強度・曲げ強度が試験値で確認できる。
8	コンクリート打設までの鉄筋の保管管理が適正であることが確認できる。
9	鉄筋の組立・加工が適正であることが確認できる。
10	圧接作業にあたり，作業員の技量確認を行っている。
11	スペーサーの材質が適正で，品質が確認できる。
12	スペーサーを適切に配置し，鉄筋のかぶりを確保している。
13	コンクリートの打継目の処理が適切に行なわれていることが確認できる。
	ばらつきが少なく，該当項目が 80%以上　・・・a ばらつきが少なく，該当項目が 60%以上 80%未満・・・b ばらつきが少なく，該当項目が 60%未満　・・・c
14	クラックがある場合，進行性又は有害なクラックがなく，発生したクラックに対して適切な処置を行っている　※別紙-3 を参照 上記該当あれば・・・c
15	監督職員が文書で改善指示を行った。 上記該当あれば・・・ d
16	契約書第 17 条 2 項に基づき破壊検査を行った。 上記該当あれば・・・e

別紙-3
3.コンクリート構造物のクラックについて
(1)クラックが発生した構造物では、進行性または有害なクラックがなく、クラックに対して適切な処置が行われていれば，c 評価とする。
(2)進行性または有害なクラックがある場合, 無処理の場合は, 状況に応じて d または e 評価とする。

2.1.4　「コンクリートよろず研究会」との関わり

「コンクリートよろず研究会」の講習会は，2004 年 11 月に徳山高専で開催された。表-2.1.6 のプログラムにより 7 名の講師が講演し，テキストが配布された [1)]。

研究会の会員は，大学・高専，建設会社，生コン会社，セメント・骨材・混和剤のメーカー，コンサルタントなど多岐にわたっているが，発注機関の職員は含まれていない。

表-2.1.6　第 1 回講習会「コンクリートのひび割れ予防対策」プログラム

1.	コンクリートに発生するひび割れについて	
	1)	ひび割れ現状と温度ひび割れについて
	2)	ひび割れ発生のメカニズムと業種別対策について
2.	各分野におけるひび割れ予防対策	
	1)	設計段階にできること
	2)	材料に関連してできること
	3)	配合・生コン製造管理でできること
	4)	施工現場でできること
	5)	施工現場でできること
3.	ひび割れ調査法	
4.	ひび割れ補修法	

講習会テキストの「はじめに」には，講習会開催までの経緯や開催趣旨が以下のとおり説明されている。

『コンクリートのひび割れ問題へのアプローチは，これまで各方面から調査研究が進められ，今日では，その原因の多くが突き止められてきました。しかしながら，実際の現場では，さまざまな要因から今なお多くのひび割れが発生し，その補修や構造物の耐久性が問題視されています。

本研究会でも，生コン業者に寄せられる苦情や，施工時のひび割れ発生等々いろいろな現状報告，事例報告がなされました。そして，研究会を重ねるにつれ，ひび割れが，いつ，どのような条件で発生するのか明らかになり，そして，それぞれの立場（材料メーカー，生コン工場，施工現場等々）において対策を工夫して努力していることが明らかになりました。これまでは，それぞれの立場で示方書や指針等をひもときながらひび割れ問題に立ち向かってきましたが，お互いの「ひび割れ対策技術」を知ることで，より効果的なひび割れ対策が可能になることは明らかです。

ここでは，改めてひび割れの発生原因から，ひび割れを抑制する対策，そして，補修方法に至るまで研究会参加者が自身の知識，情報を発表し，お互いに学んだことを「各分野におけるひび割れ予防対策」として整理してみました。講習会参加者の方々には，既知の話題も多々あると思いますが，自分自身でできるひび割れ対策を再認識すると同時に，別の分野の技術についても知識を深めていただき，コンクリート工事に関わる皆さんの協力をもってひび割れ防止対策にご尽力いただければ幸いです。（以下，省略）』

この講習会は筆者にとって，ひび割れが県内全域で大きな問題になっていることが認識できたこと，各分野の技術者の協力が重要であるとの観点を教えられたことなど，大変有意義なものになった。そして，現在まで 11 年間継続している田村教授との共同研究が始まる契機となった。

2.1.5　山口宇部線建設工事

山口宇部線建設工事は，2011 年に延長 14km の本線部を開通し，さらに 2016 年に中国縦貫自動車道に接続する JCT を完成させる予定で，現在も施工中である。

筆者が赴任した 2003 年には，本線部の 2011 年の開通に向けて橋梁下部工やボックスカルバートなどのコンクリート構造物工事の最盛期を迎えていた。

しかしながら，多くの構造物でひび割れが発生しており，2.1.2 の国土交通省通達に基づくひび割れの調査や補修が行われ，2.1.3 で述べた成績評定が行われていた。

施工者は，ひび割れが発生すると，まず調査を行い，スケッチ図も作成して監督職員に報告することになる。報告を受けた監督職員は，現場で確認を行う。また，施工者は補修の要否について監督職員に提案し，必要との結果になれば補修を行うことになる。

ひび割れが発生すれば，調査・監督職員の確認・補修の提案・監督職員との協議・補修を行うために，余分な手間とコストが必要になる。また，工事工程が遅れ，その結果，現場収支も悪化するという事態になる。

施工者は「設計も材料も決まっているのだから，発生したひび割れの補修責任はない。」と主張するが，発注者は「設計図書を確認し，施工方法を決定した施工者が，ひび割れを補修すべきだ。」と主張する。互いに自分には責任がないことを主張するため，当然のことながら合意には至らない。結末としては，施工者が納得しないまま調査や補修に対応することになり，強い不満や不信感が残る。

この施工者と発注者の対立を見ながら，材料供給者や設計者も，やはり自らの責任を回避しようとする。このようにして，関係者全員がひび割れの責任の当事者でないことを主張することに躍起になり，誰も解決する方法を考えないという，「負のスパイラル」と呼ぶべき現象が生じていた。

残念ながら，2.1.4 で述べた講習会の「各分野の技術者の協力が重要であるとの観点」とは全くかけ離れた状況であったと言える。

そして，筆者が構造物に生じたひび割れの確認をするために現場に出向いた際に，受注していた建設会社の幹部から「ひび割れは施工者にとって過大な負担になっている。我々だけで解決できる問題ではなく，発注者も解決に乗り出してほしい。このことはすでに 2 年間, 県の建設団体から県に要望しているが, 何も変わらない。何とかならないだろうか。」と相談を受けた。

その時点で具体的な解決方法を考えていなかったが,「この状況を変えなければならないことは確かだ。事務所の班長という立場で出来ることは限られるが，なにができるか考える。」という趣旨の返事をしたと記憶している。

このやり取りをしてから，いくつかの対策方法を検討してみたいと考えるようになったが，実構造物を使用した検証という案に至るまでには，少し時間を要した。

2.1.6　試験施工実施に関する部内・対外調整

コンクリート構造物のひび割れを減少させる様々な対策方法について，実際に建設する構造物で検証する試験施工を実施するためには，試験施工を立案したうえで，県庁の所管課や所属事務所に提案し，同意を得ること，また，施工・生コンクリート団体に試験施工への協力を要請し，了承を得ることが必要となる。主な部内・対外調整を表-2.1.7 に示しており，それぞれの調整内容と結果について述べる。

表-2.1.7　試験施工実施に関する主な部内・対外的調整

調整内容	調整相手	調整結果
(1) 試験施工の実施の承認	技術管理課	了承
(2) 試験施工の実施予算配当	道路建設課	県単独費を配当
(3) 試験施工への協力	山口県建設業協会 山口県土木施工管理技士会	了承
	山口県生コンクリート工業組合	了承
(4) 試験施工支援業務の発注	山口土木建築事務所	了承

(1) 試験施工の実施の承認

試験施工は，それまでに県内の建設団体から申し出のあった要請に応えるものであり，また，試験施工の成果は県全体で活用することを目指していることから，その実施について，土木建築部の技術関係を主管する技術管理課の承認を受ける必要があった。

ひび割れ問題の解決方法として，適切な抑制対策を見出すことが有効と考えられること，また，そのために山口宇部線をフィールドにした実構造物による検証を行うことを提案し，了承を得た。

実構造物を使用した試験施工の事例は珍しく，実施の承認を受けるには相当の困難があったのではないかと質問されることもあったが[3)]，この課題を解決したいという認識（目的）は部内で共有されており，速やかに実施可能な取組み（手段）を提示できたため，比較的容易に承認された。それだけ山口県の状況は深刻で，現状認識および目的が共有されていたとも言える。

(2) 試験施工の実施予算配当

試験施工を実行するため，試験対象の構造物の工事費に所要の材料費や労務費を追加計上する費用と，試験施工を支援する業務委託費が必要になることから，山口宇部線の建設工事を所管する道路建設課と調整した結果，県の単独費が配当された。

このうち工事費については，試験施工を行う工事ごとに，例えば高炉 B 種セメントから普通セメントのコンクリートに替えた対策を行う場合には材料費（生コンクリート単価）の差額を，また補強鉄筋による対策であれば新たに必要になる材料費（鉄筋）と労務費（加工・組立費）を追加計上した。

また，業務委託費については，業務内容が特殊であり積算基準がないため，指名するコンサルタントをあらかじめ決定したうえで，見積を徴収して，予定価格を設定して発注した。業務内容については(4)で述べる。

(3) 試験施工への協力

試験施工を実施するには，施工者および生コン供給者の協力が欠かせないと考え，それぞれの団体に，試験施工を実施する計画を説明し，協力を要請した。

まず，施工者の団体として，建設会社の団体である山口県建設業協会，および建設会社に所属する技術者の団体である山口県土木施工管理技士会に対して次のように説明し，いずれの施工団体からも協力の了承を得た。

・山口県として，コンクリート構造物に頻発するひび割れを減らすための有効な対策方法について，山口宇部線の構造物を使った試験施工で検証することにした。
・様々な対策を形状・寸法が類似した構造物に使用して，その結果を比較・分析する。
・対策に直接必要な材料費や労務費は工事費に追加計上するが，通常使用しない材料を使用するために，作業計画の見直しや作業員との打ち合わせなどを行っても，その経費は支払わない。
・対策を講じてもひび割れが発生する場合も想定されるが，その場合には，現行の取扱いのとおり，ひび割れの調査や補修は施工者が行う。

この第 4 項目については，実構造物を建設するという観点で例外的な取扱いは行わないことにしており，片務性の強い現行ルールを踏襲するもので，少なからず不満があったはずだが，その発言はなかった。団体の要請に対して，県が試験施工という行動を起こすことに至り，それに協力することが優先されたと推察される。

次に，生コン供給者として，山口県生コンクリート工業組合に次のように説明し，同じく協力への了解を得た。

・山口県として，コンクリート構造物に頻発するひび割れを減らすための有効な対策方法について，山口宇部線の構造物を使った試験施工で検証することにした。
・様々な対策を形状・寸法が類似した構造物に使用して，その結果を比較・分析する。
・対策に直接必要な材料費や労務費は工事費に追加計上する。したがって，生コンクリートについても，使用する種類に応じた価格を工事費に計上することになる。
・これまで使用事例の少ない種類のコンクリートによる試験施工も行うので，供給体制を整えてほしい。

（4）試験施工支援業務の発注

山口宇部線の建設工事の発注・監督を行う山口土木建築事務所の職員は工事の最盛期で多忙であり，試験施工による事務の増加に対応できないが，職員の増員は困難な状況であった。また，試験施工を高い精度で分析・評価するには，打込み後のコンクリート内部の温度や応力・ひずみなどの計測や，評価結果を検証するための数値解析などが必要と考えた。これらのことから，建設コンサルタントに支援業務を委託発注することを提案し，事務所の承認を得ることができた。

支援業務の特記仕様書を表-2.1.8 に示している。3 の業務構成のとおり，業務は次の 4 項目で構成されている。

（1）対策方法検討
（2）施工状況調査
（3）対策方法評価
（4）説明資料作成
（5）打合せ協議

業務の内容を検討する際に特に配慮したのは，良好な管理で施工が行われることを確認することの必要性である。様々なひび割れ対策を実構造物で検証するうえで，不適切な施工が行われた場合, ひび割れやそれ以外の不具合が生じ, 検証の精度が低下することなる。これを避けるために，(2) 施工状況調査を設定した。

特記仕様書では，この施工状況調査を行う「現場確認担当技術者」を置き，原則としてすべての構造物について，施工計画の打ち合わせ参加，打設前，打設中，養生期間，養生完了後の状況について現場で確認を行うこととした。

この業務は，それまで本県では事例がなく，標準的な積算基準もないため，指名競争入札の参加者を事前に設定して見積書の提供を依頼した。コンクリート関係の実績が豊富な建設コンサルタント 15 社のうち，1 社からは長期間の現場確認担当技術者を手配できないとの理由で辞退があり，残り 14 社から見積もりが提出され，これを参考に予定価格を設定して発注を行った。

なお，この特記仕様書は，前例がないため参考にできる資料がなく，すべて「手作り」で作成した。それまでに筆者が道路建設課や山口県建設技術センターに在籍した期間に，橋梁設計業務で建設コンサルタントとの打ち合わせ協議を数多く経験したことが，この特記仕様書を作成する際に大いに役立った。当時の推敲が不十分であったため，記述には不正確な表現や，字句の不統一などがあるが，実用的には特に支障はなかった。

表-2.1.8　支援業務の特記仕様書

業務名　主要県道山口宇部線　単独道路改良工事に伴う調査業務委託　第 31 工区
業務箇所　山口市大字朝田～大字江崎地内

1　業務目的

当路線では，橋梁下部工やボックスカルバート工などの鉄筋構造物を施工中であるが，コンクリートにひび割れがかなりの割合で発生している状況である。ひび割れの主要因としては，温度ひび割れや乾燥収縮・自己収縮と推定されるものがほとんどである。ひび割れの発生防止，あるいは抑制について事前に対策を検討し，慎重に施工を行っているが十分な対策が得られていない。ひび割れの調査に要する時間，さらに補修を必要とする場合にはその検討と対策工事に要する時間はいずれも相当な量になり，工期を圧迫するため，請負者・発注者ともに，ひび割れ対策をさらに改善する必要に迫られている。

本業務により，コンクリートのひび割れ防止・抑止対策を検討の上，対策の効果を調査し当路線の今後施工する構造物への対策の改善を図る。また県発注工事を対象とした有効な対策方法の資料として活用する。

2　業務内容

平成 17 年度に別表に示すコンクリート構造物の施工を予定している。これらについて以下の業務を行うものとする。

(1) 構造物に対し，ひび割れを防止・抑制する対策方法を検討し提案する。
(2) 施工を決定した対策が良好な管理のもとで施工されていることを現場で確認する。必要に応じ，温度計測・ひずみ計測などの調査を行う。
(3) 実施した対策方法の効果を検証の上，評価する。未施工の構造物に対する改善対策を提案する。
(4) 対策方法の実施状況・結果については，山口大学や徳山工業高等専門学校などに参考に提供する予定であり，この資料作成を行う。

3　業務構成

業務構成は次のとおりとする。

(1) 対策方法検討

各構造物に有効な対策方法を検討し，資料を作成の上提案するものとする。
契約後に各構造物の設計図書を貸与する。業務上の留意点は以下のとおり。

ア　設計済みの構造物に対する対策であるので，構造物の形状を変更する対策は範囲外とする。想定される対策を例示するが提案はこれに限定するものではない。
（ア）コンクリート水和熱によるひび割れを抑制する目的で，混和材の使用による水セメント比の低減，打設スケジュールの改善など。
（イ）ひび割れを抑制する目的で，網鉄筋の追加設置など。
（ウ）膨張剤の使用。
イ　実用性のある対策が前提であり，経済性を重視すること。
ウ　対策方法の実施方法も十分に検討すること。例えばボックスカルバートでは，同一構造・寸法の打設ブロックがあり，同時期に異なる対策を施した施工を行えば，精度の高い比較が可能になる。
エ　必要に応じて温度解析を実施すること。

(2) 施工状況調査

採用した対策方法が良好な管理のもとで実施されるよう，コンクリートの打設前，打設中及び養生以降の現場状況を確認する。留意点は以下のとおり。

ア　現場確認は本業務の管理技術者自ら行わなくてもよいが管理技術者は確認結果を十分に把握すること。

イ　現場確認担当技術者は施工計画の打ち合わせに参加した上で，打設前（鉄筋・型枠の設置状況を含む)，打設中（スランプ・空気量，打ちあがり速度，締め固め状況の確認を含む)，養生期間，さらに養生完了後の状況について現場で確認を行う。原則としてすべての構造物で打設確認を行うものとする。

なお，当事務所に駐在する勤務形態とはしない。

ウ　対策の効果を確認する目的で，温度センサー等の計測を実施することとする。センサー等の材料費，取り付け工費及び計測作業に要する費用はいずれも本業務に含まれるものとする。

なお，対策そのものや，それに伴う図面の修正等は本業務の範囲外とする。

エ　ひび割れが発生した場合，工事請負者が調査資料を作成し当事務所に提出する。この資料を現場確認担当技術者に提供するので，内容を確認の上，対策方法の評価資料に組み入れることとする。

(3) 対策方法評価

実施した対策方法の効果を検証し，評価する。その結果により，その後に施工予定の構造物に対し，さらなる改善対策を検討し提案する。

また県発注工事全般における有効性についても考察し，取りまとめる。

(4) 説明資料作成

対策方法の実施状況・結果については，山口大学や徳山工業高等専門学校などに参考に提供する予定であり，この資料作成を行う。

作成回数は中間で１回，最終段階で１回とする。

(5) 打合せ協議

管理技術者が出席する打合せであり，施工計画への参画はこれに含めない。次の５回を予定する。

（ア）業務開始時
（イ）対策方法の当初案決定
（ウ）効果判定及び改善提案（中間１回目）
（エ）効果判定及び改善提案（中間２回目）
（オ）仮成果確認

4　配置技術者

本業務を行うにあたり，別紙資格要件において管理技術者及び照査技術者を設置するものとする。また現場確認担当技術者は，１級土木施工管理技士の資格を有するか，同等以上の能力を有することを条件とする。

5　その他の留意点

(1) 温度応力解析，温度・ひずみ計測について

前者は対策方法検討，後者は施工状況調査に含む。

温度応力解析についてはその手法や件数による変更は行わない。温度・ひずみ計測については測定箇所数を 10 個所と想定し設計を行っているが，これについては箇

所数の増減により設計変更を行うものとする。

(2) 現場確認業務について

施工状況調査における現場確認業務については，回数による設計の変更は行わない。

【貸与資料】

本業務にあたり対象の 10 構造物の設計成果品を貸与する。

幸ノ江高架橋，長谷川橋，鍛冶畑川高架橋，矢形堤橋，上ノ山横断函渠，市井手函渠，北山田横断函渠，高井横断函渠，市井手・穴ヶ垰調整池

2.2　目的

試験施工の目的については，2.1 の中でも触れているが，ここで改めて整理する。

2005 年に行った試験施工は，2007 年に運用開始したひび割れ抑制システム，そしてさらに拡張した品質確保システムに発展した山口県の取組みの始まりであり，実施できたことに大きな意義がある。

しかし，試験施工を実施する時点で，ひび割れ抑制システムを構築するような構想はなく，試験施工の目的は，コンクリート構造物のひび割れを減少させる効果的な対策を，実構造物を使用して検証し，その結果を山口宇部線で，さらに県全体で活用することであった。

山口宇部線という一つの現場における試験施工は，構造物の形状・寸法，また気温などの環境条件が限定されており，その結果が，構造物の種類や形状・寸法，また環境条件が異なる他の現場に活用可能かは不明であった。そこで，まずは山口宇部線でのひび割れ対策を確立することを目的とし，その上で県全体での対策を目指すと考えた。このため，表-2.1.8 の特記仕様書の業務目的にも，「当路線の今後施工する構造物への改善」および「県発注工事を対象とした有効な対策方法の資料として活用」の 2 段階の目的を記述している。

また，目的について県内部で認識に差があった。技術管理課および道路建設課は，県全体で活用できる対策が主要な目的であるのに対し，山口土木建築事務所としては，山口宇部線で頻繁に起きる現場の困りごとを解決することが第一の目的と認識していた。また，技術管理課としては，県内建設団体からの要請に応える行動を起こすことも目的の一つとなっていた。

2.3　実施した内容

試験施工の具体的な検討に先立ち，過去 2 年間（2003~2004 年度）に山口宇部線で施工したコンクリート構造物（RC）のひび割れ調査記録により，ひび割れの発生状況を表-2.3.1 のとおり整理した。

ひび割れが発生した構造物は 23 基あり，内訳は橋台 14 基，橋脚 3 基，ボックスカルバート 6 基である。ひび割れの発生した箇所は，橋台は各部材全般，橋脚はフーチング，ボックスカルバートは側壁と頂版に発生している。これらのひび割れについて，発生個所と方向ごとに発生原因を推定した結果を表-2.3.2 に示しており，セメントの水和熱および乾燥収縮が多いが，ボックスカルバートの頂版に縦断方向のひび割れの原因は推定が難しく，不明とした。

この原因の推定結果を前提にして，表-2.3.3 の 2005 年に山口宇部線で施工するコンクリート構造物を使用した試験施工の内容を検討した。

表-2.3.4 のとおり，14 種類の候補について検討した。内訳は，水和熱や乾燥収縮の低減などを目的にセメント種類を替える対策として 8 種類，ボックスカルバートの頂版を対象にした補強による対策を 5 種類，これに従来どおりの標準仕様の高炉 B 種セメントを加え，合計 14 種類の対策である。

これから，想定される効果の大きさと経済性などを併せて評価し，10 種類（標準の高炉 B 種：「無対策」を含む）を選定した。表-2.3.4 では選定した対策を赤字で表示している。

また，ボックスカルバートの側壁については，山口宇部線では当初から誘発目地を設置することを標準仕様としており，試験施工でも引き続き設置することにした。写真-2.3.1 は，試験施工を行ったボックスカルバートのうち，最長の北山田 2 号水路函渠であり，誘発目地を 1 ブロックに 3 個所設置している。

表-2.3.5 に各対策を実施した構造物・部材ごとの実施数を示している。ボックスカルバートはブロックごとに異なる対策を使用したが，橋台たて壁・胸壁及び橋脚柱は，1 基ごとに同一の対策を使用した。

写真-2.3.1　北山田 2 号水路函渠（長さ 248m　17 ブロック）

表-2.3.1　施工済みの RC 構造物のひび割れ発生状況 [4)]

年度	構造物	番号	ひび割れ箇所	最大幅	最大長	打設	発見時期	規則性	形態
14	橋台	14-1	たて壁鉛直方向	0.10	1.7m	6月	数日～数十日	有	表層・貫通
		14-2	たて壁鉛直方向	0.25	1.8m	6月	数日～数十日	有	表層・貫通
		14-3	たて壁鉛直方向	0.15	1.8m	2月	数日	有	表層・貫通
		14-4	胸壁鉛直方向	0.20	1.5m	1月	数日	有	表層
		14-5	胸壁・たて壁鉛直方向	0.20	2.2m	6月	数日	有	貫通
		14-6	胸壁・たて壁鉛直方向	0.10	1.8m	6月	数十日	有	表層・貫通
		14-7	たて壁・底版鉛直方向	0.20	2.7m	10月	数日～数十日	有・無	表層
		14-8	たて壁鉛直方向	0.30	2.7m	9月	数十日	有	表層・貫通
	橋脚	14-9	底版鉛直方向	0.06	2.4m	7月	数十日	有	表層
	BOX	14-10	側壁鉛直・頂版縦断方向	0.20	16m	10月	数日～数十日	有・無	表層
		14-11	頂版縦断・横断方向	0.30	5.0m	11月	数十日	有	表層
		14-12	頂版縦断・横断方向	0.25	11m	8月	数十日	有	表層
15	橋台	15-1	胸壁・底版鉛直方向	0.15	2.7m	9月	数日	有	表層・貫通
		15-2	胸壁・底版鉛直方向	0.15	2.7m	10月	数日	有	表層・貫通
		15-3	胸壁鉛直方向	0.15	1.3m	9月	数日	有	表層
		15-4	胸壁鉛直方向	0.15	2.4m	11月	数日	有	表層・貫通
		15-5	底版鉛直・水平方向	0.15	6.1m	10月	数日	有	表層
		15-6	底版鉛直・水平方向	0.25	8.1m	8月	数日	有	表層・貫通
	橋脚	15-7	底版鉛直方向	0.15	2.1m	5月	数十日	有	表層
		15-8	底版鉛直方向	0.20	2.5m	12月	数十日	有	表層・貫通
	BOX	15-9	頂版縦断方向	0.10	4.1m	4月	数十日	有	表層
		15-10	側壁鉛直・頂版縦断方向	0.06	2.2m	7月	数十日	有・無	表層
		15-11	側壁鉛直・頂版縦断方向	0.15	4.0m	6月	数十日	有	表層

表-2.3.2　ひび割れの発生個所・方向ごとの推定原因

ひび割れの発生箇所	方向	推定される原因
橋台たて壁・胸壁	鉛直方向	セメントの水和熱（外部拘束） コンクリートの乾燥収縮
橋台底版	水平方向	施工に起因するもの（沈下等）
	鉛直方向	セメントの水和熱（内部拘束） コンクリートの乾燥収縮
ボックスカルバート側壁	鉛直方向	セメントの水和熱（外部拘束） コンクリートの乾燥収縮
ボックスカルバート頂版	横断方向	コンクリートの乾燥収縮
ボックスカルバート頂版	縦断方向	不明

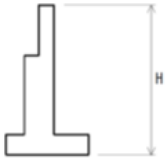
表-2.3.3　2005 年に山口宇部線で施工するコンクリート構造物

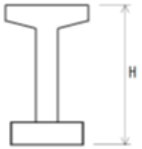
（単位：N/mm2・m）

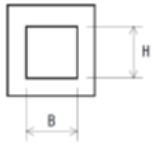
番号	工種別番号	工事箇所	構造物種類	形式	呼び強度	躯体高 H	フーチング			縦壁			パラペット高	基礎形式
							幅	長さ	厚さ	幅	高さ	厚さ		
1	①	幸之江川高架橋	Ａ１	逆Ｔ式	24	12.0	10.1	7.5	2.0	10.1	6.3	2.4	3.7	場所打ち杭基礎
2	〃		Ａ２	逆Ｔ式	24	9.0	10.1	5.4	2.0	10.1	3.1	2.6	13.9(3.9)	場所打ち杭基礎
3	②	長谷川橋	Ａ１	逆Ｔ式	24	13.5	14.6	7.0	1.7	14.6	9.3	2.1	2.5	直接基礎
4	〃		Ａ２	箱式	24	17.0	19.9	13.5	1.5	19.9	10.4	0.7	5.1	直接基礎
5	③	鍛冶畑川橋	Ａ２	逆Ｔ式	24	10.5,13.5	10.1	7.0	2.5,5.5	10.1	5.1	2.0	2.9	深礎杭基礎
6	④	矢形堤橋	Ａ１	逆Ｔ式	24	8.0	17.0	3.5	3.0	17.0	1.5	2.3	3.5	直接基礎
7	〃		Ａ２	逆Ｔ式	24	8.0	14.4	5.5	1.8	14.4	2.6	2.3	3.6	直接基礎

番号	工種別番号	工事箇所	構造物種類	形式	呼び強度	躯体高 H	フーチング			縦壁			基礎形式
							幅	長さ	厚さ	幅	高さ	厚さ	
8	⑤	幸之江川高架橋	Ｐ１	張出式（円柱）	24	12				3.5	9.5	3.5	大口径深礎杭基礎
9	〃		Ｐ２	張出式（円柱・中空）	24	34.5	11	11	3.5	4.5	28.5	4.5	直接基礎
10	〃		Ｐ３	張出式（円柱・中空）	24	36.6	10	12	4	4.5	30.1	4.5	直接基礎
11	⑥	長谷川橋	Ｐ１	張出式	24	20.12	12.5	9	2.5	8.5	15.1	2.5	直接基礎
12	⑦	鍛冶畑川橋	Ｐ１	張出式	24	21				3	16.8	3	大口径深礎杭基礎
13	〃		Ｐ２	張出式	24	21.5				3	17.4	3	大口径深礎杭基礎
14	〃		Ｐ３	張出式	24	20.5				3	16.5	3	大口径深礎杭基礎
15	〃		Ｐ４	張出式	24	29.1	9.5	9.5	2.5	3.5	21	3	直接基礎
16	⑧	矢形堤橋	Ｐ１	張出式	24	18	9	8	2.6	8	12.4	2.5	直接基礎

番号	工種別番号	工事箇所	構造物種類	形式	呼び強度	ブロック	側壁	頂版
						長さ	厚さ	厚さ
17	⑨	北山田調整池函渠	ＢＯＸ	B2.0×H1.8×L24.4	24	12.2	0.3	0.35
18	⑩	市井手道路函渠	ＢＯＸ	B4.6×H5.0×L42.7	24	10	0.5,0.6	0.4,0.5
19	⑪	北山田2号水路函渠	ＢＯＸ	B3.0×H2.8×L135	24	15	0.4,0.7,0.8	0.4,0.6,0.7
20	〃		ＢＯＸ	B3.0×H2.8×L113	24	15	0.4,0.7,0.8	0.4,0.6,0.7
21	⑫	高井水路函渠	ＢＯＸ	B4.2×H4.7×L72.3	24	11	0.6,0.65,0.75	0.5,0.6,0.75







番号	工種別番号	工事箇所	構造物種類	形式	呼び強度	ブロック	側壁	頂版
						長さ	厚さ	厚さ
22	⑬	市井手調整池	底樋ＢＯＸ	B1.0×H1.5×L51.2	24	12	0.3～0.5	0.3
23	⑭	穴ケ峠堤調整池	底樋ＢＯＸ	B1.0×H1.0×L52.4	24	12	0.3～0.4	0.3

番号	工種別番号	工事箇所	構造物種類	形式	呼び強度	ブロック	厚さ
						長さ	
24	⑮	市井手調整池	洪水吐	B3.4～7.9×H2.4～3.8×L65.2	24	12	0.3,0.4
25	⑯	穴ケ峠堤調整池	洪水吐	B1.0～3.8×H1.0～2.7×L60.6	24	13.2	0.3,0.4

表-2.3.4　対策候補

対策効果	標準（基本）	水和熱の低減			過去の標準仕様	引張強度発現の促進	水和熱・乾燥収縮の低減（高炉B種）
対策案	①高炉B種セメント	②低熱ポルトランドセメント	③中庸熱ポルトランドセメント	④フライアッシュ混合セメント	⑤普通ポルトランドセメント	⑥早強ポルトランドセメント	⑦高性能AE減水剤
特性	ポゾラン反応を生ずる高炉スラグを混合したセメント。 現在、土木構造物で標準使用されている。	通常のセメントに比べ、ビーライト（代表）を多く含むセメントで、水和熱が非常に小さく、温度上昇量も小さい。 しかし、初期強度発現は高炉B種に比べ遅いため、養生期間に注意を要す。	通常のセメントに比べ、ビーライトを多く含むセメントで、水和熱が小さい。 初期強度発現は高炉B種に比べ遅いため、養生期間に注意を要す。	ポゾラン反応を生ずるフライアッシュを混合することにより、単位セメント量を減らし、水和熱・温度上昇量を抑制する。 初期強度発現は高炉B種に比べ遅いため、養生期間に注意を要す。	混和材を含まないポルトランドセメント。 水和熱・温度上昇は高炉B種に比べると早い。 かつて、土木構造物で標準仕様されていた。	通常のセメントに比べ、エーライトを多く含むセメントで、初期強度発現が早いため、内部・外部拘束による引張力に対して抵抗する効果がある。 しかし、水和熱が大きく引張力も大きい。	界面活性作用により、単位水量を減らし、乾燥収縮を低減することが可能である。 また、セメント量も減らすことが可能なため、水和熱の抑制にも効果がある。
水和熱	△	◎	○	○	△	△	○
温度上昇	△	◎	○	○	△ 温度降下が早い	△	○
乾燥収縮	△	△ 高炉よりは小さい	△ 高炉よりは小さい	△ 高炉よりは小さい	△ 高炉よりは小さい	△ 高炉よりは小さい	○
引張抵抗	△	△	△	△	○	◎	△
耐久性	○	○	○	○	○	○	○
経済性	◎	△	○	○	◎	○	○
評価	○	○	△	△	○	○	○

対策効果	水和熱・乾燥収縮の低減（高炉B種）		BOXカルバート頂版のコンクリート補強（高炉B種）				
対策案	⑧水和熱抑制型膨張材	⑨収縮低減材	⑩溶接金網	⑪溶接金網（亜鉛めっき処理）	⑫FRP繊維	⑬アラミド繊維	⑭ポリプロピレン短繊維
特性	石灰系（代表）膨張材を用い、コンクリートを膨張させることにより、収縮により発生する引張応力を相殺し、ひび割れを抑制する。 また、水和熱抑制型を使用することにより水和熱の低減にも効果がある。	乾燥収縮の主原因となる毛細管張力を弱めることにより、乾燥収縮を低減させ、ひび割れを抑制する。 水和熱や温度低減の効果は特にない。	コンクリート表面に近い箇所に溶接金網を設けることにより、コンクリート引張力に抵抗し、ひび割れを抑制する。 防錆処理として最少かぶりを確保する。	溶接金網に亜鉛めっき処理を施すことにより、よりコンクリート表面に近い箇所に設けて、引張力に抵抗し、ひび割れを抑制する。 最少かぶりを確保していないため、耐久性に問題がある。	錆びが発生せず、鉄筋より強度が高い、FRP繊維を使用することにより、引張力に抵抗し、ひび割れを抑制する。 錆びないため、コンクリート表面近くに設置できる。	錆びが発生せず、鉄筋より強度が高い、アラミド繊維を使用することにより、引張力に抵抗し、ひび割れを抑制する。 コンクリート表面に設置可能なため、ひび割れ抑制効果が最も高い。	アジテータトラックに混入撹拌する。撹拌後に繊維が骨材にからまり、ひび割れを抑制する。乾燥収縮ひび割れには効果があるが、水和熱によるひび割れ抑制対策は、確認されていない。
水和熱	○ 水和熱抑制型使用時	△	△	△	△	△	△
温度上昇	○	△	△	△	△	△	△
乾燥収縮	◎	◎	○	○	◎	◎	○
引張抵抗	△	△	○	○	◎	◎	◎
耐久性	○	○	○	△	○	○	○
経済性	△	△	◎	○	△	△	△
評価	○	△	○	△	○	○	○

表-2.3.5　対策の実施数

対策		ボックスカルバート（側壁・頂版）（ブロック）	橋台（たて壁・胸壁）（基）	橋脚（柱）（基）	橋脚（底版）（基）
セメント・混和剤	無対策：高炉 B 種セメント（B）	14	3	7	3
	普通ポルトランドセメント（N）	4	1		
	低熱ポルトランドセメント（L）	1	1		
	早強ポルトランドセメント（H）	1			
	高性能 AE 減水剤	1	1		1
	膨脹材	1	1		1
補強	溶接金網	4			
	FRP 繊維	2			
	アラミド繊維	2			
	ポリプロピレン短繊維	1			
合計		31	7	7	5

2.4　得られた結果

2.4.1　検証できた結果

（1）ボックスカルバート

表-2.3.5 に示す 31 ブロックで試験施工を行い，標準仕様（無対策）を含む 10 種類の対策を検証した。

図-2.4.1 は，誘発目地部以外にひび割れが発生した部分を着色したもので，ひび割れが発生したブロックの数は，底版が 1，側壁が 5，頂版が 2 である。

底版で発生したひび割れ幅は 0.2mm で，発生原因は内部拘束による温度ひび割れと見られる。なお，底版では全て対策を講じておらず，このブロックも無対策である。

側壁では 5 ブロックともに無対策のブロックで発生しているが，ひび割れ幅は 0.04mm から 0.10mm までの範囲で，補修が不要な程度に収まっていた。誘発目地による対策が有効であったと推察できた。

頂版では溶接金網と FRP 繊維で補強したブロックで発生し，他の対策及び無対策のブロックでは発生しなかった。ひび割れ幅は溶接金網が 0.06mm ，FRP 繊維が 0.04mm であり，やはり補修が不要な程度であった。

この試験施工のひび割れ発生状況を，図-2.4.2 に示す過年度（試験施工の前年・前々年）の状況と比較すると，過年度に頂版で頻発していたひび割れが，試験施工では無対策でも発生しておらず，顕著に減少している。一方，側壁のひび割れの発生は，ほとんど変わっていない。図-2.4.3 に発生件数の比較を示した。

このことから，頂版のひび割れの原因が，施工面にあることが示唆された。試験施工と過年度施工を比較すると，設計（形状・寸法）と材料（生コンクリート）はほぼ同一であるのに対して，施工では，試験施工の方が打込み・締固め・養生などが丁寧に行われ，さらに函内が乾燥しないように端部にカーテンのようにシートを設置した事例もあった。これ以上，このひび割れが発生する現象を分析することはできなかったが，試験施工以降，現在までほとんど発生しておらず，不十分な施工によって生じる「施工由来のひび割れ」であると判断している。

以上のように試験施工の結果からは，誘発目地の設置と慎重な施工を行えば，セメントや混和剤，補強材による対策は必要ないと考えられた。

次に，誘発目地部に発生したひび割れも計測して，温度ひび割れに対する効果を考察した。図-2.4.4 及び図-2.4.5 は，1 ブロックの側壁に発生した鉛直方向のひび割れ幅（誘発目地部以外及び誘発目地部の合計）を誘発目地数で除した値と，打込み時のコンクリート温度の関係を示したものである。側壁の厚さで内部温度の上昇量に差があることを考慮して，0.70m 以上・未満で二つの図に分けた。

図-2.4.4 では，打込み時のコンクリート温度が 10℃から 30℃まで分布しているが，その温度が高いほどひび割れ幅が大きくなる傾向が認められる。低熱セメントは著しくひび割れ幅が小さく，温度ひび割れの抑制効果が高いことが確認できるが，膨張材・高性能 AE 減水剤・早強セメント・普通セメントの効果は明確でなかった。

図-2.4.5 でも，温度とひび割れ幅の正の相関が確認できるが，相関の程度は小さく，内部温度の上昇量が小さいことによるものと推測される。なお，セメントや添加剤による効果は確認できなかった。

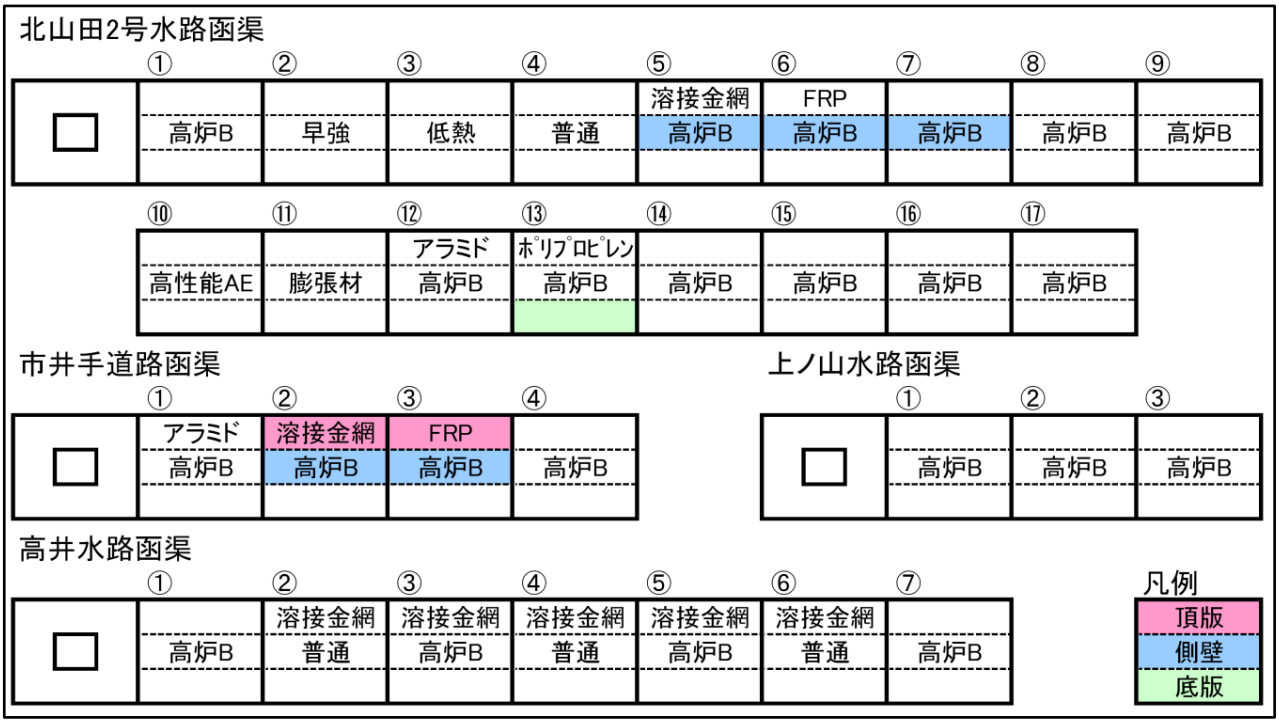


図-2.4.1　ボックスカルバートのひび割れ発生状況（試験施工）

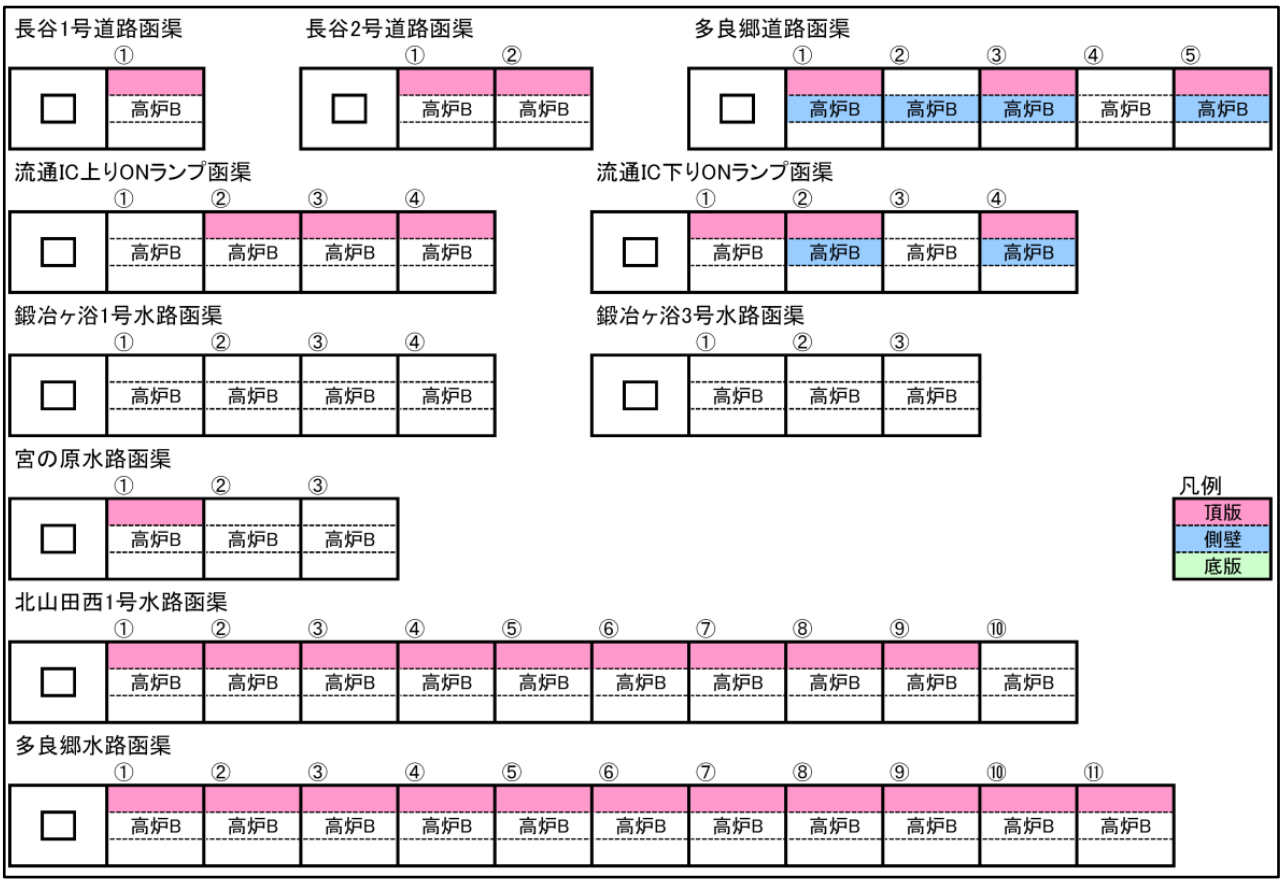


図-2.4.2　ボックスカルバートのひび割れ発生状況（2003,2004 年度）

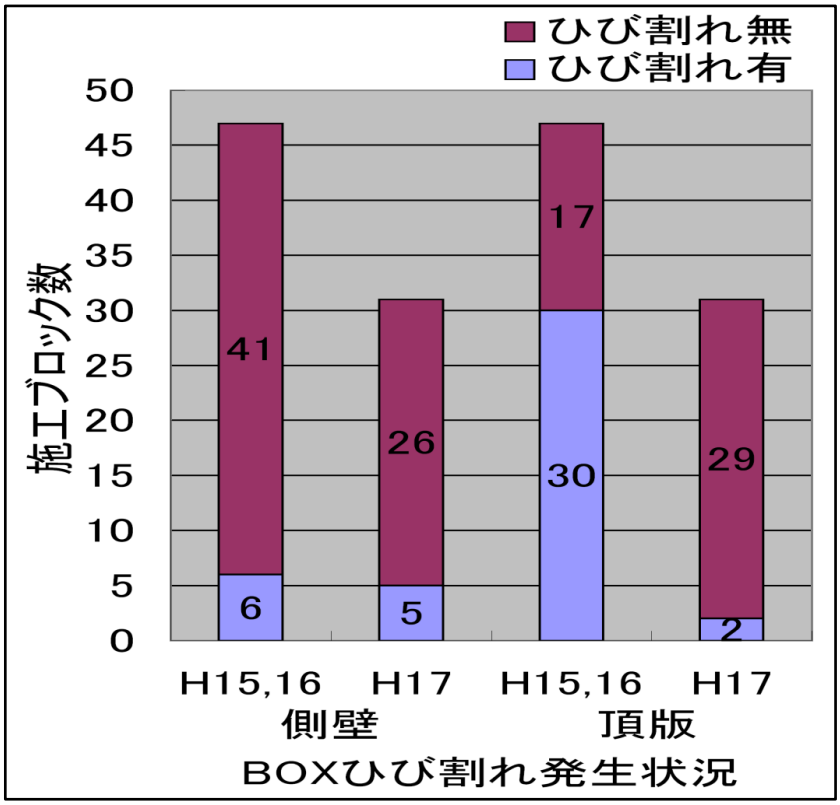


図-2.4.3　ボックスカルバートのひび割れ発生状況の比較

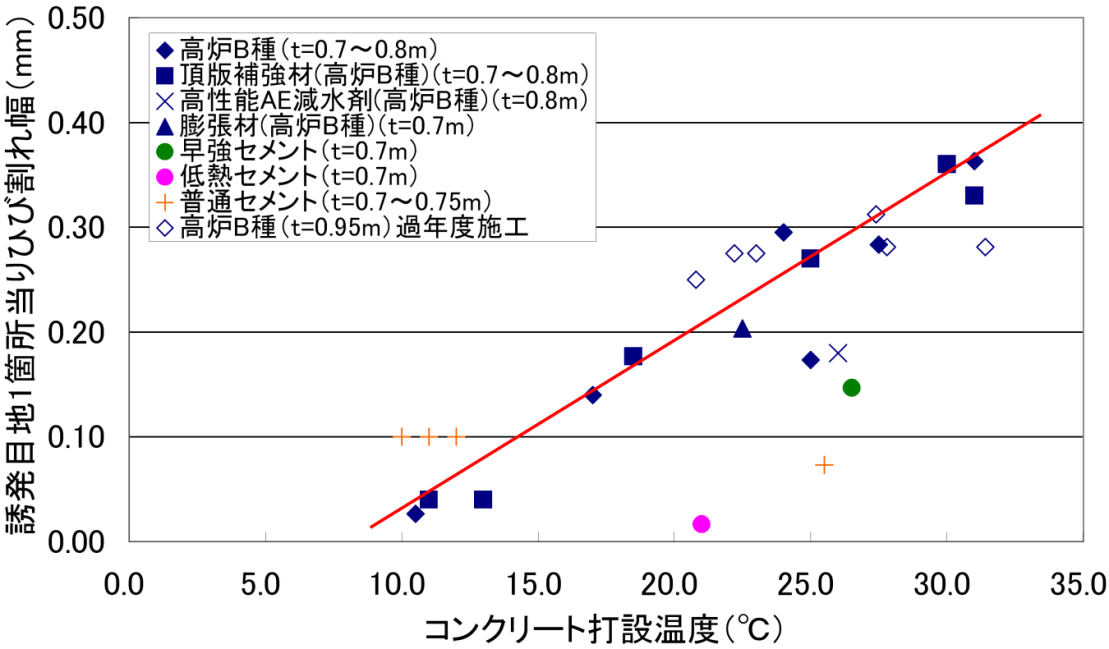


図-2.4.4　ボックスカルバート誘発目地部のひび割れ幅と打込み温度の関係
（側壁の厚さ 0.7～0.95m 以上）

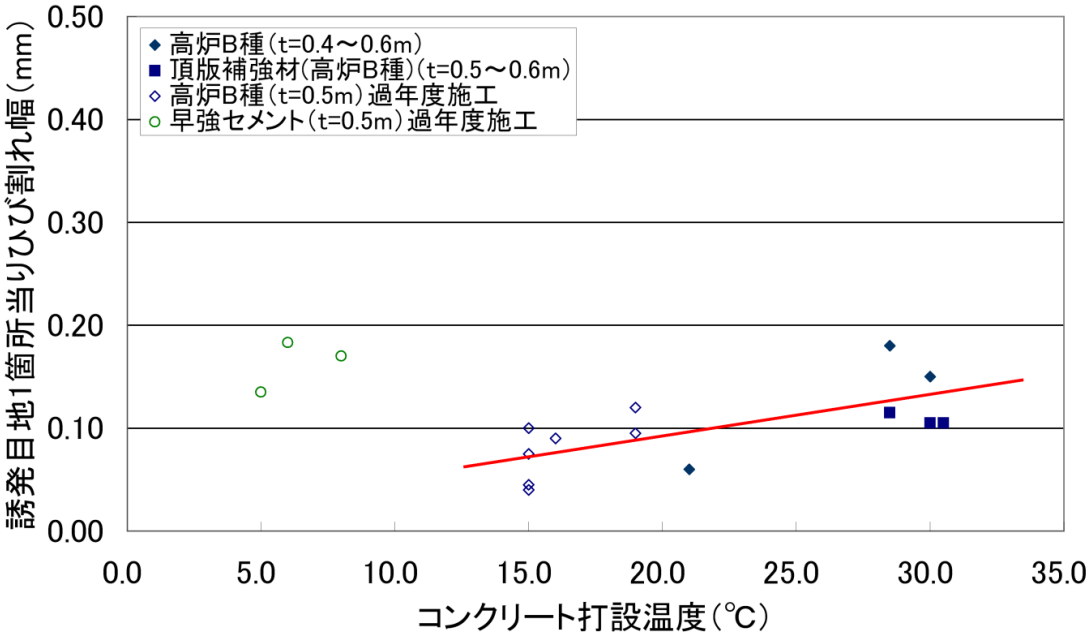


図-2.4.5　ボックスカルバート誘発目地部のひび割れ幅と打込み温度の関係
（側壁の厚さ 0.4～0.6m）

（2）橋台たて壁・胸壁

表-2.3.5 に示すように，標準仕様（無対策）3 基のほか，普通ポルトランドセメント，低熱ポルトランドセメント，高性能 AE 減水剤，膨脹材の 4 種類の対策を各 1 基，全体で 7 基によって検証した。

構造物の形状と発生したひび割れの例を，図-2.4.6 と図-2.4.7 に示しているが，ボックスカルバートに比べ，リフトが様々な高さで設定されており，形状・寸法の類似性が低くなっている。

図-2.4.6 は，標準仕様（無対策）であり，たて壁を 4 リフト，胸壁 1 リフトで施工している。ひび割れの発生本数は，第 1 リフト 2 本，第 2 リフト 0 本，第 3 リフト 1 本，第 4 リフト 4 本（背面は 3 本），胸壁 0 本となっている。ひび割れ幅は，第 1 リフト 0.15～0.20㎜，第 3 リフト 0.20mm，第 4 リフト 0.04～0.20mm となっており，リフトごとの発生状況が大きく異なる結果となっている。

たて壁の各リフトで共通する要素は，使用材料・幅（橋軸直角方向の長さ），厚さ（橋軸方向の長さ）や，コンクリートの規格・施工者などである。一方，異なる要素としては，リフト高さや，気温・コンクリート温度・養生期間・先行リフトからの打継ぎ日数，また第 4 リフトには支承のアンカーボルト用の箱抜きが設置されており，断面の欠損によるひび割れが生じやすいという要素もある。

図−2. 4. 7 は，高性能 AE 減水剤を使用しており，たて壁と胸壁を各 4 リフトで施工している。ひび割れの発生本数は，たて壁 4 本，胸壁 3 本，ひび割れ幅は，たて壁 0.10～0.20mm，胸壁 0.06～0.15mm となっている。図-2.4.6 の橋台の各要素と類似しているのは，幅・厚さに限定され，異なる要素が多い。

図-2.4.8 は，橋台たて壁のリフトごとのひび割れ幅と高さの関係を示したものである。横軸はリフトの打込み高さ，縦軸は発生したひび割れ幅の合計をひび割れ本数で除した平均幅であり，記号の大きさで厚さの大小を示している。また，白抜き記号は過年度施工の結果である。

リフト高さ 1m から約 4m まで，広く分布しており，無対策の高炉 B 種に着目すると，高さが増加するとひび割れ幅の増加する傾向が窺えるが，データの数が少なく，断定はできない。

対策を講じたものでは，低熱セメントでひび割れ発生なし，膨脹材で 0.10mm と抑制効果が認められたが，高性能 AE 減水剤および普通ポルトランドセメントについては，無対策のものとの差異がほとんどなく，有効性は確認できなかった。

図-2.4.9 は，橋台たて壁のリフトごとのひび割れ幅とコンクリート打込み温度の関係を示したものである。図-2.4.8 と，縦軸は同じく平均ひび割れ幅であり，記号の大きさ，白抜き表示も同様である。

コンクリート温度は約 8℃から 30℃を超えるものまで分布しており，無対策の高炉 B 種に着目すると，温度が高い方がひび割れ幅の増加する傾向が窺えるが，データの数が少ないこと，また，リフト高さや厚さなど，ひび割れ発生に影響が想定される他の要素が多様であり，断定はできない。

対策を講じたものでは，低熱セメント及び膨脹材の抑制効果が図-2.4.8 と同様に認められるほかに，普通ポルトランドセメントについて，コンクリート温度が類似した過年度施工の結果と差異がなく，ひび割れ抑制効果が高くないと推定された。

以上のとおり，橋台のたて壁・胸壁については，低熱セメントおよび膨脹材の有効性が認められたが，低熱セメントは高価で経済性の観点から標準的な対策には採用できないこと，また膨脹材についても，比較的高価であり，さらに検証を行う必要があると考え，引き続き翌年の 2006 年にさらに検証を行った。このことについては，3.2 で述べる

（3）橋脚

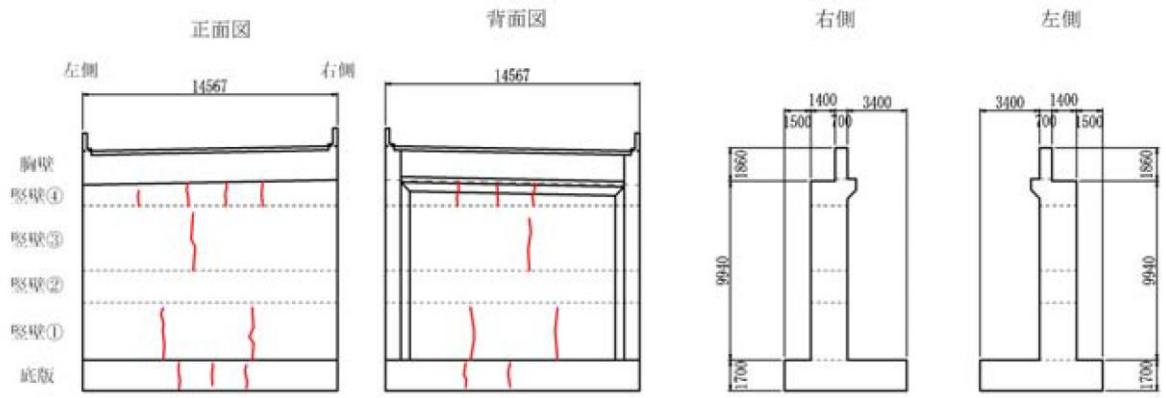
表-2.3.5 に示すように，柱については標準仕様（無対策）7 基のみ，底版については，標準仕様（無対策）3 基，高性能 AE 減水剤 1 基，膨脹材 1 基，計 5 基により検証した。

柱については，過年度施工においてひび割れの発生事例が少なく，標準仕様のみで検討することにした。底版については，内部拘束による温度ひび割れの対策を検証するため 2 種類の対策を検証した。なお，橋台の底版で実施することも可能であったが，多くの施工者に試験施工を体験してほしいと考え，分散を図った。

柱のひび割れ発生状況は，施工由来とみられるひび割れが生じた 1 リフトを除き，発生がなかった。山口宇部線の橋脚柱は幅（橋軸直角方向の長さ）が最大 8m であり，外部拘束による温度ひび割れが生じにくいためと推察した。

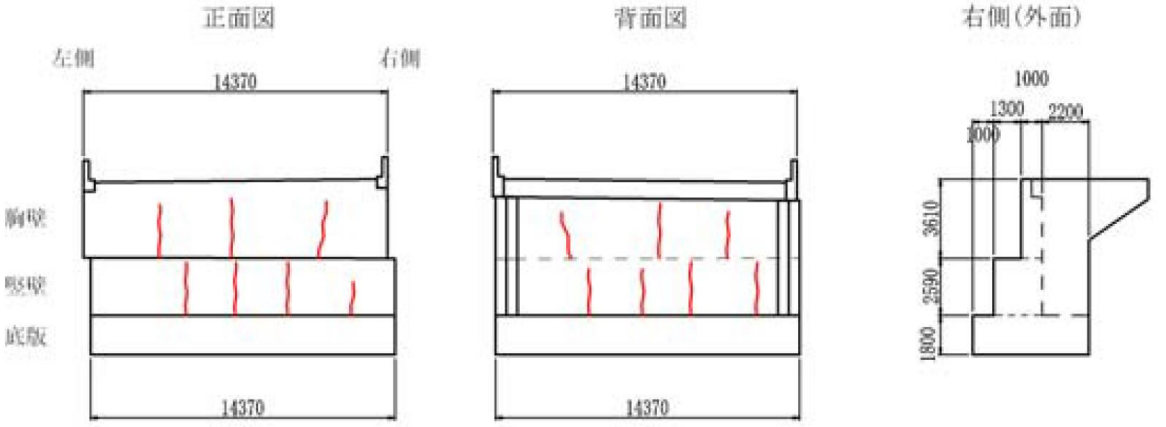
底版では，7 基とも内部拘束による温度ひび割れとみられる鉛直方向のひび割れが底版側面の中央部に 1 本発生した。発生した面の数は，標準仕様（無対策）は 1，2，4 面，高性能 AE 減水剤と膨脹材は 4 面全てであり, 幅は, 標準仕様（無対策）0.08mm から 0.20mm，高性能 AE 減水剤 0.25～0.30mm，膨脹材 0.04～0.10mm であった。

高性能 AE 減水剤の有効性は確認できず，膨脹材も標準仕様（無対策）との差異はほとんどなかった。試験施工で底版に発生したひび割れは，いずれも表面付近にとどまった非貫通のひび割れであり，ほとんどが補修の必要ない程度であったことから，特に抑制対策を講じる必要はなく，高炉 B 種を標準仕様のまま継続することが適切と判断した。



		たて壁①			たて壁③		たて壁④					底版			
		1	2	計	1	計	1	2	3	4	計	1	2	3	計
ひび割れ幅(mm)	前面	0.15	0.20	0.35	0.20	0.20	0.04	0.20	0.10	0.06	0.40	0.04	0.04	0.04	0.12
	背面	0.20	0.20	0.40	0.20	0.20	0.20	0.10	0.10	－	0.40	0.04	0.04	－	0.08
	右側	－	－	0.00	－	0.00	－	－	－	－	0.00	－	－	－	0.00
	左側	－	－	0.00	－	0.00	－	－	－	－	0.00	－	－	－	0.00
長さ(m)	前面	2.96	2.93	5.89	2.88	2.88	0.80	1.30	1.34	1.38	4.82	1.30	1.20	1.45	3.95
	背面	2.95	2.96	5.91	2.65	2.65	1.47	1.10	1.57	－	4.14	1.35	1.35	－	2.70
	右側	－	－	0.00	－	0.00	－	－	－	－	0.00	－	－	－	0.00
	左側	－	－	0.00	－	0.00	－	－	－	－	0.00	－	－	－	0.00

図-2.4.6　橋台のひび割れ発生状況の例（無対策：高炉 B 種セメント）



		たて壁①					胸壁			
		1	2	3	4	計	1	2	3	計
ひび割れ幅(mm)	前面	0.20	0.15	0.20	0.15	0.70	0.08	0.15	0.15	0.38
	背面	0.15	0.20	0.10	0.15	0.60	0.06	0.15	0.06	0.27
	右側	0.10	－	－	－	0.10	－	－	－	0.00
	左側	0.15	0.20	－	－	0.35	－	－	－	0.00
長さ(m)	前面	2.40	2.40	2.40	1.50	8.70	2.40	2.70	2.60	7.70
	背面	2.40	2.40	2.10	2.10	9.00	2.10	2.50	2.10	6.70
	右側	1.40	－	－	－	1.40	－	－	－	0.00
	左側	1.50	1.70	－	－	3.20	－	－	－	0.00

図-2.4.7　橋台のひび割れ発生状況の例（高性能 AE 減水剤）

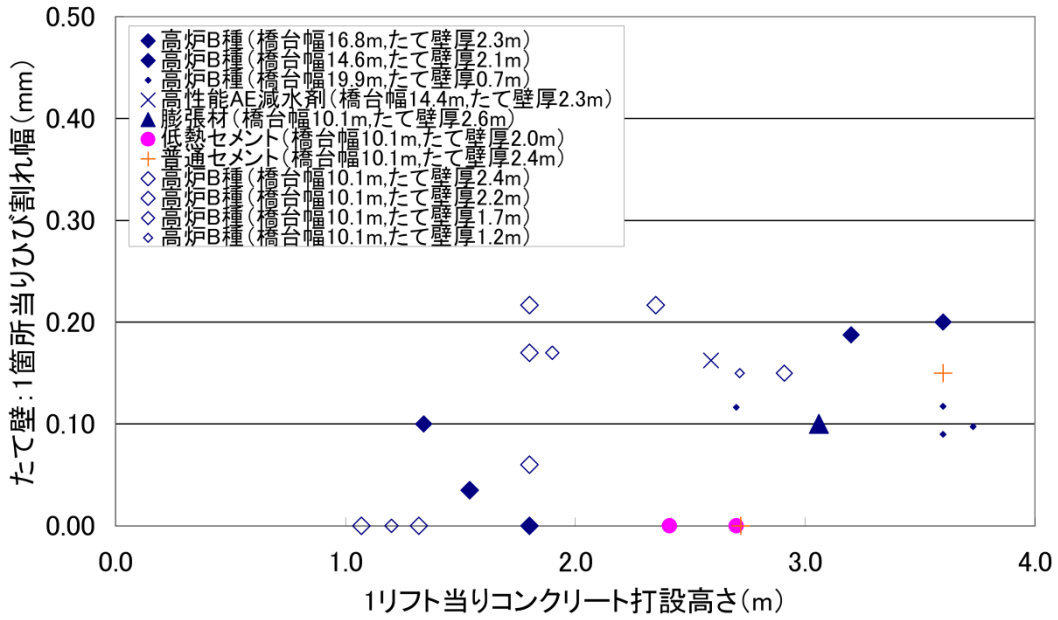


図-2.4.8　橋台たて壁のひび割れ幅とリフト高さの関係

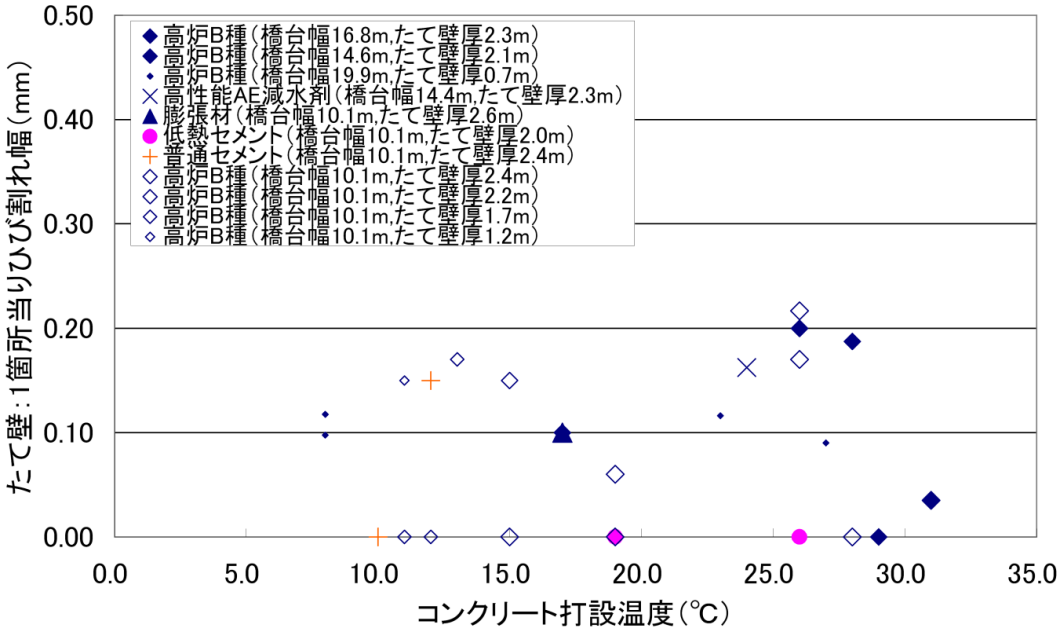


図-2.4.9　橋台たて壁のひび割れ幅とコンクリート打込み温度の関係

2.4.2　副次的成果

2.4.1 で述べた成果に加えて，当初は想定していなかった，副次的な成果も得られた。

試験施工を開始する前は，ひび割れの責任の所在について，2.1.5 で述べたように施工者と発注者の主張は全く異なっていた。施工者は「施工者に責任はない。」，発注者は「施工者がある。」と主張する。その理由は，ほとんどの場合，ひび割れの原因を分析することが難しく，設計・材料・施工のどこに問題があったのかを明確にしてこなかったことである。

こうした状況が続き，多くの施工者は「施工で努力しても，ひび割れは必ず起きる。」と言いながらも，発注者との協議結果に従い，発生したひび割れの調査・補修を行っており，「不機嫌な現場」現象となっていた。

こうした中で試験施工を行い，発注者・施工者・材料供給者という立場の異なる技術者が共に参加した。

試験施工を実施している工事には，施工を行う建設会社だけでなく，他の構造物の試験施工を担当する建設会社の技術者，また山口県生コンクリート工業組合の技術者，さらに徳山高専の田村教授に呼びかけて，試験施工の結果を見学する機会をたびたび設け，多くの技術者が試験施工の結果を現地で確認した。

従来は，例えば隣の工事個所であっても，他の建設会社が施工中に現場に立ち入ることはほとんどなく，また生コンクリート工場の技術者が型枠を外した直後の構造物を確認することはなかった。試験施工というイベントによって，それまでの「他人の現場には立ち入らない」というような常識・習わしから離れた技術的な交流が生まれた。

こうして，試験施工の結果を異なる立場の技術者が共に確認したことによって，①施工によってひび割れを減少させることができる，②しかし施工でひび割れを減らすことには限界がある，この二つの検証結果について，技術者全員が納得することになった。そして，コンクリートのひび割れの発生には，設計･材料･施工がいずれも影響することが理解できた結果，各自が役割を果たすことによって，この課題が解決できるという「協働意識」が醸成され，ひび割れが発生した際に前向きな態度で原因について議論するようになるなど，現場の雰囲気が大きく変化した。

参考文献

1) コンクリートよろず研究会 : コンクリートのひび割れ予防対策－あなたしかできないことがある－，157p，2004.11
2) 河野広隆 : よいインフラをうまく使うために, コンクリート工学, Vo.47, No.9, pp.9-12, 2009.9
3) 日経コンストラクション : 人間ドキュメント　発注者の責務を胸にひび割れ対策をけん引　山口県職員二宮純氏，pp.64-69，2008.8.8
4) 山口県土木建築部：コンクリートひび割れ抑制対策試験施工資料集，2006.5

第 3 章　ひび割れ抑制システム

3.1　はじめに

第 2 章で述べたとおり，2005 年度に行った実構造物による試験施工の結果から，丁寧な施工を行うことによってひび割れが減少するが，構造物の形状や寸法によって，丁寧な施工だけでは補修が必要なひび割れが発生し，他の対策を講じる必要があることが明らかになった。ボックスカルバートの側壁や橋台のたて壁や胸壁など，壁状の部材が底版や先行リフトにより拘束されて温度ひび割れが発生するものがこれに該当する。

このうち，ボックスカルバートの側壁は，丁寧な施工と誘発目地の適切な設置によって補修が必要のない程度にひび割れを抑制することが可能であると判断できた。一方，橋台のたて壁や胸壁については試験施工の範囲では適切な対策を確定できなかったが，いくつかの対策の候補について実構造物による検証をさらに行えば，それらの候補から適切な対策を選定できると考えられるようになった。

また，ひび割れの責任の所在について関係者が対立する状況から，ひび割れを減らすためには関係者全員が役割を果たすことが必要であることを理解して, 前向きに行動する「協働意識」を共有できる状況に変わった。

2005 年度に試験施工を開始した時点では，山口県全体に適用できる仕組みを構築できる見通しは立っていなかったが，これらの得られた成果を基に，2006 年度から県全体で運用できるシステムづくりに着手し，2007 年度にシステムの運用を開始した。

まず，3.2 でシステムの構築の行程について説明し，3.3 以降においてシステムの詳細について述べる。

3.2　構築の行程

3.2.1　システム運用の試行

県全体に適用するひび割れ抑制システムを構築するため，まず 2006 年度に試行的な運用を行い，2007 年度から運用を開始できるように準備を進めることにした。

運用開始までに次のことを用意する必要があると考えて，建設する実構造物を用いた検証などによって試行的運用を行い，その結果により適切な方法を検討した。

①　不十分な施工によるひび割れを減らす方法

②　良好な施工だけではなくならないひび割れを減らすための対策方法

③　システムを継続的に運用していくための仕組みづくり

この試行運用の検証フィールドとしては，2005 年度に試験施工を行った山口宇部線建設工事に，別の 3 路線の建設工事を加え，合計 4 事務所の構造物に拡大した。

検証の方法は，まず①については，3.7 で述べるチェックシートによる施工状況把握による方法を考案し，試行的に運用した。

②については，橋台のたて壁・胸壁とボックスカルバート側壁の抑制対策に関して，異なる方法を試し，効果を検証した。

まず橋台のたて壁と胸壁の抑制対策は，2005 年度と同様に実構造物を用いて，表-3.2.1 に示す抑制対策を検証した [1)]。このうち，普通ポルトランドセメント・水和熱抑制型膨張材の 2 種類は 2005 年度の試験施工で用いたが，効果を十分に検証できなかったため，再度検証することにした。これ以外のアラミド繊維・ガラス繊維・補強鉄筋は，ひび割れを分散させることによりひび割れを分散させて，補修が不要な範囲のひび割れ幅に収める効果が期待できると考え，新たに用いることにした。

表-3.2.1 の金田ため池橋 C ランプ橋のうち，A1 橋台は基礎形式変更により大幅に工程が遅れたため，対象から除外して試行した。

試行の結果は，試験施工の成果と合わせて検証し，選定された対策を，3.3 で述べるひび割れ抑制対策において，標準的な対策方法に設定した。

また，ボックスカルバート側壁の抑制対策については，2005 年度の試験施工により，誘発目地が有効であることが確認できたが，適切な誘発目地間隔は明らかにできなかった。運用に向けて，標準的な設置間隔を設定する必要があると考え，温度応力解析による検証を行って標準設置間隔を決定した。

③については，3.6 で述べる打設管理記録を考案して試行的に運用し，これを活用する仕組み全体を検討した。

表-3.2.1　橋台で試行を行った抑制対策 [1)]

<table>
<tr><th colspan="3">対象構造物</th><th rowspan="2">対策項目</th><th colspan="3">ひび割れ抑制対策</th></tr>
<tr><th>事務所名</th><th>橋梁名</th><th>構造名</th><th>たて壁</th><th>たて壁
(橋座部)</th><th>胸壁</th></tr>
<tr><td rowspan="6">山口</td><td rowspan="2">四十八瀬川橋</td><td>A1橋台</td><td>アラミド繊維</td><td colspan="3">アラミド繊維</td></tr>
<tr><td>A2橋台</td><td>補強鉄筋</td><td>補強鉄筋A</td><td>補強鉄筋B</td><td>－</td></tr>
<tr><td rowspan="2">国道2号
高架橋</td><td>A1橋台</td><td>ガラス繊維</td><td colspan="3">ガラス繊維</td></tr>
<tr><td>A2橋台</td><td>補強鉄筋</td><td>補強鉄筋A</td><td colspan="2">補強鉄筋B</td></tr>
<tr><td rowspan="2">松坂橋</td><td>A1橋台</td><td>膨張材</td><td colspan="3">水和熱抑制型膨張材</td></tr>
<tr><td>A2橋台</td><td>補強鉄筋
＋ガラス繊維</td><td>補強鉄筋A</td><td colspan="2">ガラス繊維</td></tr>
<tr><td rowspan="6">美祢</td><td rowspan="2">金田ため池橋
本線</td><td>A1橋台</td><td>補強鉄筋
＋膨張材</td><td>補強鉄筋A</td><td colspan="2">水和熱抑制型膨張材</td></tr>
<tr><td>A2橋台</td><td>普通ポルト</td><td colspan="3">普通ポルトランドセメント</td></tr>
<tr><td rowspan="2">金田ため池橋
Bランプ</td><td>A1橋台</td><td>補強鉄筋
＋アラミド繊維</td><td>補強鉄筋A</td><td>補強鉄筋B</td><td>アラミド繊維</td></tr>
<tr><td>A2橋台</td><td>アラミド繊維</td><td colspan="3">アラミド繊維</td></tr>
<tr><td rowspan="2">金田ため池橋
Cランプ</td><td>A1橋台</td><td>補強鉄筋
＋膨張材</td><td colspan="2">補強鉄筋B</td><td>水和熱抑制
型膨張材</td></tr>
<tr><td>A2橋台</td><td>ガラス繊維</td><td colspan="3">ガラス繊維</td></tr>
<tr><td>下関</td><td>境橋</td><td>A2橋台</td><td>補強鉄筋</td><td colspan="2">補強鉄筋B</td><td>－</td></tr>
<tr><td>湾岸</td><td>大塚側道橋</td><td>A1橋台</td><td>補強鉄筋</td><td colspan="2">補強鉄筋B</td><td>－</td></tr>
</table>

注）フーチングは対策工の対象外とする。

3.2.2　運用開始

運用開始は 2007 年 4 月を目指して準備を進めたが，3.2.1 の②で述べた対策方法の検証に時間を要したため，4 月に暫定運用を開始し，10 月に本格運用を開始することにした。4 月に，3.3 で述べる抑制対策のうち「材料等による適切な対策方法」が未設定の内容で暫定的に運用を開始し，半年後の 10 月から完成したシステムで運用を開始することにした。

開始時期をすべて 10 月にする選択肢もあったが，暫定的な運用であってもひび割れ抑制効果が相当期待できること，また発注者や施工者などの関係者がシステムに習熟するまでにある程度の時間を要すると想定されることから，2 段階で運用を開始する方法が適切と判断した。

このため，規準書の「コンクリート構造物ひび割れ抑制対策資料」も 2 段階で制定した。2007 年 4 月制定の初版[2)] では，図-3.3.1 に示すように「第 3 節材料等による対策」の標準的対策に関する記述を保留し，同年 10 月制定の第 1 回改訂版[3)]において保留部分の追加を行い完成版にしている。本論文ではこれ以降，第 1 回改訂版[3)]を「対策資料」と記す。

なお，第 4 章で述べる品質確保システムへの移行に伴って，「対策資料」は 2014 年からは規準書の役割を終えているが，県のホームページに参考資料として掲載している[4)]。

3.1　対策の選定

現在、表 3.1.2の試行施工におけるひび割れ抑制効果を確認中である。

3.1～3.4 については、平成 19 年の夏頃に追加・改訂を行う予定である。

表 3.1.1　平成 17 年度試験施工一覧

	項　　目	備　　考	対象構造物
①	セメントの種類	・高炉セメント B 種(標準仕様)　→　BB ・普通ポルトランドセメント　→　N ・低熱ポルトランドセメント　→　L ・早強ポルトランドセメント　→　H	橋台 ボックス
②	混和剤（材）の種類	・高性能 AE 減水剤（ベースは BB） ・水和熱抑制型膨張材（ベースは BB）	橋台 ボックス
③	補強材料	・溶接金網（ベースは BB） ・FRP 繊維（ベースは BB） ・アラミド繊維（ベースは BB） ・ポリプロピレン短繊維（ベースは BB）	ボックス 頂版下面

表 3.1.2　平成 18 年度試行施工項目一覧

	項　　目	備　　考	対象構造物
①	セメントの種類	・高炉セメント B 種(標準仕様)　→　BB ・普通ポルトランドセメント　→　N	橋台
②	混和材の種類	・水和熱抑制型膨張材（ベースは BB）	橋台
③	補強材料	・アラミド繊維（ベースは BB） ・ガラス繊維（ベースは BB） ・補強鉄筋（ベースは BB）	橋台
④	養生方法	・標準養生　　・特殊養生	ボックス

図-3.2.1　初版[2)] の「3.1 対策の選定」の冒頭に示した説明

3.3　ひび割れ抑制対策

3.3.1　ひび割れ抑制対策の三本柱

ひび割れ抑制対策は，図-3.3.1に示すとおり①適切な施工時期，②材料等による適切な対策方法，③確実な施工の実施の3要素で構成している。システムでは，これを「ひび割れ抑制対策の三本柱」と呼んでいる。

①は，水和熱による温度ひび割れの影響を抑えるために，発注者および施工者が，気温の高い時期の施工を避けるように努めるものである。

発生したひび割れは，気温の変化の影響を受けて，ひび割れ幅が冬期に広がり，夏期に狭まる周期的な変動を示す。この事例として，コンクリート擁壁のひび割れについて，画像処理ソフトによるひび割れ幅測定器「クラックビューワー」を使用して冬・春・夏・秋に計測した結果を図-3.3.2に示している。この擁壁は建設後20年経過しておいることから乾燥収縮は収束していると考えられる。ひび割れ幅は，冬から春を経て夏までは縮小を続け，秋には拡大に転じており，気温変化によって周期的に変動することが確認できる。このように，夏期に発生したひび割れは，気温が下がる季節に入るとひび割れ幅が広がることになり，現行の補修の要否の判断基準では不利になる。

②は，材料や養生方法を工夫することで，ひび割れを抑制するものである。

材料による対策は，補強鉄筋，ガラス繊維，膨張コンクリート，誘発目地などを標準的な対策としている。発注仕様に盛り込んで，材料費および施工費を工事費に加算する。低熱セメントを使用する対策は，試験施工においても強い抑制効果が確認できたが，ほかの材料に比べると大幅に費用増となるため，標準的な対策には設定しなかった。

また，養生による対策は，ひび割れの抑制効果を定量的に評価することが難しかったため，費用の工事費加算は行わず，日射や風の影響を避けるための対策などを推奨することにしている。

③は，コンクリート標準示方書[施工編]に示された基本事項を遵守することにより，不適切な施工によるひび割れを排除するものである。システムでは，不適切な施工により発生するひび割れを「施工由来のひび割れ」と名付けている。

試験施工では，基本事項を遵守することでひび割れが減少することが確認できたが，例えば橋台たて壁や胸壁などでは，基本事項を遵守しても有害なひび割れの発生を避けることができない場合があることも確認した。ひび割れは適切な施工によって「減らせる」が，それだけではすべてのひび割れを「なくせない」ことを確認したことになる。

適切な施工によってひび割れを減少させることは，建設する構造物の品質が向上するという直接的な効果だけでなく，「施工由来のひび割れ」以外のひび割れを顕在化するという効果を発揮する。施工では避けられないひび割れを顕在化することは，発注者の立場からは，②の対策として費用を追加することの妥当性を説明する根拠になり，施工者の立場からは，①や②の対策の必要性を主張するための根拠となる。

次の3.3.2から3.3.4において，①②③の要素についてそれぞれ詳しく述べる。

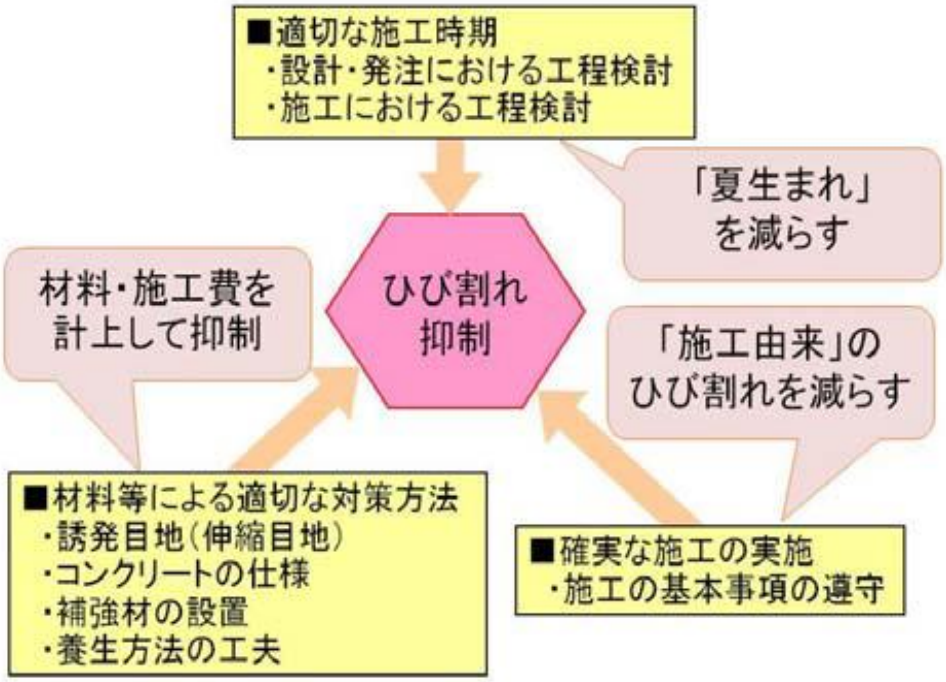


図-3.3.1　ひび割れ抑制対策の 3 要素（三本柱）の説明図

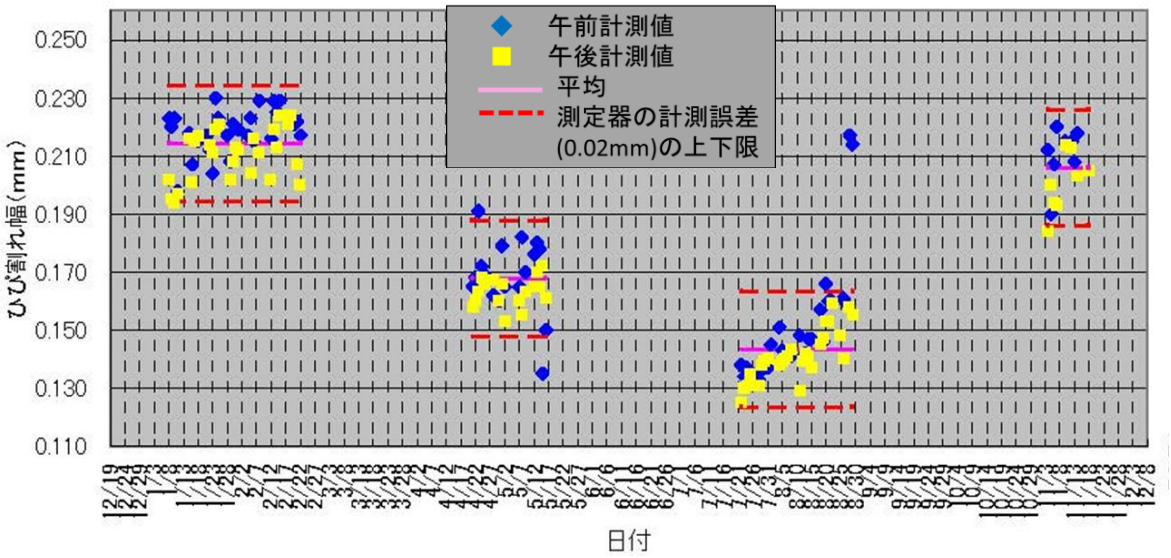


図-3.3.2　コンクリート擁壁のひび割れ幅の計測事例

3.3.2　適切な施工時期

「対策資料」[3] では，打込み時の温度が高いとひび割れ発生の確率が高くなる傾向を模式図により説明している。図-3.3.3において，コンクリート内部温度①（青実線）および外気温①（水色実線）が温度の低い場合，コンクリート内部温度②（赤点線）および外気温②（橙破線）が温度の高い場合を示している。

打込み温度から最高温度に達するまでの温度上昇量を比較すると，打込みコンクリート温度が高い方が水和反応は速くなり，ΔT1＜ΔT2となる。また，コンクリート内部温度が最高温度から外気温に戻るまでの温度下降量は， T①＜T②となる。このことから，打込みコンクリート温度が高い場合には収縮量・引張応力が大きくなり，ひび割れが発生しやすくなる。

一方，年間を通じた気温の変化がひび割れ幅に及ぼす影響を調査するため，2005年度の試験施工のボックスカルバートについて，2006年4月から2007年7月までの期間，側壁に発生したひび割れの幅を約3箇月間隔で観測を行った。

図-3.3.4がその観測結果であり，縦軸には，誘発目地部およびそれ以外の一般部に発生したひび割れの幅の合計をブロック長で除して，1mあたりのひび割れ幅を表示している。低熱セメントを使用したブロックは，ひび割れ幅が著しく小さいか，ひび割れが見られず，その他の対策のブロックのひび割れ幅と明確な差が生じているが，観測時期による増減については，どのブロックも2006年4月の観測時からひび割れ幅が広がり，2月あるいは4月に最も広くなった後に，2007年7月には縮小する傾向を示している。このことから，気温の変化によって，ひび割れ幅が伸縮を繰り返すことを確認できた。

低熱セメントを除いたブロックの平均値を図に赤破線で示しており，この2006年と2007年の4月の値に着目すると，約0.03mm縮小している。同じ季節の観測値であるので，気温による伸縮の影響は小さく，主に乾燥収縮の影響によるものと推定できる。

以上のことから，コンクリート打込みの施工時期としては気温の高い時期を避けることがひび割れ抑制対策の有効な対策になる。

各段階においての対策としては次のとおりになる。

（1）設計段階

気温の高い時期を出来る限り避けた工程計画を設定する。

（2）発注段階

気温の高い時期を避ける施工が可能になるように，発注時期や工期を設定する。

また，完成時期までの期間が短い場合や，漁業関係者との調整が必要な場合など，施工時期が制約されており，気温の高い時期に施工せざるを得ない場合には，3. 3. 3で述べる「材料等による適切な対策方法」の強化によって対応することを検討する。

（3）施工段階

気温の高い時期を出来る限り避けた工程計画を策定する。

気温の高い時期に打込みを行う場合には，気温の低い時間帯の作業，ブルーシートによる日除け，アジテーターのドラムを冷やす等，コンクリート温度が上がらないように適切な処置を検討する。

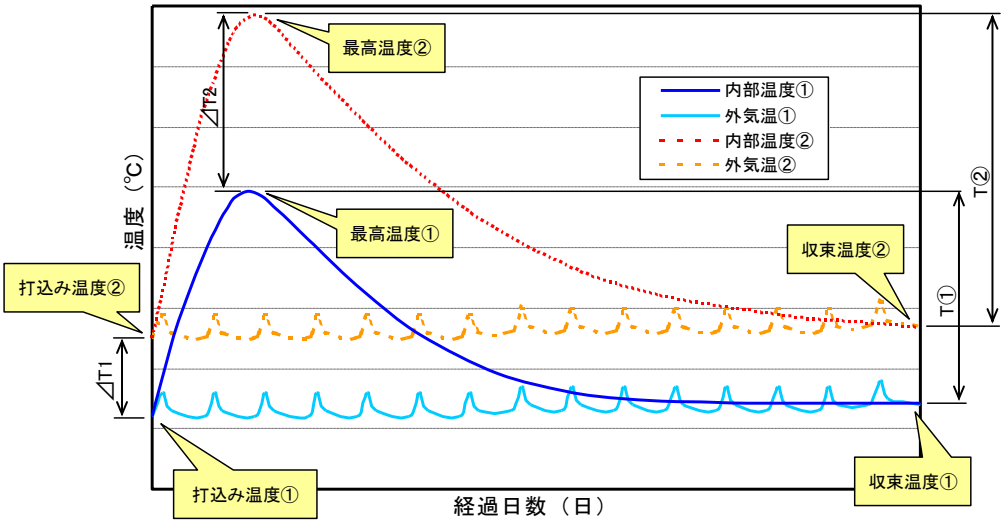
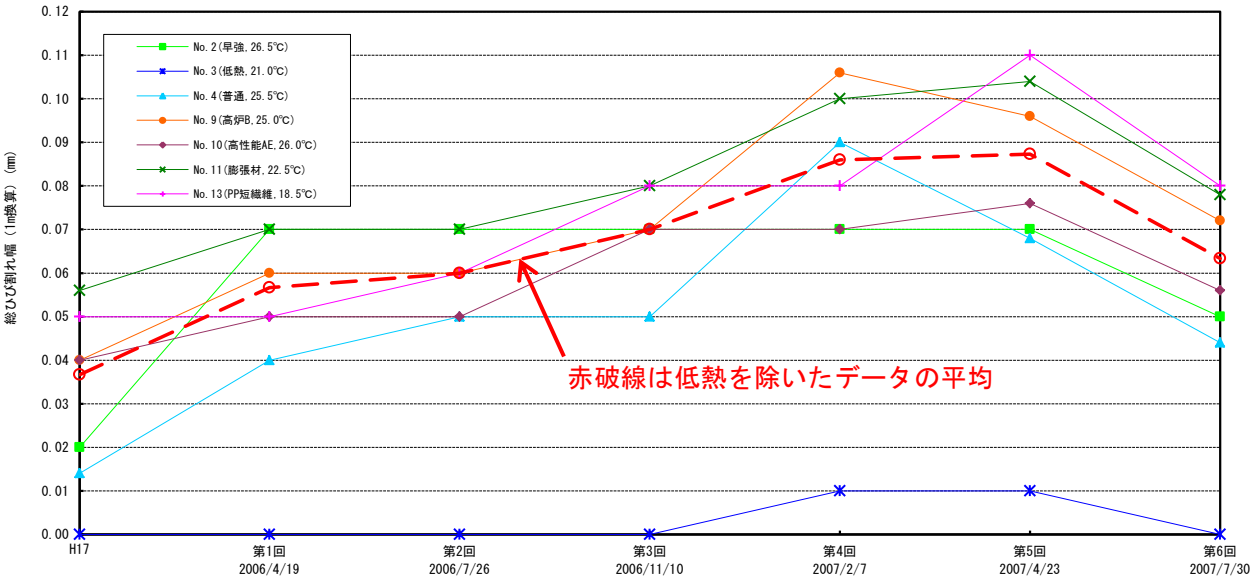


図-3.3.3　打込み時期によるコンクリート温度経過の比較 3)



ブロック番号	対策工	打設温度（℃）	総ひび割れ幅（1m換算）（mm）						
			H17	第1回 2006/4/19	第2回 2006/7/26	第3回 2006/11/10	第4回 2007/2/7	第5回 2007/4/23	第6回 2007/7/30
No. 2	早強	26.5	0.02	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.05
No. 3	低熱	21.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00
No. 4	普通	25.5	0.01	0.04	0.05	0.05	0.09	0.07	0.04
No. 9	高炉B	25.0	0.04	0.06	0.06	0.07	0.11	0.10	0.07
No. 10	高性能AE	26.0	0.04	0.05	0.05	0.07	0.07	0.08	0.06
No. 11	膨張材	22.5	0.06	0.07	0.07	0.08	0.10	0.10	0.08
No. 13	PP短繊維	18.5	0.05	0.05	0.06	0.08	0.08	0.11	0.08

図-3.3.4　総ひび割れ幅（1m 換算）の観測結果 3)

3.3.3　材料等による適切な対策方法

3.2.1 で述べたように，2006 年度に試行的運用の中で，良好な施工だけではなくならないひび割れを減らすための対策方法を検討するため，2005 年度の試験施工に引き続き実構造物を用いて検証を行うことにした。表-3.3.1 のとおり試験施工の成果を評価したうえで実施する対策を選定し，表-3.2.1 で示した 8 橋梁において施工を行った。

この成果と 2005 年度の試験施工の成果を基に材料等による対策方法について検討し，表-3.3.2 に示す抑制対策を「対策資料」[3] に掲載している。

橋台たて壁および胸壁では，補強鉄筋の追加を行う。図-3.3.5 および図-3.3.6 に示すタイプ A・B の 2 種類の設置方法を用意して，追加する鉄筋量や部材形状に応じて選択する。タイプ A は，外部拘束体に近いリフト下部を集中して補強するもので，中間帯鉄筋の上に配置する。配筋作業は容易であるが，打込み・締固めが可能な配筋間隔を確保する必要がある。タイプ B は，表面付近のひび割れ抵抗性を補強するため配力筋の中間に配筋するもので，部材が薄い場合や支承の箱抜き部などにも使用できる。また，タイプ A・B を組み合わせてもよい。

橋台胸壁では，補強鉄筋の設置が難しい場合も想定されるので，膨脹材の使用も選択できるようにしている。

ボックスカルバートでは，側壁に誘発目地を設置する。

なお, 図-3.3.7 に示すガラス繊維もひび割れの分散効果による抑制効果が確認されたので, 壁厚が薄い場合など，鉄筋量を増やすことが合理的でない場合に適していることを「対策資料」に記述している。

また，底版および橋脚柱は標準仕様の高炉セメント B 種で有害なひび割れは，試験施工および試行では発生しなかったため、材料による抑制対策の必要性は低いと考え，抑制対策を設定していない。

「対策資料」に示した抑制対策の設定根拠である試験施工・試行の検証結果は、データ数が限られており，施工時期や形状等による効果などを十分に検証することはできなかった。しかし，実構造物を用いる検証から十分な根拠を得るには莫大な期間を要するため，現実的な方法として，暫定的な基準で運用を開始し，運用後に引き続きデータを蓄積し、継続的に検証して基準の改訂を行うことにした。

「対策資料」[3]には，暫定的な基準であることを明らかにするため，検証結果の詳しい説明を掲載している。

まず，橋台たて壁・胸壁については，実構造物による検証から次の結果が得られた。

- 普通ポルトランドセメントを用いた各リフトに貫通ひび割れが発生している。
  ひび割れ幅 0.15mm 以上のものが多く，抑制効果が見られない。
- 膨張材を用いたたて壁 4 リフトのうち 3 リフトに貫通ひび割れが発生している。
  リフトごとの最大ひび割れ幅は 0.15mm が 2 リフト，0.35mm が 1 リフトであり，明確な抑制効果が見られない。一方，胸壁では 0.08mm と 0.04mm の計 2 本のひび割れが前面のみに発生しており，たて壁よりも明確な抑制効果が見られる。
- アラミド繊維は，2 基で検証したが，発生したひび割れが最大 0.35mm から 0.10mm までに分かれ，抑制効果にばらつきがある。
- ガラス繊維は，たて壁ではほとんどのリフトにおいて 0.10mm 未満のひび割れが多

数発生して，ひび割れの分散効果が確認できた。

一方，胸壁では本数は同じく多いが，最大 0.25mm のひび割れが発生し，抑制効果がたて壁よりも小さかった。

・補強鉄筋は，　鉄筋比が高いケース（0.33～0.48%）では 0.10mm 未満のひび割れが多数発生しており，ひび割れの分散効果が確認できた。一方，鉄筋比が低いケース（0.15%）では最大 0.30mm のひび割れが発生しており，鉄筋比が小さい場合には分散効果が小さくなることが確認できた。

さらに，試験施工の結果や 2003～2004 年度の山口宇部線などのデータ（無対策の高炉 B のデータ）を併せて，対策別のひび割れ発生結果について，図-3.3.7～図-3.3.10 により考察している。

図-3.3.7 は，橋台たて壁について対策別のリフト数を示したもので，各リフトに発生した最大のひび割れ幅 w を，ひび割れなし（w=0）・0<w<0.10・0.10≦w<0.15・0.15≦w の 4 段階に分けている。

検証したリフト数は，無対策の高炉 B は 40 であるが，各対策のリフト数は 1～8 であり，また，打込み温度や躯体幅（橋軸直角方向の長さ）などのひび割れ発生に影響する他の要素がそれぞれ異なることから，データ数はいずれも不足している。

その点に十分配慮しながら結果を考察する必要があるが，まず，高炉 B では補修が必要な 0.15≦w が 50%を占めているのに対して，低熱および補強鉄筋大（鉄筋比 0.20%以上）では，このランクのひび割れが発生しておらず，抑制効果が認められる。

図-3.3.8 は，橋台たて壁に発生したすべてのひび割れを 0<w<0.10・0.10≦w<0.15・0.15≦w の 3 段階に分けて，発生割合を示している。この図から，低熱および補強鉄筋大に加え，ガラス繊維の抑制効果が高いことがわかる。

また，グラフの下部の表には本数も示しており，高炉 B で発生したひび割れ本数 150 に対し，リフト数が約 1/6 のガラス繊維や補強鉄筋大では 41・43 本発生しており，ひび割れの本数が多いことが確認できる。

図-3.3.10 は，橋台胸壁について対策別のリフト数を示したものである。高炉 B で補修が必要な 0.15≦w が約 50%となっており，これは図-3.3.7 の橋台たて壁と同様である。

図-3.3.11 は，橋台胸壁に発生したすべてのひび割れの発生割合である。

図-3.3.10 および図-3.3.11 において，低熱およびアラミド繊維が抑制効果を示しているが，高炉 B 以外の対策のデータ数が著しく少なく判断が難しい。

次に，図-3.3.12 は，橋台たて壁の各リフトについて，鉄筋比と最大ひび割れ幅の関係を示している。最大ひび割れ幅は赤色の丸で，鉄筋比は棒の長さで表している。鉄筋比が約 0.04%の最も低いものから 0.40%を超えるもの順番に並べ，補強鉄筋はタイプ A・B の別で着色し，その他の対策は各リフトについて横軸の下方に記載している。高炉 B と記載したものは，無対策である。

最大ひび割れ幅は 0（ひび割れなし）から 0.35mm 程度までの領域で分布しているが，鉄筋比が 0.20%に近づくと最大ひび割れが 0.20mm を上回るものがなくなり，鉄筋比が 0.20%を超えた領域では最大ひび割れ幅は 0.15mm 以下であり，さらに小さくなる傾向を示している。

図-3.3.13 は，橋台胸壁の各リフトについて，図-3.3.12 と同様に，鉄筋比と最大ひび割れ幅の関係を示している。たて壁よりも部材が薄いため，たて壁よりも鉄筋比は高くなり，0.20~0.80%の値になっている。

たて壁と同じく，鉄筋比が高くなるとひび割れ幅が小さくなる傾向を示しており，鉄筋比が概ね 0.30%を超えると，補強鉄筋タイプ B の幅 0.20mm を除いて最大ひび割れ幅が 0.15mm 以下になっている。この補強鉄筋タイプ B は，躯体幅が 25m と広かったため，他のケースに比べて引張応力が大きくなったためと考えられる。

橋台胸壁については，たて壁よりも抑制対策による明確な差があまり見られない。その理由として，リフト高やウイング形状・落防箱抜きの有無など，ひび割れ発生に影響する要素が多いためと考えられる。

以上のように考察を行って，橋台たて壁の抑制方法は，抑制効果が確認できた対策の中から，施工性および経済性に優れる補強鉄筋を選定している。

胸壁については，抑制対策の差が明確にできなかったが，鉄筋比が高くなればひび割れ幅が小さくなる傾向があるため、補強鉄筋が適していると判断している。また，胸壁は壁厚が薄く，補強鉄筋を配置することが困難となる場合もある。鉄筋比が 0.30%程度の低い場合でも抑制効果が認められた水和熱抑制型膨張材も選択できることにした。

次に，ボックスカルバートの対策方法は，試験施工の成果によって採用を決定した誘発目地について温度ひび割れ解析を行って，設置間隔の標準を決定した。

温度ひび割れ解析は, 表-3.3.3 に示したように打込み温度 3 種類と誘発目地間隔 3 種類を組み合わせた 9 ケースについて行った。

図-3.3.14 に示す解析モデルは，山口県で汎用的な形状・寸法のボックスカルバートをもとにして決定した。長さは 10m を固定して，分割なしおよび誘発目地で 2 分割・3 分割した 3 種類とした。打込み温度は, 施工試験の実績値を参考にして, 夏期 30℃, 春･秋期 20℃, 冬期 10℃の 3 種類とした。

図-3.3.15 が解析結果である。

誘発目地間隔が狭い方が，また打込み温度が低いほうが，ひび割れ指数が大きくなり，ひび割れが生じにくくなる傾向を示しており，実構造物の試験施工の結果に一致する。

コンクリート標準示方書施工編には，ひび割れを防止したい場合のひび割れ指数の目安は 1.75 以上とされているが，実構造物では打込み温度 30℃・誘発目地間隔 3.5m のひび割れ指数 1.87 の場合に，ひび割れが誘発目地部以外の一般部に発生している。このひび割れ指数は，打込み温度 20℃・誘発目地間隔 5.0m の場合とほぼ等しいので，実施工の実績はないが，この場合も同様にひび割れが生じる可能性がある。

以上のことから，目標にするひび割れ指数を 1.75 よりもいくぶん大きくして，打込み温度が低い時期（10℃程度）については 5.0m，その他の時期（20 度）については 3.5m を標準的な誘発目地間隔に設定し，暑中コンクリートとなる 25℃以上の場合は，誘発目地だけでは抑制が困難であるので打込み時期をずらす等の考慮をすることにした。

表-3.3.1　試験施工・試行で実施した対策一覧

対策	評　価	2006 年 試行
高炉 B	標準仕様	○
普通セメント	明確な抑制効果は得られなかったが，費用は安く，経済的である。 データ数が少ないため、ひび割れ抑制効果をさらに確認する。	○
低熱セメント	ひび割れは殆ど発生せず，極めて有効であるが，費用はかなり割高で不経済であるため，標準的な対策には採用しがたい。	
早強セメント	明確な効果が得られず，費用も割高である。	
高性能 AE	ひび割れ発生状況は高炉 B と差がなく，抑制効果の有効性が確認できなかった。ひび割れを抑制するほどの発熱量低減効果（=セメント低減）が得られなかったためと考えられる。	
膨張材	抑制効果が確認された。 データ数が少ないため，ひび割れ抑制効果をさらに確認する。	○
溶接金網	明確な抑制効果は得られなかった。 鉄筋に密着して設置するため，鉄筋量をわずかに増した効果と同等と想定され，実用的でない。	
FRP 繊維	明確な抑制効果は得られなかった。 費用が割高であり，撓みやすく，施工性もよくない。	
アラミド繊維	明確な抑制効果は得られなかった。 コンクリート表面に設置するもので，施工性はよい。	○
PP 短繊維	打込み後にアジテータトラックやポンプ車圧送管内部の清掃が必要であり，費用がかなり割高となる。	
補強鉄筋	【試験施工では実施していない】 ひび割れを分散することによる抑制効果が期待できる。 施工性はよいと想定される。費用は安い。	○
ガラス繊維	【試験施工では実施していない】 ひび割れを分散することによる抑制効果が期待できる。 施工性はよいと想定される。費用は安い。	○

表-3.3.2　材料等による抑制対策一覧 [3)]

構造物（部位）	抑制対策	備　考
橋台たて壁	補強鉄筋の追加	鉄筋比 0.3%程度
橋台胸壁	補強鉄筋の追加	鉄筋比 0.5%程度
	膨張材の使用	補強鉄筋の配置が困難な場合
ボックスカルバート	誘発目地の設置	打込み温度が低い時期：5.0m 程度 その他の時期　　：3.5m 程度
全構造物	養生方法の工夫	

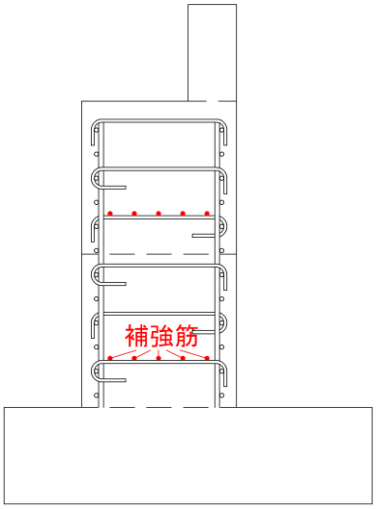


図-3.3.5　補強鉄筋（タイプ A）[3)]

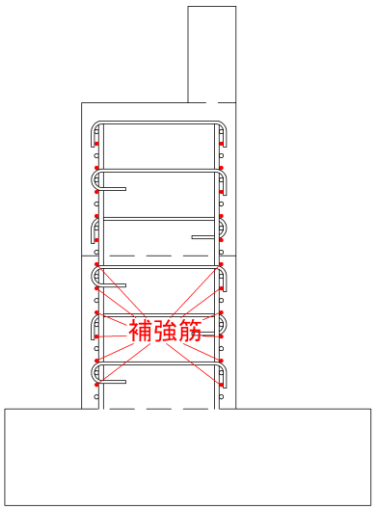


図-3.3.6　補強鉄筋（タイプ B）[3)]

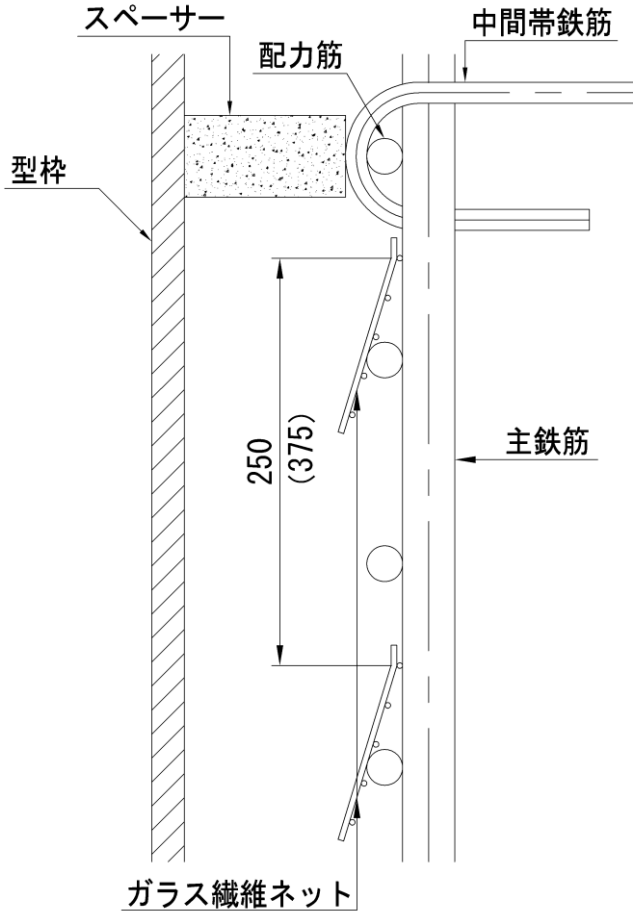
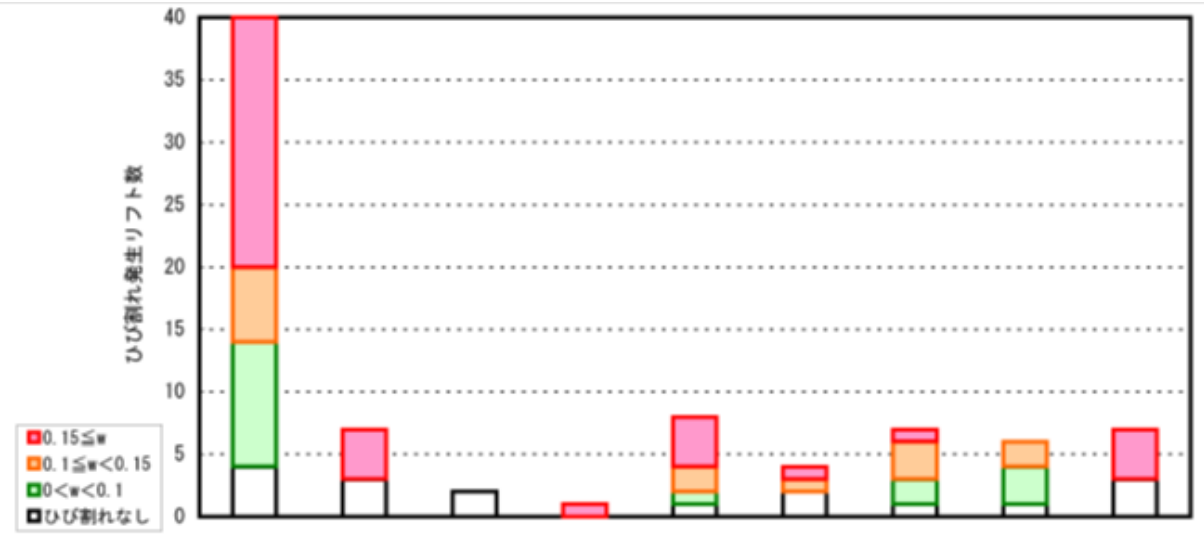


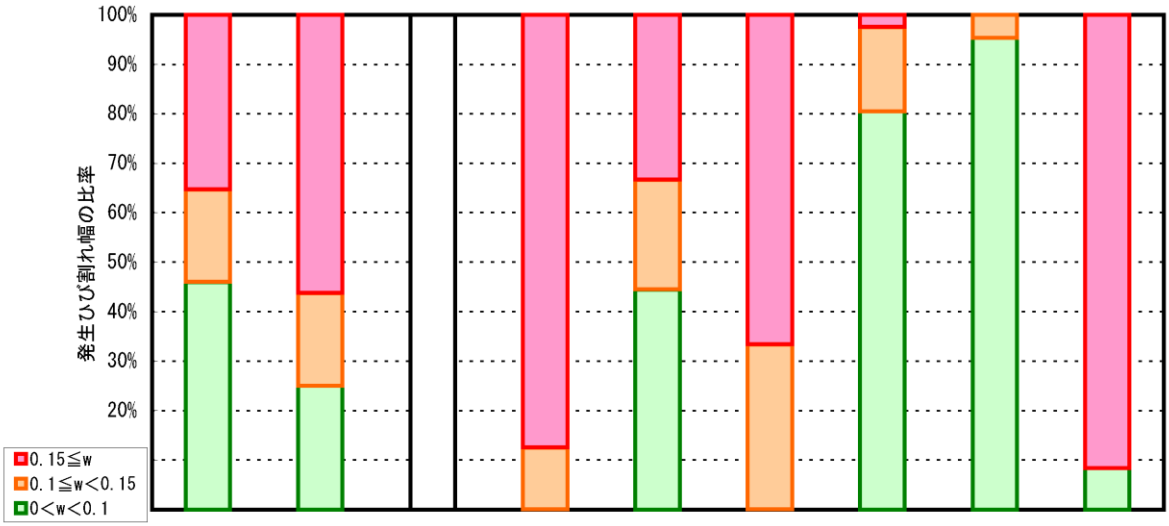
図-3.3.7　ガラス繊維 [3)]



		高炉B	普通	低熱	高性能AE	膨張材	アラミド	ガラス	補強鉄筋大	補強鉄筋小
リフト数	0.15≦w	20	4	0	1	4	1	1	0	4
	0.1≦w<0.15	6	0	0	0	2	1	3 (2)	2 (1)	0
	0<w<0.1	10	0	0	0	1	0	2 (1)	3 (2)	0
	ひび割れなし	4	3	2	0	1	2	1	1	3
	合計	40	7	2	1	8	4	7 (3)	6 (3)	7

※「補強鉄筋小」は鉄筋比 0.20%未満、「補強鉄筋大」は鉄筋比 0.20%以上を示す。
※ひび割れ幅は、各リフトの最大ひび割れ幅を示す。
※（　）は、幅 20m 以上の橋台を示す。

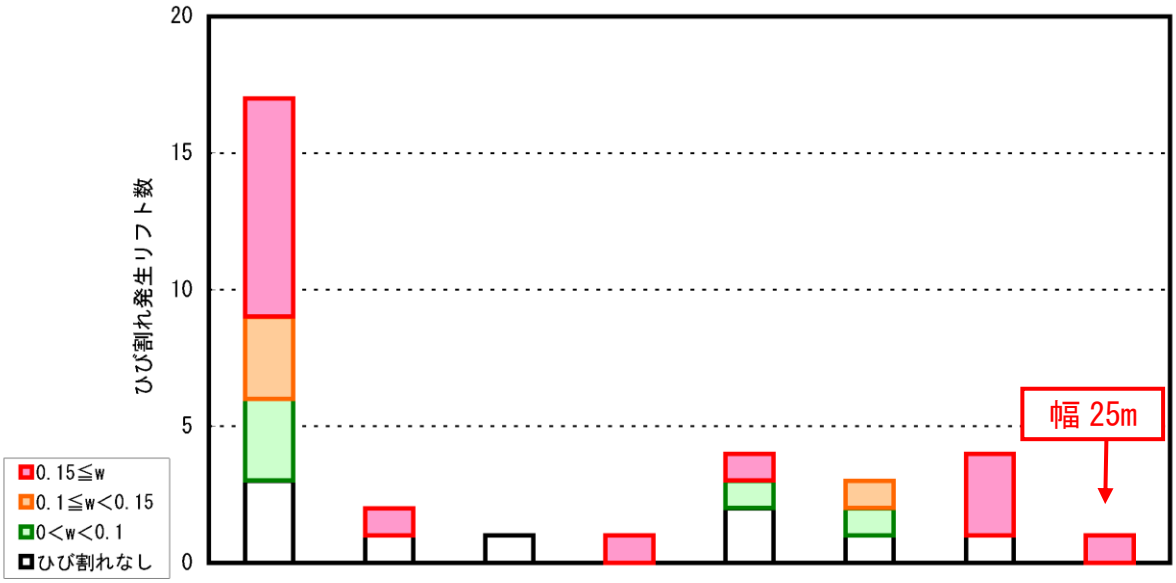
図-3.3.8　橋台たて壁の対策別ひび割れ発生結果（リフト数）[3)]



		高炉B	普通	低熱	高性能AE	膨張材	アラミド	ガラス	補強鉄筋大	補強鉄筋小
比率	0.15≦w	35%	56%	0%	88%	33%	67%	2%	0%	92%
	0.1≦w<0.15	19%	19%	0%	13%	22%	33%	17%	5%	0%
	0<w<0.1	46%	25%	0%	0%	44%	0%	80%	95%	8%
発生数	0.15≦w	53	9	0	7	6	4	1	0	11
	0.1≦w<0.15	28	3	0	1	4	2	7 (4)	2 (1)	0
	0<w<0.1	69	4	0	0	8	0	33 (29)	41 (37)	1
	合計	150	16	0	8	18	6	41 (33)	43 (38)	12

※「補強鉄筋小」は鉄筋比 0.20%未満、「補強鉄筋大」は鉄筋比 0.20%以上を示す。
※ひび割れが発生したリフトのみを対象。
※（　）は、幅 20m 以上の橋台を示す。

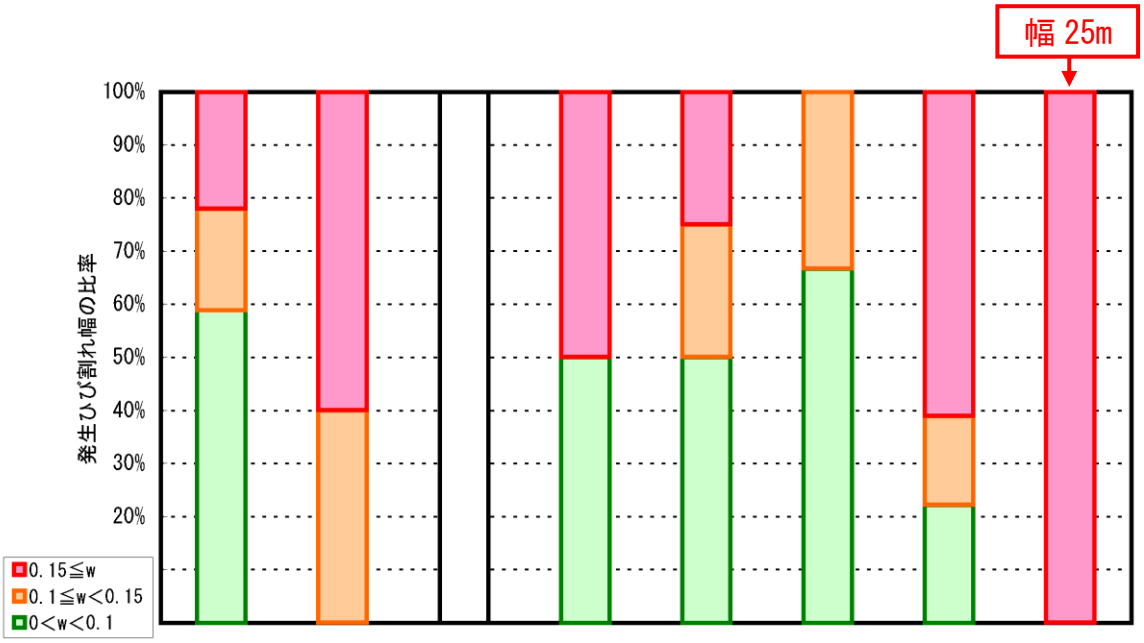
図-3.3.9　橋台たて壁の対策別ひび割れ発生結果（ひび割れ幅の比率）[3)]



		高炉B	普通	低熱	高性能AE	膨張材	アラミド	ガラス	補強鉄筋B
リフト数	0.15≦w	8	1	0	1	1	0	3 (2)	1 (1)
	0.1≦w<0.15	3	0	0	0	0	1	0	0
	0<w<0.1	3	0	0	0	1	1	0	0
	ひび割れなし	3	1	1	0	2	1	1	0
	合計	17	2	1	1	4	3	4 (2)	1 (1)

※ひび割れ幅は、各リフトの最大ひび割れ幅を示す。
※（　）は、幅 20m 以上の橋台を示す。

図-3.3.10　橋台胸壁の対策別ひび割れ発生結果（リフト数）[3)]



		高炉B	普通	低熱	高性能AE	膨張材	アラミド	ガラス	補強鉄筋B
比率	0.15≦w	22%	60%	0%	50%	25%	0%	61%	100%
	0.1≦w<0.15	19%	40%	0%	0%	25%	33%	17%	0%
	0<w<0.1	59%	0%	0%	50%	50%	67%	22%	0%
発生数	0.15≦w	15	3	0	3	1	0	11 (9)	2 (2)
	0.1≦w<0.15	13	2	0	0	1	1	3 (3)	0
	0<w<0.1	40	0	0	3	2	2	4 (4)	0
	合計	68	5	0	6	4	3	18 (16)	2 (2)

※ひび割れが発生したリフトのみを対象。
※（　）は、幅 20m 以上の橋台を示す。

図-3.3.11　橋台胸壁の対策別ひび割れ発生結果（ひび割れ幅の比率）[3)]

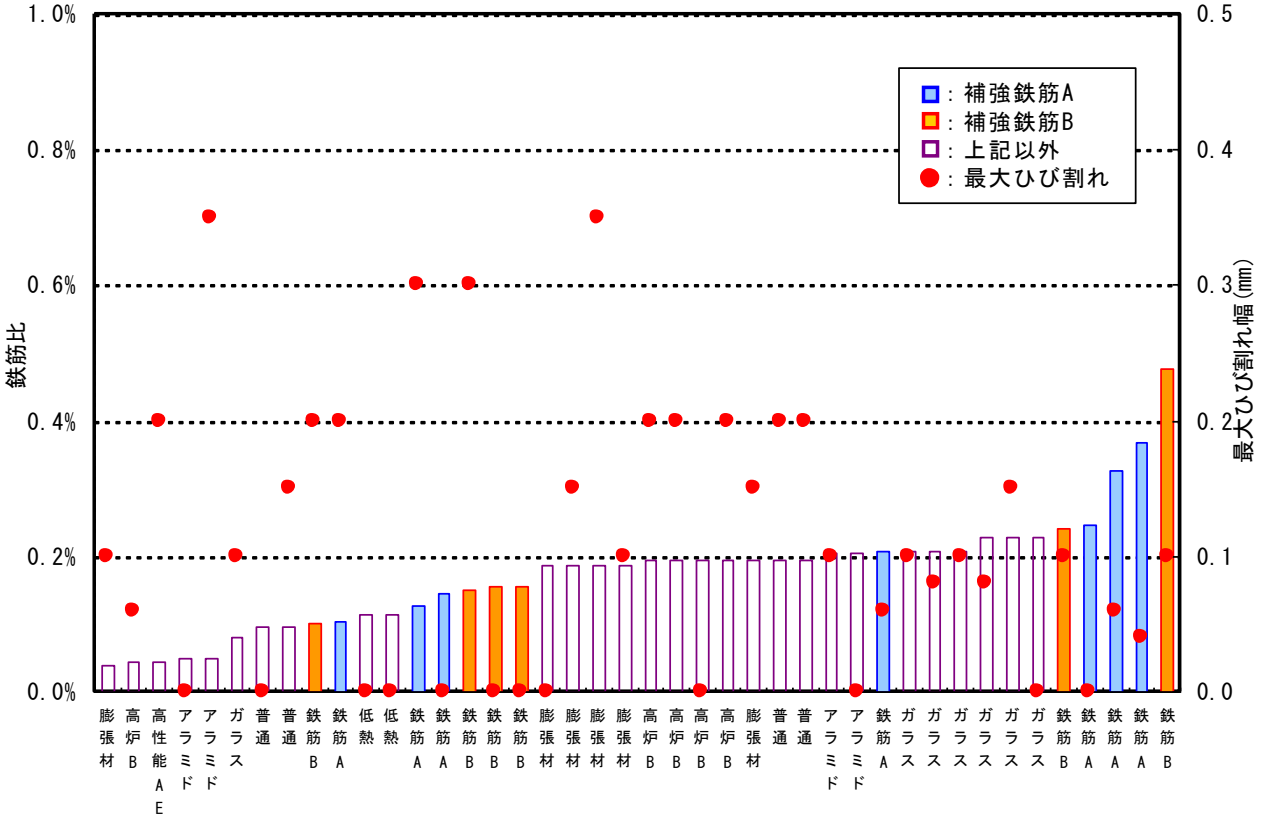


図-3.3.12　橋台たて壁における鉄筋比と最大ひび割れ幅の関係 3)

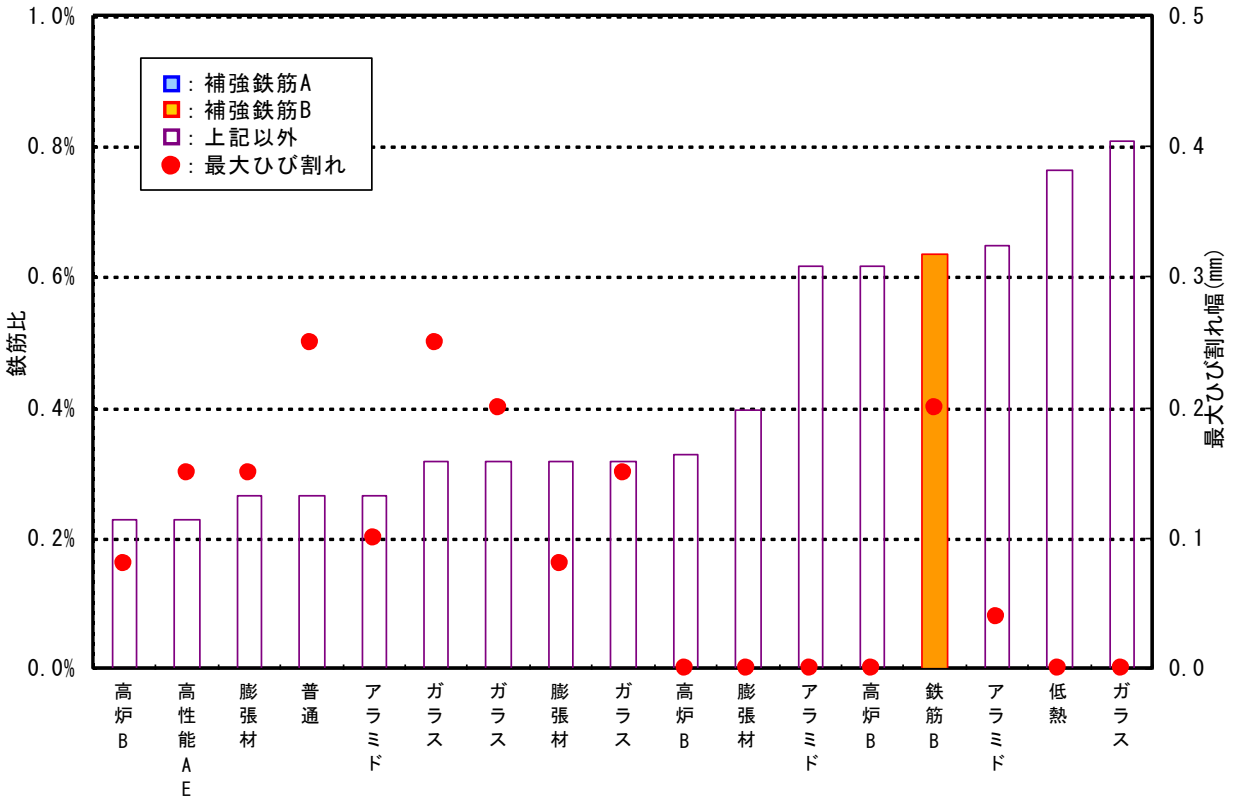


図-3.3.13　橋台胸壁における鉄筋比と最大ひび割れ幅の関係 3)

表-3.3.3　温度ひび割れ解析を行う打込み温度と誘発目地間隔 [3)]

	打込み温度	誘発目地間隔
CASE-1	10℃	3.5m
CASE-2		5.0m
CASE-3		10.0m
CASE-4	20℃	3.5m
CASE-5		5.0m
CASE-6		10.0m
CASE-7	30℃	3.5m
CASE-8		5.0m
CASE-9		10.0m

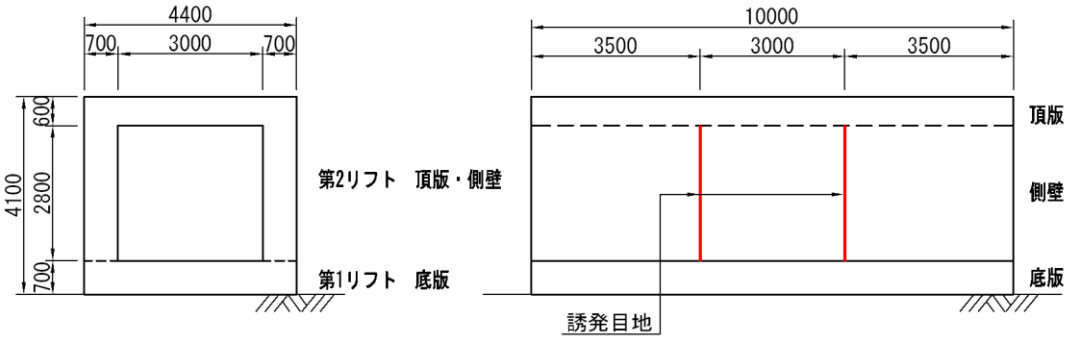


図-3.3.14　解析モデル（誘発目地間隔 3.5m の場合）[3)]

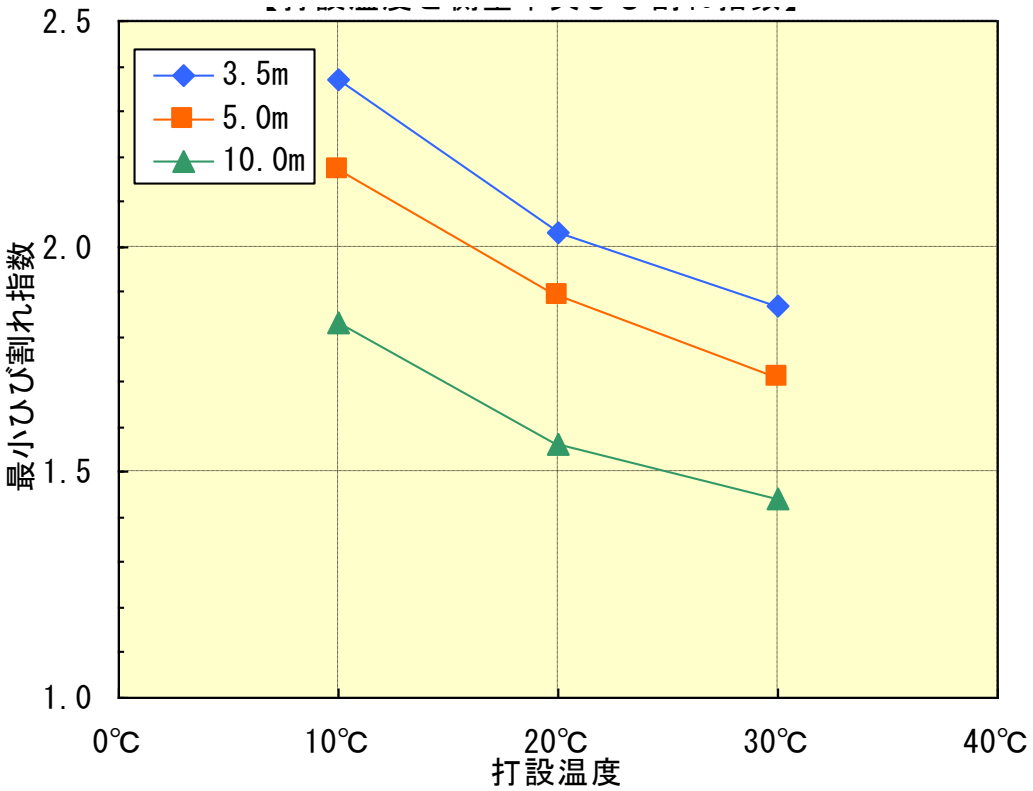


図-3.3.15　打込み温度と側壁中央の最小ひび割れ指数 [3)]

3.3.4　確実な施工の実施

「対策資料」[3] では，施工の基本事項の遵守により確実な施工を行う目的について，次のように記述し，ひび割れを含む施工時に生じる不具合の抑制とともに，トラブルの減少によるメリットが期待できることを示している。トラブルの減少は施工者および発注者にとって大きなメリットであり，構造物の品質確保だけが目的ではないことを強調した。

『コンクリート構造物は，適切なコンクリートの打設方法を全ての作業員が周知（筆者注：「作業員に周知」が正しい）していなければ，品質の高いコンクリート構造物は構築できず，もし誤った施工を行えばそれがひび割れの原因になりかねない。しかし，基本事項を遵守することによって，ひび割れを含む初期欠陥の抑制による品質の向上や，トラブルの減少による作業時間の短縮等の効果が期待できる。』

施工において留意すべき点について，①打設前処理・準備，②運搬，③打込み，④締固め，⑤養生の 5 段階について記述しており，図-3.3.16 から図-3.3.18 の説明図も掲載している。

施工の基本事項の遵守は，施工者が主役である。施工計画の作成，足場などの仮設材や締固め機械などの器材の準備，作業員との打ち合わせや指示などをすべて適切に行うことで，遵守が達成される。これを発注者が支援するため，監督行為の一つである施工状況把握において使用するチェックシートを作成して，特に遵守すべきと考えた 27 項目を現場に臨場して把握する仕組みにしている。これについては，3.7 で詳しく述べる。

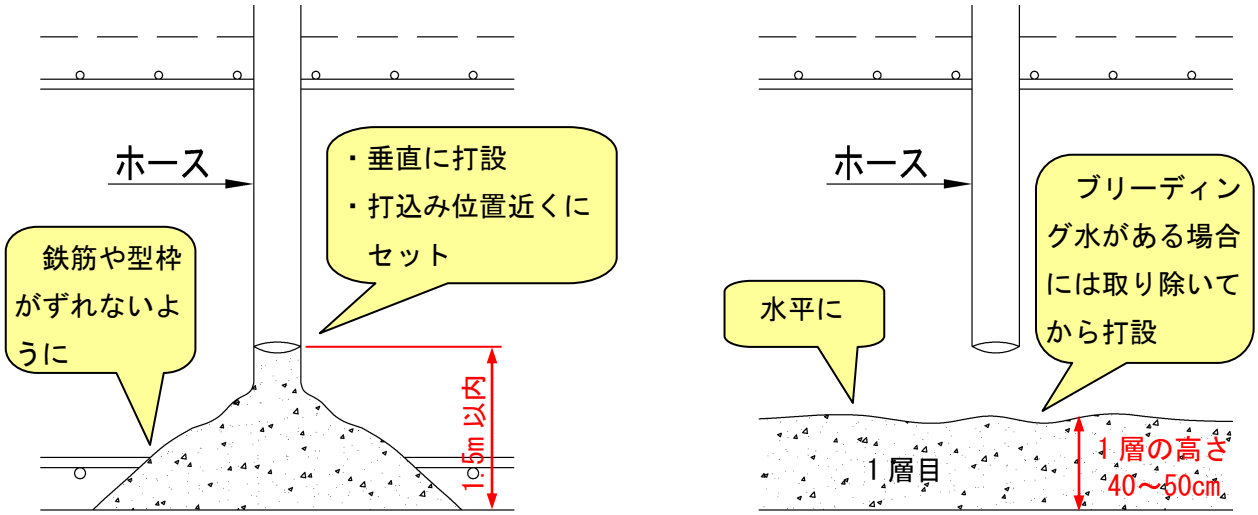


図-3.3.16　打込み段階の基本事項の説明図 [3]

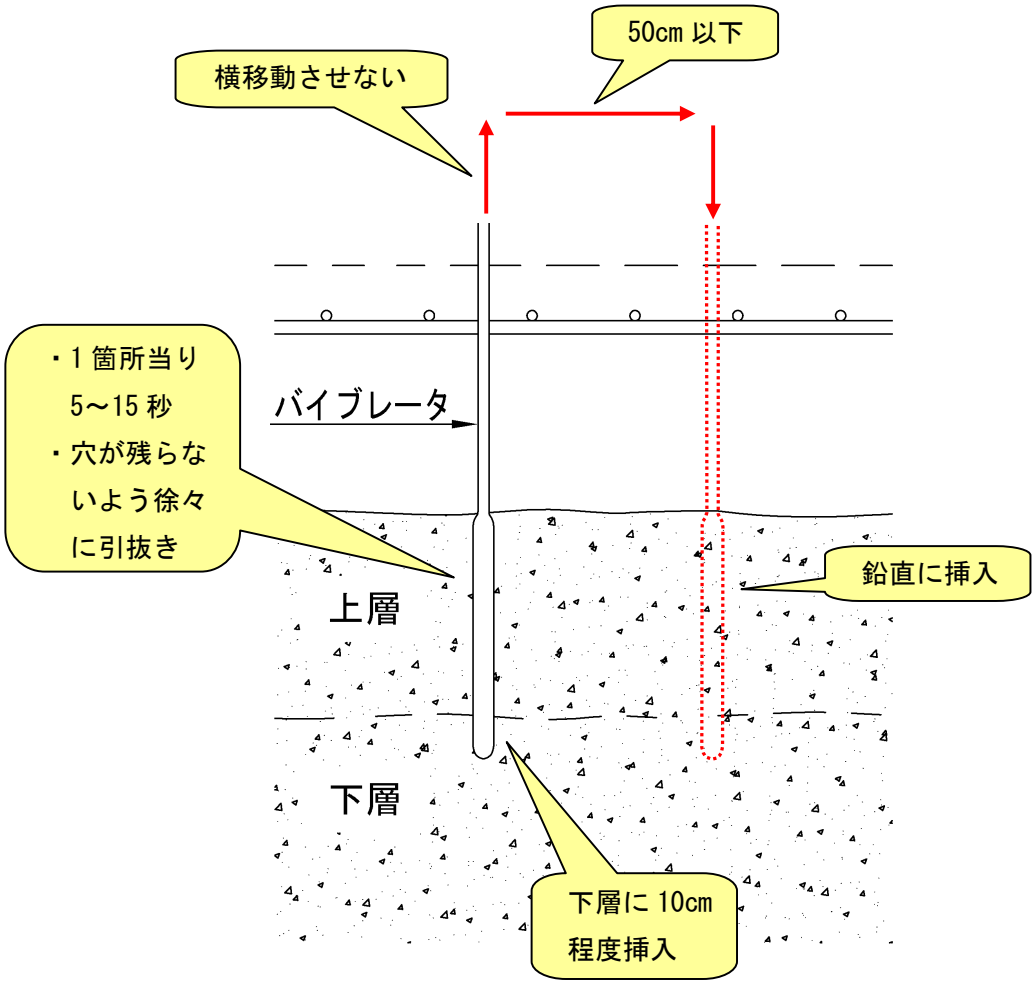


図-3.3.17　締固め段階の基本事項の説明図 [3)]

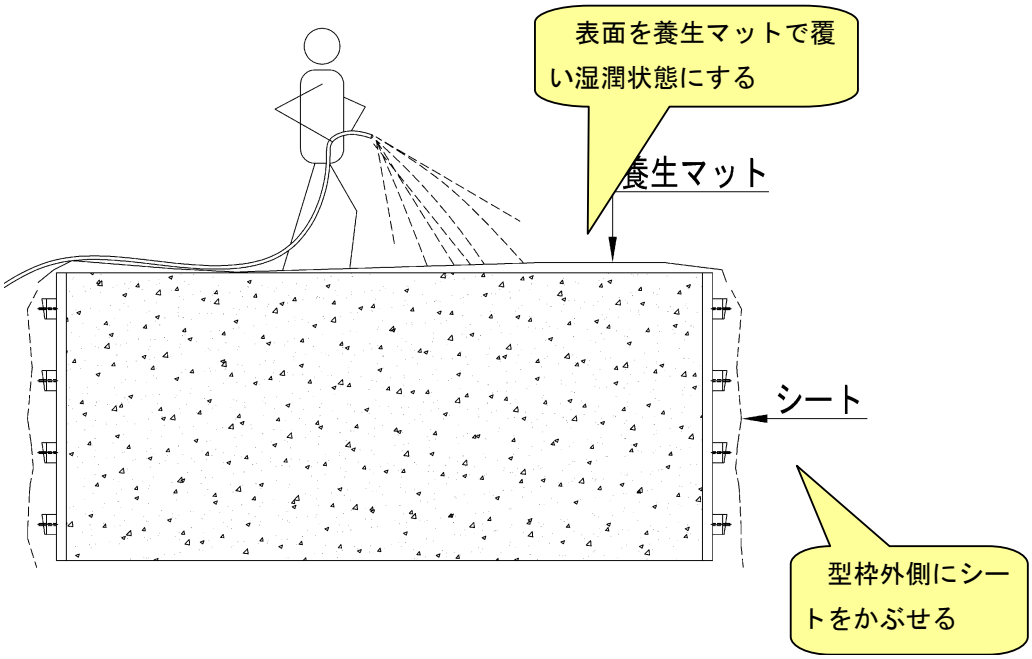


図-3.3.18　養生段階の基本事項の説明図 [3)]

3.4　システムの構成

システムの構成は，図-3.4.1 に示すように，「設計」・「施工」・「データ整理・分析・提供」「基準類の改訂」の 4 つの要素が互いに関連するもので，PDCA サイクルによってシステムをより適切なものに持続的に改善していくことを目指している。

システムの中核は，施工から得られた「コンクリート打設管理記録（以下，「打設管理記録」と記す）を蓄積したデータベースであり，これを設計や施工の参考資料として活用するとともに，抑制対策の規準書である「対策資料」[3)]の改訂に使用する。

まず「設計」においては，「対策資料」を参照し，併せてデータベースから類似した施工事例を参考にして，ひび割れ抑制対策を検討し，設計成果品を完成する。

「施工」では，この設計成果品を設計資料として工事が発注され，受注した施工者が施工計画を検討する。施工者は，参考資料とデータベースを参照して，抑制対策を検討し，発注仕様に示された抑制対策を変更すべき，あるいは変更したいと判断すれば発注者に協議を行う。協議結果は，抑制対策が変更される・変更されない場合に分かれるが，実施する抑制対策が確定する。

すべてのリフトの施工において，施工者は詳細な情報を「打設管理記録」に記録し，施工管理資料として発注者に提出する。発注者は，コンクリートの打込み時に臨場して，抑制対策の 3 要素の一つである「確実な施工の実施」が適切に実施されているかについて，チェックシートによる施工状況把握を行う。

「データ整理・分析・提供」では，（一財）山口県建設技術センターが「打設管理記録」を整理・分析し，データベースに蓄積して HP によって提供する。

「基準類の改訂」では，データベースに蓄積されたデータの分析により「対策資料」などの規準類の改訂を持続的に行っていく。

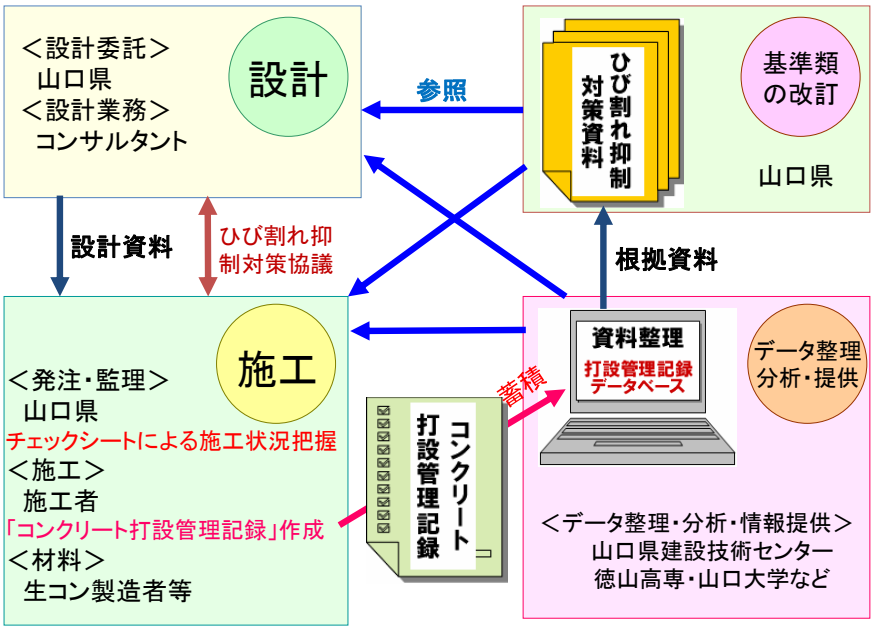


図-3.4.1　コンクリートひび割れ抑制システムの構成図

このデータベースを中核としたシステムを山口県が構築した背景としては，コンクリート構造物の工事のほとんどを手掛ける県内建設会社が豊富な施工実績を保有していないことが挙げられる。

図-3.4.2 の左側に示すように，施工実績が豊富な施工者であれば，施工計画及び工事実施において，自社の保有データをもとに十分検討し，適切に工事を遂行することができる。

これに対して，山口県内の建設会社の多くは，図の右側に示すように施工実績が少なく，自社保有データを活用することが難しい。そのため，施工計画の検討が不十分になり，施工時のひび割れなどの不具合の増加につながる。さらに，不具合が発生すれば，原因究明や対応方法の検討においても，保有しているデータが少ないことがハンデとなる。

山口県のシステムは，この状況から短期間で脱却することを目指して，県発注工事全体の施工実績を収集・分析し，共有の実績データとして活用する仕組みであるといえる。

共有データを分析・活用するシステムでは，データの提供者と利用者が異なるため，データの信頼性が特に重要であると考え，質の高いデータになるように取り組んでいる。取組みの内容は，3.11.3 および 3.11.4 で述べる。

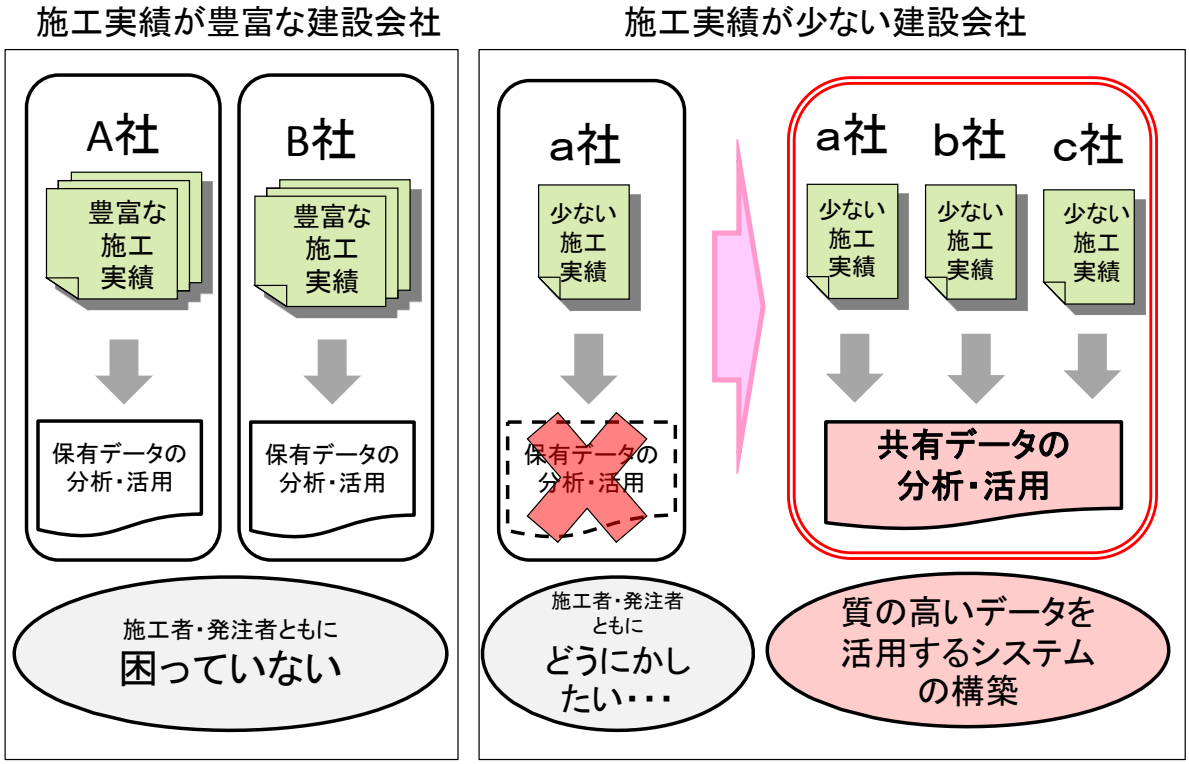


図-3.4.2　山口県ひび割れ抑制システム構築の背景

3.5　データベース

データベースは，（一財）山口県建設技術センターのウェブサイトの「コンクリート構造物の品質確保」のページ[5)]において公表しており，自由に閲覧やダウンロードすることができる。

データベースの検索画面は Excel の表形式になっており, 表-3. 5.1 に示す 9 項目の数値が記載されている。検索画面では，図-3. 5.1 のように利用者は参照したいデータを条件で絞り込むことができる。この図では「④構造」の「構造物」が「橋台」のデータに絞り込んでおり，さらに他の項目について，例えば「④構造」の「部位」が「たて壁」，③打込み時期（打設時期）が 3 月から 5 月というように絞込みを繰り返すことで，条件が類似したデータが得られる。

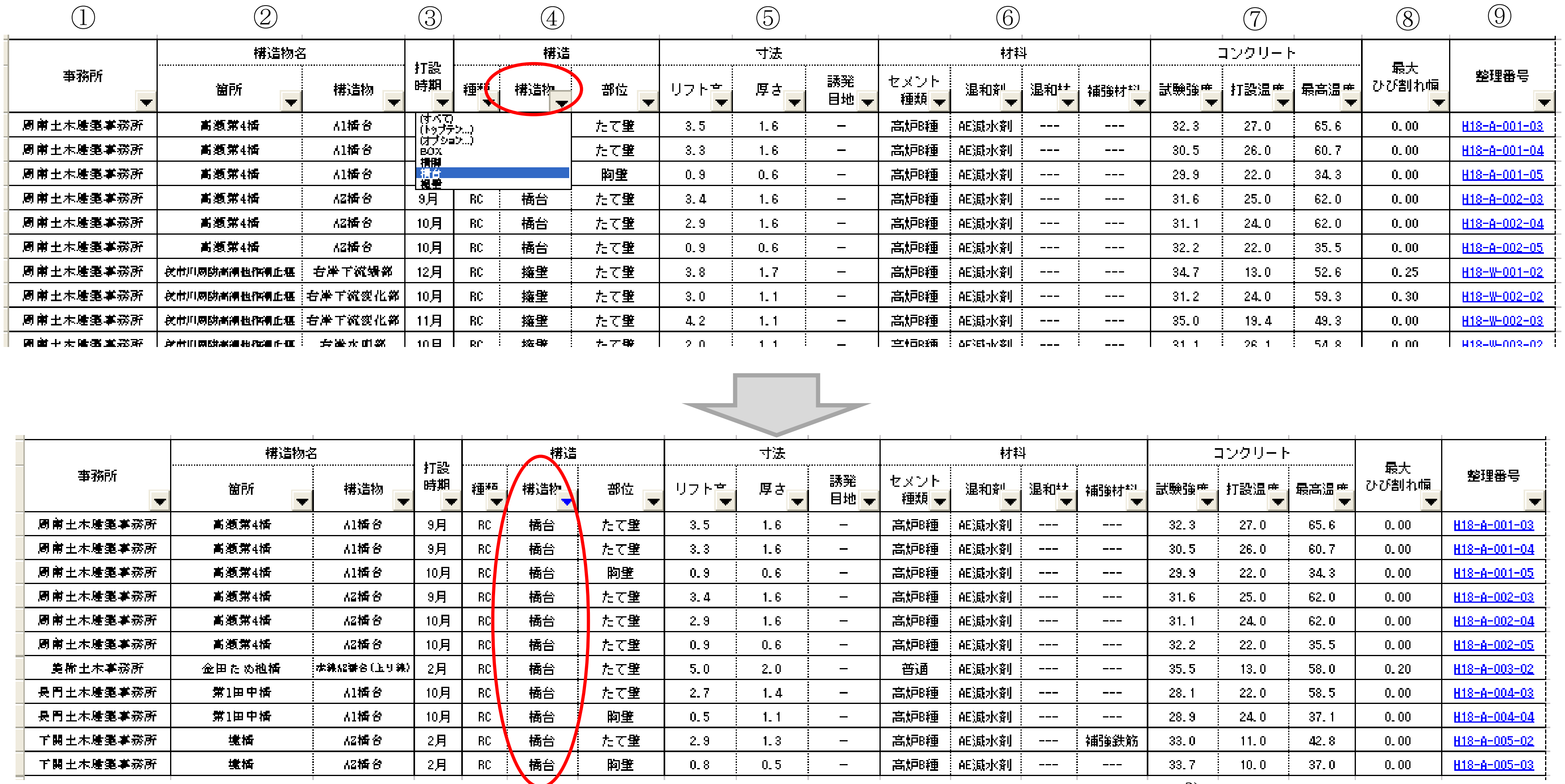
第 9 項目の整理番号は，それぞれのデータの「打設管理記録」（PDF ファイル）にリンクしており，これをクリックすると，詳細な形状・寸法や配筋や材料・施工に関する情報，ひび割れ発生の結果など詳細な記録を確認することができる。

「打設管理記録」の内容については，次の 3.6 で述べる。

なお，データベースの名称について運用開始時は「コンクリート打設管理記録データ」としていたが，第 4 章で述べる品質確保システムへ移行した 2014 年以降は，「コンクリート施工記録データ」に変更するとともに，検索画面に改良を加えている。併せて，データの名称も次の 3.6 の「打設管理記録」から「コンクリート施工記録」に変更している。これに関しては 4.2.4 で述べる。

表-3. 5.1　データベースの検索画面の項目

	大分類	小分類	単位	選択項目
①	事務所名			
②	構造物名			
③	打設時期		月	
④	構造	種類		RC　PC　無筋　その他
		構造物		橋台　橋脚　BOX　擁壁　その他
		部位		胸壁　たて壁　柱　側壁・頂版　側壁　頂版 底版　その他
⑤	寸法	リフト高	m	
		厚さ	m	
		誘発目地間隔	m	
⑥	材料	セメント種類		高炉 B 種　普通　早強　低熱　中庸熱 その他
		混和剤		AE 減水剤　高性能 AE　収縮低減剤 遅延剤　流動化剤　その他
		混和材		膨張材　その他
		補強材料		補強鉄筋 A　補強鉄筋 B　ガラス　アラミド その他
⑦	コンクリート	試験強度 σ28	N/mm2	
		打設温度	℃	
		最高温度	℃	
⑧	最大ひび割れ幅		mm	
⑨	整理番号			



事務所	構造物名 箇所	構造物名 構造物	打設時期	構造 種類	構造 構造物	構造 部位	寸法 リフト高	寸法 厚さ	寸法 誘発目地	材料 セメント種類	材料 混和剤	材料 混和材	材料 補強材料	コンクリート 試験強度	コンクリート 打設温度	コンクリート 最高温度	最大ひび割れ幅	整理番号
周南土木建築事務所	高瀬第4橋	A1橋台				たて壁	3.5	1.6	－	高炉B種	AE減水剤	---	---	32.3	27.0	65.6	0.00	H18-A-001-03
周南土木建築事務所	高瀬第4橋	A1橋台				たて壁	3.3	1.6	－	高炉B種	AE減水剤	---	---	30.5	26.0	60.7	0.00	H18-A-001-04
周南土木建築事務所	高瀬第4橋	A1橋台				胸壁	0.9	0.6	－	高炉B種	AE減水剤	---	---	29.9	22.0	34.3	0.00	H18-A-001-05
周南土木建築事務所	高瀬第4橋	A2橋台	9月	RC	橋台	たて壁	3.4	1.6	－	高炉B種	AE減水剤	---	---	31.6	25.0	62.0	0.00	H18-A-002-03
周南土木建築事務所	高瀬第4橋	A2橋台	10月	RC	橋台	たて壁	2.9	1.6	－	高炉B種	AE減水剤	---	---	31.1	24.0	62.0	0.00	H18-A-002-04
周南土木建築事務所	高瀬第4橋	A2橋台	10月	RC	橋台	たて壁	0.9	0.6	－	高炉B種	AE減水剤	---	---	32.2	22.0	35.5	0.00	H18-A-002-05
周南土木建築事務所	夜市川周防高潮[illegible]堰	右岸下流端部	12月	RC	擁壁	たて壁	3.8	1.7	－	高炉B種	AE減水剤	---	---	34.7	13.0	52.6	0.25	H18-W-001-02
周南土木建築事務所	夜市川周防高潮[illegible]堰	右岸下流変化部	10月	RC	擁壁	たて壁	3.0	1.1	－	高炉B種	AE減水剤	---	---	31.2	24.0	59.3	0.30	H18-W-002-02
周南土木建築事務所	夜市川周防高潮[illegible]堰	右岸下流変化部	11月	RC	擁壁	たて壁	4.2	1.1	－	高炉B種	AE減水剤	---	---	35.0	19.4	49.3	0.00	H18-W-002-03
周南土木建築事務所	夜市川周防高潮[illegible]堰	右岸水門部	10月	RC	擁壁	たて壁	2.0	1.1	－	高炉B種	AE減水剤	---	---	31.1	26.1	54.8	0.00	H18-W-003-02

事務所	構造物名 箇所	構造物名 構造物	打設時期	構造 種類	構造 構造物	構造 部位	寸法 リフト高	寸法 厚さ	寸法 誘発目地	材料 セメント種類	材料 混和剤	材料 混和材	材料 補強材料	コンクリート 試験強度	コンクリート 打設温度	コンクリート 最高温度	最大ひび割れ幅	整理番号
周南土木建築事務所	高瀬第4橋	A1橋台	9月	RC	橋台	たて壁	3.5	1.6	－	高炉B種	AE減水剤	---	---	32.3	27.0	65.6	0.00	H18-A-001-03
周南土木建築事務所	高瀬第4橋	A1橋台	9月	RC	橋台	たて壁	3.3	1.6	－	高炉B種	AE減水剤	---	---	30.5	26.0	60.7	0.00	H18-A-001-04
周南土木建築事務所	高瀬第4橋	A1橋台	10月	RC	橋台	胸壁	0.9	0.6	－	高炉B種	AE減水剤	---	---	29.9	22.0	34.3	0.00	H18-A-001-05
周南土木建築事務所	高瀬第4橋	A2橋台	9月	RC	橋台	たて壁	3.4	1.6	－	高炉B種	AE減水剤	---	---	31.6	25.0	62.0	0.00	H18-A-002-03
周南土木建築事務所	高瀬第4橋	A2橋台	10月	RC	橋台	たて壁	2.9	1.6	－	高炉B種	AE減水剤	---	---	31.1	24.0	62.0	0.00	H18-A-002-04
周南土木建築事務所	高瀬第4橋	A2橋台	10月	RC	橋台	たて壁	0.9	0.6	－	高炉B種	AE減水剤	---	---	32.2	22.0	35.5	0.00	H18-A-002-05
美祢土木事務所	金田ため池橋	本線A2橋台(上り線)	2月	RC	橋台	たて壁	5.0	2.0	－	普通	AE減水剤	---	---	35.5	13.0	58.0	0.20	H18-A-003-02
長門土木建築事務所	第1田中橋	A1橋台	10月	RC	橋台	たて壁	2.7	1.4	－	高炉B種	AE減水剤	---	---	28.1	22.0	58.5	0.00	H18-A-004-03
長門土木建築事務所	第1田中橋	A1橋台	10月	RC	橋台	胸壁	0.5	1.1	－	高炉B種	AE減水剤	---	---	28.9	24.0	37.1	0.00	H18-A-004-04
下関土木建築事務所	堤橋	A2橋台	2月	RC	橋台	たて壁	2.9	1.3	－	高炉B種	AE減水剤	---	補強鉄筋	33.0	11.0	42.8	0.00	H18-A-005-02
下関土木建築事務所	堤橋	A2橋台	2月	RC	橋台	胸壁	0.8	0.5	－	高炉B種	AE減水剤	---	---	33.7	10.0	37.0	0.00	H18-A-005-03

図-3. 5.1　データベースの検索画面での絞込みの例（「橋台」に絞込み）[3)]

3.6　コンクリート打設管理記録

施工者は各リフトの情報を 6 枚の記録シートで構成されるコンクリート打設管理記録に記入して，工事完成時に発注者に提出する。

「対策資料」[3)]に掲載している橋台たて壁の記入例によって，各シートに記録する内容を説明する。

図-3.6.1 の「コンクリート打設リフト図」には，工事名，請負者（施工者），工期，構造物名などの基本情報及び該当リフトの形状や寸法，配筋の情報を記載する。補強鉄筋などによるひび割れ抑制対策の有無や内容も記載する。この記入例では，補強鉄筋による対策を採用している。

図-3.6.2 の「コンクリート打設管理表（その 1）」には，使用するコンクリートの規格・配合・生コン工場・セメント会社・試験値などの情報，運搬・打設（打込み）・養生の施工状況に関する情報，コンクリート温度について記載する。また，シート最下部のコンクリート温度と外気温のグラフは，次の 2 枚のシートに計測値を記載した場合に，その結果を表示する仕組みにしている。この記入例では，打込みから 28 日目までの計測を行っている。

図-3.6.3 の「コンクリート打設管理表（その 2）」および図-3.6.4 の「コンクリート打設管理表（その 3）」は同一の様式であり，コンクリート温度と外気温を 1 日 3 回計測して記録するものである。

コンクリート温度の計測方法は，熱電対センサーをコンクリート内部に埋込んでデジタル温度計により読取る方法を標準としているが，これ以外でも正確に計測できる方法であれば使用できることにしている。計測位置は，リフトの中央部を標準にしており，図-3.6.1 の記入例のように，リフト図に計測位置を明示する。

計測期間は 4 週間としているが，そのうち打込みから 1 週間は作業休止日にも 1 日 1 回は計測し，コンクリート温度の上昇から下降する状況をできるだけ詳細に記録することを推奨している。一方，その後の 3 週間は作業休止日の計測は不要としている。

この温度計測については，義務付けではなく，「推奨」の扱いとしているため，計測の期間や頻度は一律ではなく，全く計測していないデータもある。義務付けにしていない理由については，3.11.4 で述べる。

図-3.6.5 の「ひび割れ調査票（その 1）」には，発生したひび割れの概要図として，正面図・背面図・左側面図・右側面図についてひび割れのスケッチを記載する。

図-3.6.6 の「ひび割れ調査票（その 2）」には，図-3.6.5 に記載した各ひび割れについて，それぞれの発見日から定期的に計測したひび割れ幅を記入し，補修を行った場合には補修日を記入する。

サンプル

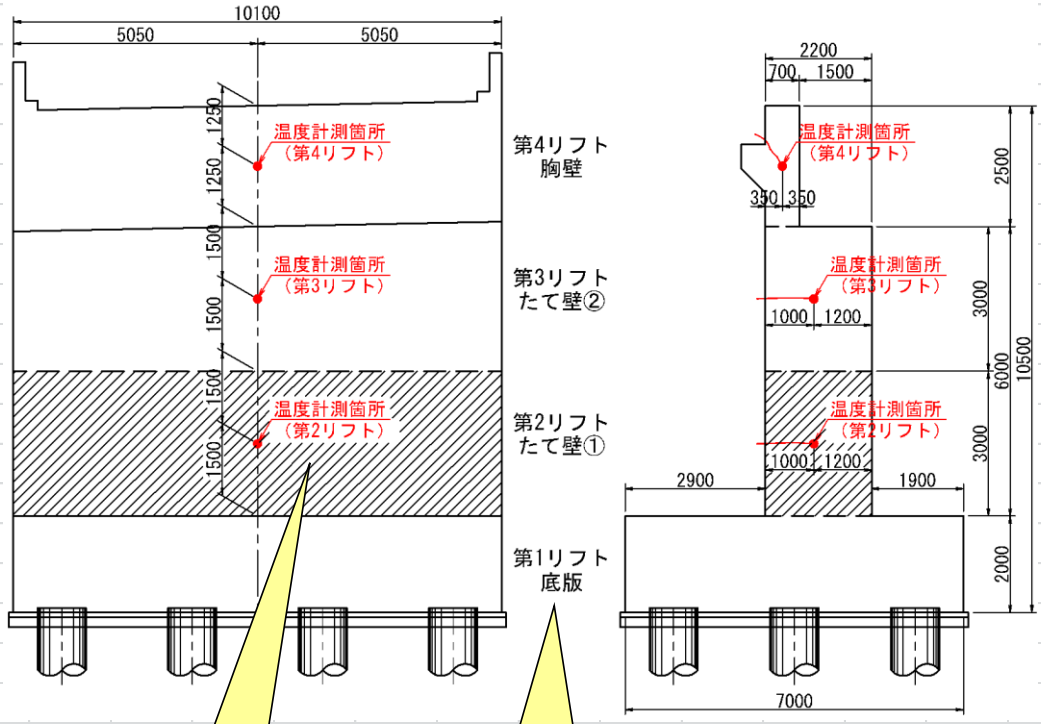
コンクリート打設リフト図　　記録シート①

※1リフト毎に記入すること

事務所名	山口土木建築事務所			路線・河川	山口宇部線
工事名	道路改良工事	工区	1	施工箇所	山口市〇〇
請負者	〇〇建設(株)			工期	H18.4 ～ H19.3
構造物名	〇〇橋 A1橋台				

構造物名も記入

打設リフト図



計測箇所を明記

リフト名称を明記

鉄筋径・ピッチを記入

構造寸法を記入

配筋情報

主鉄筋	前面	D29 @125
	背面	D29 @125
配力筋	前面	D19 @125
	背面	D19 @125
補強鉄筋A		D29 -12本

寸法情報

リフト高	3000
厚さ	2200
幅	10100
鉄筋比	0.33%

※概要図を添付すること。

※リフト名称を明記すること。

※リフト高さ・主な構造寸法を明記すること。

※計測箇所は「5.3.2 温度計測箇所」を参照

図-3.6.1　コンクリート打設管理記録　コンクリート打設リフト図（記入例）[3)]

サンプル

コンクリート打設管理表（その1）　リフト毎に記入　録シート②

※リフト毎に記入すること　第2リフト

事務所名	山口土木建築事務所				路線・河川	山口宇部線	
工事名	道路改良工事		工区	1	施工箇所	山口市〇〇	
請負者	〇〇建設(株)				工期	H18.4 ～ H19.3	
構造物名	〇〇橋 A1橋台						
構造物種類	橋台		構造	RC構造	打設部位	たて壁	
打設日	2006年5月25日	（木）	天気	曇りのち晴	リフト高	3.0	m
打設時間	打設開始時間	8:10	打設終了時間	11:00	打設量	70.0	m^3
コンクリート	呼び強度	27 N/mm^2	スランプ	8 cm	骨材最大寸法	20	mm
	セメント種類	高炉B種	水セメント比	55 %	単位ｾﾒﾝﾄ量	300	kg/m3
	混和剤	AE減水剤	混和材	---	補強材料	補強鉄筋A	
	生コン工場	〇〇(株)　〇〇工場			セメント会社	〇〇セメント(株)	
試験許容値	スランプ	8±2.5cm	空気量	4.5±1.5%	塩化物総量	0.30	kg/m^3以下
打設前試験	打設開始時		150m^3打設時又は午後	---	300m^3打設時	---	
	スランプ	9.0 cm	スランプ	--- cm	スランプ	---	cm
	空気量	5.5 %	空気量	--- %	空気量	---	%
	ｺﾝｸﾘｰﾄ温度	24.0 ℃	ｺﾝｸﾘｰﾄ温度	--- ℃	ｺﾝｸﾘｰﾄ温度	---	℃
	打設時外気温	22.0 ℃	打設時外気温	--- ℃	打設時外気温	---	℃
	塩化物総量	0.03 kg/m^3	塩化物総量	--- kg/m^3	塩化物総量	---	kg/m^3
圧縮試験	7日強度	19.0 N/mm^2	7日強度	--- N/mm^2	7日強度	---	N/mm^2
	28日強度	31.0 N/mm2	28日強度	--- N/mm2	28日強度	---	N/mm2
運搬状況	運搬時間	20 分	現場待機時間	0 分	打込み時間	20	分/台
打設状況	ポンプ車台数	1 台	ﾊﾞｲﾌﾞﾚｰﾀｰ台数	3 台	ﾊﾞｲﾌﾞﾚｰﾀｰ予備	1	台
	ホース筒先	1 人	ﾊﾞｲﾌﾞﾚｰﾀｰ人数	4 人	打設速度	1.0	m/h
養生状況	脱枠日・残置期間	6月1日	、7日				
	養生方法	型枠面	型枠＋ブルーシート				
		打設面	養生マット＋ブルーシート＋散水				
	養生（湿潤状態）期間		5 日				
コンクリート温度計測	初期温度	24.0 ℃	最高温度	48.0 ℃	温度上昇量	24.0	℃
	最高温度に到達した時間		33 時間後				

コンクリート温度・外気温計測結果

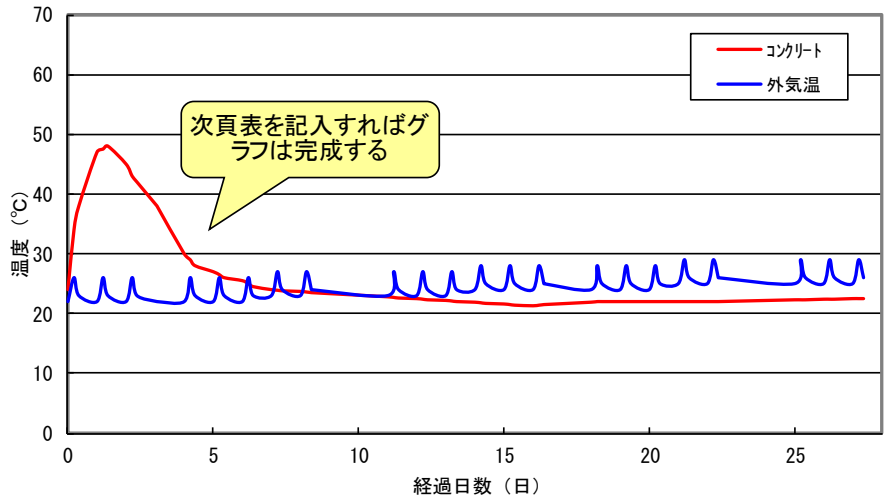


図-3.6.2　コンクリート打設管理記録　コンクリート打設管理表（その 1）（記入例）[3)]

サンプル

コンクリート打設管理表（その2）　記録シート③

○○橋 A1橋台　第2リフト

日時		天気	計測時刻	ｺﾝｸﾘｰﾄ	外気温	備　考
2006/5/25	朝	晴	8:00	24.0 ℃	22.0 ℃	
	昼	晴	13:00	34.0 ℃	26.0 ℃	
（木）	夕	晴	17:00	38.0 ℃	23.0 ℃	撒水時期・水温や脱枠時期等、自由にコメントを記入
2006/5/26	朝	晴	8:00	47.0 ℃	22.0 ℃	
	昼	晴	13:00	47.5 ℃	26.0 ℃	
（金）	夕	晴	17:00	48.0 ℃	23.0 ℃	
2006/5/27	朝	晴	8:00	45.0 ℃	22.0 ℃	
	昼	晴	13:00	43.0 ℃	26.0 ℃	
（土）	夕	晴	17:00	42.0 ℃	23.0 ℃	
2006/5/28	朝	晴	9:30	38.0 ℃	22.0 ℃	
	昼			℃	℃	打設後1週間は作業休止日でも1日1回は計測を行うとよい。
（日）	夕			℃	℃	
2006/5/29	朝	晴	8:00	30.0 ℃	22.0 ℃	
	昼	晴	13:00	29.0 ℃	26.0 ℃	
（月）	夕	晴	17:00	28.0 ℃	23.0 ℃	
2006/5/30	朝	晴	8:00	27.0 ℃	22.0 ℃	
	昼	晴	13:00	26.5 ℃	26.0 ℃	
（火）	夕	晴	17:00	26.0 ℃	23.0 ℃	
2006/5/31	朝	晴	8:00	25.5 ℃	22.0 ℃	
	昼	晴	13:00	25.0 ℃	26.0 ℃	
（水）	夕	晴	17:00	24.5 ℃	23.0 ℃	
2006/6/1	朝	晴	8:00	24.0 ℃	23.0 ℃	
	昼	晴	13:00	23.9 ℃	27.0 ℃	
（木）	夕	晴	17:00	23.8 ℃	24.0 ℃	
2006/6/2	朝	晴	8:00	23.7 ℃	23.0 ℃	
	昼	晴	13:00	23.6 ℃	27.0 ℃	
（金）	夕	晴	17:00	23.5 ℃	24.0 ℃	
2006/6/3	朝			℃	℃	
	昼			℃	℃	
（土）	夕			℃	℃	
2006/6/4	朝			℃	℃	打設後1週間以降の作業休止日は計測を行わなくてもよい。
	昼			℃	℃	
（日）	夕			℃	℃	
2006/6/5	朝	晴	8:00	22.8 ℃	23.0 ℃	
	昼	晴	13:00	22.7 ℃	27.0 ℃	
（月）	夕	晴	17:00	22.6 ℃	24.0 ℃	
2006/6/6	朝	晴	8:00	22.5 ℃	23.0 ℃	
	昼	晴	13:00	22.4 ℃	27.0 ℃	
（火）	夕	晴	17:00	22.3 ℃	24.0 ℃	
2006/6/7	朝	晴	8:00	22.2 ℃	23.0 ℃	
	昼	晴	13:00	22.1 ℃	27.0 ℃	
（水）	夕	晴	17:00	22.0 ℃	24.0 ℃	

図-3.6.3　コンクリート打設管理記録　コンクリート打設管理表（その 2）（記入例）[3)]

サンプル

コンクリート打設管理表（その3）　記録シート④

○○橋 A1橋台　第2リフト

日時		天気	計測時刻	ｺﾝｸﾘｰﾄ	外気温	備　考
2006/6/8	朝	晴	8:00	21.9 ℃	24.0 ℃	
	昼	晴	13:00	21.8 ℃	28.0 ℃	
（木）	夕	晴	17:00	21.7 ℃	25.0 ℃	
2006/6/9	朝	晴	8:00	21.6 ℃	24.0 ℃	
	昼	晴	13:00	21.5 ℃	28.0 ℃	
（金）	夕	晴	17:00	21.4 ℃	25.0 ℃	
2006/6/10	朝	晴	8:00	21.3 ℃	24.0 ℃	
	昼	晴	13:00	21.4 ℃	28.0 ℃	
（土）	夕	晴	17:00	21.5 ℃	25.0 ℃	
2006/6/11	朝			℃	℃	
	昼			℃	℃	
（日）	夕			℃	℃	
2006/6/12	朝	晴	8:00	21.9 ℃	24.0 ℃	
	昼	晴	13:00	22.0 ℃	28.0 ℃	
（月）	夕	晴	17:00	22.0 ℃	25.0 ℃	
2006/6/13	朝	晴	8:00	22.0 ℃	24.0 ℃	
	昼	晴	13:00	22.0 ℃	28.0 ℃	
（火）	夕	晴	17:00	22.0 ℃	25.0 ℃	
2006/6/14	朝	晴	8:00	22.0 ℃	24.0 ℃	
	昼	晴	13:00	22.0 ℃	28.0 ℃	
（水）	夕	晴	17:00	22.0 ℃	25.0 ℃	
2006/6/15	朝	晴	8:00	22.0 ℃	25.0 ℃	
	昼	晴	13:00	22.0 ℃	29.0 ℃	
（木）	夕	晴	17:00	22.0 ℃	26.0 ℃	
2006/6/16	朝	晴	8:00	22.0 ℃	25.0 ℃	
	昼	晴	13:00	22.0 ℃	29.0 ℃	
（金）	夕	晴	17:00	22.0 ℃	26.0 ℃	
2006/6/17	朝			℃	℃	
	昼			℃	℃	
（土）	夕			℃	℃	
2006/6/18	朝			℃	℃	
	昼			℃	℃	
（日）	夕			℃	℃	
2006/6/19	朝	晴	8:00	22.3 ℃	25.0 ℃	
	昼	晴	13:00	22.3 ℃	29.0 ℃	
（月）	夕	晴	17:00	22.3 ℃	26.0 ℃	
2006/6/20	朝	晴	8:00	22.4 ℃	25.0 ℃	
	昼	晴	13:00	22.4 ℃	29.0 ℃	
（火）	夕	晴	17:00	22.4 ℃	26.0 ℃	
2006/6/21	朝	晴	8:00	22.5 ℃	25.0 ℃	
	昼	晴	13:00	22.5 ℃	29.0 ℃	
（水）	夕	晴	17:00	22.5 ℃	26.0 ℃	

図-3.6.4　コンクリート打設管理記録　コンクリート打設管理表（その 3）（記入例）[3)]

サンプル

ひび割れ調査票（その1）

リフト毎に記入

記録シート⑤

第2リフト

事務所名	山口土木建築事務所			路線・河川	山口宇部線
工事名	道路改良工事	工区	1	施工箇所	山口市〇〇
請負者	〇〇建設(株)			工期	H18.4 ～ H19.3
構造物名	〇〇橋 A1橋台				

ひび割れ概要図

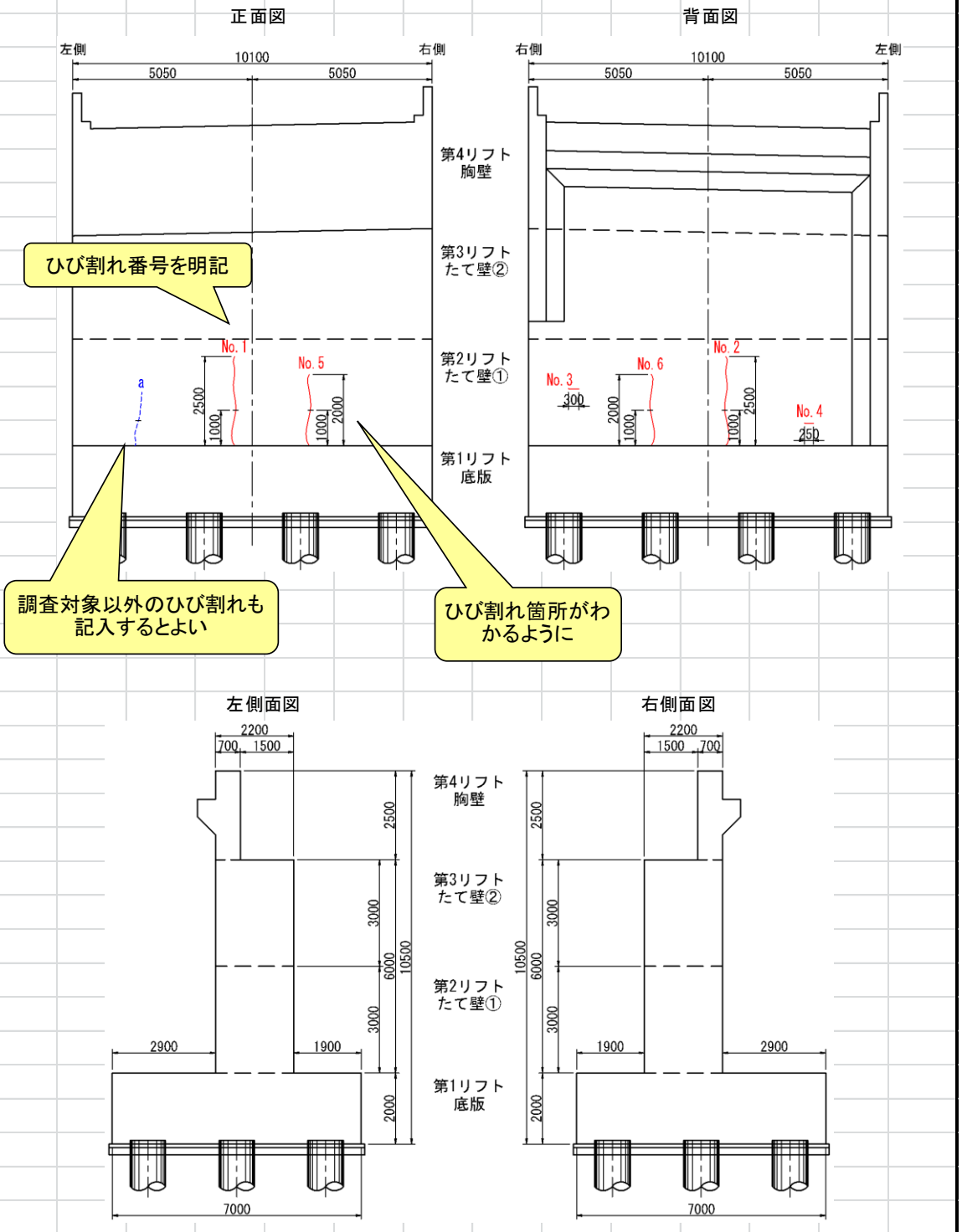


図-3.6.5　コンクリート打設管理記録　ひび割れ調査票（その 1）（記入例）[3)]

サンプル

ひび割れ調査票（その2）　　記録シート⑥

第2リフト

番号	発見日	形状	調査箇所	ひび割れ調査						補修日
					①	②	③	④	⑤	
No. 1	2006/6/1	貫通	正面	調査日	2006/6/1	2006/6/8	2006/6/15	2006/6/22	2006/6/29	2006/7/25
		縦方向		幅	0. 15mm	0. 15mm	0. 15mm	0. 20mm	0. 25mm	
No. 2	2006/6/1	貫通	背面	調査日	2006/6/1	2006/6/8	2006/6/15	2006/6/22	2006/6/29	2006/7/25
		縦方向		幅	0. 15mm	0. 15mm	0. 20mm	0. 20mm	0. 20mm	
No. 3	2006/6/1	沈下	背面	調査日	2006/6/1	2006/6/8				2006/6/16
		横方向		幅	0. 20mm	0. 20mm				
No. 4	2006/6/1	沈下	背面	調査日	2006/6/1	2006/6/8				
		横方向		幅	0. 15mm	0. 15mm				
No. 5	2006/6/15	貫通	正面	調査日	2006/6/15	2006/6/22	2006/6/29	2006/7/6	2006/7/13	2006/7/25
		縦方向		幅	0. 10mm	0. 10mm	0. 10mm	0. 20mm	0. 20mm	
No. 6	2006/6/22	貫通	背面	調査日	2006/6/22	2006/6/29	2006/7/6	2006/7/13	2006/7/20	
		縦方向		幅	0. 10mm	0. 10mm	0. 10mm	0. 10mm	0. 10mm	
No. 7				調査日						
				幅						
No. 9				調査日						
				幅						
No. 10				調査日						
				幅						
No. 11				調査日						
				幅						
No. 12				調査日						
				幅						
No. 13				調査日						

貫通等、ひび割れ形状がわかるように

ひび割れ計測箇所がわかるように

補修した場合には日付を入力

観察日を記入

発見したひび割れ等、自由に記入

回	観察日	備　考
1	2006/6/1	No. 1:0. 15, No. 2:0. 15, No. 3:0. 20, No. 4:0. 15 →調査対象
2	2006/6/8	No. 5:0. 05mm →調査対象外
3	2006/6/15	No. 5:0. 10mm→調査対象 No. 6:0. 05mm →調査対象外
4	2006/6/22	No. 6:0. 10mm→調査対象
5	2006/7/25	a:0. 05mm→調査対象外
6	2006/8/25	a:0. 05mm→変化なし その他新規ひび割れなし

回	観察日	備　考
7	2006/9/25	完成検査前観察 →新規ひび割れなし
8		
9		
10		
11		
12		

完成検査前の観察

初期観察以後の観察

図-3.6.6　コンクリート打設管理記録　ひび割れ調査票（その 2）（記入例）[3)]

3.7　チェックシートによる施工状況把握

抑制対策の 3 要素のうち③の「確実な施工の実施」は，コンクリート標準示方書［施工編］に示された基本事項を遵守するもので，施工由来のひび割れや，コールドジョイントや砂すじなどの施工時に生じる不具合が減少する効果を期待できる。

公共工事の発注者は，契約の適正な履行を目的として，工事ごとに「監督職員」を置き，工事の段階に応じて，施工状況の確認及び把握を行う「段階確認」や「施工状況把握」等を実施している[6),7)]。

このうち施工状況把握は，現場での立会いもしくは施工者が提出した資料により，施工状況について契約図書との適合を監督職員が認識することである。山口県では，実施する頻度を構造物の種類と作業工程に応じて定めており，橋台やボックスカルバートなどの構造物のコンクリート打込みについては，1 構造物 1 回以上，必要に応じて 1 ロットごとに行うこととしている[6)]。

通常の場合，施工状況把握では，それぞれの監督職員の技術力や経験などによって，把握する範囲や精度が異なる。施工状況把握は，段階確認のように，監督職員が施工者に対して了解や指示を行うものでないため，厳密な取扱いを定める必要はなく，定めることで運用が過度に硬直化することを避けるという面では，従来の方法は適切であると言える。

しかし，システムを運用していくためには，施工状況把握における監督職員のチェック項目やレベルをあわせ，職員間のばらつきによる現場の混乱を防止することを優先すべきであると考え，図-3.7.1 に示す施工状況把握チェックシート（以下，「チェックシート」と記す）を考案し，使用することにした[3)]。なお，用語をコンクリート標準示方書に準拠させるための改訂を 2013 年度に行い，それ以降は図-3.7.2 に示す H25 版[4)]を使用している。

チェックシートは，コンクリート標準示方書［施工編］に示される施工の基本事項から 27 項目を抽出し，現場での使いやすさに配慮して A4 版用紙 1 枚に収めた。この 27 項目は，試験施工の施工状況調査において遵守されない事例があったものから，品質への影響が大きいと想定されるものを選定している。

監督職員は，現場に臨場して打込み状況を観察し，各項目が遵守されていれば○，そうでなければ改善すべき事項を記入する。観察が丁寧に行われるための工夫として，6 項目については作業人員などの数値を確認して記入することにしている。

チェックシートは県ホームページで公開しており[4)]，発注者と施工者がチェック項目の情報を共有するフェアなシステムになっている。施工状況把握の際に発注者がチェックする項目があらかじめ明らかになっていることで，施工者の多くはこの 27 項目を意識して，バイブレータや足場板などの資器材の準備や，作業員との作業打合せなどの「段取り」を従来よりも綿密に行うようになっている。

チェックシートによる施工状況把握の結果は，半年ごとに全県分を集計し，県ホームページにおいて，図-3.7.2 により公表している[4)]。

図の上方には，該当の期間（図では，2014 年度下半期）の項目ごとの改善指示件数，および 8 年間の改善指示件数の推移を示している。

該当期間の改善指示件数では，最も多いのが 7 件，続いて 6 件，5 件，4 件であるが，この 4 項目とも締固め段階の項目である。

8 年間の改善指示件数では，運用開始の 2007 年度（H19）に改善指示が 10 件以上となっている項目数は，準備段階が 1，打込み段階が 2，締固め段階が 4 の合計 7 項目と非常に多いが，2 年目の 2008 年度に減少を始め，2009 年度からは減少した状態が継続している。

また図の下方には，27 項目のうち改善指示が 1 項目以上あったロット（リフト）を「改善指示あり」，改善指示が全くなかったロット（リフト）を「改善指示なし」として，過去 8 年間の推移を示している。項目ごとの改善指示件数と同様に，2009 年度以降には減少した状態が継続している。

【施工状況把握チェックシート（コンクリート打設時）】

事務所名	山口土木建築事務所				工事名	○○県道 道路改良工事		工区	1
構造物名	○○橋　A1橋台				部位	たて壁		リフト	2
請負者	○○建設(株)				確認者	○○技師			
配合	27-8-20BB				確認日時	2006/5/25(木) 7:30～12:00			
打込み開始時刻	予定	8:00	実績	9:10	打設開始時気温	22.0℃	天候	曇のち晴	
打込み終了時刻	予定	12:00	実績	13:30	打設量(m3)	100	リフト高(m)	3.0	

施工段階	チェック項目	記述	確認
準備	運搬装置・打込み装置は汚れていないか。	－	○
	吸水するおそれのある箇所は湿らせているか。	－	○
	打設面に水がたまっていないか。	－	○
	型枠内部に、木屑や結束線等の異物はないか。	－	※1
	かぶり内に結束線はないか。	－	○
	既コンクリート表面のレイタンス等は取り除き、ぬらしているか。	－	○
	コンクリート打設作業人員に余裕を持たせているか。	5人	○
	バイブレータの予備を準備しているか。	4台中1台	○
	発電機のトラブルがないよう、事前にチェックをしたか。	－	○
運搬	練混ぜはじめてから打ち終わるまでの時間は適切か。	50分	○
打込み	ポンプや潤滑性を確保するため、先送りモルタルの圧送等の処置を施したか。	－	○
	鉄筋や型枠は乱れていないか。	－	○
	垂直かつ打込み位置近くに打設し、横移動させていないか。	－	○
	一区画内のコンクリートは、打込みが完了するまで連続して打ち込んでいるか。	－	○
	コンクリートの表面が水平になるように打込んでいるか。	－	○
	一層の高さは、40～50cm以下か。	50cm	○
	2層以上に分けて打ち込む場合は、上層のコンクリートの打込みは、下層のコンリートが固まり始める前に行っているか。	－	○
	ポンプ配管等の吐出口から打込み面までの高さは、1.5m以下としているか。	約1.8m	※2
	表面にブリーティング水がある場合には、これを取り除いてからコンクリートを打ち込んでいるか。	－	○
締固め	バイブレーターを下層のコンクリートに10cm程度挿入しているか。	－	○
	バイブレーターは鉛直に挿入し、挿入間隔は50cm以下か。	－	○
	締め固め作業中に、振動機を鉄筋等に接触させていないか。	－	○
	バイブレーターでコンクリートを横移動させていないか。	－	○
	1箇所当りの振動時間は、5～15秒か。	－	○
	バイブレータは、穴が残らないように徐々に引き抜いているか。	－	○
養生	硬化を始めるまでに乾燥するおそれがある場合は、シート等で日よけや風よけを設けているか。	－	○
	コンクリートの露出面を湿潤状態に保っているか。	－	○
	湿潤状態を保つ期間は適切か。	10日間	○
	型枠および支保工の取外しは、コンクリートが必要な強度に達した後であるか。	－	○
要改善事項等	※1　型枠内部に結束線(3本)が落ちていたため、打設前に取り除かせた。 ※2　排出口から打込み面までの高さが、明らかに1.5m以上であるため、口答で改善指示した。 上記※1、※2についての改善と、次回打設時も施工状況把握を行うことを、工事打合せ簿にて指示する。		

養生については、後日記入をする。

図-3.7.1　施工状況把握チェックシート（記入例）[3)]

【施工状況把握チェックシート（コンクリート打込み時）】

事務所名	○○土木建築事務所			工事名	県道○○線　道路改良工事	工区	1
構造物名	○○橋　A1橋台			部位	たて壁	リフト	2
受注者	○○建設（株）			確認者	○○技師		
配合	27-8-20BB			確認日時	2012/10/11（木）　7:30～13:30		
打込み開始時刻	予定	8:00	実績	8:10	打込み開始時気温	22.0℃	天候	曇のち晴
打込み終了時刻	予定	12:00	実績	12:20	打込み量（m^3）	80	リフト高（m）	3.0

施工段階	チェック項目	記述	確認
準備	運搬装置・打込み設備は汚れていないか。	－	○
	型枠面は湿らせているか。	－	○
	型枠内部に、木屑や結束線等の異物はないか。	－	※1
	かぶり内に結束線はないか。	－	○
	硬化したコンクリートの表面のレイタンス等は取り除き、ぬらしているか。	－	○
	コンクリート打込み作業人員（※）に余裕を持たせているか。	8人	○
	予備のバイブレータを準備しているか。	4台中1台	○
	発電機のトラブルがないよう、事前にチェックをしているか。	－	○
運搬	練り混ぜてから打ち終わるまでの時間は適切であるか。	50分	○
打込み	ポンプや配管内面の潤滑性を確保するため、先送りモルタルの圧送等の処置を施しているか。	－	○
	鉄筋や型枠は乱れていないか。	－	○
	横移動が不要となる適切な位置に、コンクリートを垂直に降ろしているか。	－	○
	コンクリートは、打込みが完了するまで連続して打ち込んでいるか。	－	○
	コンクリートの表面が水平になるように打ち込んでいるか。	－	○
	一層の高さは、50cm以下としているか。	50cm	○
	2層以上に分けて打ち込む場合は、上層のコンクリートの打込みは、下層のコンクリートが固まり始める前に行っているか。	－	○
	ポンプ配管等の吐出口から打込み面までの高さは、1.5m以下としているか。	約1.8m	※2
	表面にブリーディング水がある場合には、これを取り除いてからコンクリートを打ち込んでいるか。	－	○
締固め	バイブレータを下層のコンクリートに10cm程度挿入しているか。	－	○
	バイブレータを鉛直に挿入し、挿入間隔は50cm以下としているか。	－	○
	締固め作業中に、バイブレータを鉄筋等に接触させていないか。	－	○
	バイブレータでコンクリートを横移動させていないか。	－	○
	バイブレータは、穴が残らないように徐々に引き抜いているか。	－	○
養生	硬化を始めるまでに乾燥するおそれがある場合は、シートなどで日よけや風よけを設けているか。	－	○
	コンクリートの露出面を湿潤状態に保っているか。	－	○
	湿潤状態を保つ期間は適切であるか。	10日間	○
	型枠および支保工の取外しは、コンクリートが必要な強度に達した後であるか。	－	○
要改善事項等	※1　型枠内部に結束線（3本）が落ちていたため，打込み前に取り除かせた。 ※2　排出口から打込み面までの高さが，明らかに1.5m以上であるため，口頭で注意したところ、是正された。 上記※1，※2についての是正を確認するため，次回打込み時も施工状況把握を行うことを，工事打合せ簿にて通知する。		

養生については、後日記入をする。

※コンクリート打込み作業人員　・・・　コンクリートの打込み・締固め作業時の人員のうち、直接作業に携わらない者（監理・主任技術者やポンプ車運転手等）を除いた人員

図-3.7.2　施工状況把握チェックシート（H25 版）（記入例）[4)]

平成２６年度　下半期
施工状況把握チェックシート（コンクリート打込み時）　集計

●打込みロット数　88　着色　ワースト項目

施工段階	チェック項目	要改善件数	要改善件数全体にしめる割合（%）	（参考）要改善件数の推移 H19	H20	H21	H22	H23	H24	H25	H26
				打込みロット数 280	443	368	226	246	158	221	177
準備	運搬装置・打込み設備は汚れていないか。	0	0.0%								
	型枠面は湿らせているか。	0	0.0%	4	7		3	2			
	型枠内部に、木屑や結束線等の異物はないか。	3	8.1%	12	6	6	2	5	1	4	3
	かぶり内に結束線はないか。	3	8.1%	7	2	6	3		2	4	3
	硬化したコンクリートの表面のレイタンス等は取り除き、ぬらしているか。	0	0.0%	3	4	1	1		1		
	コンクリート打込み作業人員に余裕を持たせているか。	0	0.0%			2	2				
	予備のバイブレータを準備しているか。	1	2.7%			1	2	3	2	1	1
	発電機のトラブルがないよう、事前にチェックをしているか。	0	0.0%	5	1		1			1	
運搬	練り混ぜてから打ち終わるまでの時間は適切であるか。	0	0.0%								
打込み	ポンプや配管内面の潤滑性を確保するため、先送りモルタルの圧送等の処置を施しているか。	0	0.0%	2							
	鉄筋や型枠は乱れていないか。	3	8.1%	1	1	4	1		1	2	3
	横移動が不要となる適切な位置に、コンクリートを垂直に降ろしているか。	1	2.7%	12	7	3	3	2	1	3	1
	コンクリートは、打込みが完了するまで連続して打ち込んでいるか。	0	0.0%	1		1					
	コンクリートの表面が水平になるように打ち込んでいるか。	0	0.0%	1	2	1					
	一層の高さは、50cm以下としているか。	1	2.7%	21	2	1	3	2	2		1
	2層以上に分けて打ち込む場合は、上層のコンクリートの打込みは、下層のコンクリートが固まり始める前に行っているか。	0	0.0%		2						
	ポンプ配管等の吐出口から打込み面までの高さは、1.5m以下としているか。	0	0.0%	1	8	2				3	
	表面にブリーディング水がある場合には、これを取り除いてからコンクリートを打ち込んでいるか。	1	2.7%	4	6	8	2	1	1	1	1
締固め	バイブレータを下層のコンクリートに10cm程度挿入しているか。	2	5.4%	9	8	8	2	1	1	2	2
	バイブレータを鉛直に挿入し、挿入間隔は50cm以下としているか。	4	10.8%	22	13	10	4		1	4	4
	締固め作業中に、バイブレータを鉄筋等に接触させていないか。	7	18.9%	31	19	6	4		4	5	7
	バイブレータでコンクリートを横移動させていないか。	5	13.5%	10	15	3	2			2	5
	バイブレータは、穴が残らないように徐々に引き抜いているか。	6	16.2%	13	29	6	5	1	2	5	6
養生	硬化を始めるまでに乾燥するおそれがある場合は、シートなどで日よけや風よけを設けているか。	0	0.0%	4	1	1	1				
	コンクリートの露出面を湿潤状態に保っているか。	0	0.0%	1				1	1		
	湿潤状態を保つ期間は適切であるか。	0	0.0%	1				8			
	型枠および支保工の取外しは、コンクリートが必要な強度に達した後であるか。	0	0.0%								
	計	37		165	134	70	41	26	20	37	37

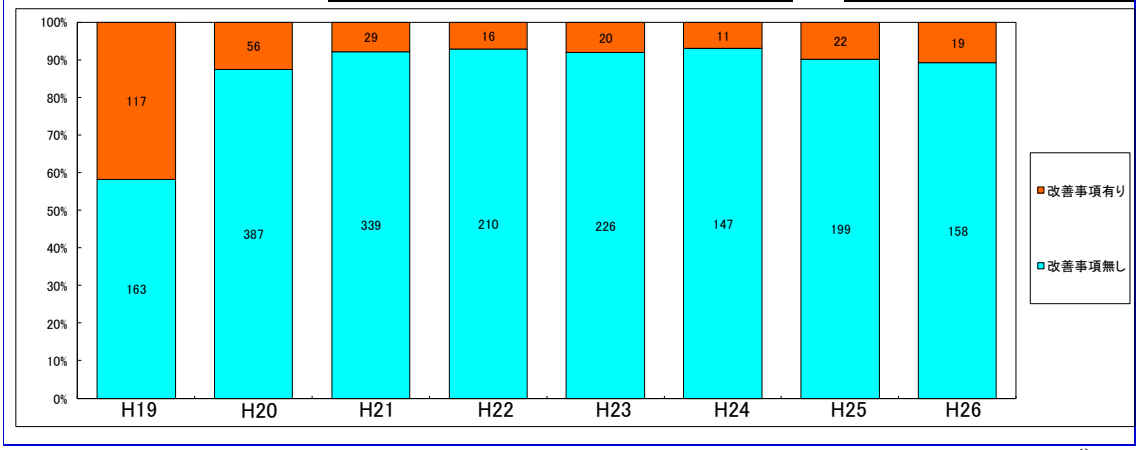


図-3.7.3　施工状況把握チェックシート（コンクリート打込み時）集計 4)

3.8　ひび割れ調査・補修基準

2001 年の国土交通省通達以降，表-2.1.2 の「土木コンクリート構造物の品質確保について」の 4 に関する運用内容に示した『0.2mm 以上のひび割れ幅について，展開図を作成するものとし，展開図に対応する写真についても提出させること』によって，0.2mm 以上が調査対象とされていたが，ひび割れの発見時から工事完成までの間にひび割れ幅が進展することが多いことなどから，0.2mm 未満のひび割れであっても自主的に調査を行う施工者や，調査を要求する監督職員がおり，実態はあいまいな運用になっていた。

また，補修を行う基準は示されておらず，運用は個別に施工者と発注者の協議により決まるため，不統一な運用になっていた。

運用を開始するにあたり，調査・補修の規準を設定する必要があると考え，第 6 節に基準を示した。

図-3.8.1 に示すように観察・初期観察・調査・補修の関係を定め，初期観察の期間と頻度を表-3.8.2，調査・補修の規準を表-3.8.3 及び表-3.8.4 のように具体的に示した。

表-3.8.3 において，調査の規準は最大ひび割れ幅 0.10mm 以上あるいは 0.15mm としており，従来の 0.20mm と異なっているが，これは工事完了後の温度・乾燥収縮によるひび割れの進展を考慮した設定が必要と考えたことによる。

観察と初期観察は,「対策資料」において独自に採用したもので，ひび割れが発生しているか，発生していれば調査基準に該当するかを確認する行為である。図-3.6.6 の打設管理記録ひび割れ調査票（その 2）に観察日を記載する欄を設け，適切に観察が行われたことを記録することにしている。

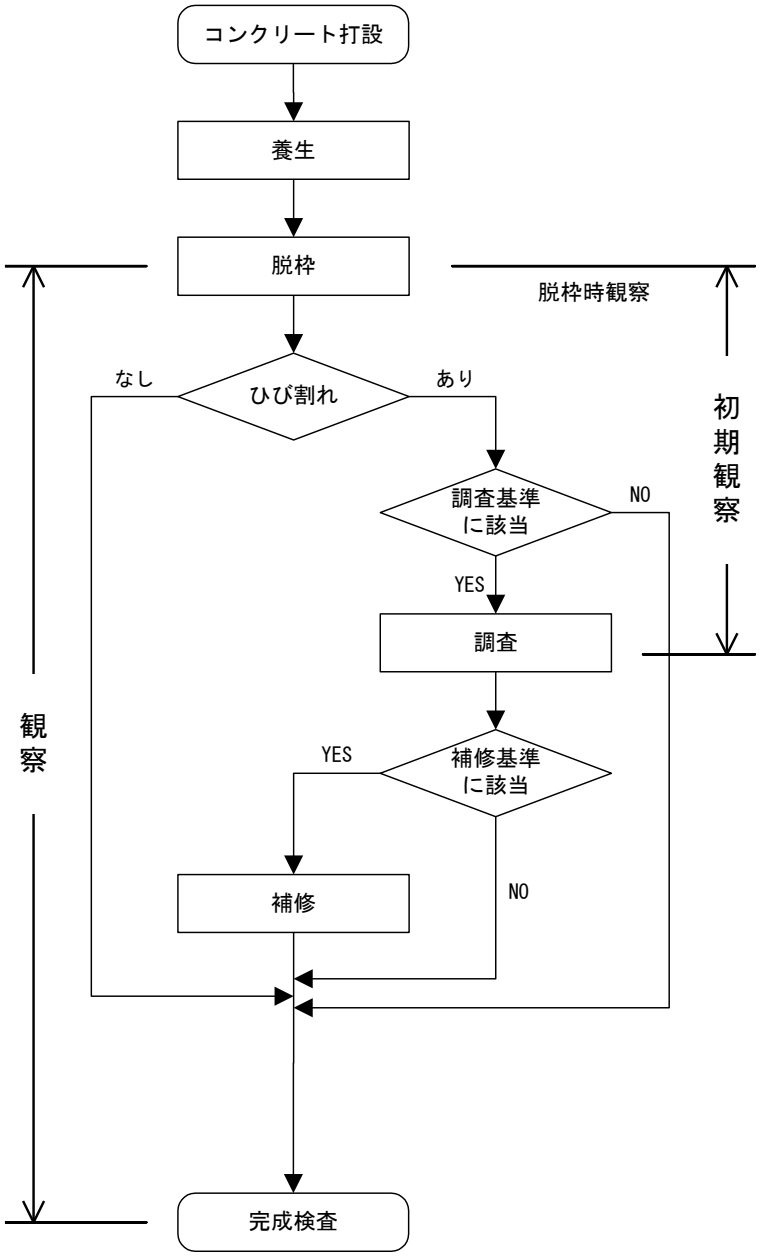


図-3.3.1　ひび割れの観察・調査・補修の関係 3)

表-3.3.2　初期観察の期間・頻度 3)

ひび割れ形態	期間	頻度
貫通ひび割れ	コンクリート打設後 4 週間	脱枠時および週 1 回 ※
表面ひび割れ	コンクリート打設後 10 日間	脱枠時および打設 10 日後 ※
沈下ひび割れ	―	脱枠時

表-3.3.3　調査の期間・頻度および基準 3)

	ひび割れ形態	構造形態	鉄筋有無	期間	頻度	基準
①	貫通ひび割れ	下端を拘束された壁状構造物	有	発見後4週間	週1回	最大ひび割れ幅0.10㎜以上または水漏れ
②			無			
③	表面ひび割れ	下端の拘束力が小さいスラブ構造物	有	発見後5日間	2回	最大ひび割れ幅0.15㎜以上
④		ラーメン構造の頂版部	有	発見後4週間	週1回	最大ひび割れ幅0.15㎜以上
⑤	沈下ひび割れ	ｾﾊﾟﾚｰﾀｺｰﾝや鉄筋を有する構造物	有	発見後5日間	2回	最大ひび割れ幅0.15㎜以上

表-3.3.4　補修基準 3)

ひび割れ形態	鉄筋有無	補修基準	備　考
貫通ひび割れ	有	最大ひび割れ幅0.15㎜以上または水漏れ	止水性 耐久性
	無	最大ひび割れ幅0.15㎜以上または水漏れ	止水性
表面ひび割れ	有	最大ひび割れ幅0.20㎜以上	耐久性
沈下ひび割れ	有	最大ひび割れ幅0.20㎜以上	耐久性

3.9　規準書

ひび割れ抑制システムの規準書である「対策資料」[3)]は，表-3.9.1 に示すように 6 章で構成されており，それぞれの章と本論文の記載箇所との関係を示している。

表-3.9.1　対策資料の各章と本論文の記載箇所の関係

「対策資料」	本論文の記載箇所
第 1 節　概要	3.3
第 2 節　打設時期による抑制	3.3.2
第 3 節　材料等による抑制	3.3.3　3.7
第 4 節　施工の基本事項の遵守	3.3.4
第 5 節　コンクリート打設管理記録	3.5　3.6
第 6 節　ひび割れ調査・補修基準	3.8

これまで山口県では，県独自の規準や運用を定めたものを「手引き」あるいは「マニュアル」と名付けるのが通例であったが，この規準書には「対策資料」という名称を使用した。

これは，運用開始にあたって，暫定的な基準を設定し，運用を進めながら基準の見直しをする方法を採用したことから，「対策資料」の内容が抑制対策を検討する際に参照する資料に留まっていることを，名称としても明らかにしたいと考えたからである。言い換えれば，条件を当てはめるだけで抑制対策の詳細が自動的に得られるというような誤解が生じることを防止しようと考えたことになる。

特に，第 3 節では，抑制対策の選定基準について「望ましい」や「判断される」など断定を避けた表現を使用しており，解説書のような内容になっている。

規準の根拠の多くは実構造物を用いた試験施工で得られた成果を基にしているが，実構造物による検証は，貴重な情報が得られる反面，実験室で行う試験体を用いる試験に比べて，検証できるサンプル数が限定されることや，ひび割れが標準仕様よりも増えるようなマイナスの効果を有する対策を選択できないという制約があり，運用後の施工結果も含めた長期間にわたって得られた成果を根拠に，適切な基準に見直していくことが必要になる。

また，第 6 節において，ひび割れが生じた場合に，調査あるいは補修を行う対象にする基準を定めた。

3.10　運用

3.10.1　発注仕様

運用開始にあたって,従来の事務手続きなどを改訂するため,「対策資料」の制定の他に,2009 年 4 月 2 日に表-3.10.1 に示す 4 件の文書を発出した。

①②③は発注仕様に関するもの，④は 3.10.2 検査・成績評定に関するものである。

①の「土木コンクリートの構造物の品質確保について」では，2.1.2 で述べた 2001 年 7 月に山口県が通知した同名の文書について,「対策資料」の「第 6 節ひび割れ調査・補修基準」に基づいて改訂を行った。

表-2.1.1 に示した実施内容のうち 4 を表-3.10.2 のとおり変更するとともに，表-2.1.2（同年 12 月に内容の一部が表-2.1.3 に修正されている。）の運用の内容を，表 3.10.3 に示すように変更した。

表-3.10.2 に示した記述の変更において，当初文書の『工事完成後の維持管理にあたっての基礎資料とするため』を改訂文書では削除している。これは，ひび割れ抑制システムでは，ひび割れ発生状況の情報もデータベースに蓄積し，その後に新設するコンクリート構造物の設計・施工の参考資料として活用するので，維持管理の基礎資料への活用に限定した表現を避けたからである。しかし，2.1.2 で述べたように維持管理への引継ぎは重要であり，改訂文書では記述を削除するのではなく，維持管理基礎資料および新設参考資料の両方の目的を明示した記述にすることが適切であると考えている。

②の「コンクリート打設時の施工状況把握について」は，コンクリート打込みの施工状況把握について，3.7 で述べたチェックシートを用いて行うことを義務付けるものである。

③の「土木コンクリート構造物の品質確保に関する工事特記仕様書記載例について」は,ひび割れ抑制対策を実施する工事の発注において，工事ごとに内容が異なる発注仕様を特記仕様書に記載する際の参考として，図-3.10.1 および図-3.10.2 の記載例を示したものである。

表-3.10.1　運用開始にあたって発出した文書

番号	文書名
①	土木コンクリート構造物の品質確保について（通知）
②	コンクリート打設時の施工状況把握について（通知）
③	土木コンクリート構造物の品質確保に関する工事特記仕様書記載例について（送付）
④	工事成績評定に使用する「工事成績採点の考査項目の考査項目別運用表（土木工事用）」の改訂について（通知）

表-3.10.2　「土木コンクリート構造物の品質確保について」の 4 の改訂

	当初文書（2001 年）	改訂文書（2009 年）
表題	ひび割れ発生状況の調査	ひび割れ発生状況の観察および調査
記述	工事完成後の維持管理にあたっての基礎資料とするため，重要構造物についてはひび割れ発生状況の調査を請負者に実施させるものとし，調査結果を完成検査時に提出させること。	ひび割れ発生状況の観察及び調査を請負者に実施させるものとし,その結果を完成検査時に提出させること。

表-3.10.3　「土木コンクリート構造物の品質確保について」の改訂後の運用内容

項目	内容
4	ひび割れ発生状況の観察及び調査の実施は，コンクリート構造物ひび割れ抑制対策資料（以下，「対策資料」という。）の第 6 節ひび割れ調査・補修基準を参考にして，以下によること。
1）	適用範囲 　鉄筋構造物及び水密性を有する無筋構造物を対象とするものとする。ただし，仮設構造物など，特に耐久性を必要としないものは対象外とする。
2）	観察 　対策資料に示すように，コンクリート打設後に，ひび割れ発生の有無を確認し，また，補修したひび割れの進展について確認するものとする。観察結果は対策資料の記録シートにより提出させる。
3）	調査 　特記仕様書に各構造物について調査の期間・頻度・基準を示し，基準に達したひび割れについて調査を行うものとし，その結果を対策資料の記録シートにより提出させる。 　調査するひび割れは，ひび割れ幅調査位置及びひび割れ端部（始点，終点）にマーキングを行うこととする。 　補修基準に達したひび割れは，補修前にスケッチ図作成及び写真撮影し，提出するものとする。また，監督職員が立会し，ひび割れ幅及びひび割れ延長の確認を行うこと。
4）	調査・補修費用 　ひび割れ発生状況の調査及び補修に要する費用は原則として請負者の負担とする。 　ただし，当該ひび割れが請負者の責によらないことが明らかな場合には別途積み上げ計上すること。
5）	適用 　この通知は，平成 19 年 4 月 2 日以降に発注する工事に適用する。 　今回の改訂に伴い，別添様式-2 のひび割れ調査票（1）~（5）は削除する。

特記仕様書(記載例)

請負者は、コンクリート構造物の品質確保に関する以下の項目を実施するものとする。

1　水セメント比

下表のとおり、水セメント比を満足する生コンクリートを選定し、材料承諾願いに水セメント比を明示すること。

構造物	W/C
橋台躯体	55%以下
逆T式擁壁	55%以下
重力式擁壁	60%以下

2　テストハンマーによる強度推定調査

下表の構造物について、テストハンマーによる調査を行うこと。

構造物	調査箇所数	監督職員立会い回数
A1橋台	3	1
A2橋台	3	1

この事例では、
逆T式擁壁は、高さ4mで、テストハンマーの調査不要。
重力式擁壁は、ひび割れ抑制対策対象外。
としている。

1）測定方法は、JSCE－G504によること。
2）測定時期は、材齢28～91日間に行うこと。
3）構造物ごとに別添様式－1により調査票を作成し、完成検査時に提出すること。
4）試験結果の平均値が設計基準強度を下回った場合と、1回の試験結果が設計基準強度の85%以下となった場合は、その箇所の周辺で再調査を5箇所実施すること。再調査の試験結果でも平均値が不足する場合、あるいは1回の試験結果が85%以下の場合には、速やかに監督職員に報告し、以下に示すコアによる圧縮強度試験を行うこと。

3　コアによる圧縮強度試験（2で、所定の結果が得られない場合に実施する。）

1）監督職員の指示により、現位置のコアを採取すること。
2）監督職員の立会いのもとで、JIS　A　1107により、圧縮強度試験を行うこと。
3）構造物ごとに別添様式－1により調査票を作成し、完成検査時に提出すること。
4）平均値が設計基準強度を下回った場合、または1回の試験結果が設計基準強度の85%以下となった場合は、速やかに監督職員に協議すること。

4　打設時期の制限

下表の構造物は、ひび割れ抑制対策のため、○月○日から○月○日の間にコンクリート打設を行わないこと。

構造物
橋台躯体
逆T式擁壁

5　ひび割れ発生状況の観察及び調査

下表の構造物について、ひび割れの観察及び調査を行うこと。

図-3.10.1　特記仕様書記載例（その 1）

（用語の定義等は、コンクリート構造物ひび割れ抑制対策資料（以下、「対策資料」という。）を参照のこと。）

構造物	構造部位	対象とするひび割れ		初期観察		調査			補修基準
		形態	方向	期間	頻度	期間	頻度	基準	
A1，2橋台	胸壁	貫通	鉛直	コンクリート打設後4週間	脱枠時及び週1回	発見後4週間	週1回	最大幅0.10㎜以上または水漏れ	最大幅0.15㎜以上または水漏れ
A1，2橋台逆T式擁壁	たて壁	同上	同上	同上	同上	同上	同上	同上	同上
A1，2橋台逆T式擁壁	底版	表面	―	コンクリート打設後10日間	脱枠時及び打設10日後	発見後5日間	2回	最大幅0.15㎜以上	最大幅0.20㎜以上
A1，2橋台逆T式擁壁	共通	沈下	―		脱枠時	発見後5日間	2回	最大幅0.15㎜以上	最大幅0.20㎜以上

1）上表以外のひび割れが発生した場合には、ひび割れの原因を検討の上、調査の期間・頻度・基準について監督職員に協議すること。
2）上表に示した初期観察及び調査の期間を、工程上の理由により短縮したい場合には、監督職員に協議すること。
3）初期観察の後も、工事完成までの間、観察を行うこと。
4）観察及び調査の結果は、対策資料の記録シートに記入し、その都度監督職員に報告すること。
また、完成検査時に記録シートを提出すること。
5）ひび割れが補修基準に達した場合には、記録シートを添付して、速やかに監督職員に報告し、監督職員の立会いを受けること。
6）ひび割れ補修前には、スケッチ図を作成し、また写真撮影し、監督職員に提出すること。
また、補修前に、監督職員の立会いにより、ひび割れ幅及びひび割れ延長の確認を受けること。
7）ひび割れの補修については、時期及び方法を検討の上、監督職員に協議すること。

6　コンクリート内部温度計測
1）打設後のコンクリート内部温度を把握しながら施工管理することは、対策資料第5節に示すように温度ひび割れが生じやすい構造物では効果が期待できるが、実施については請負者の任意とする。 実施する場合の、計測方法についても、対策資料で推奨するものに限定しない。
2）実施する場合は、計測方法について施工計画書に記載すること。

7　コンクリート打設時の施工状況把握
下表の構造物は、コンクリート打設時に臨場により施工状況把握を行う。

構造物	実施予定
橋台躯体	各橋台の底版及びたて壁第1ロット
逆T式擁壁	第1ロット

1）一般監督工事としているが、低入札価格調査対象工事等の理由により重点監督に変更する場合がある。その場合には、上表の実施予定も変更する。
2）対策資料の「施工状況把握チェックシート(コンクリート打設時）」により施工状況を把握するので、主任(監理)技術者は監督職員の質問に適確に回答すること。

図-3.10.2　特記仕様書記載例（その 2）

3.10.2　検査・成績評定

2.1.3 で述べたように，成績評定制度は 2001 年 4 月に施行された適正化法に基づいて，全国の公共工事発注機関で導入が始まり，山口県では 2002 年 4 月から試行，2003 年 4 月から正式に導入した。これに伴って，検査において新たに定められた「工事成績採点の考査項目の考査項目別運用表」によって工事成績採点が行われることになった。

運用表は検査職員と監督職員が採点するものがそれぞれ定められており, 表-2.1.5 はコンクリート構造物工事の品質について検査職員が採点するものである。この第 14 項目の『クラックがある場合，進行性又は有害なクラックがなく，発生したクラックに対して適切な処置を行っている　※別紙-3 を参照　上記該当あれば・・・c』により，ひび割れ（運用表では,「クラック」）があれば，他の評価対象項目を満足している数に関係なく c 評価にする「リセット c」の運用となった。しかし,「リセット c」を適用するひび割れの程度が具体的に示されていないため，当時の検査職員は，目視できるひび割れがあればほとんどの場合，ひび割れの幅や種類に関係なく「リセット c」を適用していた。これに対して，施工者は不適切な扱いであるとして，改善の要望が強かった。

2007 年のシステム運用開始にあたり,「工事成績採点の考査項目の考査項目別運用表」の該当する箇所について，図-3.10.1 に示す改訂を行い，補修基準以上のひび割れに限定して「リセット c」を適用する扱いに変更した。

当時の施工者団体の要望は，ひび割れ幅に関係なく，適切に調査・補修を行えば,「リセット c」の適用を除外することであったが，発注者としては「施工由来のひび割れ」が混在している状況では，要望を全面的に受け入れる改善はできないと説明し，システムの運用によって「施工由来のひび割れ」の減少を確認していくことにした。

そして，運用開始から 6 年後の 2013 年 4 月に，工事成績評定を改訂した。3.7 で述べたチェックシートによる施工状況把握の集計結果から,「確実な施工の実施」が浸透し，施工由来のひび割れが減少したことが確認できたと判断し，発生したひび割れの幅が補修基準以上となった工事について，明らかに不適切な施工により発生したと判断される場合を除き,「リセット c」の適用を取りやめた。　なお，ひび割れの調査および補修費用については，表-3.10.3 の 4)の「原則として請負者の負担とする」の運用を継続している。システムでは材料による抑制対策を発注者の費用負担で講じることを定め，また，その設計資料となる規準書やデータベースなどの情報を発注者と施工者が共有しているため，その抑制対策の妥当性を施工者が確認できる。このことから，調査や補修費用について請負者（施工者）が負担することについて，施工者団体も一定の理解を示している。

また，以上で述べた発生したひび割れについての採点とは別に，2007 年のシステム運用開始において,「対策資料」で推奨するコンクリート内部温度の変化を温度センサーによって計測することにより施工管理する方法を促進するため，加点評価する運用を追加している。

具体的には，この温度計測を行う施工管理方法あるいはこれと同等以上の施工管理方法を計画，かつ実施している場合，次の評価項目を満足するとして加点評価する。

「配置技術者」（監督職員が採点）

□4）施工等にともなう創意工夫または提案をもって工事を進めている

「創意工夫」（監督職員が採点）

□16）コンクリート打設関係の工夫

「施工管理」（技術検査職員が採点）

□2）品質確保のための対策など施工に関する独自の工夫が見られる

工事成績評定の改訂

（技術検査職員「出来形及び出来ばえ　Ⅱ品質」）

従来	改訂
「リセット”c”」 （どんなものでも）クラックがあれば、他の13項目の評価に関係なく、”c”評価とする。	「限定リセット”c”」 補修基準に達したクラックに限定して、他の13個の評価項目に関係なく、”c”評価とする。
技術検査職員の＋35点/2のうち、 ”a”→”c”の場合、＋15点/2が消滅。 ”b”→”c”の場合、＋7．5点/2が消滅。 （　/2：監督職員評価と合算するため）	
□1） ・ ・ ・ □14)ｸﾗｯｸがある場合、進行性又は有害なｸﾗｯｸがなく、発生したｸﾗｯｸに対して適切な処置を行っている。 ※別紙－3を参照 上記該当あれば・・・c	□1） ・ ・ ・ ［ひび割れ抑制対策対象構造物］ □14)クラックが補修基準に達している場合、適切な補修を行っていれば、c評価とする。別紙－3参照 □15)クラックが補修基準に達している場合、適切な補修が行われていなければ、dまたはe評価とする。 別紙－3参照
【別紙－3】 3．コンクリート構造物のクラックについて （1）クラックが発生した構造物では、進行性または有害なクラックがなく、クラックに対して適切な処置が行われていれば、c評価とする。 （2）進行性または有害なクラックがある場合、無処理の場合は、状況に応じて、dまたはe評価とする。	【別紙－3】 3．コンクリート構造物のクラックについて 3－1　鉄筋構造物及び水密性を要求する無筋構造物 （1）クラックが調査基準に達していない場合、評価対象から除外する。 （2）クラックが調査基準に達しているが補修基準に達していない場合、発生したクラックの調査が適切に行われていれば、評価対象から除外し、調査が不適切あるいは未実施であれば、c評価とする。 （3）クラックが補修基準に達している場合、これが適切に補修されていれば（中間検査においては、適切な補修が計画されているものを含む。）には、c評価とする。 （4）必要な補修が実施されていない場合は、状況に応じて、dまたはe評価とする。 （5）中間検査で検査を行った箇所も、完成検査時に再度確認することとし、クラックが発生・進展している場合には、これも評価対象とする。 3－2　水密性を要求しない無筋構造物 （1）原則としてクラックは、Ⅱ．品質の評価対象から除外する。ただし、打継面の分離など構造物の一体性に影響するものは、状況に応じて評価する。

図-3.10.1　考査項目別運用表の改訂内容の解説資料（2007 年度）

3.10.3　研修・講習会

システムを運用していくうえで，発注者・施工者をはじめ全ての関係者がシステムについて十分に理解することが必要である。

2005 年度の試験施工の段階では，2.1.4 で述べた「コンクリートよろず研究会」とも連携して，産学官が参加する現場見学などを開催していたが，2006 年度の運用試行から，研修と講習会を開始した。

研修は，監督職員を対象にしたもので，出先事務所ごとにコンクリート打込みの現場において，チェックシートを用いた施工状況把握の研修を行った。この研修は，2006 年度の運用試行から 2007 年度の運用開始時点で行ったが，各事務所の研修を完了して一定の効果があったと考え，それ以降はほとんど行わなかった。この休止によって，施工状況把握の形骸化という問題が生じ，研修の重要性を再認識し，また，研修方法の工夫が必要であることを痛感することになった。この課題については，3.12.1 の「監督職員の技術力」において述べる。

また，開始当時は，多くの施工者はチェックシートの内容を理解していないため，27 項目のチェック項目に配慮した段取りや施工，たとえばバイブレータの挿入位置の目印，打込む層の厚さ管理などが見られず，監督職員が施工状況を見極め，判断することが難しかった。現状では，ほとんどの施工者がチェックシートの 27 項目を意識した施工管理を行うようになっており，適切な施工が行われていることを監督職員が容易に把握できるようになっている。

講習会は，2006 年度の運用試行から，産官の各団体で共催する講習会をほぼ年 1 回の頻度で開催している。産は，山口県建設業協会・山口県土木工事管理技士会・山口県生コンクリート工業組合・山口県建設設計測量協会（2009 年度から参加）の 4 者，官は山口県・山口県建設技術センターの 2 者である。毎回，図-3.10.1 に示すように各団体から参加しており，参加者の合計は 300 人から 600 人規模となっている。

産学官の協働によるシステムであることから，講習会の講師も産学官で構成しており，基調講演はコンクリート研究者に依頼し，これ以外の演題は各団体の技術者が講師を担当している。

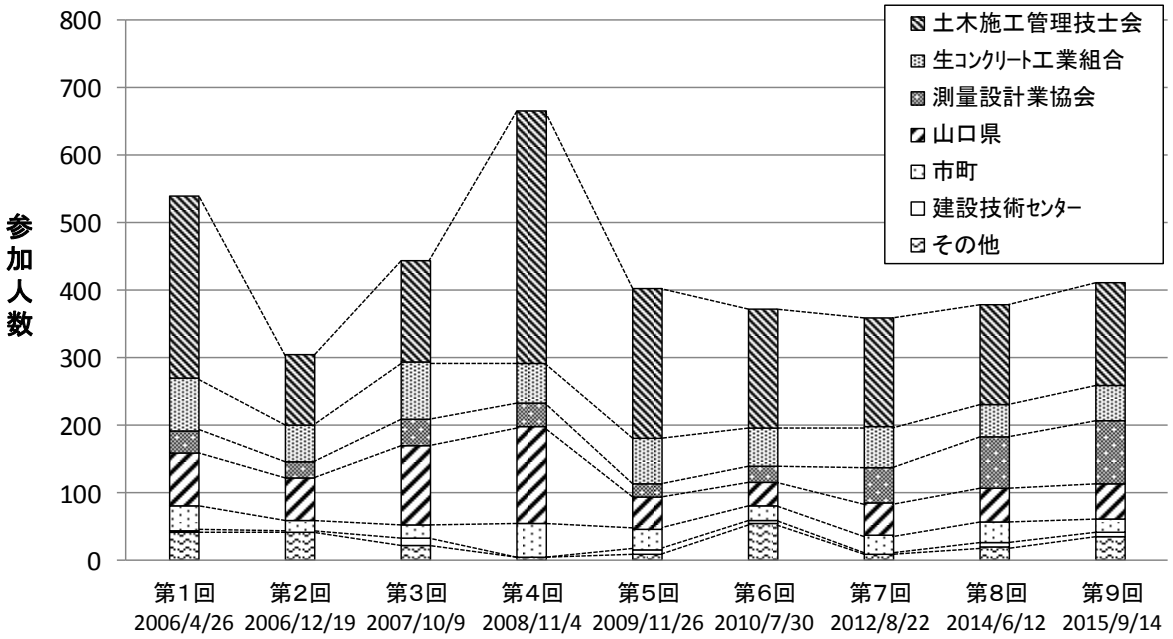


図-3.10.1　講習会の参加人数の推移

3.11　システムの特徴

3.11.1　はじめに

山口県のひび割れ抑制対策システムは，目の前の困りごとであるひび割れの問題を解決するために試験施工を始め，その成果をもとに 1 年間の試行を行って構築したものであり，システムの詳細な構想をまとめないまま，ひび割れ問題の解決という目的を達成するための手段を考案しながら組立てたものである。

したがって，構築した手法自体が独創的であり，特徴の一つとして挙げることができるが，ここでは構築したシステムの特徴の中から，主要な 4 項目について述べる。

3.11.2　情報公表・情報共有

本論文では，情報を積極的に提供することに「情報公表」，発注者・施工者・設計者・材料製造者間で等しく情報を保有することに「情報共有」と用いている。

このうち「情報公表」については，2.1.3 で説明した適正化法において「情報の公表」という表現が使われており，情報を開示の請求を受けて提供するのではなく，庁舎など公共的な場所に自由閲覧用の書類を用意する方法や，ホームページに情報を載せることによって，提供先を限定せずに情報を提供することを意味している。

なお，「情報の公表」とは異なり，「情報公開」という用語は，「行政機関の保有する情報の公開に関する法律（情報公開法）（2001 年施行）」や各自治体が定めた類似の条例において使用されており，行政機関が保有する情報を請求者に対して提供することである。山口県でも「公表」と「公開」を区別して使用している。

どちらも行政機関が保有する情報を提供する点では同じだが，方法が能動的・受動的なものに分かれている。

山口県では、2001 年の国の情報公開法の施行よりも早い 1997 年 9 月から山口県情報公開条例に基づき公文書の開示を始めている。まず「情報公開」が先行し，次第に「情報の公表」についても県のホームページによる情報提供が進んだ。

また，2.1.3 で述べたように，適正化法に基づいて 2003 年 4 月から成績評定制度に関する要領や運用表などの情報を県ホームページなどによって公表を開始した。

したがって，2007 年のシステム運用開始時点には，システムに関する情報を積極的に提供することは，県内部でも，情報を受取る側でも，違和感なく受けとめられる状況になっており，システム運用開始と同時に県ホームページ[4)]によって情報公表することにした。

公表している情報は表-3.11.1 に示しており，発注者・施工者・設計者・材料製造者など，構造物の建設に関わる各分野の技術者がシステムを利用する際に必要な情報を共有できる。山口県のシステムの基本は，各分野の技術者全員がそれぞれの役割を果たすという「協働」であり，その実現には徹底した情報公表による情報共有が不可欠であると考えている。

表-3.11.1　「コンクリート構造物の品質確保」ページ[4)]で公表している情報
（2015 年 10 月時点）

	項目	閲覧・入手できる内容
1.	コンクリート構造物品質確保ガイド ［コンクリート構造物ひび割れ対策資料］	規準書 （旧版も掲載している）
2.	コンクリート構造物の品質確保に関する文書	県発出の文書
3.	講習会資料	講習会配布資料
4.	コンクリートひび割れ抑制対策に関する質問回答集	質問回答集
5.	関係文献等	発表論文のリスト
6.	コンクリート施工記録シート ［コンクリート打設管理記録シート］	記入用シート
7.	施工状況把握チェックシート	記入用シート 施工状況把握の集計結果
8.	コンクリート施工記録データ ［打設管理記録データ］	（「データベースを管理する山口県建設技術センターHP にリンク」
9.	施工管理のための e-learning システム	研修用の映像
10.	既設構造物による研修モデルコース	研修見学用の構造物のリストとコース案内
11.	質問票	質問用シート

（注）2014 年の品質確保システム移行前の名称を［　］で示している。

3.11.3　データの信頼性確保

3.4 で述べたように，山口県のひび割れ抑制システムでは，県内の建設会社が施工した施工記録を蓄積した共有データベースを活用するものである。

共有データにおいては，各社が自己保有のデータを使用する場合と違って，データの作成者と使用者が異なるため，信頼して使用できることが特に重要になる。

信頼性を確保するためには，ひび割れ抑制対策の三本柱の 1 要素である「確実な施工の実施」を徹底して，「施工由来のひび割れ」を減らすことが重要になる。

例えば，研修用のサンプルを作成する場合には，同じ形状の複数の試験体に対して，施工不良の程度を，例えば締固め時間を短い・標準・長いというように，段階的に変化させる。このように段階的に施工の程度を変化させれば，発生した不具合に及ぼす影響が分析できる。

しかし，実構造物においては，あらかじめ不良の程度を定めて施工されることはなく，データには施工の程度は記録されていない。また，実構造物の施工が不適切な場合には，施工の程度は均一ではなく，比較的良好な個所と不良な個所が交じり合っているため，施工の影響を確認することは難しい。

このように不適切な施工の影響が大きいデータは，データベースの利用者にとって，いわばノイズの多い精度の低いデータになり，システムの信頼性も低下させることになる。

したがって，「確実な施工の実施」によって「施工由来のひび割れ」をできる限り減少させることが重要となる。「施工由来のひび割れ」の少ない施工から得られたデータは，再現性が高いものになり，施工者の違いによらず信頼して利用することができる。

システムでは，この「確実な施工の実施」を発注者が支援するため，3.7 で述べたように独自のチェックシートを作成して，これを用いた施工状況把握を実施している。

3.11.4　義務化を避けた温度計測

システムでは，外部拘束による温度ひび割れが生じやすい橋台たて壁やボックスカルバート側壁などの壁状の部材について，3.6 で述べたようにコンクリート温度と外気温を計測して打設管理記録に記録することを推奨している。

温度計測結果は，次の 3 点で役立つ。①②は当該工事の施工管理におけるものであり，③はデータベースを参照して他の構造物のひび割れ抑制対策を検討する際のものである。

①養生期間や養生方法の設定の判断に活用する

②養生後にひび割れが発生した場合に発生原因の分析に使用する

③ひび割れ抑制設計の参考資料として活用する

システムでは，温度計測を発注仕様に組み込んで義務付けるのではなく，「推奨」の扱いとしている。義務付けにする場合は，発注仕様において計測を指定した工事から温度履歴のデータが漏れなく得られるというメリットを有するが，「手段の目的化」が生じやすくなると考えて，採用を見送った。

システムの「目的」はひび割れ抑制や品質確保により構造物の耐久性を向上することであり，温度計測はそのための「手段」の一つである。「目的」を意識しないまま「手段」である計測を行い，計測結果には関心を持たず，活用もしないという「手段の目的化」が生じれば，計測による効果は得られないことになる。また，義務感だけで計測したデータは精度が低下することも懸念される。

一方，「推奨」の扱いにした場合，温度計測を行ったデータ数は少なくなるが，施工管理に積極的に活用したデータが得られ，精度の高いデータが蓄積されることになる。

また，温度計測を行う施工管理方法あるいはこれと同等以上の施工管理方法を計画，かつ実施している場合にインセンティブを付与するために，3.10.2 で述べたように成績評定において，「配置技術者」・「創意工夫」・「施工管理」の評価項目について加点評価することにしている。

このうち「創意工夫」は，独創性のある場合に加点することが原則であるのに対し，この運用では発注者が推奨するものを実行することに適用しており，独創性に該当しないように見えるが， 以下に述べる 2005 年度の試験施工から始まった経緯をもとに，この扱いを採用している。

2005 年度の試験施工では，コンクリート内部に温度センサーを埋込み，データロガーに接続して計測を行った。当時の計測目的は，様々な対策を用いた結果の検証に限定されており，施工中にリアルタイムで計測値を把握することは予定していなかった。ところが，ある施工者から「せっかくコンクリート温度を測っているのだから，計測値を教えてほしい。コンクリート温度が気温近くに下がったことを確認してから型枠を外そうと思う。」と要請を受けた。これが契機となって，山口県では多くの施工者が①の「養生期間や養生方法の設定の判断に活用する」ことを行うようになった。

このような経緯から，温度計測を活用した施工管理方法を，試験施工に携わった施工者の共有の独創的工夫と位置付けている。

3.11.5　設計への活用

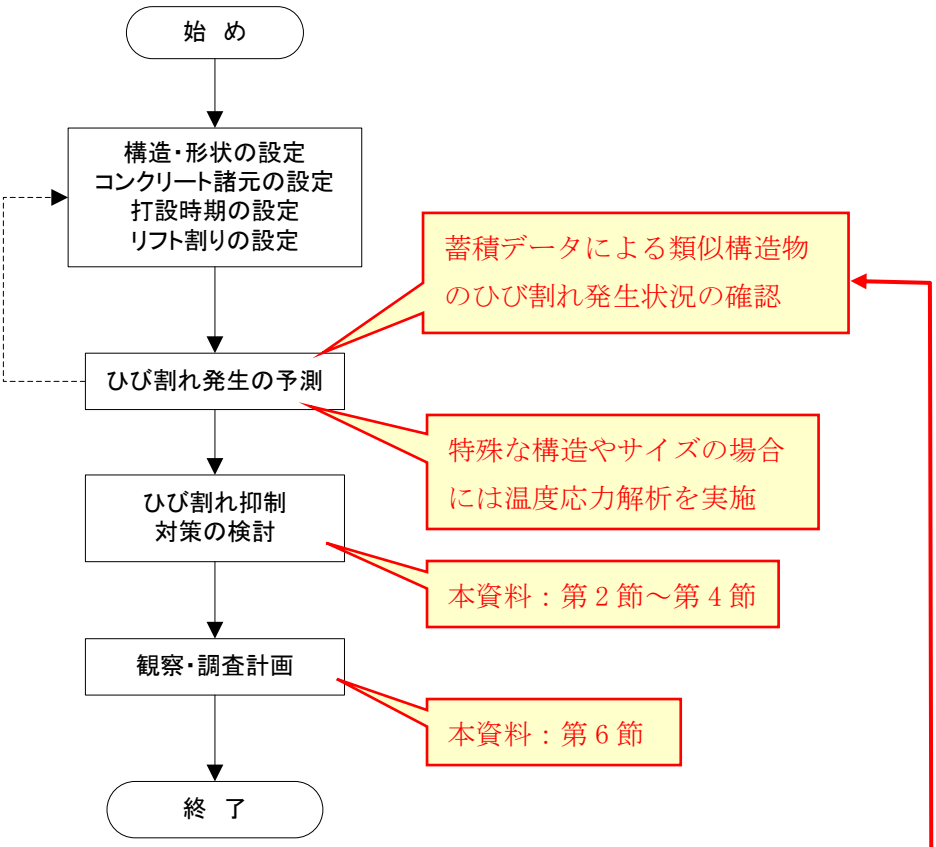
マスコンクリートの温度応力および温度ひび割れに対する検討について，システム運用前では 1.1.2（2）の基準類で述べたように，適切に実施されないことが多かったが，データベースを活用すれば, 温度応力解析によらず実績データによって検討することができる。

「対策資料」の図-3.11.1 に，設計時および施工時の業務フローと「対策資料」内容との関係が記載されている。設計時において，データベースに蓄積された類似構造物のひび割れ発生状況を確認することによって，ひび割れ発生の予測を行い，抑制対策の検討を行う方法が示されている。また,『特殊な構造やサイズの場合には温度応力解析を実施』の記述があり，温度応力解析はデータベースの蓄積データに類似構造物がない場合に限ることとしている。

山口県において実構造物の施工記録に基づいて抑制対策を検討していることは，2012 年制定コンクリート標準示方書改訂資料に，初期ひび割れの照査に関する実施例として紹介されている [8)]。また，同標準示方書［設計編］12 章初期ひび割れの照査では,「温度応力解析による照査」と「実績による照査」を同列に位置付けた照査フローに改訂されている [9)]。

この手法による対策の検討は，本来，設計段階で実施されて設計成果品に組込むべきであるが，運用開始直後には組込まれた設計成果品は存在しないので，発注段階や施工段階に検討を行った。しかし，類似構造物のデータから検討する具体的な方法を示すことができなかったことが普及の障害となった。この障害の課題については，3.13.4 において述べる。

■設計時



■施工時

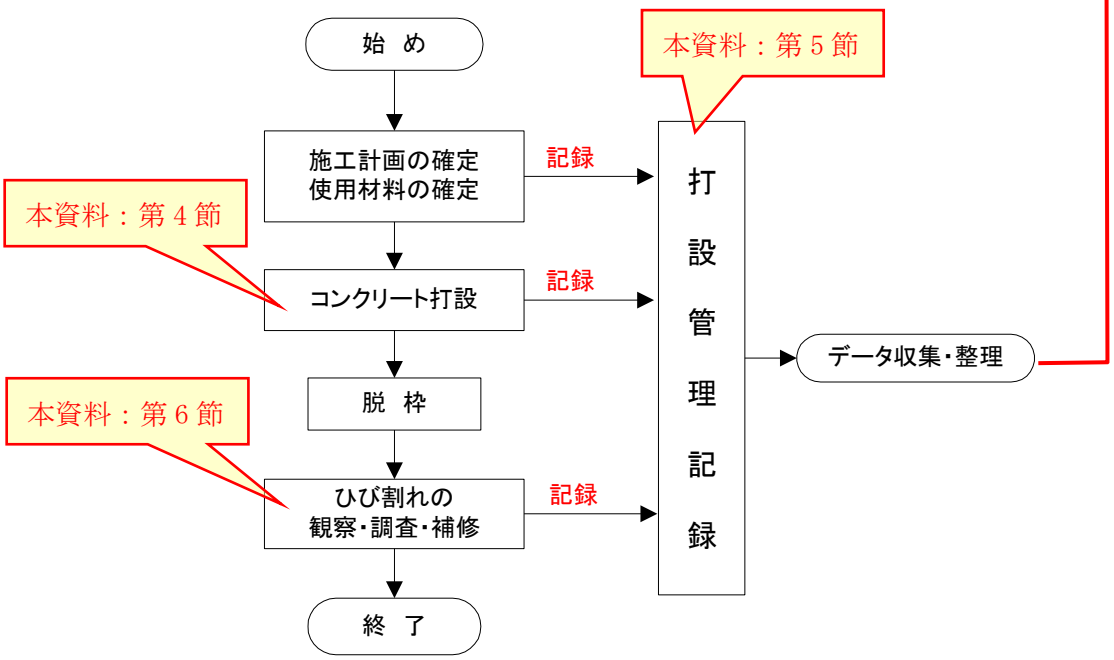


図-3.11.1　業務フローと「対策資料」の関係 [3)]

3.12　効果

3.12.1　ひび割れ抑制

図-3.12.1に，2005年度の試験施工開始から2014年度までにデータベースに蓄積したデータ数を打込み年度別に示しており，2015年3月末時点のデータ数の累計は1,270件となっている。

2005年度の試験施工および2006年度の試行段階ではデータ数は少ないが，発注工事全体での運用を開始した2007年度から，データ数が大幅に増加している。しかし，その後は県の公共事業費の縮小によって建設する構造物が減少したことから，データ数も大幅に減少している。

このデータから，ひび割れ抑制対策を検討する場合が多い壁状部材として，ボックスカルバート側壁，橋台たて壁・胸壁，橋脚柱，擁壁たて壁の5種類の部材に着目して，抑制対策の効果を考察する。この5種類の部材のデータ数は598件である。

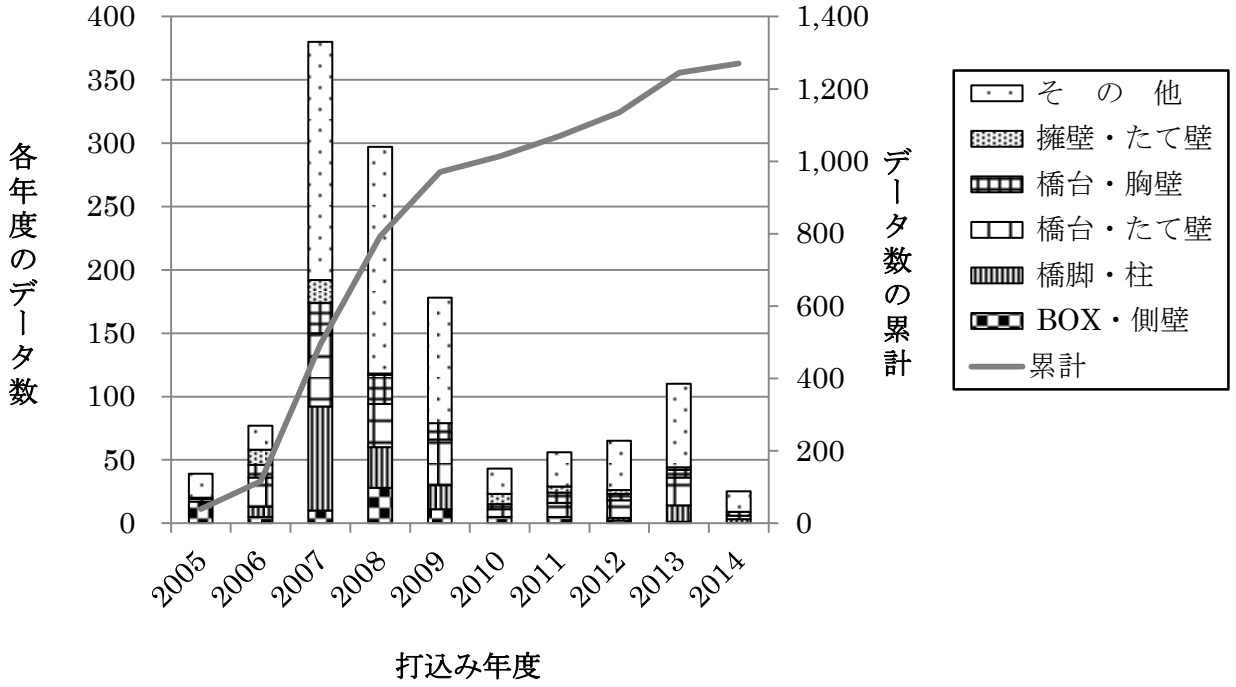


図-3-12-1　データ数の推移

工事完了時点での補修基準である0.15mm以上のひび割れ幅となったリフトを「ひび割れあり」，0.15mm未満もしくはひび割れが発生しなかったリフトを「ひび割れなし」として，この5種類の部材ごとのひび割れの発生の推移を図-3-12-2(1)から図-3-12-2(5)に示している。また，図-3-12-3(1)から図-3-12-3(5)には，ひび割れの効果の推移を発生率で示している。

図-3-12-2(1)から図-3-12-2(5)において，いずれの部材でもひび割れの発生が減少しており，この傾向は2010年度以降で顕著になっていることがわかる。発生率で示した図-3-12-3(1)から図-3-12-3(5)からも同様な傾向が確認できる。

このうち橋台の部材に着目すると，橋台たて壁および橋台胸壁のいずれにおいても，システムの運用を開始した2007年度～2009年度の3年間の発生率は30%程度であるが，それ以降の年度では0%（発生なし）から10%程度に減少した状態が続いている。運用開始当初はシステムの浸透が不足しており，抑制対策の検討についても不十分な場合が見受けられたが，次第に改善しており，ひび割れの減少が安定する状態になっていると考えられる。

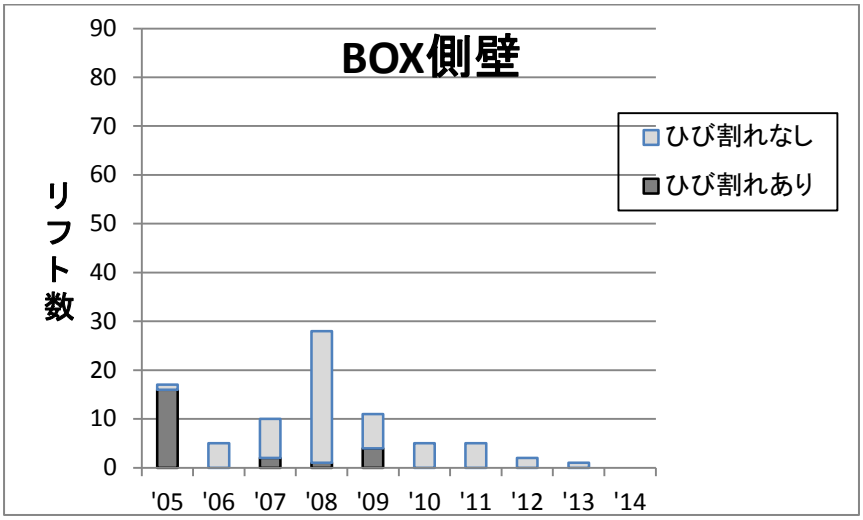


図-3-12-2(1)　ひび割れ発生の推移（BOX側壁）

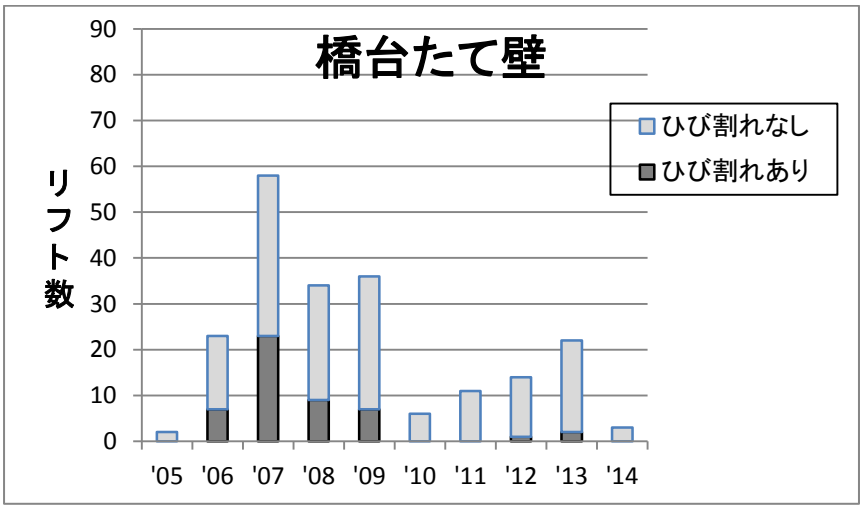


図-3-12-2(2)　ひび割れ発生の推移（橋台たて壁）

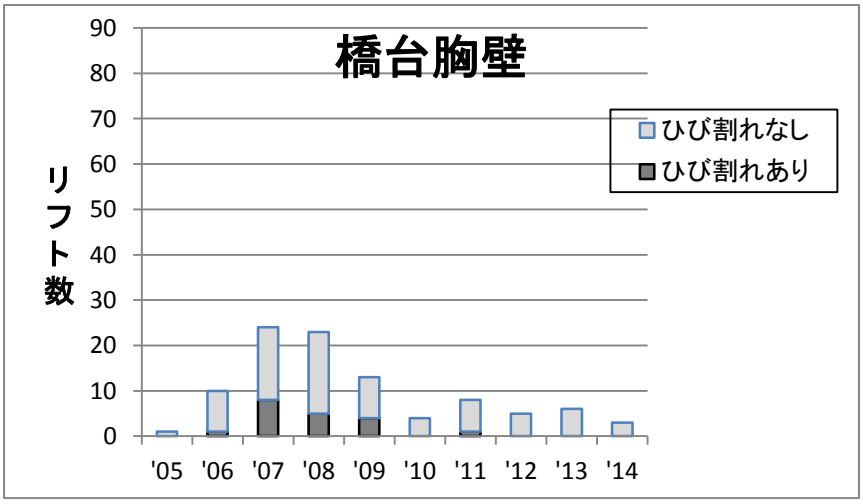


図-3-12-2(3)　ひび割れ発生の推移（橋台胸壁）

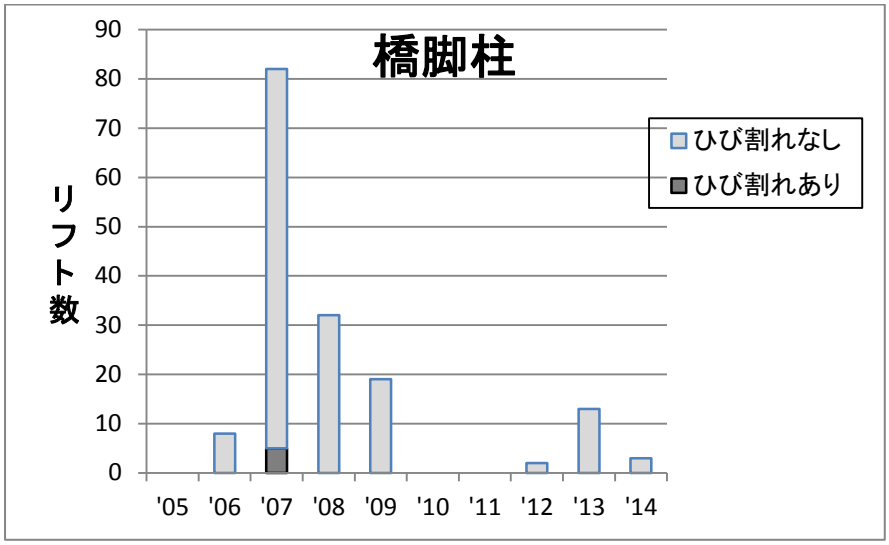


図-3-12-2(4)　ひび割れ発生の推移（橋脚柱）

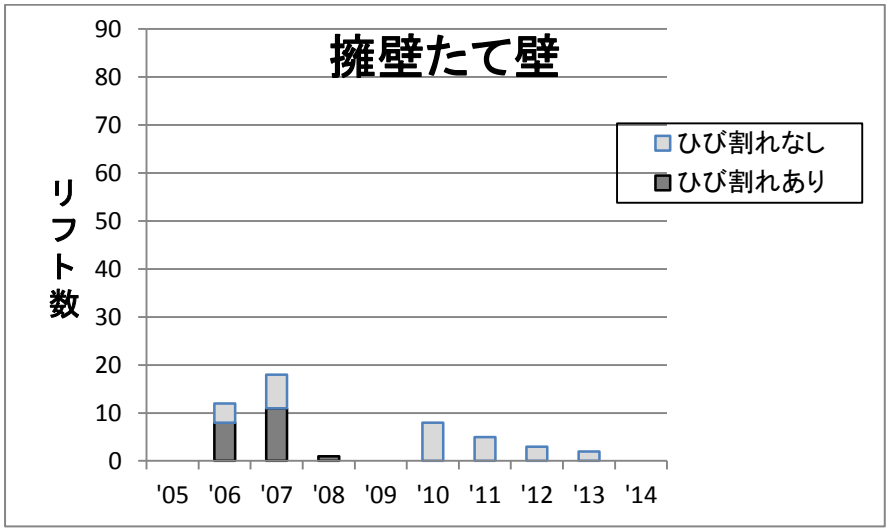


図-3-12-2(5)　ひび割れ発生の推移（擁壁たて壁）

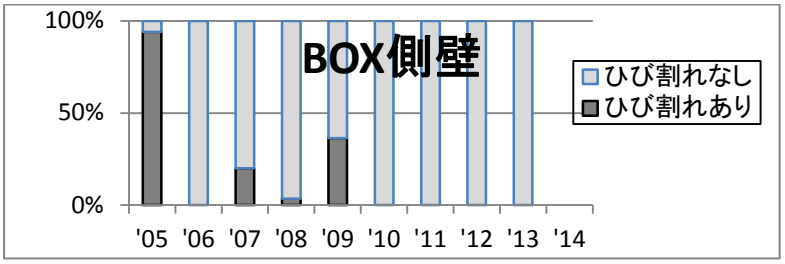


図-3-12-3(1)　ひび割れ発生割合の推移（BOX側壁）

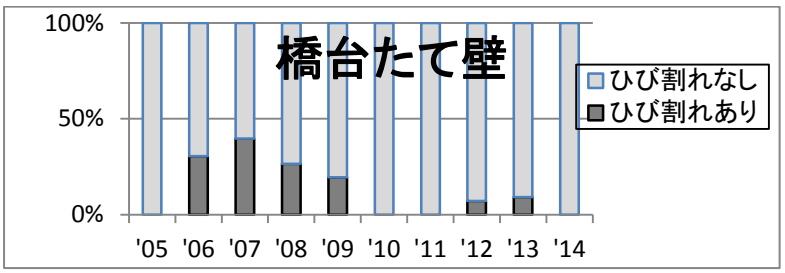


図-3-12-3(2)　ひび割れ発生割合の推移（橋台たて壁）

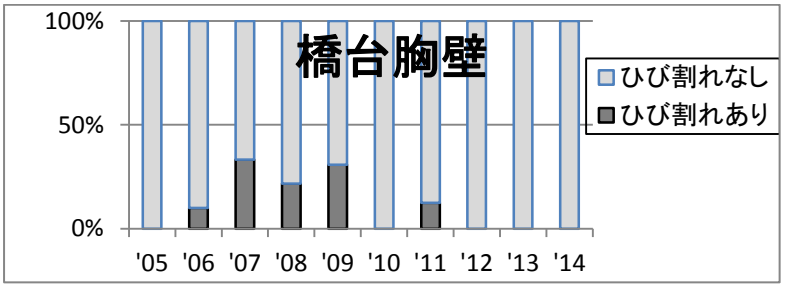


図-3-12-3(3)　ひび割れ発生割合の推移（橋台胸壁）

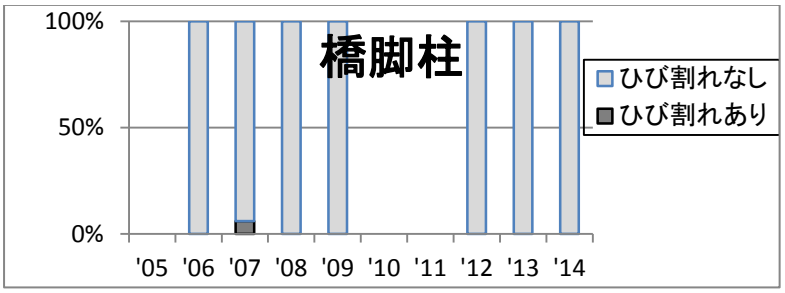


図-3-12-3(4)　ひび割れ発生割合の推移（橋脚柱）

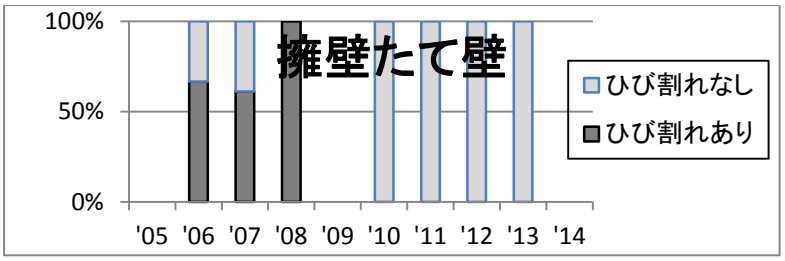


図-3-12-3(5)　ひび割れ発生割合の推移（擁壁たて壁）

3.12.2　表層品質

山口県のひび割れ抑制システムは次第に研究者にも注目されるようになり，2010 年に山口宇部線の運用開始前後の構造物の表層品質などについて，土木学会「構造物表層のコンクリート品質と耐久性検証システム研究小委員会」（委員長：岸　利治　東京大学生産技術研究所教授）と日本コンクリート工学会「高性能膨張コンクリートの性能評価とひび割れ制御システムに関する研究委員会」（委員長：坂井悦郎 東京工業大学大学院教授）が合同で調査を行った[10),11)]。

システムの運用前および運用後の構造物の表層品質を比較した結果，運用後の構造物の表層品質が向上していることが明らかになった。

表-3.12.1 はトレント法による表層透気試験[12)]，表面吸水試験[13)]，テストハンマーなどを用いて調査を行った構造物の一覧表である[14)]。内訳は，橋台たて壁の運用前 2 基・運用後 3 基，ボックスカルバート側壁の運用前 1 基・運用後 1 基，PC 桁ウェブの運用後 1 基である。

図-3.12.1 は，トレント法による表層透気試験の計測結果である[14)]。値のない計測点 3 点（運用前の「流通」2 点，運用後の「国道 2 号」1 点）は，表層透気試験の測定が不可能であった箇所で，表層品質が劣悪であると見られる。

構造物ごとの透気係数の計測結果に着目すると，広い範囲でばらついているものが多いが，「N ランプ BOX」ではばらつきが少なく，しかも計測値が小さい。このことから，コンクリートの表層がどの計測点でも緻密であり，均等に仕上がっていることがわかる。

システムの運用前と運用後の構造物を比較すると，運用後（対策後）の構造物の方が表面透気係数が小さい傾向にあり，表層品質が改善していることが窺える。しかし，ばらつきの程度は構造物によって差があり，例えば，「国道 2 号 A1」は約 10^3 倍の範囲であるのに対し，「国道 2 号 A2」は約 10 倍の範囲である。ばらつきが生じるのは，施工が不均一であることが主な原因と考えられ，運用後の構造物についても施工が良好なものと，改善が必要なものが混在していることが推定できる。

図-3.12.2は，基準反発度と表層透気係数の関係を示したものである[14)]。

ボックスカルバートについては，基準反発度は運用前後（対策前後）でほぼ同一であるのに対して，表層透気係数は明らかに運用後（対策後）の方が小さくなっている。このことから，使用されたコンクリートに大きな違いがなく，丁寧な施工によって緻密なコンクリートに仕上がっていると考察できる。

橋台についても，運用後（対策後）のほうが全体的に表層透気係数が小さくなっており，緻密なコンクリートになっている。基準反発度は，ボックスカルバートとは異なり，運用後（対策後）のほうが大きい傾向が見られる。この傾向は，「鍛冶畑川橋」の運用前と運用後でも顕著であるが，運用前・後で高炉B種から低熱セメントに変更しており，この違いの影響であることが想定される。

図-3.12.3 は，表面吸水試験の結果について，10 分間での平均吸水係数（速度）の平均値と最大・最小値を示している[14)]。

運用後（対策後）に吸水係数が小さくなる傾向を示し，吸水抵抗性が改善されていることがわかる。このことは，表層透気試験の結果から得られた傾向とよく一致している。

また，橋台よりもボックスカルバートの方が全般的に高い吸水抵抗性を示しており，これも表層透気試験の結果の傾向と一致している。

以上に述べた調査の他にも，採取コアを用いた促進中性化試験などによる調査・分析が行われ，システムの運用による表層品質への効果が明らかになった[10),11)]。

また，調査結果については，県内の産学官の関係者に情報提供するため，3.10.3 で述べた講習会において発表を依頼した。調査の翌日に開催された 2010 年 7 月の第 6 回講習会では「山口宇部線の構造物を対象にした表層品質調査の経緯と結果速報」として説明があり[15)]，2012 年 8 月の第 7 回講習会では「ひび割れ抑制システムによる表層品質の向上」とし

て分析結果が詳細に説明された[16)]。

表-3.12.1　表層品質の調査を行った構造物[14)]

構造物名	構造形式	ひび割れ抑制対策	調査 L / BL*1	打設時期（試験時材齢）	セメント種類	W/C (%)	単位水量 (kg/m³)	呼び強度 (N/mm²)	打設面養生期間	型枠残置期間	養生方法
対策前橋台（流通IC橋台）	橋台 たて壁	前	地上部*2	2002年 (8年)	高炉B 種	54.5	－	24	－	－	－
国道2号A1橋台	橋台 たて壁	後	2L	2007年4月 (3年3ヶ月)	高炉B 種	54	162	27	10日	24日	型枠面：型枠 打設面：養生マット＋散水
			3L	2007年5月 (3年2ヶ月)		55			10日	22日	型枠面：型枠 打設面：養生マット＋散水
国道2号A2橋台	橋台 たて壁	後	3L	2006年12月 (3年7ヶ月)	高炉B 種	54	161	27	7日	43日	型枠面：型枠
			4L	2007年2月 (3年5ヶ月)						39日	打設面：養生マット＋散水
四十八瀬川橋	橋台 たて壁	後	2L	2007年2月 (3年5ヶ月)	高炉B 種	54	163	24	14日	19日	型枠面：散水後マスカーテープ 打設面：散水
			3L	2007年3月 (3年4ヶ月)						14日	型枠面：散水後マスカーテープ 打設面：散水
鍛冶畑川橋	橋台 たて壁	後	5L	2005年11月 (4年8ヶ月)	低熱	－	－	24	－	－	打設面：養生マット＋ブルーシート＋散水
	PC桁ウェブ (桁端部)	後	－	－	早強	36	156	50	－	－	－
	橋台 たて壁	前	1,2L	2005年9月 (1年10ヶ月)	高炉B 種	－	－	24	－	－	打設面：養生マット＋散水
対策前BOX	BOX カルバート 側壁	前	1-6BL	2003年 (7年)	高炉B 種	54	－	24	－	－	－
NランプBOX	BOX カルバート 側壁	後	1BL	2009年8月 (1年)	高炉B 種	54	162	27	10日	－	型枠面：散水 打設面：養生マット＋ブルーシート＋散水
			2BL	2009年10月 (9ヶ月)					7日	－	型枠面：散水 打設面：養生マット＋ブルーシート＋散水
			4BL	2009年10月 (9ヶ月)					8日	－	型枠面：散水 打設面：養生マット＋ブルーシート＋散水
			6BL	2008年8月 (1年11ヶ月)					9日	38日	型枠面：ブルーシート＋散水 打設面：－
			8BL	2008年9月 (1年10ヶ月)					10日	11日	型枠面：ブルーシート＋散水 打設面：養生マット＋ブルーシート＋散水

*1：L：リフト，BL：ブロック，を表す。　*2：リフト番号は不明。　－：記録無しを意味する。

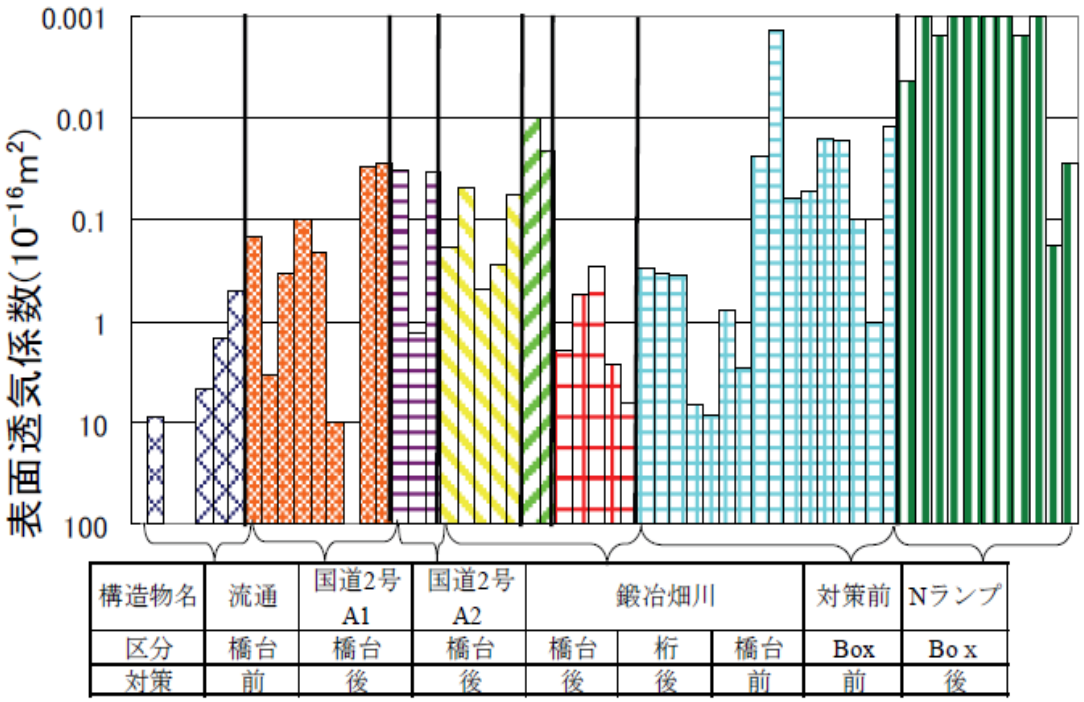


図-3.12.1　表層透気試験の結果[14)]

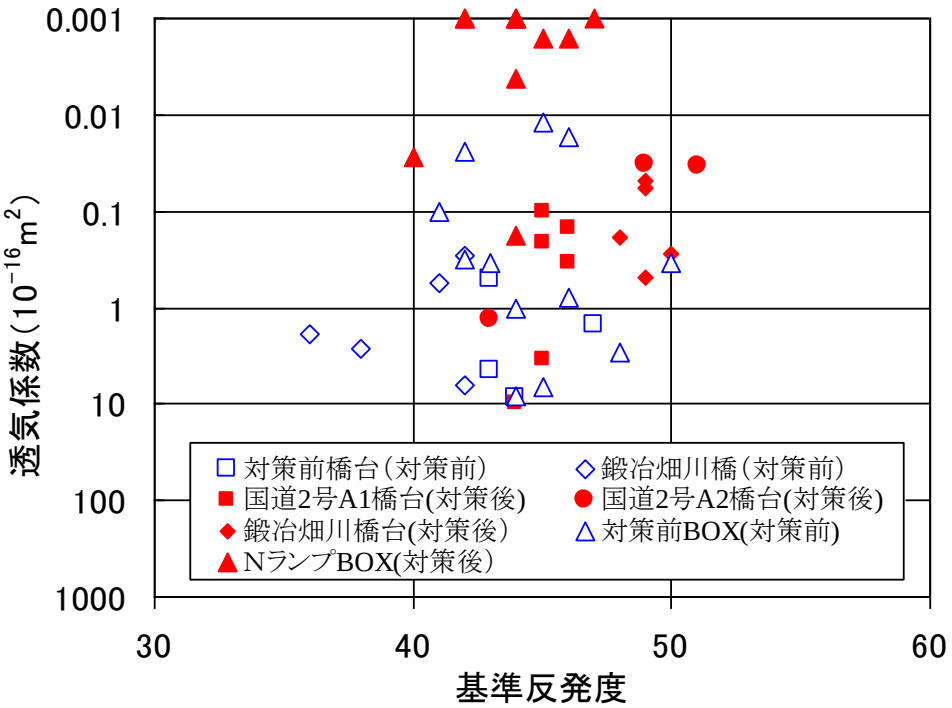


図-3.12.2　基準反発度と表層透気係数の関係 [14)]

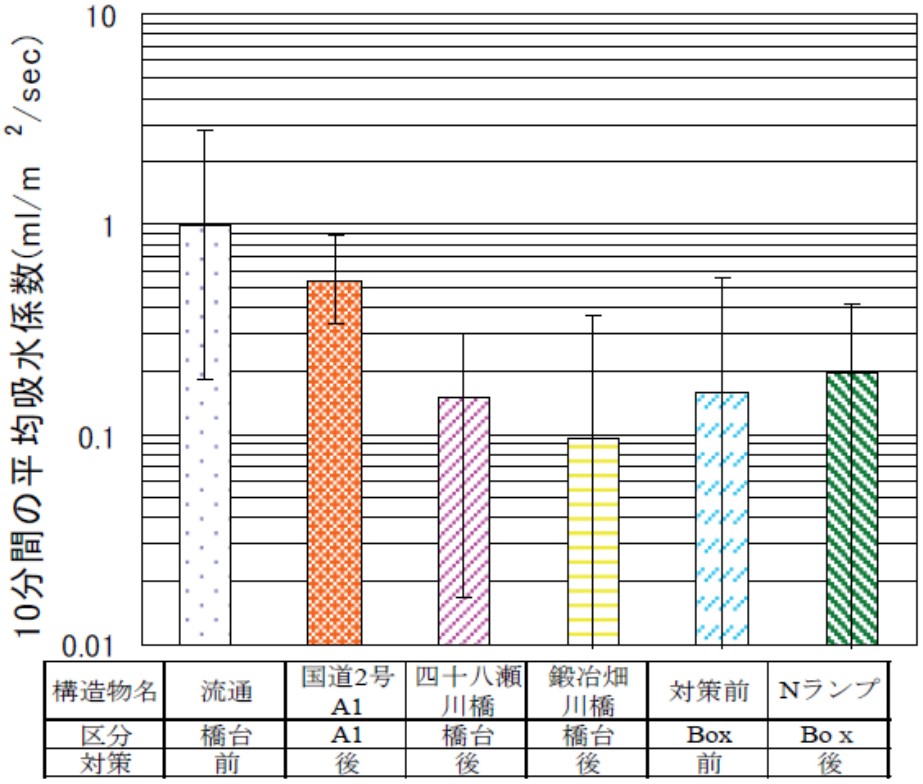


図-3.12.3　表面吸水試験の結果 [14)]

3.12.3　施工者の段取りの改善

システムは，施工者の段取りの改善にも大きく影響を及ぼしている。

従来も一部の優れた施工者は，工事着手に先立って，想定されるトラブルを避ける方法，またトラブルが起きた時の対応方法を十分に検討して施工計画を作成していた。当然，施工中は，施工計画書に沿って，適切な段取りのもとで作業が進むことになり，トラブルの発生は少なく，トラブル発生時の対応も的確に行われる。やり直しや補修などによって，工程の遅延や費用の発生も少なくなる。

システムでは，施工者に「施工の基本事項の遵守」を求め，監督職員もチェックシートによる施工状況把握をおこなうことで支援している。このチェックシートは県ホームページで公開しており [4)]，発注者と施工者がチェック項目の情報を共有している。施工状況把握の際に発注者がチェックする項目があらかじめ明らかになっていることで，多くの施工者がチェックシートの 27 項目を意識して，バイブレータや足場板などの資器材の準備や，作業員との作業打合せなどの段取りを従来よりも綿密に行うようになっている。写真-3.12.1 は橋脚梁部，写真-3.12.2 は橋台たて壁の施工事例であり，いずれも足場板が締固め作業を適切に行えるように配置され，締固め位置を示す工夫が講じられている。

3.7 で述べたように，チェックシートは，施工状況把握における監督職員のチェック項目やレベルをあわせ，職員間のばらつきによる現場の混乱を防止するために作成したもので，施工状況把握の「底上げ」を図るものであったが，施工者の段取りの「底上げ」にも効果を発揮している。

また，チェックシートを施工者が自社管理のツールとして積極的に活用する事例も見られるようになっている。このようなことはシステム運用開始時点では想定していなかったが，チェックシートが施工者と発注者の共通の土俵となることで，相互の理解や信頼性が深まることが期待される展開である。

写真-3.12.1　橋脚梁部の施工事例

写真-3.12.2　橋台たて壁の施工事例

3.12.4　他の地域との交流

3.12.2で述べた調査が行われ，その報告が発表されると，システムに興味を持った研究者，発注機関，他県の施工者が現れるようになった。

山口県への視察や県外で開催される講演会・研修会などへの本県職員の招聘によって交流が始まった。各地域の状況は様々で，特に，ひび割れの発生について山口県のように深刻な問題になっている事例はなかった。したがって，興味を引いたのは，ひび割れ問題の解決手法ではなく，表層品質に有効である点や，施工の記録をデータベースに蓄積して活用する仕組みである点などであった。

山口県としては，他の地域との交流によってシステムを客観的に見ることが可能になり，システムの改善の検討にも役立つと考えて，積極的に交流を図っている。

交流を促進する手法の一つとして，県内外の発注機関に，試行的に打設管理記録を作成して，図-3.12.4に示す山口県建設技術センターのホームページに設けた「ゲストコーナー」で公表している[5)]。この方法は，山口県のシステムを実体験することにより，視察や講演会・研修会よりも理解が深まるという利点がある。

山口県内からはJR西日本および国土交通省山口河川国道事務所，県外からは群馬県が参加しており，徐々にシステムの波及が進んでいる。

山口県内で建設される構造物は，施工者（建設企業）も材料（生コンクリート）も共通であり，設計や施工段階の参照データとして共有できるメリットがある。一方，県外からの参加は，そのまま参照データとしての活用することはできないが，施工者や材料が異なる条件下でのシステムが機能するかを確認できるため，システムの改善につながる情報入手が可能になる。

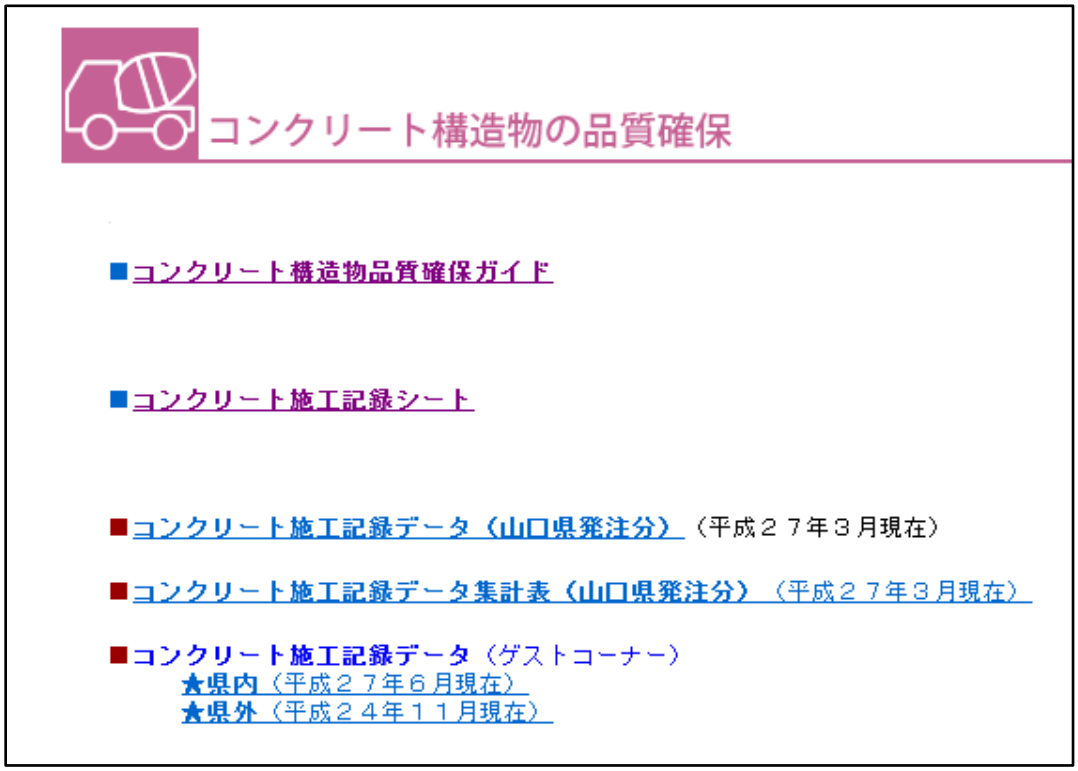


図-3.12.4　山口県建設技術センターのホームページ[5)]

3.13　システムの運営における課題

3.13.1　監督職員の技術力

ひび割れ抑制システムは，全国的に先例がない中で山口県が構築したものであるが，これまで本県が他の都道府県に先駆けて先進的に取組んだ事例が多いわけではない。

今回，先例のない中で構築に至った契機は，ひび割れ問題の解決について県内建設業界から発注者が積極的に取り組むように強く要請されたことである。

発注者は，工事の発注時に仕様を示し，施工中に監督し，引取る前に検査するという役割を持ち，それぞれを適正かつ迅速に遂行する技術力を求められている。しかし，建設業界から「監督職員が，なかなか現場に来てくれない。」との不満が聞こえてくるほど，本県では発注者，特に監督職員が必要な役割を果たせない状況に至っていた。ひび割れが発生した際も監督職員の対応が不適切であれば，施工者のコスト管理や工程管理の負荷が増し，不満や不信を産みだすことになる。

公共工事標準請負契約約款[17)]の建設工事請負契約書には，『発注者と受注者は，各々の対等な立場における合意に基づいて，別添の条項によって公正な請負契約を締結し、信義に従って誠実にこれを履行するものとする。』と記載されており，発注者と受注者は対等な立場であることが契約の基本となっている。

また，発注者は契約した工事ごとに監督員（山口県では「監督職員」）を置くのが一般的であり，監督員は以下の権限を与えられている（第九条の 2）。

・受注者または現場代理人に対する指示，承諾，協議

・詳細図等の作成，交付，承諾

・工程の管理，立会い，工事の施工状況の検査，工事材料の試験・検査（確認を含む）

このことから，監督員に任命される土木・建築などの技術職員には，これらの権限を行使するための技術力を有することが必要になる。例えば，ひび割れが発生した際には，どのような調査を，いつ実施するのか，また，補修が必要になれば補修方法や実施時期などについて対応案の資料を受注者が作成し，この資料による協議を監督員に求める。監督員が資料の内容を正しく理解し，適切な協議が行われ，監督員が的確な指示や承諾を行うことで，工事が順調に進んでいく。

監督員が必要な技術力を保有していない場合，「対等な立場」の基本ルールは保持されているので，技術力不足の監督員が障害となって，適切な結論や指示が得られるまでに長時間を要する，あるいは到達できない事態となる。ひび割れが発生すれば，協議や指示にいたずらに時間を費やし，工事工程が遅れてしまう。また，不適切な内容の指示によって，構造物の品質を低下させることも想定される。

本県では監督職員となる技術職員の技術力が不足しており，その背景として発注の仕組みの変化があると考えている。

かつては，自ら測量，設計，積算，監督の業務を行っていたが，現在では，どの業務も部分的に，あるいはすべてを外注している。現場を直接コントロールする技術力よりも，「頼む」技術力が必要になってきた。また，一般競争入札制度の導入が始まり，「頼む」相手は受注経験が豊富な建設会社とは限らなくなった。2001 年の適正化法によって，検査・監督・成績などの基準類を公表することになり，発注者だけが情報を持つという優位性が失われた。さらに，2005 年の品確法によって，価格だけでなく企業の技術力などを総合的に評価する総合評価方式が始まった。これらの変化に伴って，発注者の果たすべき役割も変容したが，変化の速さに追いつくことができていない。

一般的には団塊世代の大量退職によって，技術伝承に支障が出ると言われるが，本県の団塊世代職員の多くは，現場を適切にコントロールすることには熟達していたが，一般競争入札の導入以降の環境で必要になるノウハウは不足しており，技術力の陳腐化は彼らの在職中から進行していた。必要な技術力の変化に適応できないことは，職員個人の問題であるともに，適応させる努力を怠った組織の問題でもあると考えている。

一方，システムを運用していくうえで，監督職員の役割は重要である。設計段階・発注段階ではひび割れ抑制対策を検討し，設計図書に記載する。施工段階では，ひび割れ抑制対策やひび割れの調査・補修について指示・承諾・協議などを行うとともに，チェックシートを用いた施工状況把握を行う。引取り段階では，提出された打設管理記録の確認や工事成績の採点を行う。これらの役割を適切に果たさなければならない。

以上のことから，監督職員の技術力を回復・向上させることは重要な課題である。また，この課題はコンクリート構造物という狭い範囲に限定されたものでないので，解決することの意義は極めて大きいと言える。

3.13.2　規準書

システムの規準書である「対策資料」について，3.9 で述べたように，規準書の内容が抑制対策を検討する際に参照する資料に留まっていることを示すために，名称にも「対策資料」という通常使用しないものを採用して，規準書の特性を説明していたが，運用開始からしばらく経つと，コンクリート構造物の工事を担当する監督職員などから，「分かりづらい」や「使いづらい」という指摘が寄せられるようになった。

暫定的な規準書であるので，運用開始時点から，改善の必要性は十分に認識していたが，このような指摘を受取って，改善する方向性が二とおりあることに気付いた。

一つ目は，特に「対策資料」の第 3 節の抑制対策の選定基準において，根拠データが少ないために「望ましい」や「判断される」など断定を避けた表現になっており，使用者にとって規準が不明確であるため，根拠データを充実して規準の明確化を急ぐことである。この方向性が，当初から想定していた改善の方向であり，データを蓄積して分析することで実施する予定であった。

二つ目は，規準書の内容を理解することは求めず，検討に必要な条件を設定するだけで，自動的に詳細な抑制対策方法が得られるような簡便な規準書に改変することである。

「対策資料」は，利用者がコンクリートのひび割れや品質に関する初歩的な知識を有していることを前提として作成されている。したがって，経験や知識が乏しい利用者にとって，「対策資料」は難解な規準書になる。ひび割れ抑制対策に限らず，多くの監督職員が，短時間で答えを求めたい状況に置かれているため，深く考えることなく簡単に答が出てくる，いわば自動販売機のようなマニュアルを志向する傾向が強くなっている。

以上のように，二とおりの改善要望がある中で，当面の対応としては，「対策資料」に示された標準的な値や目安を参考にして作成した案を監督職員が技術管理課に提出し，技術管理課が提出された資料について審査して，対策方法を決定した。また，審査において判断が難しい場合には，徳山高専の田村教授をはじめ研究者の助言を受けた。

打設管理記録はシステムの運用に伴って，施工したコンクリート構造物のデータが提出され，データベースへの蓄積が進み，このデータベースを活用した研究が行われるようになった[18),19),20)]。しかし，図-3-12-1 に示したデータ数の推移のとおり運用開始後に公共事業費の縮小傾向が強まり，データの蓄積量が少なくなっているため，データの充実にはまだ相当の期間を要する状況にある。

この基準書の課題については，2011 年に設置された日本コンクリート工学会「データベースを核としたコンクリート構造物の品質確保に関する研究委員会」において議論することができた。この議論については，第 4 章の 4.4.1(1)規準書の役割で述べる。

3.13.3　ひび割れ幅の計測

システムにおいて，ひび割れ幅は，調査基準および補修基準の指標であり，また抑制対策の方法をデータベースによって検討する際にも重要な要素である。したがって，ひび割れ幅を正確に計測し，記録するための計測方法の標準化が必要と考えている。

通常，現場ではクラックゲージを用いて計測しているが，いくつかの要素によって差が生じる。まず，クラックゲージの読み取り値に個人差がある。また，ひび割れを計測する位置の選定方法を定めていないので，計測者，あるいは計測時によって位置が異なれば，計測結果に差が生じる。

さらに，外気温や乾燥によって，ひび割れ幅が変動し，計測値に差が生じることもある。筆者らは，ひび割れ幅の計測方法の標準化を検討するうえで，ひび割れ幅の計測時期による変動を把握する必要があると考え，2009 年から 2010 年にかけて山口宇部線の橋台たて壁において調査を行った[21)]。

調査に使用した橋台たて壁は，高さ約 7.5m，厚さ 2.0m，幅（橋軸方向の長さ）11.5m である。2007 年 5 月から 7 月に 3 リフトに分割して打込みを行い，各リフトともに 1 本，計 3 本の鉛直方向のひび割れが発生している。このうち 2 本のひび割れについて，2009 年 1 月・5 月・9 月・11 月・翌年 2 月の 3~5 日間に，・ひび割れ幅を光ファイバセンサにより計測した。

図-3-13.1 は，上段が外気温およびコンクリート内部温度（深さ 50cm），下段がひび割れ幅の変動を示したものである。ひび割れ幅は No.2 が 0.1mm 程度，No.4 が 0.25mm 程度であるが，グラフではひび割れ幅の変動量として示している。

図の下段では，どちらのひび割れもほぼ同様に変化しており，1 日周期の変動に着目すると，ひび割れ幅は，気温が 20℃程度増減する 9 月には 0.05mm 程度変動している。したがって，計測する時刻によって，例えば 0.10mm と 0.15mm の計測値に分かれ，補修基準を下回るか達するかの判定が異なる可能性がある。

一方，1 年間では，0.2mm 程度の変動がある。また，1 回目の 1 月と翌年の 2 月を比較すると，2 月の方が広がっており，これは主に乾燥収縮によるものと推定している。

図の上段では，気温が 1 日周期で変動しているのに対し，コンクリート内部温度は気温の変動に追随しながら緩やかに変動している。

図-3.13.2 は，2 月の計測結果について， 10cm および 25cm で計測したコンクリート内部温度も併せた結果を示している。

図の上段から，コンクリート内部温度は気温の変化に追随して変化しており，内部に行くにしたがって気温の変動の影響が小さくなっている。また，気温と内部温度の 1 日周期での最小値を矢印で示しており，コンクリート内部温度と気温の位相の差が，深くなるにしたがって大きくなっている。このことから，コンクリート内部温度は深い方が気温の影響が小さくなり，また影響の時間的な遅れが大きくなることが確認できる。

次に，図の下段のひび割れ幅の変動と上段の気温やコンクリート内部温度の変動を比較すると，ひび割れ幅が気温などとは逆の位相で増減してり，コンクリートが温度による伸縮によって変化していることがわかる。

さらに，図の下段のひび割れ幅の変動の 1 日周期の最大値を示した矢印と，上段の矢印を比較すると，ひび割れ幅が最大値となる時期が，深さ 10cm のコンクリート内部温度の最小値の時期とほぼ一致している。このことから，コンクリート表面で計測するひび割れ幅は，比較的浅い深さのコンクリート内部温度に最も影響を受けており，計測時点の気温だけでは，1 日周期で変化するひび割れ幅を正確に評価できないことがわかる。

以上の考察は 1 構造物の材齢 20 か月から 33 か月間の観測によるものであり，計測方法の標準化のためには，多くの調査や詳細な分析が必要であり，相当の時間と努力を要すると考えている。

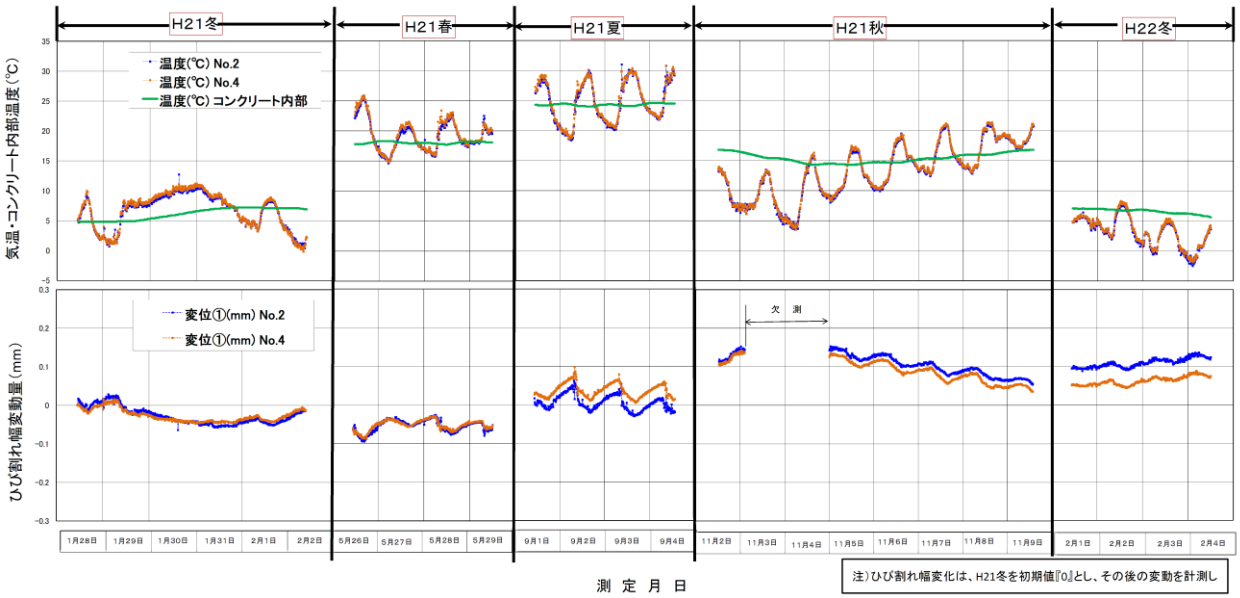


図-3-13-1　　実構造物におけるひび割れ幅の変動 [21)]

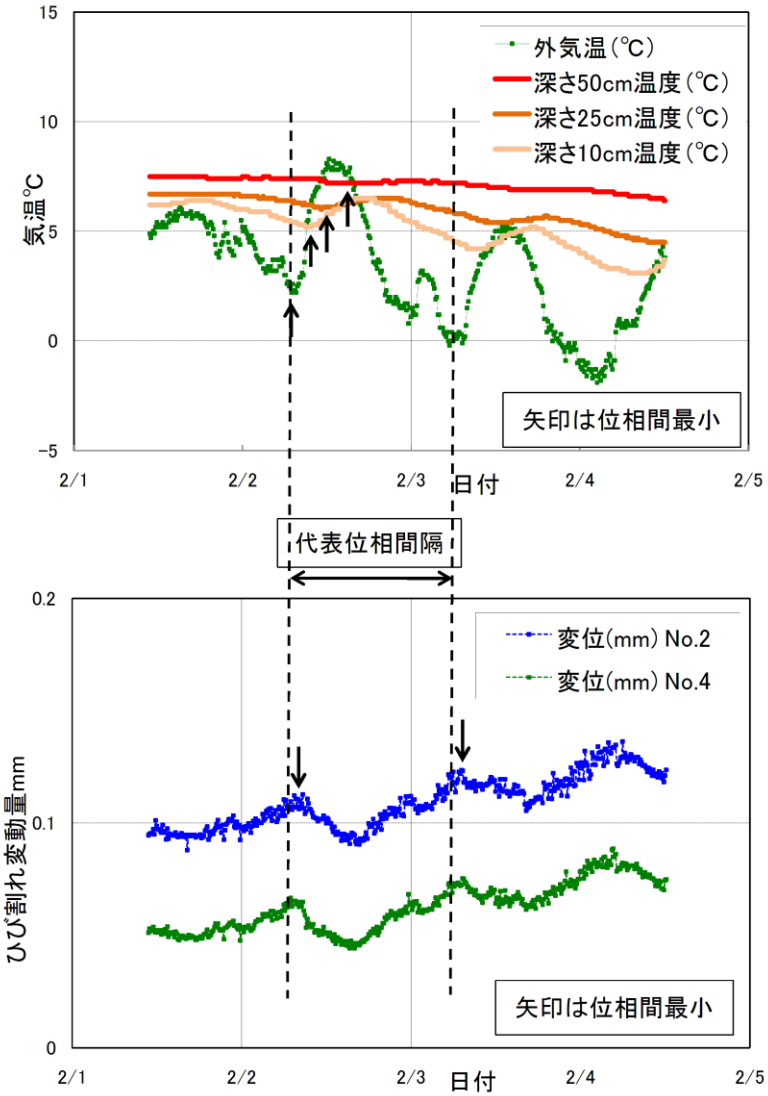


図-3.13.2　ひび割れ幅の周期的伸縮の観測事例 [21)]

3.13.4　設計段階への展開

3.11.5において述べたように，「対策資料」では，設計時に，データベースに蓄積された類似構造物の情報を活用してひび割れ発生の予測を行い，抑制対策の検討を行う方法が示されている。このように最も「上流」にあたる設計段階から検討を行って，それに続く発注段階や施工段階でさらに検討を重ねることで，設計者，発注者，施工者など，それぞれ立場の異なる技術者によって各自の視点でチェックされた適切な対策に到達できる。また，選択した対策をそれぞれの技術者が把握しているため，想定してなかったひび割れが発生した場合などに迅速に原因調査を行うことが可能になる。

設計段階において，監督職員は，橋やボックスカルバートなどのコンクリート構造物の設計業務の仕様に，抑制対策の検討の前提条件として，ひび割れ抑制対策の対象構造物・部材，ひび割れの調査・補修基準，工事期間，コンクリートの打込み時期，などを記載して，業務を発注する。そして，業務を受託した設計コンサルタントと設計打合せを行い，完成した成果品を受取る。

しかしながら，設計段階において，ひび割れ抑制対策の検討を組込むことは徹底されず，抑制対策を考慮していない設計成果品が納品される場合が生じていた。

徹底されない要因は，次の３点が連鎖しているためと考えられる。

①システムの運用を開始した時点では，監督職員は抑制対策の検討を行った経験がなく，業務を受託した設計コンサルタントと設計打合せを適切に進める技術力が不足している。

②3.13.2で述べたように，「対策資料」に抑制対策の検討に必要な前提条件を想定する方法，および抑制対策を検討する方法について実施例などの具体的な記載がないことから，監督職員や設計コンサルタントは難易度が高い作業であると感じている。

③多くの設計業務では，工事発注時期までの時間的余裕が少ないので，とりあえず抑制対策の検討を組込まないまま設計業務を進めてしまう。経験する機会が見送られるので，①の状態が継続する。

したがって，設計段階への展開を進めるには，3.13.1 監督職員の技術力および 3.13.2 の規準書の課題に加えて，監督職員の職務への取組み姿勢に関する改善が必要になる。

参考文献

1) 山口県土木建築部：コンクリートひび割れ抑制対策試験施工資料集 2，2007.10
2) 山口県土木建築部：コンクリート構造物ひび割れ抑制対策資料【対策資料】，2007.4
3) 山口県土木建築部：コンクリート構造物ひび割れ抑制対策資料【対策資料】，第 1 回改定版，2007.10
4) 山口県土木建築部技術管理課ホームページ：コンクリート構造物の品質確保，＜http://www.pref.yamaguchi.lg.jp/cms/a18000/hibiware/hibiwareyokusei.html＞
5) （一財）山口県建設技術センターホームページ：コンクリート構造物の品質確保，＜http://www.yama-ctc.or.jp/data/index.html＞
6) 山口県土木建築部：土木工事監督技術基準（案），2012.4 ＜http://www.pref.yamaguchi.lg.jp/cmsdata/b/e/7/be789ac55004164d66309612f2498464.pdf＞
7) 国土交通省全国総括工事検査官等会議：公共事業の品質確保のための監督・検査・成績評定の手引きー実務者のための参考書ー，pp.33-48，2010.7 ＜http://www.mlit.go.jp/common/001068230.pdf＞
8) 土木学会：2012 年制定コンクリート標準示方書改訂資料ー基本原則編・設計編・施工編ー，pp.140-141，2013.
9) 土木学会：2012 年制定コンクリート標準示方書［設計編］，pp.140-141，2013.
10) 日本コンクリート工学会：高性能膨張コンクリートの性能評価とひび割れ抑制システムに関する研究員会報告書およびシンポジウム論文集，2011.
11) 土木学会：構造物表層のコンクリート品質と耐久性能検証システム小委員会第二期（335 委員会）成果報告書およびシンポジウム講演概要集，コンクリート技術シリーズ，No.97，2012.7
12) 今本啓一，下澤和幸，山崎順二，仁村誠二：実構造物の表層透気性の非・微破壊試験方法に関する研究の現状，コンクリート工学，Vol.24，No.4，pp.31-37，2006.
13) 林　和彦，細田　暁：コンクリート実構造物に適用できる表面吸水試験方法の開発，コンクリート工学年次論文集，Vol.33，No.1，pp.1769-1774，2011.
14) 吉田早智子，細田　暁，林　和彦，内田晃一：表面吸水試験および透気試験による山口県の構造物の表層品質評価，コンクリート工学年次論文集，Vol.33，No.1，pp.1823-1828，2011.
15) 山口県土木建築部技術管理課：技術講習会（第 6 回）資料，2010.7 ＜http://www.pref.yamaguchi.lg.jp/cms/a18000/hibiware/gijyutsukousyu6.html＞
16) 山口県土木建築部技術管理課：技術講習会（第 7 回）資料，2012.8 ＜http://www.pref.yamaguchi.lg.jp/cms/a18000/hibiware/gijutsukoushu7.html＞
17) 中央建設業審議会：公共工事標準請負契約約款（平成22年7月26日），2010. ＜http://www.mlit.go.jp/common/001000467.pdf＞
18) 田村隆弘，稲津貴和子，国重典宏：実構造物のデータベースを用いた初期ひび割れ幅の予測式に関する研究，コンクリート工学年次論文集，Vol.33，No.1，pp.1331-1336，2011.
19) 稲津貴和子，田村隆弘，澤村修司：山口県のコンクリート工事に関するデータベースを用いたひび割れ幅に関する統計的評価，コンクリート工学年次論文集，Vol.33，No.1，pp.1337-1342，2011.
20) 大野又稔，細田 暁：山口県の実構造物のデータベースの温度応力解析による分析，コンクリート工学年次論文集，Vol.34，No.1，pp.1288-1293，2012.
21) 澤村修司，田村隆弘，二宮　純，森岡弘道，櫻井敏幸：コンクリート構造物とひび割れと気温の相関について，土木学会第 65 回年次学術講演会講演概要集，V-402，pp.803-804，2010.

第 4 章　品質確保システム

4.1　はじめに

3.12 で述べたように，山口県では 2007 年からひび割れ抑制システムを運用した結果，本来の目的であるひび割れ抑制に加えて，表層品質の向上，施工者の段取りの改善，他の地域との交流などの効果が得られた。しかし，3.13 に示した監督職員の技術力の向上，規準書の充実，ひび割れ幅の計測方法の標準化，設計段階への展開等が必要であるという課題が明らかになり，システムの改善が必要になってきた。

一方, ひび割れ抑制システムによる表層品質の向上を明らかにした 2010 年の合同調査に参画した研究者が中心となって，2011 年にコンクリート工学会に「データベースを核としたコンクリート構造物の品質確保に関する研究委員会（以下,「データベース委員会」と記す)」（委員長：田村隆弘 徳山工業高等専門学校教授）が設置された。この WG1（データベースに基づく新設構造物のひび割れ抑制・品質確保システムの高度化・展開）において，山口県のひび割れ抑制システムの分析，品質確保全般を目指すためのシステムの高度化，他の自治体・事業者の展開について研究が行われた。また，これに合わせて，同学会中国支部に「打設管理記録に基づくコンクリート構造物の品質確保に関する研究委員会」が設置され，山口県を始め中国地方の技術者が参加して WG1 と連携した研究が行われた。

筆者は，この二つの委員会に委員として参加していたが，参加した当初は，高度化したシステムに速やかに移行することは想定していなかった。すなわち，ひび割れ抑制システムの課題を解決するために「改善」を行って，システムの運用が安定した後に，品質確保全般を目指す高度化したシステムに「拡張」するという 2 段階方式をとる予定としていた。

しかし，委員会で議論を重ねた結果，この予定を変更して，2014 年に「拡張」と「改善」を合わせた 1 段階で品質確保システムに移行した。

ここから，まず 4.2 で 1 段階方式の移行を選択した経緯について述べ，4.3 でシステムの拡張について，4.4 でシステムの改善について，それぞれ述べる。

4.2　システム移行の経緯

山口県では 2007 年 4 月にひび割れ抑制システムの運用を開始し, コンクリート構造物を建設する工事において，施工状況把握や打設管理記録の作成が行われ，各工事から提出された打設管理記録がデータベースに蓄積されるようになった。しかし，監督職員や施工者がシステムを十分に理解できず，材料による抑制対策や施工状況把握が適切に実施されないことや，提出された打設管理記録の記載内容に一部不正確なものが含まれる事態が見受けられ，この対策としてシステムの改善が必要になっていた。

このような状況において，2010 年 7 月に土木学会「構造物表層のコンクリート品質と耐久性検証システム研究小委員会」（委員長：岸　利治　東京大学生産技術研究所教授）と日本コンクリート工学会「高性能膨張コンクリートの性能評価とひび割れ制御システムに関する研究委員会」（委員長：坂井悦郎 東京工業大学大学院教授）が，システム運用開始前と運用後に建設された山口宇部線の構造物を対象に合同調査を行ったところ，運用後の構造物の表層品質が向上していることが明らかになった [1),2)]。

この時点で山口県はシステムの改善を図るため「対策資料」の改訂の準備を始めていたが，表層品質向上の効果については,「システムの運用により副次的に得られる大きなメリ

ットである」という受動的な認識に留まっており，表層品質の向上をシステムの目的に組み込むというような能動的な発想には至らなかった。したがって，「対策資料」の基本的な要素は変えず，記載内容の充実や表現の明確化を行う改訂を進めようとしていた。

翌年の 2011 年に，「データベース委員会」が設立され， WG1 において，山口県のひび割れ抑制システムの分析，品質確保全般を目指すためのシステムの高度化，他の自治体・事業者の展開について様々な検討が始まった。

また，この年の 3 月 11 日に東北地方太平洋沖地震とそれに伴う巨大な津波により東日本大震災が発生した。たくさんの尊い人命が失われ，インフラが甚大な被害を受けた。震災からの復興には，道路・海岸・河川をはじめとする公共土木施設の建設が不可欠であるが，その主体を占めるコンクリート構造物の建設においては，急速施工および材料・人手不足という制約のもとで，塩害や凍害などの厳しい環境作用に耐える高耐久な構造物を建設するという課題があった。

「データベース委員会」では，この課題への対応策として，膨大な数の橋梁やトンネルなどのコンクリート構造物を建設する復興道路および復興支援道路に対して，高度化したシステムを活用することについて活発な議論が行われた。

この議論の中で，筆者は品質確保への積極的な姿勢が必要であることを強く認識するようになり，山口県においても，コンクリート構造物の耐久性向上を図るために，品質確保を目的に高度化した「品質確保システム」に早期に移行するべきと考え，「拡張」と「改善」を合わせて 1 段階で移行する方針に切り替えることになった。

このように経緯を辿ると，東日本大震災が，山口県が品質確保システムへの移行を早めた大きな契機となっている。

品質確保システムに対応した規準書の作成は，2012 年春に本格的に開始した。「データベース委員会」および中国支部の研究委員会から多くの貴重な指導を受けながら作業を進め，当初は 2012 年 8 月に完成する予定として，その情報を発信していた [3),4)]。しかしながら，山口県の各分野の技術者が着実に使いこなせる内容に仕上げることが相当に難しく，結果的には 2 年余りの作業期間を要して，2014 年 5 月に「コンクリート構造物品質確保ガイド 2014（以下，「ガイド」と記す）」が完成した [5)]。

復興道路および復興支援道路への品質確保システムの活用については，「データベース委員会」が東北地方整備局に対して 2012 年 8 月から数回にわたり活用を提案した結果，2013 年度の試行工事が実現し [6)]，さらに 2014 年度から本格な取組みが開始されている [,7),8),9)10)]。これについては第 6 章で述べる。

4.3　システムの拡張

4.3.1　システムの目的

ひび割れ抑制システムは，図-4.3.1 に示す概念図のとおり，「適切な施工時期」・「材料等による適切な対策方法」・「施工の基本事項の遵守」の 3 本柱によって，コンクリート構造物に発生するひび割れの抑制を目的とするものであった。さらに，それによって達成される上位の目的が耐久性向上である。

これに対し，品質確保システムでは，図-4.3.2 に示す概念図のとおり，目的をひび割れ抑制から品質確保に拡大しており，ひび割れ抑制は品質確保の一部として位置付けている。

ひび割れ抑制については従来どおり 3 本柱が手段であるが，ひび割れ抑制以外の品質確保は，3 本柱の一つである「施工の基本事項の遵守」および「鉄筋組立ての精度確保」・「防水対策」によることにしている。

システムの構成は，図-4.3.3 に示すひび割れ抑制システムと同様に，図-4.3.4 に示すようにデータベースを活用して設計，施工，データ整理，規準類改訂の PDCA サイクルを継続していくものであるが，施工段階の「チェックシートによる施工状況把握」については，システムの拡張に伴って表層品質の向上に役割が広がっている。

「チェックシートによる施工状況把握」は，「施工の基本事項の遵守」を発注者が支援するもので，従来のひび割れ抑制システムにおける役割は，施工由来のひび割れを減少させることであった。品質確保システムにおいては，この役割に加えて，ひび割れ以外の不具合を減少させて，表層品質を向上する役割を担っている。

なお，システムの移行に伴って，図-4.3.4 に記載しているように「コンクリート打設管理記録」を「コンクリート施工記録」に名称を変更している。品質確保システムでは，コンクリート標準示方書の表記にしたがって「打設」から「打込み」の表記に改訂したことに加え，記録する内容が「打込み」後に行う養生やひび割れの観察・調査・補修まで含んでおり，記載内容を適正に表わす名称に改訂している。

今回の移行において新たに追加した「鉄筋組立ての精度確保」と「防水対策」については，従来から取り組んでいたものであるが，いずれも浸透が不十分な状況であった。どちらも設計段階で適切な設計図を作成し，設計図に沿って施工することで達成できるが，実態としては，設計図が適切に作成されない，あるいは施工が適切に行われない場合があった。

これらを，品質確保システムへの移行に伴って，品質確保の手段として位置付けることにより，設計・発注・施工の各段階における適切な実施を進めようと考えた。

まず，「鉄筋組立ての精度確保」は，鉄筋のかぶり不足による鉄筋腐食を防止し，耐久性の向上を図るものである。写真-4.3.1 および 2 は，建設後約 20 年経過した全長 300m を超える長大な橋梁の地覆工の一部に見られるもので，鉄筋が腐食して表面のコンクリートが剥がれ落ちている。原因は，この箇所の鉄筋組立ての精度が低く，鉄筋のかぶりが著しく不足しているためと想定される。

鉄筋のかぶりの確保については，「土木コンクリート構造物の品質確保について（平成 13 年（2001 年）3 月 29 日付け，国官技第 61 号）」においても，実施内容第 2 項目にスペーサ設置の基準が示されている。

この規定は，現在，山口県土木工事共通仕様書[11)]において，次に示す「鉄筋かぶりの確保」の項目の記述に反映されている。

『3. 鉄筋かぶりの確保

受注者は、設計図書に特に定めのない限り、鉄筋のかぶりを保つよう、スペーサを設置するものとし、構造物の側面については 1 ㎡あたり 2 個以上、構造物の底面については、1 ㎡あたり 4 個以上設置し、個数について鉄筋組立完了時の段階確認時に確認を受けなければならない。鉄筋のかぶりとはコンクリート表面から鉄筋までの最短距離をいい、設計上のコンクリート表面から主鉄筋の中心までの距離とは異なる。また、受注者は、型枠に接するスペーサについてはコンクリート製あるいはモルタル製で本体コンクリートと同等以上の品質を有するものを使用しなければならない。なお、これ以外のスペーサを使用する場合は使用前に監督職員と協議しなければならない。』

この中で，鉄筋のかぶりについても解説されているが，前提として，設計図に適正かつ明確に寸法が表示されていることが必要になる。しかし，実態としては，かぶりを詳細に示す図面が作成されていない，あるいは不必要な寸法を表示していることにより，適正なかぶり寸法が確保されない事例が見られた。このような事例の発生を防止するため，「ガイド」に，図-4.3.5 の鉄筋組立ての精度確保の事例を掲載し，鉄筋のかぶりに関する設計図および工事写真の適切な例および不適切な例を示している。

次に，防水対策は，コンクリート構造物の劣化が多くの場合，水がかり部から劣化が進行しており，劣化に水の作用が大きく影響することから，品質確保の手段の一つに位置付けた。

「ガイド」には，防水対策の基本として次の 3 項目を示している。

①適切な排水設備を設ける等，コンクリート構造物へ水を流入させない，流入する水の量を減らす。

②流入してきた水を，適切な排水勾配を設けるなどして，滞水させず速やかに排水する構造とする。

③コンクリート構造物表面からの水の浸透を低減する。

このうち，①と②については，道路橋示方書をはじめ各種文献に示されている方法を参考にすることとし，参考として図-4.3.6 の橋梁の水切りや排水構造の事例を示している。

また，③については，表層品質が良好な緻密なコンクリートや，ひび割れが少ないコンクリートによる効果が大きいことを述べている。

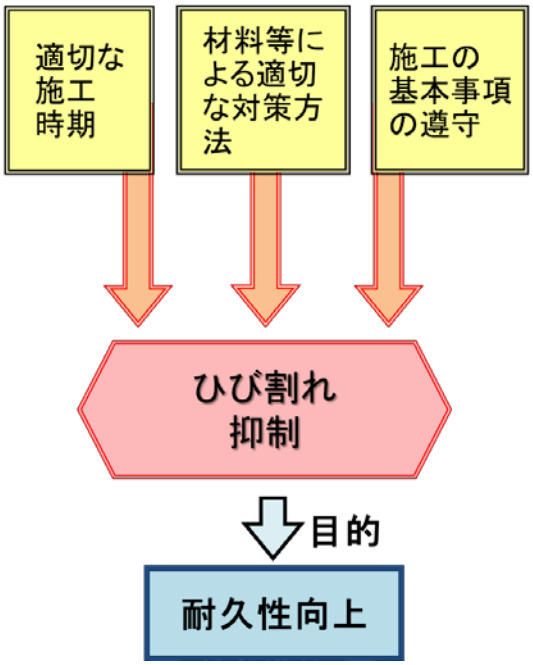


図-4.3.1　ひび割れ抑制システムの概念図 [5)]

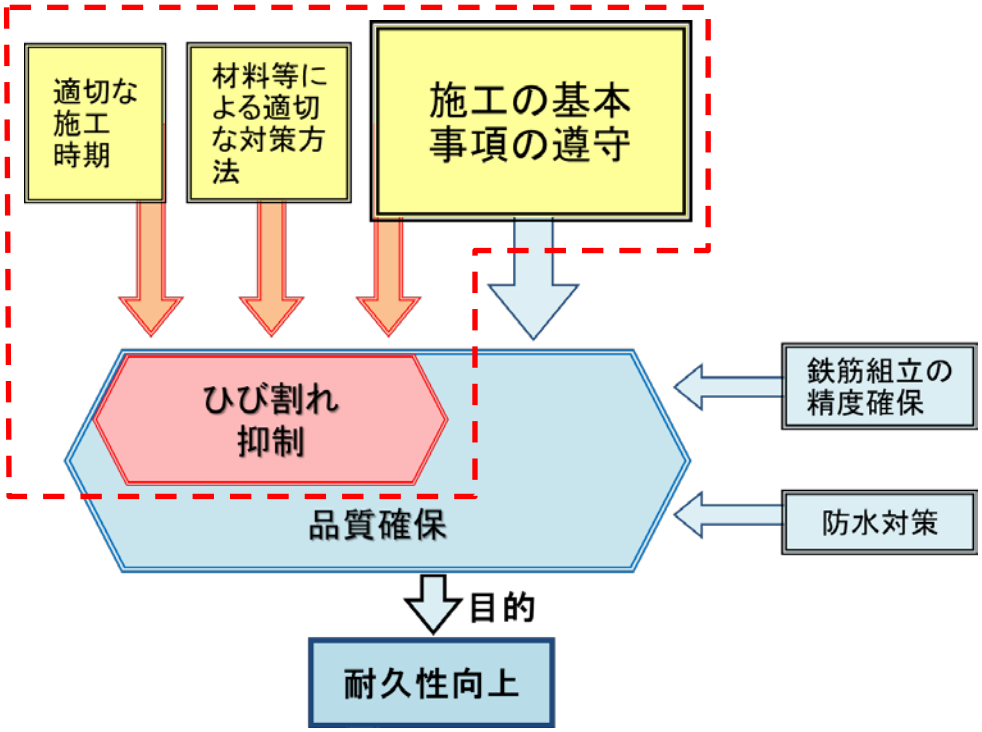


図-4.3.2　品質確保システムの概念図 [5)]

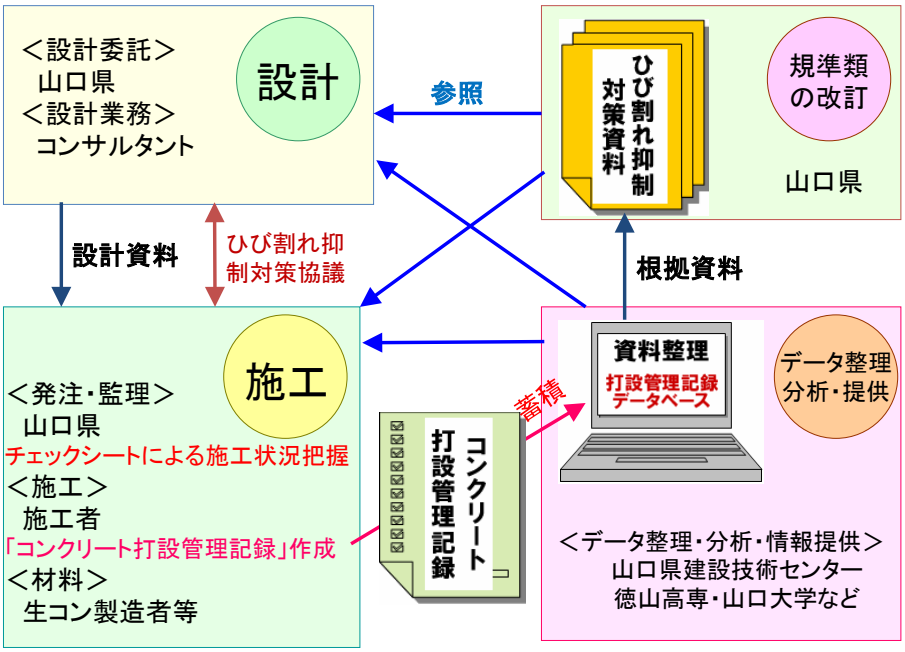


図-4.3.3　ひび割れ抑制システムの構成図

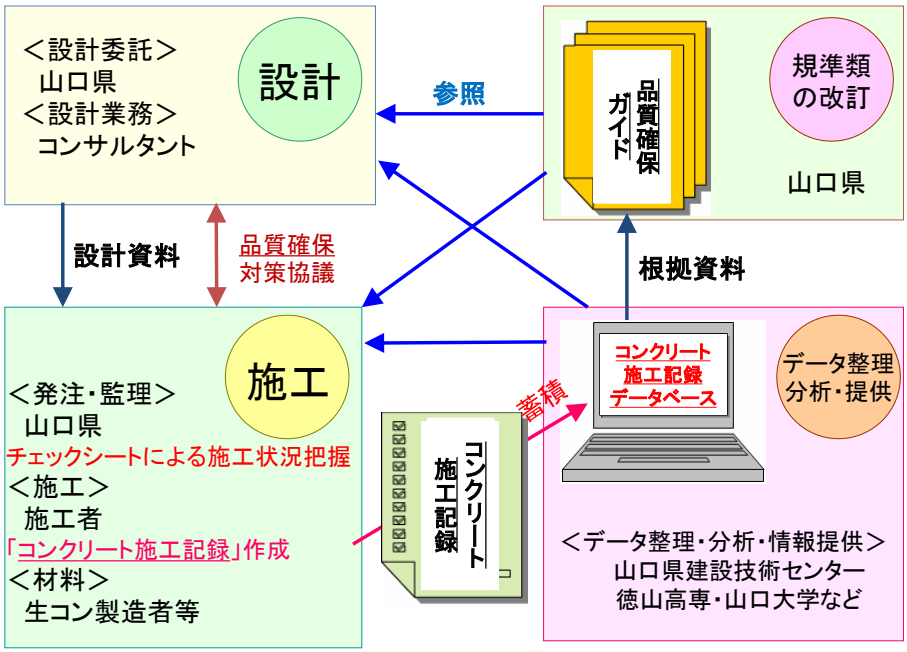
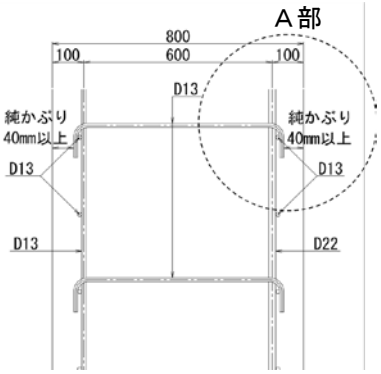


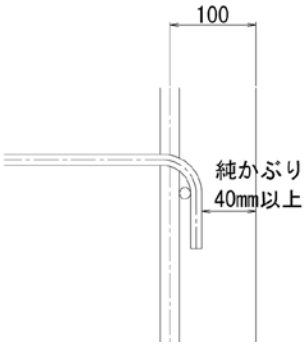
図-4.3.4　品質確保システムの構成図
（改訂箇所に下線・傍線を附している）

写真-4.3.1　かぶり不足による鉄筋腐食の事例（側面部）

写真-4.3.2　かぶり不足による鉄筋腐食の事例（天端部）

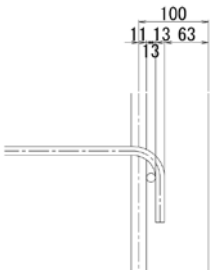
【鉄筋の組立精度確保の例】

<table>
<tr><td rowspan="2">適切な例</td><td>【設計図面 】</td><td>【写真】
（主鉄筋位置）</td></tr>
<tr><td>ボックスカルバート側壁詳細図
 

A部拡大図
 

設計図にコンクリート表面から主鉄筋中心までの距離（100mm）及び組立鉄筋までのかぶり（40mm以上）が記載されている。</td><td>

黒板には、コンクリート表面から主鉄筋中心までの距離の設計値及び実測値が記載されている。
コンクリート表面から主鉄筋中心までの距離が確認できる。
（かぶり）

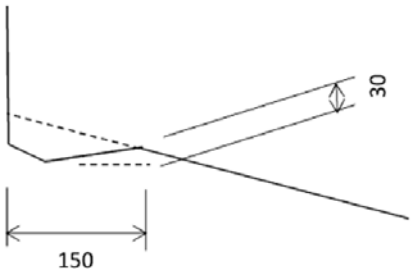
黒板には、コンクリート表面から組立鉄筋までのかぶり（40mm以上）が記載されている。
コンクリート表面から組立鉄筋までのかぶり（40mm以上）の検測をかぶり確認板を使用して行っている。
かぶり確認板の幅の検測をコンベックス等を使用して行っている。</td></tr>
<tr><td rowspan="2">不適切な例</td><td>【設計図面 】</td><td>【写真】
（かぶり）</td></tr>
<tr><td>A部拡大図
 

設計図に不必要な寸法が記載されている。</td><td>

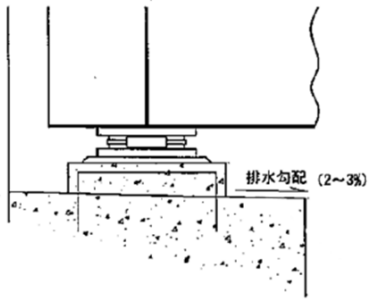
設計図に記載されている不必要な寸法で管理している。
構造物における主鉄筋位置が確認できない。</td></tr>
</table>

図-4.3.5　鉄筋組立ての精度確保の事例 [5)]

【対策例】



張出床版部



橋座面

図.3.4.1　橋梁の水切り・排水構造の例

（橋梁設計マニュアル（山口県土木建築部　平成 25 年 3 月改訂）　7-15 防水対策）

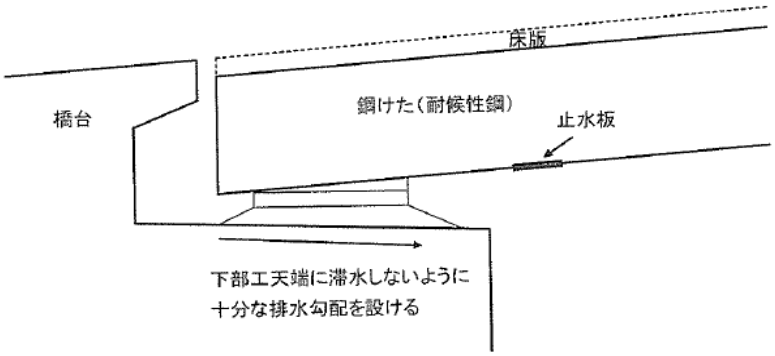


図.3.4.2　橋梁の水切り・排水構造の例

（鋼道路橋塗装・防食便覧（平成 17 年 12 月）図-Ⅲ.3.5）

図-4.3.6　防水対策の事例 [5)]

4.3.2　対象とする構造物

ひび割れ抑制システムでは，対象構造物を鉄筋コンクリートおよび水密性を要する無筋構造物としており，プレストレストコンクリート構造物は除外していた。除外の理由は次の 2 点である。

① ひび割れ問題が少ないこと

第 2 章で試験施工を開始した経緯について述べたように，橋梁下部工やボックスカルバートで生じたひび割れ問題という困りごとの解決を図る取組みとして開始したため，ひび割れが発生する事例が少ないプレストレストコンクリート構造物を対象にする必要性は低いと考えた。

② 施工者の施工実績が豊富であること

システムの中核であるデータベースを活用する仕組みは, 3.4 で述べたように県内の中小規模の建設会社の施工実績が少ないことについて，実績データの共有化によって改善を図るものである。全国規模の企業が施工する橋梁上部工などのプレストレストコンクリート構造物は，実績データの共有化によって得られる効果は少ないと考えた。

品質確保システムの対象構造物には，次の 3 点の理由により，プレストレストコンクリート構造物を追加し，表-4.3.1 に示す構造物に拡張している。なお，従来と同様に現場打ちのみを対象としており，プレキャスト桁やプレキャストボックスカルバートのような工場製品は対象に含まない。

① 品質確保の必要性が高いこと

橋梁上部工をはじめとするプレストレストコンクリート構造物は，一般には鉄筋コンクリート構造物に比べ，劣化が性能や安全性に及ぼす影響がより深刻である場合が多く，品質確保を図る対象構造物に加える必要性が高い。

② 設計者や発注者の参照データとして有用性が高いこと

実績データの共有化という面では，コンクリート構造物よりも施工者にとっての意義は小さいと言えるが，設計段階や発注段階で設計者や発注者が参照するデータとしては有用性が高い。

③ 維持管理データとして必要性が高いこと

維持管理段階に引き継ぐ記録という観点からも, 対象構造物に加える必要性が高い。

表-4.3.1　構造物の種類と「ガイド」の適用範囲[5)]

（対象：現場打ちのコンクリート構造物）

		鉄筋コンクリート構造物		プレストレストコンクリート構造物	水密性を要する無筋コンクリート構造物	
		※1外部拘束の影響を受けやすい部材	※2外部拘束の影響を受けにくい部材		砂防堰堤（水溜）	※3その他
3.2 節	施工の基本事項の遵守	○	○	○	○	○
3.2.2 節	施工状況把握チェックシート	○	○	○	○※4	○
3.3.1 節	打込み時期によるひび割れ抑制	○	○	○	○	○
3.3.2 節	材料等によるひび割れ抑制	○	○※5	○※5	○※5	○※5
3.4 節	防水対策	○	○	○	△	△
4 節	コンクリート施工記録	○	○	○	○	○
4.4 節	温度計測	○※6	○※6	○※6	○※6	○※6
4.5 節 4.6 節	ひび割れの初期観察・観察・調査・補修とその記録 施工時に生じた不具合の補修とその記録	○	○	○	○	○

○：適用する
△：参考にするとよい

※1：橋台たて壁、胸壁、ボックスカルバート側壁、逆 T 型擁壁たて壁、剛性防護柵等
※2：橋台底版、ボックスカルバート底版・頂版、逆 T 型擁壁底版等
※3：護岸のうち水密性を要求されるもの、堰、等
※4：施工状況把握チェックシート（堰堤用）を使用する
※5：一部項目（養生の工夫）を適用可能
※6：温度計測の実施は義務ではないので、温度計測を実施するかどうかは、施工者の判断による

4.4　システムの改善

4.4.1　規準書

(1)　規準書の役割

3.13.2 では，従前の規準書「対策資料」の改善について，根拠データを充実して規準の明確化を急ぐことを考えていたが，規準書の内容を理解することは求めずに，検討に必要な条件を設定するだけで，自動的に詳細な抑制対策方法が得られるような簡便な規準書に改変する要望があることについて述べた。

この要望は，多くの監督職員が多忙な環境に置かれ，深く考えることなく簡単に答えが出てくる，いわば自動販売機のようなマニュアルを志向する傾向が強くなっているという背景があり，コンクリートのひび割れや品質に関する初歩的な知識を有している利用者を前提に作成された「対策資料」が，難解な規準書になっていることに原因があると考えられる。

「データベース委員会」では，このような山口県の現状の報告を受けて，規準書のあり方についても議論が行われた。この議論の中で，技術者と指針類・データベース等の情報との関係は，技術者が判断のための参考情報として「使いこなす」，技術者が「とにかく従う」，の 2 種類があるが，前者の関係を目指すべきであり，そのためには指針類やデータベースなどの情報の作り方だけでなく,「使いこなす」技術力が必要であることが示された[12)]。

この考え方を基本として，新たな規準書である「ガイド」としては，考えずに答えに到達できる簡便なマニュアルのようなものではなく，技術者の判断を助ける役割を果たせるものを目指すことにした。

このため，規準書の名称も，目指す役割を表現できるものにした。2012 年春の改訂作業開始時点には，役割についての議論は始まっておらず,「対策資料」よりも明確な規定を記載する構想であったため,「資料」から「指針」に変更する予定であった。そのため，当時の情報発信では,「コンクリート構造物の品質確保指針」の名称を使用していた[3),4)]。

その後，技術者の判断を助ける役割に決定したことから,「指針」のように従う意味合いが強いものよりも「ガイド」がふさわしいと判断して，新しい名称を「ガイド」に決定した。

また,「ガイド」の「はじめに」には，次のように，規準書の役割を示し，併せて技術力向上を目指していることを述べている[5)]。（下線は筆者が追記）

『「ガイド」の取りまとめにあたっては，発注者，設計者，施工者，製造者の各関係者の協働による取組みや，ＰＤＣＡサイクルの好循環などの「対策資料」の長所を引き継ぎ，これまでの成果が一層発現されることを目指す一方，<u>マニュアル化によりプロセスが硬直的になることを防ぎ</u>，<u>各関係者が技術力を向上させながら，自発的・積極的に品質向上に取り組むことを促す</u>ものを目指すこととした。』

『良質なコンクリート構造物を築造するためには，すべての関係者が，後世に残す社会資本の構築に携わっているという自覚を持ち，品質確保に必要な各プロセスでの技術的判断力，すなわち，コンクリート構造物の品質を確保する必要性と技術者としての役割を理解したうえで，良質なコンクリート構造物を築造するための考える力を養う必要がある。

この「ガイド」はコンクリート構造物の品質確保を図ることだけでなく，<u>各関係者の技術的判断力を養うための手助けをすることも目的としている</u>。各関係者がこの考える力を

向上させ，コンクリート構造物の品質を確保する取組みを，自ら発展・進化させるためにもこの「ガイド」を活用いただきたい。』

(2)　構成

「ガイド」は，表-4.4.1 に示す目次のとおり本編・様式編・資料編の 3 編で構成されており，様式編にはシステムで使用する様式および記入例，資料編にはひび割れ抑制対策の検討例およびデータベースの検索方法を掲載している。

本編は，第 1 節から第 4 節で構成されている。

第 1 節は総則であり，「ガイド」の目的，適用範囲，品質確保システムの仕組み，「ガイド」の構成，という基本的な事項を記載している。

第 2 節では，各段階における品質確保として，設計・発注・施工・製造・引渡し・維持管理の各段階における各プレーヤが果たすべき役割を記載している。

第 3 節では，品質確保の手法として，施工の基本事項の遵守，ひび割れ抑制，防水対策，鉄筋組立ての精度確保の 4 項目について，それぞれの具体的な内容や留意点を記載している。

第 4 節では，コンクリート施工記録として，目的，記録対象，入力方法を示し，さらに入力項目のうち温度計測およびひび割れの観察・調査・補修について詳細な解説を記載している。

第 1 節の 1.4 ガイドの構成では，各節の関係を図-4.4.1 によって示している。

第 2 節のそれぞれの段階において，第 3 節を参照しながら品質確保を実行し，その記録を第 4 節のコンクリート施工記録によって作成する。施工記録をデータベースに蓄積し，その後の品質確保に反映させるサイクルを継続することによって，構造物の耐久性向上を図ることを示している。

表-4.4.1　「ガイド」の目次

本　編	第 1 節 総則
	1.1　品質確保ガイドの目的
	1.2　適用範囲
	1.3　コンクリート構造物品質確保システム
	1.4　ガイドの構成
	第 2 節 各段階における品質確保
	2.1　各段階における関係者の役割
	2.2　設計段階
	2.3　発注段階
	2.4　施工段階
	2.5　製造段階
	2.6　引渡し
	2.7　維持管理
	第 3 節 品質確保の手法
	3.1　概要
	3.2　施工の基本事項の遵守
	3.3　ひび割れ抑制
	3.4　防水対策
	3.5　鉄筋組立の精度確保
	第 4 節 コンクリート施工記録
	4.1　目的
	4.2　記録対象
	4.3　入力方法
	4.4　温度計測
	4.5　ひび割れの初期観察・観察・調査とその記録
	4.6　施工時に生じた不具合の補修とその記録
	4.7　コンクリート施工記録検索システム
様式編	1　施工記録様式
	2　施工記録様式記載例
	3　施工状況把握チェックシート
	4　施工状況把握チェックシート記載例
資料編	1　「材料等によるひび割れ抑制対策」検討例
	2　コンクリート施工記録データベースの検索方法

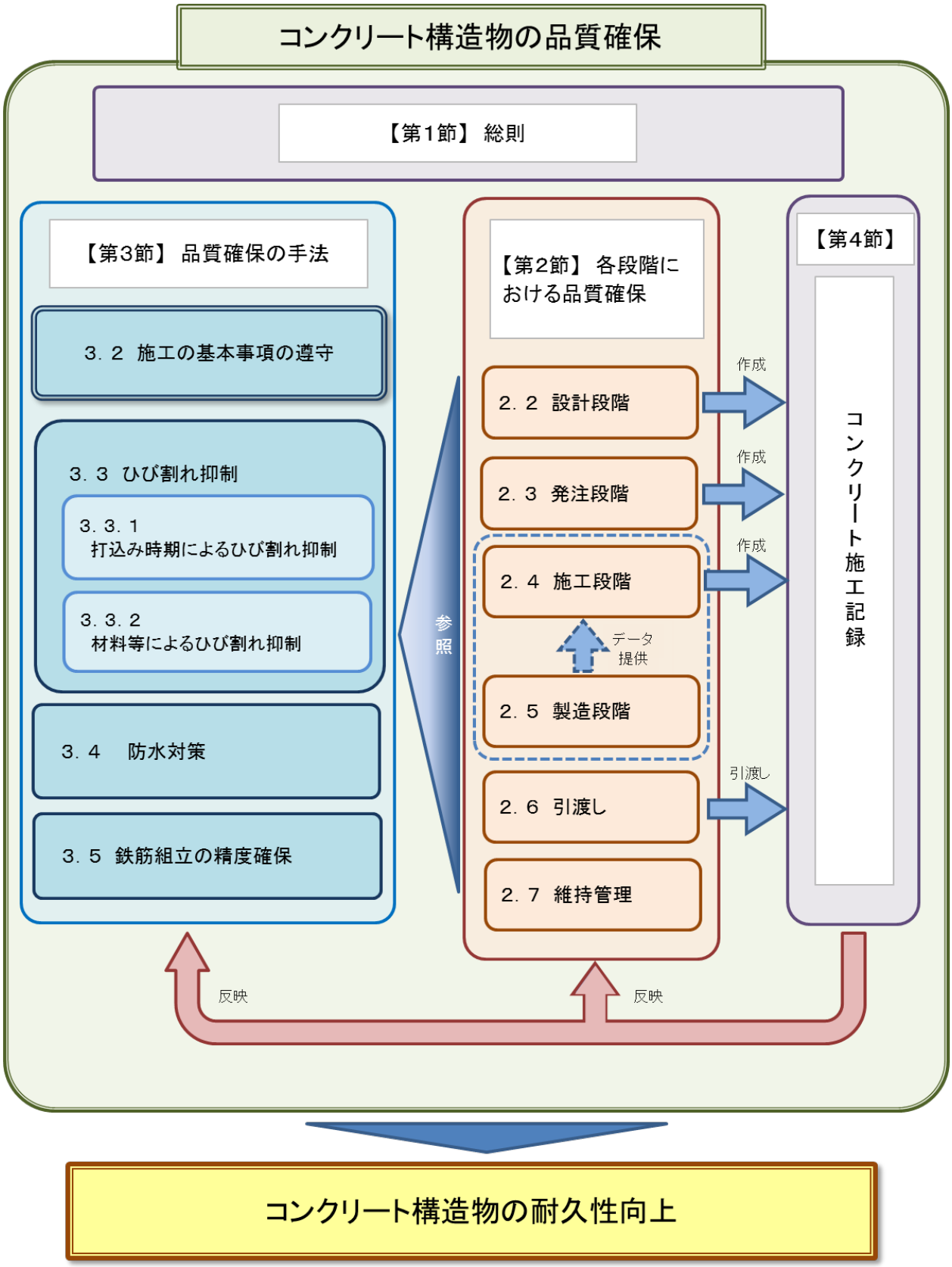


図-4.4.1 「ガイド」の構成 [5)]

(3)　「協働」の明確化

第 3 章で述べたように，ひび割れ抑制システムではコンクリート構造物の建設に携わるすべての関係者が各自の役割を果たす「協働」をシステムの基本に位置付けており，これは品質確保システムに引き継いでいる。このため,「ガイド」においても，各関係者による「協働」を明確に示している。

まず，第 2 節 2.1 では,「各段階における関係者の役割」を次のように規定し,「協働」が基本であることを示している[5)]。

『品質確保のために，コンクリート構造物の建設に携わる関係者（発注者，設計者，施工者，製造者）は協働し，設計から発注，施工，製造，引渡し，維持管理までの各段階において，それぞれがなすべき役割と責任を果たすものとする。』

また，2.2 から 2.7 の各段階の品質確保では，次に示す事例のように，文章の書き出しにおいて各関係者を主語にした記載方法に統一している[5)]。（下線は筆者が追記）

『2.2　設計段階

(1)<u>発注者は</u>，コンクリート構造物を含む設計業務委託の発注にあたり，ガイドの内容を理解したうえで発注する。

(2)<u>設計者は</u>，ひび割れ抑制対策の検討を行い．設計に反映する。なお，この際，発注者も設計者とともに検討を行うものとする。

(3)<u>発注者は</u>，設計者がとりまとめた「施工上の留意点」を，確実に発注段階に引き継ぐものとする。』

業務委託や土木工事の共通仕様書では，受注者の行うべきことが記載されており，ほとんどの主語が受注者になっているが,「ガイド」では発注者の行うべきことも記載している点が異なる。この記載方法によって，各段階における各関係者の果たすべき役割を明確化している。

さらに，コンクリート施工記録の作成方法について，設計段階および発注段階でデータ入力が可能な項目に記入し，施工段階に引き継いでいく方法に変更している。

従来のコンクリート打設管理記録は，すべての項目を施工者が記入し，施工管理資料として発注者に提出する方法としていた。しかし，記入する項目の中には，工事名・工事場所・構造物名などの基本情報や，構造物の寸法・配筋など，設計段階や発注段階で設定される情報があり，事前記入が可能である。

事前記入の効果としては，施工者の作成作業の負担軽減や，記入漏れや記入間違いの防止に加え，発注者や設計者が施工者に設計図書を引き継ぐ意識が明確になり，適切な設計成果品や発注図書を作成することに繋がると考えている。

事前記入の具体例として,「ガイド」の「様式編」に図-4.4.1 および 2 を掲載している。

記録シート①

リフト図

○基本情報

発注者(事務所名)	防府土木建築事務所	受注者			
路線・河川・地区等	山口宇部線	工期	～		
工事名	道路改良工事			工区	
施工場所	山口市○○	緯度	34度42分22秒	経度	136度55分42秒
構造物名	○○橋				
構造物詳細	A1橋台	リフト名	第2リフト		

設計段階【発注者記入】

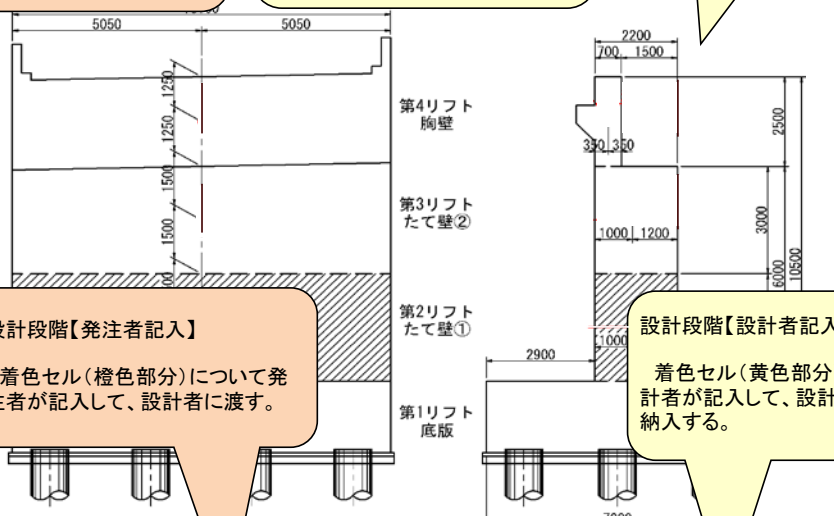
着色セル(橙色部分)について発注者が記入して、設計者に渡す。

設計段階【設計者記入】

着色セル(黄色部分)について設計者が記入して、設計成果品として納入する。

設計段階【設計者記入】

リフト図について設計者が貼付して、設計成果品として納入する。



設計段階【発注者記入】

着色セル(橙色部分)について発注者が記入して、設計者に渡す。

設計段階【設計者記入】

着色セル(黄色部分)について設計者が記入して、設計成果品として納入する。

○構造

構造物種類	橋台
構造形式	RC構造
打込み部位	たて壁

○寸法

厚さ	2.20	m
長さ（幅）	10.10	m

○配筋

主鉄筋	前面	D29 @125
	背面	D29 @125
配力筋	前面	D19 @125
	背面	D19 @125
設計純かぶり		4cm以上
備考		

○ひび割れ抑制対策

補強鉄筋		タイプA
	配筋状況（タイプA）	D19 @125
	タイプA段数	1 段
	配筋状況（タイプB）	
誘発目地間隔		m
膨張材		kg/m^3
その他の対策		

○鉄筋比

鉄筋比（対策前）	0.11	%
鉄筋比（実　施）	0.30	%

図-4.4.1　コンクリート施工記録（設計段階）の作成例 5)

記録シート①

リフト図

○基本情報

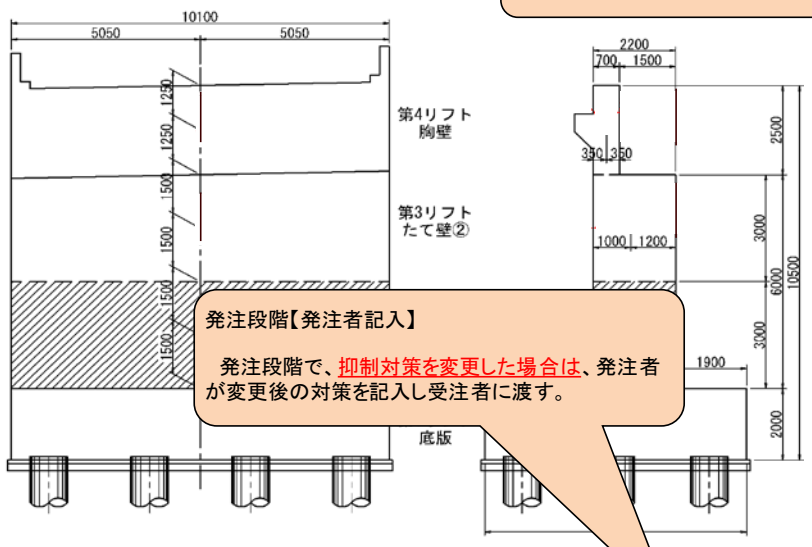
発注者(事務所名)	防府土木建築事務所	受注者	○○建設（株）		
路線・河川・地区等	山口宇部線	工期	H24.4.1	～	H25.3.31
工事名	道路改良工事			工区	2
施工場所	山口市○○	緯度	34度42分22秒	経度	136度55分42秒
構造物名	○○橋				
構造物詳細	A1橋台	リフト名	2リフト		

打込みリフト図

正面図　　側面

発注段階【発注者記入】

発注者が記入し受注者に渡す。



発注段階【発注者記入】

発注段階で、抑制対策を変更した場合は、発注者が変更後の対策を記入し受注者に渡す。

○構造

構造物種類	橋台
構造形式	RC構造
打込み部位	たて壁

○寸法

厚さ	2.20 m
長さ（幅）	10.10 m

○配筋

主鉄筋	前面	D29 @125
	背面	D29 @125
配力筋	前面	D19 @125
	背面	D19 @125
設計純かぶり		4cm以上
備考		

○ひび割れ抑制対策

補強鉄筋		タイプA
	配筋状況（タイプA）	D19 @125
	タイプA段数	1 段
	配筋状況（タイプB）	
誘発目地間隔		m
膨張材		kg/m^3
その他の対策		

○鉄筋比

鉄筋比（対策前）	0.11	%
鉄筋比（実　施）	0.30	%

図-4.4.2　コンクリート施工記録（発注段階）の作成例 [5)]

(4)　継続的な改訂

従来の規準書「対策資料」は，2007 年 4 月のひび割れ抑制システム運用開始時に「材料等による適切な対策方法」が未設定の暫定版として使用を開始し，同年 10 月に第 1 回改訂版として完成版を制定した。その後，2012 年 4 月に改訂作業を開始したが，当初の予定よりも作業が遅れて，「ガイド」の完成が 2014 年 5 月になったため，約 7 年間，改訂されないまま使用することになった。

改訂作業に時間を要した主な理由は 4.2 で述べたとおり「改善」と「拡張」を 1 段階で行ったことであるが，これからも，システム自体が未熟であることや，新たな知見の出現，あるいは国の方針の変化など，様々な事象によって，「改善」や「拡張」が必要になることが想定される。

そのため，今後も適切に改訂作業を行っていくことが重要である。そのためには，改訂作業に携わる人財の技術力確保や体制の整備が欠かせないが，改訂を継続的に短いサイクルで行う方法が適していると考えた。

この方法に対して，緊急度の高い事象が生じるまで，あるいは緊急度が低い事象が相当数溜まるまで改訂を行わない方法もあるが，改訂時の作業量が大きく，また改訂に携わるメンバーが不慣れである可能性が高く，改訂作業の難度が高くなる。その結果，改訂が先送りされると，現状にそぐわない規準書を使用し続けることになり，規準書やシステムの陳腐化・形骸化が生じる。このような状況に一旦陥れば，回復はかなり難しくなる。

したがって，「ガイド」を継続的に改訂することに決定し，名称に改訂年次を付記し「コンクリート構造物品質確保ガイド 2014」としている。

また，次回改訂を 2016 年春頃に予定して，現在，改訂の準備を進めている。改訂内容は，主に設計事例の充実を行うもので，それ以外は表記の細かな修正や変更に留まる見込みであり，緊急度はそれほど高くないが，改訂作業のメンバーが経験することで，改訂作業のノウハウが蓄積され，その後の改訂作業の難度を下げる効果が期待できる。また，2014 年版から短い期間で改訂を行うことが，継続的な改訂を実行する重要な第 1 歩を踏み出すことになる。

もう一つの留意点として，規準書の内容を過度に増やすことや，過度に詳細にすることを避ける必要がある。いずれも改訂の作業量を増大させるため，改訂の先送りに繋がりやすい。

膨大な内容や，詳しすぎる内容を避けることは，(1)で述べた規準書の役割からも留意すべき点である。設計・発注・施工・材料など各分野の技術者が共通して「使いこなす」規準書は，分厚いマニュアルや百科事典のような網羅的なものではなく，技術者が考え，対話し，判断する余地を確保した限定的な内容が適している。

4.4.2　データベース

(1)　コンクリート打設管理記録の改善

データベースの改善については，「データベース委員会」において，コンクリート打設管理記録の改善および新たなデータベースシステムの構築の検討が行われた[12)]。

このうち，コンクリート打設管理記録の改善については，委員会において，記入項目の追加や表記の修正などについて検討が行われ，2014 年 5 月の「ガイド」への移行時に，名称を「コンクリート施工記録」に変更するとともに，記入シートを改訂した。

追加した主な項目は，表-4.4.2 に示しているとおり，品質確保に関連する項目として，設計純かぶりや現場内運搬方法・ポンプ圧送距離，また，記入漏れや記入ミスを防止するために「ひび割れ抑制対策」や「ひび割れ状況」の記入欄を追加している。

表記の修正については，コンクリート標準示方書との整合を図るとともに，意味が明確にわかるような表現を用いることにしている。

図-4.4.2 から図-4.4.7 が，「ガイド」に掲載しているコンクリート施工記録の記入例である。6 枚の記録シートで構成されているのは，従来のコンクリート打設管理記録と同様であるが，記入項目をグループ分けした様式に変更し，記入および閲覧時に分かりやすくなるように工夫した。例えば，図-4.4.3 では，記入項目を「基本情報」，「コンクリート」，「運搬・打込み・締固め」，「コンクリート温度履歴」，「養生」の 5 グループに分割している。

また，4.3.2 で述べたように，対象構造物をプレストレストコンクリート構造物に拡大したことに対応するため，場所打ち PC 上部工用の記録シートを追加している。

どちらの記録シートも，山口県のホームページからダウンロードすることにより入手できる[14)]。

表-4.4.2　コンクリート施工記録に追加した主な項目 [12)]

<table>
<tr><th colspan="2">追加項目</th><th>追加理由</th></tr>
<tr><td colspan="2">「配筋情報」</td><td></td></tr>
<tr><td>設計純かぶり</td><td>設計純かぶりを追加</td><td>データとして重要であるため追加。</td></tr>
<tr><td colspan="2">「ひび割れ抑制対策」の欄を追加</td><td></td></tr>
<tr><td>補強鉄筋</td><td>補強鉄筋がある場合，そのタイプ（A, B または A+B）を記入する。</td><td rowspan="5">採用したひび割れ抑制対策工をまとめて記入するような書式の方が，記入漏れを防止できると考えられるため。</td></tr>
<tr><td>鉄筋比</td><td>発注時の鉄筋比と実際に施工した鉄筋比を記入する。</td></tr>
<tr><td>誘発目地間隔</td><td>誘発目地を入れた場合，誘発目地間隔を記入する。</td></tr>
<tr><td>膨張材</td><td>膨張材を使用した場合，膨張材使用量を記入する。</td></tr>
<tr><td>その他の対策</td><td>上記以外のひび割れ抑制対策を実施した場合（例えばガラス繊維等），その方法を記入する。</td></tr>
<tr><td colspan="2">「運搬・打込み・締固め」</td><td></td></tr>
<tr><td>現場内運搬方法</td><td>ポンプ（配管なし），ポンプ（配管あり），クレーン，その他から選択する。</td><td rowspan="2">打込み方法やポンプ施工記録は施工由来の初期欠陥を防ぐためのデータとして重要であり，今後の新設構造物の施工計画策定において有用なデータになると考えられる。</td></tr>
<tr><td>ポンプ圧送距離</td><td>配管圧送を行う場合，水平換算距離を記録する。</td></tr>
<tr><td colspan="2">「ひび割れ状況」</td><td></td></tr>
<tr><td>位置</td><td>正面，背面から選択できるようにする。</td><td rowspan="3">過去提出されたシートでそのひび割れが温度ひび割れか沈下ひび割れか分かりにくいシートが複数あったので，今後，DB の活用を容易にするため。
また，3 項目に分割したのは，入力時の受注者の記入漏れを防ぐため。</td></tr>
<tr><td>形状</td><td>貫通，表面，沈みから選択できるようにする。</td></tr>
<tr><td>方向</td><td>鉛直，水平その他（斜め，網目等）から選択できるようにする。</td></tr>
</table>

サンプル

記録シート①

リフト図

○基本情報

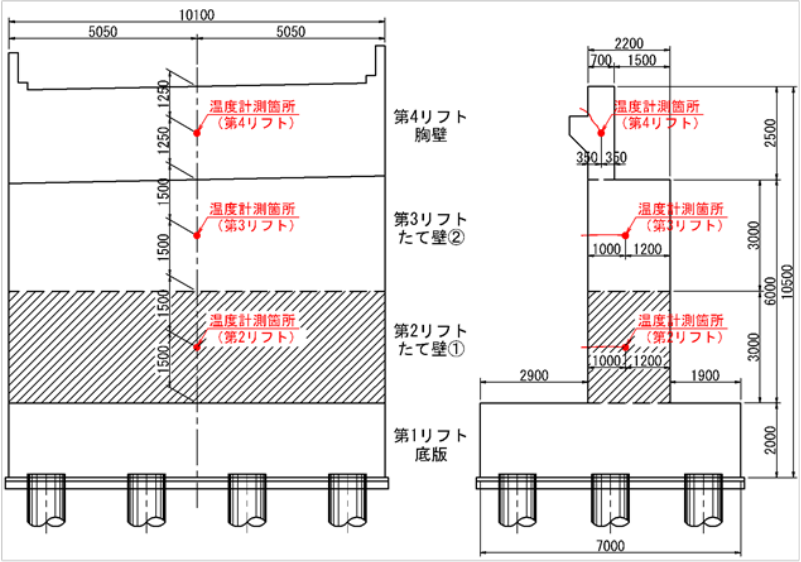
発注者(事務所名)	山口土木建築事務所	受注者	○○建設(株)		
路線・河川・地区等	山口宇部線	工期	H18.4.1	～	H19.3.31
工事名	道路改良工事			工区	1
施工場所	山口市○○	緯度	34度42分22秒	経度	136度55分42秒
構造物名	○○橋				
構造物詳細	A1橋台	リフト名	第2リフト		

リフト毎に記入

構造物の場所を緯度経度で記入

打込みリフト図

正面図　　側面図



補強鉄筋のタイプを選択

○構造

構造物種類	橋台
構造形式	RC構造
打込み部位	たて壁

○寸法

厚さ	2.20 m
長さ（幅）	10.10 m

○配筋

主鉄筋	前面	D29 @125
	背面	D29 @125
配力筋	前面	D19 @125
	背面	D19 @125
設計純かぶり		4cm以上
備考		

鉄筋径・ピッチを選択または記入

○ひび割れ抑制対策

補強鉄筋	タイプA
配筋状況（タイプA）	D19 @125
タイプA段数	1段
配筋状況（タイプB）	
誘発目地間隔	m
膨張材	kg/m^3
その他の対策	

1段、2段等を記入

誘発目地を設置した場合は、その間隔を記入

膨張材を使用した場合に記入

その他対策の具体名を記入

○鉄筋比

鉄筋比（対策前）	0.11 %
鉄筋比（実　施）	0.30 %

図-4.4.2　コンクリート施工記録　リフト図（記入例）[5)]

記録シート②

サンプル

コンクリート打込み管理表

○基本情報

路線・河川・地区等	山口宇部線	工期	H18.4.1	～	H19.3.31
工事名	道路改良工事			工区	1
構造物名	○○橋				
構造物詳細	A1橋台	リフト名	第2リフト		

○コンクリート

材料・配合	呼び強度	27 N/mm²	スランプ	8 cm	骨材最大寸法	20 mm
	水セメント比	55 %	単位セメント量	300 kg/m³		
	セメント種類	高炉B種	セメント会社	○○セメント(株)		
	混和剤	AE減水剤	混和材	---		
	生コン工場	○○(株)　○○工場				

品質管理試験	試料採取時期	打込み開始時	150m³打込み時又は午後	300m³打込み時	試験許容値
	スランプ	9.0 cm	--- cm	--- cm	8±2.5cm
	空気量	5.5 %	--- %	--- %	4.5±1.5%
	塩化物イオン量	0.03 kg/m³	--- kg/m³	--- kg/m³	0.30 kg/m³以下
	コンクリート温度	24.0 ℃	--- ℃	--- ℃	
	打込み時外気温	22.0 ℃	--- ℃	--- ℃	
	7日強度	19.0 N/mm²	--- N/mm²	--- N/mm²	
	28日強度	31.0 N/mm²	--- N/mm²		

塗装合板、無塗装合板、鋼製型枠、等を記入

「ポンプ(配管あり)」の場合記入

処理剤(名称)、凝結遅延剤＋高圧洗浄、チッピング、等を記入

○運搬・打込み・締固

打込み日	2006年5月25日		天気	りのち晴	下側リフト打込	2006年5月10日
型枠種類	塗装合板		下側リフト打継目処理	処理剤（○○）		
運搬	現場までの運搬時間	20 分	現場待機時間	0 分	荷卸し時間	20 分/台
	現場内運搬方法	ポンプ（配管なし）	ポンプ圧送距離	m	ポンプ車台数	1 台
打込み	開始時刻	8:10	終了時刻	11:00		
	リフト高	3.0 m	打込み量	70.0 m³	打込み速度	1.0 m/h
締固め	バイブレータ台数	3 台	バイブレータ人数	4 人	バイブレータ予備	1 台
	ホース筒先	1 人				

○コンクリート温度履歴

初期温度	24.0 ℃	最高温度	48.0 ℃	温度上昇量	24.0 ℃
最高温度に到達した時間	30 時間後				

○養生

脱型日		2006年6月5日	残置期間	11 日
養生方法	型枠面	型枠＋ブルーシート		
	打込み面	養生マット＋ブルーシート＋散水		
養生（湿潤状態）期間		7 日		

図-4.4.3　コンクリート施工記録　コンクリート打込み管理表（記入例）[5)]

サンプル

記録シート③

コンクリート打込み管理表（温度計測その1）

○基本情報

路線・河川・地区等	山口宇部線	工期	H18.4.1 ～ H19.3.31
工事名	道路改良工事	工区	1
構造物名	○○橋		
構造物詳細	A1橋台	リフト名	第2リフト

日時		天気	計測時刻	ｺﾝｸﾘｰﾄ温度	外気温	備考
2006/5/25		晴	15:30	38.0 ℃	23.0 ℃	養生開始時
(木)						
2006/5/26	朝	晴	8:00	47.0 ℃	22.0 ℃	
	昼	晴	13:00	47.5 ℃	26.0 ℃	
(金)	夕	晴	17:00	48.0 ℃	23.0 ℃	
2006/5/27	朝	晴	8:00	45.0 ℃	22.0 ℃	
	昼	晴	13:00	43.0 ℃	26.0 ℃	
(土)	夕	晴	17:00	42.0 ℃	23.0 ℃	
2006/5/28	朝	晴	9:30	38.0 ℃	22.0 ℃	
	昼	晴		℃	℃	
(日)	夕	晴		℃	℃	
2006/5/29	朝	晴	8:00	30.0 ℃	22.0 ℃	
	昼	晴	13:00	29.0 ℃	26.0 ℃	
(月)	夕	晴	17:00	28.0 ℃	23.0 ℃	
2006/5/30	朝	晴	8:00	27.0 ℃	22.0 ℃	
	昼	晴	13:00	26.5 ℃	26.0 ℃	
(火)	夕	晴	17:00	26.0 ℃	23.0 ℃	
2006/5/31	朝	晴	8:00	25.5 ℃	22.0 ℃	
	昼	晴	13:00	25.0 ℃	26.0 ℃	
(水)	夕	晴	17:00	24.5 ℃	23.0 ℃	
2006/6/1	朝	晴	8:00	24.0 ℃	23.0 ℃	
	昼	晴	13:00	23.9 ℃	27.0 ℃	
(木)	夕	晴	17:00	23.8 ℃	24.0 ℃	
2006/6/2	朝	晴	8:00	23.7 ℃	23.0 ℃	
	昼	晴	13:00	23.6 ℃	27.0 ℃	
(金)	夕	晴	17:00	23.5 ℃	24.0 ℃	
2006/6/3	朝			℃	℃	
	昼			℃	℃	
(土)	夕			℃	℃	
2006/6/4	朝			℃	℃	
	昼			℃	℃	
(日)	夕			℃	℃	
2006/6/5	朝	晴	8:00	22.8 ℃	23.0 ℃	
	昼	晴	13:00	22.7 ℃	27.0 ℃	
(月)	夕	晴	17:00	22.6 ℃	24.0 ℃	
2006/6/6	朝	晴	8:00	22.5 ℃	23.0 ℃	
	昼	晴	13:00	22.4 ℃	27.0 ℃	
(火)	夕	晴	17:00	22.3 ℃	24.0 ℃	
2006/6/7	朝	晴	8:00	22.2 ℃	23.0 ℃	
	昼	晴	13:00	22.1 ℃	27.0 ℃	
(水)	夕	晴	17:00	22.0 ℃	24.0 ℃	
2006/6/8	朝	晴	8:00	21.9 ℃	23.0 ℃	
	昼	晴	13:00	21.8 ℃	28.0 ℃	
(木)	夕	晴	17:00	21.7 ℃	25.0 ℃	
2006/6/9	朝	晴	8:00	21.6 ℃	23.0 ℃	
	昼	晴	13:00	21.5 ℃	28.0 ℃	
(金)	夕	晴	17:00	21.4 ℃	25.0 ℃	
2006/6/10	朝	晴	8:00	21.3 ℃	23.0 ℃	
	昼	晴	13:00	21.4 ℃	28.0 ℃	
(土)	夕	晴	17:00	21.5 ℃	25.0 ℃	
2006/6/11	朝			℃	℃	
	昼			℃	℃	
(日)	夕			℃	℃	

打込み日の計測は、原則として「仕上げ時」または「養生開始時」に行い、備考欄に計測時期を記入する。
なお、これらのタイミングで計測できなかった場合でも、計測時期が分かるように備考欄に記入する。（例：養生開始後、3時間経過後）

打込みから10日～14日後を目途に、受注者の判断で計測回数を1回/日に減らすことができる。
（判断基準の例としては、コンクリート内部温度が安定したとき、等がある）

図-4.4.4 コンクリート施工記録 コンクリート打込み管理表（温度計測その 1）（記入例）[5)]

サンプル

記録シート④

コンクリート打込み管理表（温度計測その2）

○基本情報

路線・河川・地区等	山口宇部線	工期	H18.4.1	～	H19.3.31
工事名	道路改良工事			工区	1
構造物名	○○橋				
構造物詳細	A1橋台	リフト名	第2リフト		

日時		天気	計測時刻	ｺﾝｸﾘｰﾄ温度	外気温	備　考
2006/6/12	朝	晴	8:00	21.9 ℃	23.0 ℃	
	昼			℃	℃	
(月)	夕			℃	℃	
2006/6/13	朝	晴	8:00	22.0 ℃	23.0 ℃	
	昼			℃	℃	
(火)	夕			℃	℃	
2006/6/14	朝	晴	8:00	22.0 ℃	23.0 ℃	
	昼			℃	℃	
(水)	夕			℃	℃	
2006/6/15	朝	晴	8:00	22.0 ℃	23.0 ℃	
	昼			℃	℃	
(木)	夕			℃	℃	
2006/6/16	朝	晴	8:00	22.0 ℃	23.0 ℃	
	昼			℃	℃	
(金)	夕			℃	℃	
2006/6/17	朝			℃	℃	
	昼			℃	℃	
(土)	夕			℃	℃	
2006/6/18	朝			℃	℃	
	昼			℃	℃	
(日)	夕			℃	℃	
2006/6/19	朝	晴	8:00	22.3 ℃	23.5 ℃	
	昼			℃	℃	
(月)	夕			℃	℃	
2006/6/20	朝	晴	8:00	22.4 ℃	23.5 ℃	
	昼			℃	℃	
(火)	夕			℃	℃	
2006/6/21	朝	晴	8:00	22.5 ℃	23.5 ℃	
	昼			℃	℃	
(水)	夕			℃	℃	

コンクリート温度・外気温計測結果

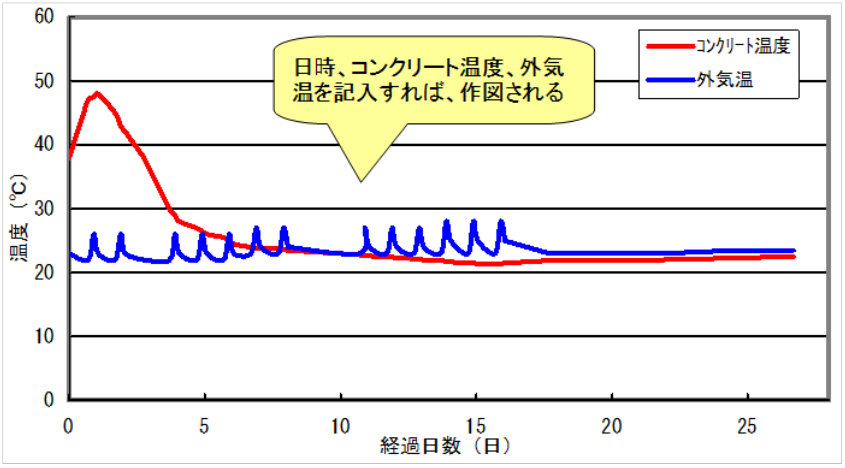


図-4.4.5 コンクリート施工記録 コンクリート打込み管理表（温度計測その 1）（記入例）[5)]

サンプル

記録シート⑤

ひび割れ調査票（その1）

○基本情報

路線・河川・地区等	山口宇部線	工期	H18.4.1 ～ H19.3.31
工事名	道路改良工事	工区	1
構造物名	○○橋		
構造物詳細	A1橋台	リフト名	第2リフト

○ひび割れの有無

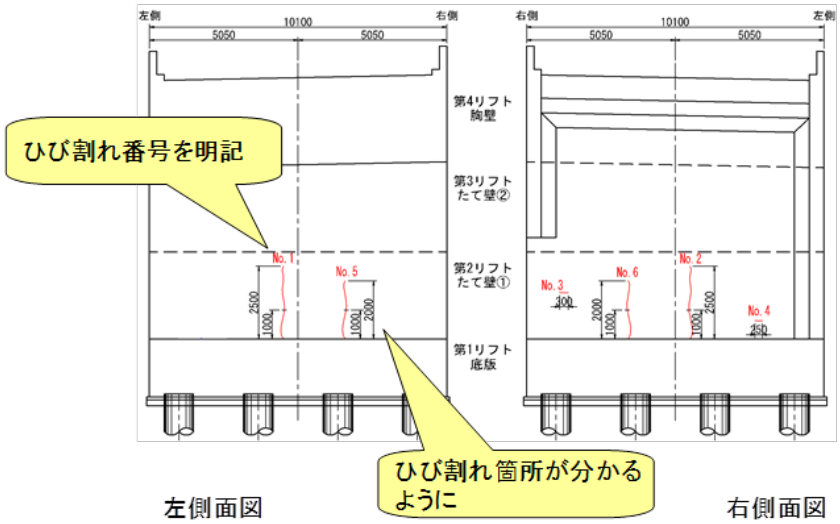
ひび割れの有無	有

ひび割れの有無を選択

○ひび割れ概要

概要図

正面図　　背面図



左側面図　　右側面図

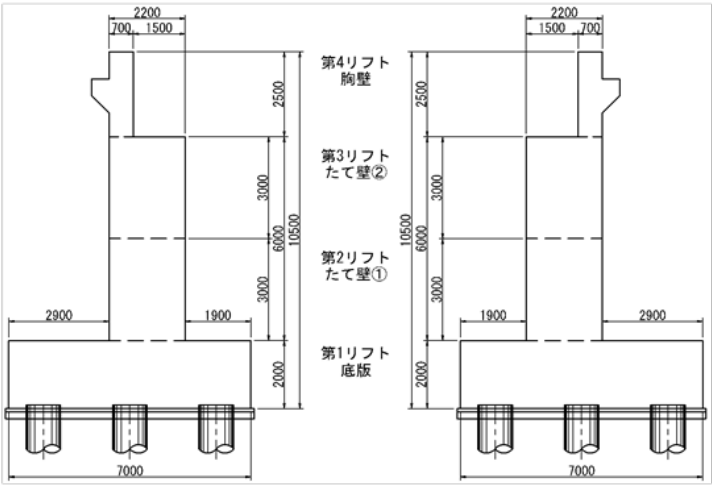


図-4.4.6　コンクリート施工記録　ひび割れ調査票（その 1）（記入例）[5)]

サンプル

記録シート⑥

ひび割れ調査票（その2）

○基本情報

路線・河川・地区等	山口宇部線	工期	H18.4.1	～	H19.3.31
工事名	道路改良工事			工区	1
構造物名	○○橋				
構造物詳細	A1橋台	リフト名	第2リフト		

○ひび割れ状況

	No.	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	No.9	No.10	No.11
ひび割れ	位置	正面	背面	背面	背面	正面	背面					
	形状	貫通	貫通	沈み	沈み	貫通	貫通					
	方向	鉛直	鉛直	水平	水平	鉛直	鉛直					
調査日	2006/6/5	0.15mm	0.15mm	0.20mm	0.15mm							
	2006/6/12	0.15mm	0.15mm	0.20mm	0.15mm							
	2006/6/19	0.15mm	0.20mm			0.10mm	0.10mm					
	2006/6/26	0.20mm	0.20mm			0.10mm	0.10mm					
	2006/7/3	0.25mm	0.20mm			0.10mm	0.10mm					
	2006/7/10					0.15mm	0.10mm					
	2006/7/17					0.15mm	0.10mm					
	備考	2006/6/5　初期観察実施、No.1水漏れあり										
補修	補修の有無	有	有	有	なし	有	なし					
	補修日	2006/7/25	2006/7/25	2006/7/25		2006/7/25						
	補修方法	注入	注入	注入		注入						
	備考	No.1、2、3、5：軟質系ｴﾎﾟｷｼ樹脂注入										

ひび割れの位置、形状、方向を選択

商品名でも良い

図-4.4.7　コンクリート施工記録　ひび割れ調査票（その 2）（記入例）[5)]

(2)　新たなデータベースシステムの構築

「データベース委員会」において，専用のデータベースソフトを用いた汎用性の高い新たなデータベースシステムの構築の検討も行われた[12)]。

現在の山口県のデータベースは，Microsoft 社の Excel を使用してデータベースを構築している。これに対して，専用のデータベースソフトとしては，Oracle, MySQL, PostgreSQL などがあり，Excel と比較すると，表-4.4.3 に示す長所・短所がある。

表-4.4.3　Excel とデータベースソフトの長所・短所の比較[12)]

	Excel	専用のデータベース
長所	・操作が簡単 ・コピーや計算など簡単な機能がある ・ピボットテーブル・グラフ機能が優れている	・扱えるデータ量が大きい ・いろいろな抽出・加工が簡単に出来る ・複数のデータのマッチング（結合）が簡単に出来る ・種類が増えたときの入力，修正などの管理が簡単である
短所	・扱えるデータ量が少ない ・複数のデータの結合が難しい ・データの種類や量が多くなると管理が難しくなる	・データベースの知識が必要である ・操作が難しい

Excel にもデータベース機能があり，データの管理・整理・検索・抽出を行えるが，山口県において将来的にデータ量が増加すると，管理が難しくなることが想定される。

この Excel とデータベースソフトとの関係は,「データベース委員会」の報告書において次の例で説明されている[12)]。

『自宅の本棚（Excel）と図書館（データベースソフト）をイメージすると良くわかる。自宅の本は多くても数百冊なので一人で管理できるが，図書館は本が多いため，管理するには専門の司書が必要で，司書が本の整理や保存，閲覧などの業務を行う。読みたい本があれば，利用者は司書に問い合わせだけを行えば良いので，非常に楽で，効率的に本を捜したり，返却したりすることができる。』

また,「データベース委員会」が目指す他の自治体・事業者の展開のためには，汎用性の高いデータベースシステムへの高度化が必要であり, 図-4.4.7 に示すような専用ソフトを使用したリレーショナルデータベースの構築について検討を行った。

山口県では，このデータベースシステムの構築を，山口大学の中村秀明教授と山口県による官学共同研究において準備を進めており[13)]，2016 年度に新たなデータベースシステムに移行する予定である。

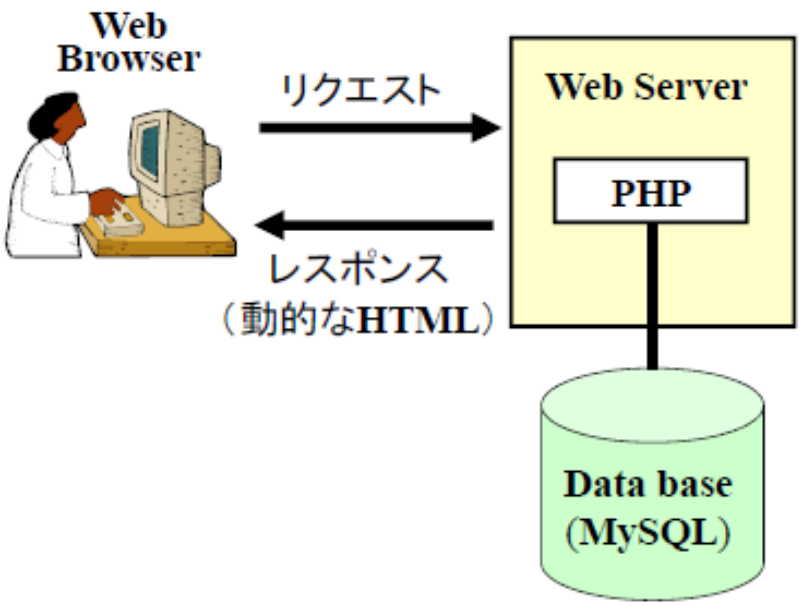


図-4.4.7　専用ソフトを使用したリレーショナルデータベース [12)]

4.4.3　ひび割れ抑制設計

第 3 章において，設計時にひび割れ抑制対策の検討を行うことについて，3.11.5 の設計への活用では，データベースを活用して類似構造物のデータから検討する具体的な方法を示すことができず普及しなかったことを述べた。

また，3.13.4 設計段階への展開では，設計成果品に抑制対策の検討を組み込むことが徹底されない要因について，①監督職員の経験と技術力の不足，②「対策資料」に具体的な記載がないこと，③時間的余裕が少ないことで経験する機会を見送ること，の 3 点が連鎖しているためと考えられることを述べている。

これまで，抑制対策については，3.13.2 で述べたように，「対策資料」に示された標準的な値や目安を参考にして作成した案を監督職員が技術管理課に提出し，技術管理課が提出された資料について審査し，決定していた。また，判断が難しい場合には，徳山高専の田村教授をはじめ研究者の助言を受けて決定していた。

システムの移行にあたり，この審査を行った構造物の中から，3 件の事例を抽出して，検討の手順を説明する資料を作成し，「ガイド」の資料編 1 として『「材料等によるひび割れ抑制対策」検討例』を掲載した [5)]。事例の 3 件は，いずれも橋台たて壁・胸壁であるが，次のように条件が異なるものを選んだ。

検討例①　材料による対策が不要

検討例②　「ガイド」での目安の鉄筋比を確保

検討例③　「ガイド」での目安以上の鉄筋比を確保（幅 14.15m，夏期打込み）

このうち検討例③のたて壁の検討の掲載内容を，図-4.4.8 から図-4.4.18 に示している。

図-4.4.9 で示した検討の手順によって，図-4.4.10 および 11 に示した高さ 12.00m，幅 14.15m，打込み時期 7・8 月の検討条件を確認し，図-4.4.13～17 に示したデータベースから抽出した類似データによって最大ひび割れ幅と構造物の幅・鉄筋比・打継間隔との関係のグラフを作成して分析を行い，図-4.4.18 に示す分析・考察に基づいて，図-4.4.19～20 おいて次の抑制対策（案）を示している。

①リフト高さを，1 日当たりの打込み量（100m^3/日程度以内を想定）や型枠の規格を考慮して，1.8m・2.7m・2.534m の 3 リフトに設定する。

②材料による対策として，鉄筋比 0.4%程度となるように補強鉄筋を配置する。

③打継ぎ間隔は 15 日程度以下が望ましい。

「ガイド」資料編 1 としてこの 3 件の検討例を掲載したことにより，設計段階において抑制対策が検討され設計成果品に組み込まれるようになり，設計段階への展開がようやく始まった。2015 年 9 月に開催した技術講習会では，設計者と発注者から各 1 件の設計実施例の報告が初めて行われた [15)]。

しかし，検討例は，3 種類の設計条件を設定して検討例を示していることに留まり，検討手法の基本的考え方や留意点などを解説したものを策定し，「ガイド」に掲載することができなかった。

このため，設定した設計条件に当てはまらない場合には，独自の考察がかなり必要になり，また，データベースに新たなデータが追加されていくため，検討例の考察結果が策定後にある程度の期間を過ぎると陳腐化する場合もある。

したがって，抑制対策を検討して設計に組み込む「ひび割れ抑制設計」の手法を制定し

検討例③

主要県道〇〇〇〇線
〇〇橋　A1 橋台
〇〇市〇〇　地内

1

図-4.4.8　検討例①（1 ページ）[5)]

検討の手順

（1）平面図、橋梁一般図、配筋図、工程等の確認

（2）打設管理記録データベースから類似構造物の抽出

（3）「鉄筋比(x)－最大ひび割れ幅(y)」のグラフ作成

（4）「打継ぎ間隔(x)－最大ひび割れ幅(y)」のグラフ作成

（5）類似構造物を参考にした分析・考察

（6）ひび割れ抑制対策(案)の検討

2

図-4.4.9　検討例①（2 ページ）[5)]

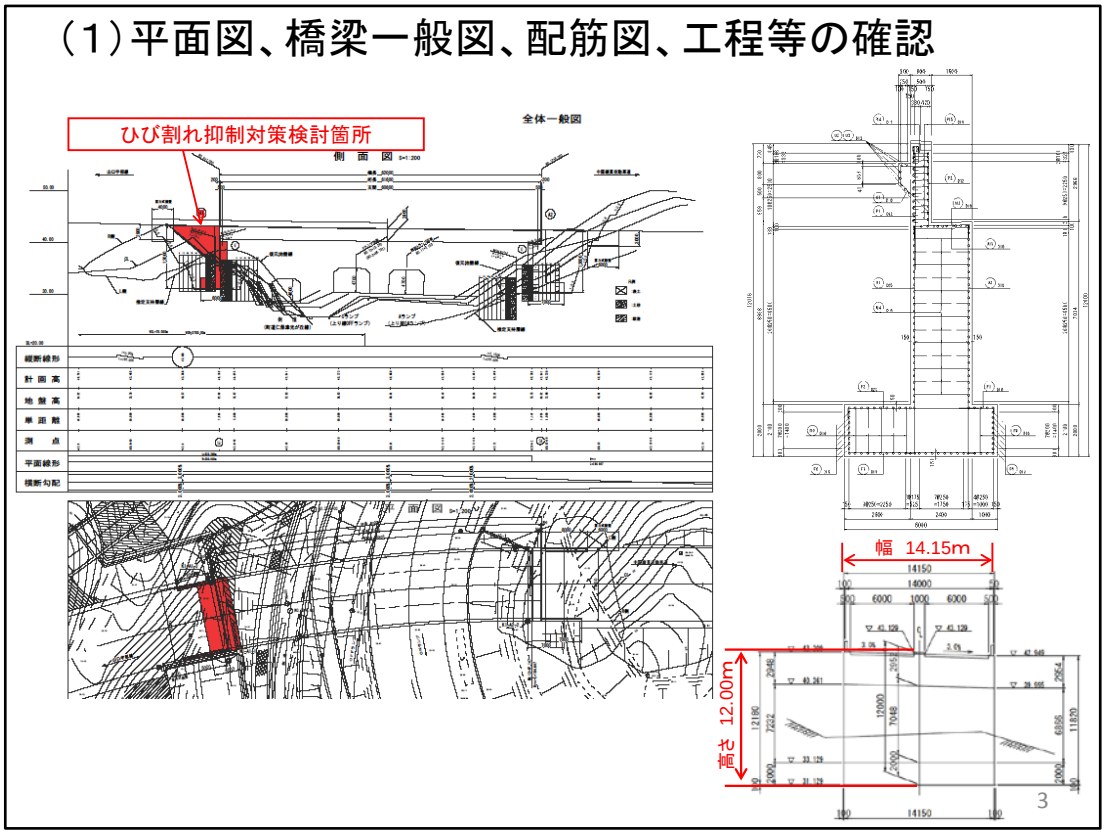


図-4.4.10　検討例①（3 ページ）[5)]

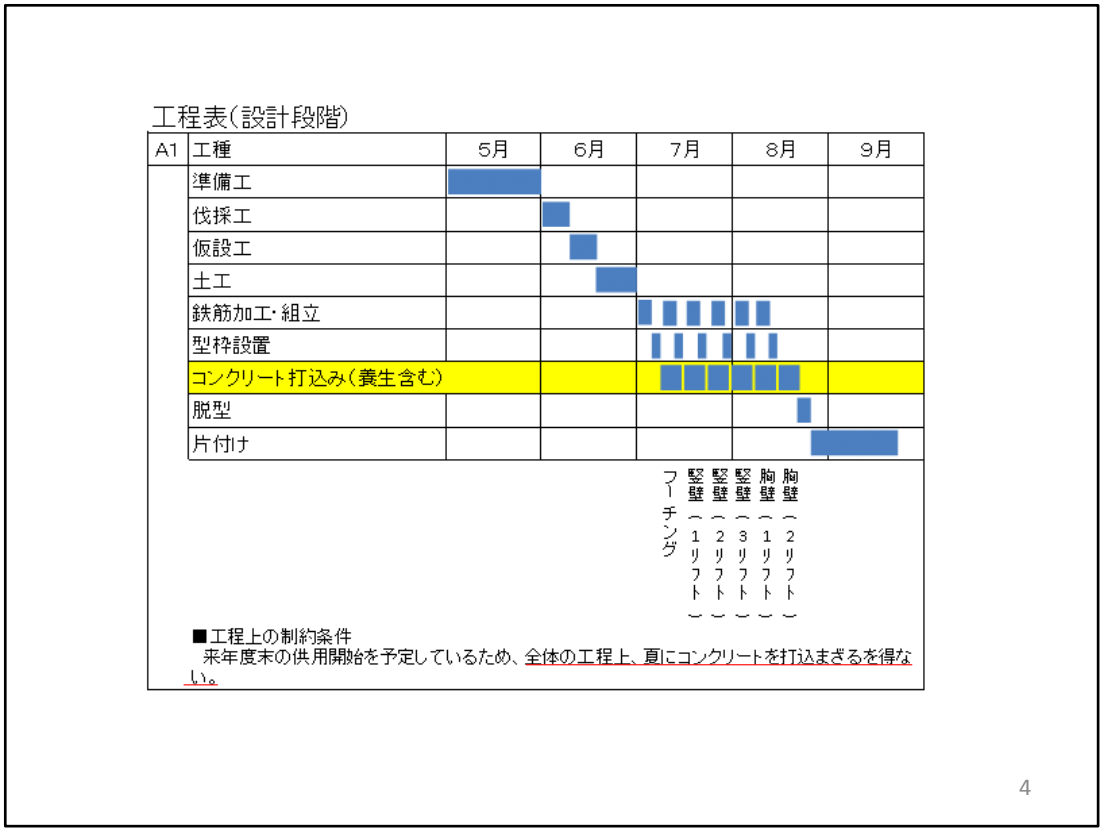


図-4.4.11　検討例①（4 ページ）[5)]

【橋　台・たて壁】

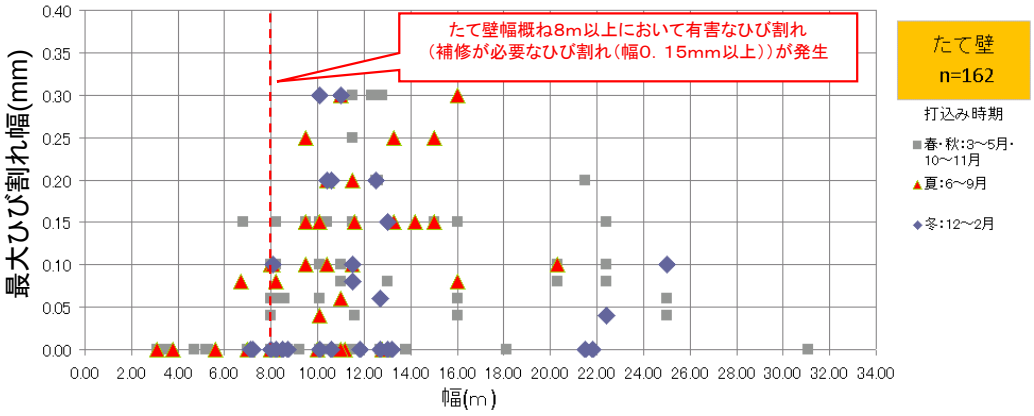
(2) 打設管理記録データベースから類似構造物の抽出
(3)「鉄筋比(x) − 最大ひび割れ幅(y)」のグラフ作成
(4)「打継ぎ間隔(x) − 最大ひび割れ幅(y)」のグラフ作成
(5) 類似構造物を参考にした分析・考察

5

図-4.4.12　検討例①（5 ページ）[5)]

(2) 打設管理記録データベースから類似構造物の抽出

■たて壁全体のひび割れ発生状況
たて壁幅ーひび割れ幅



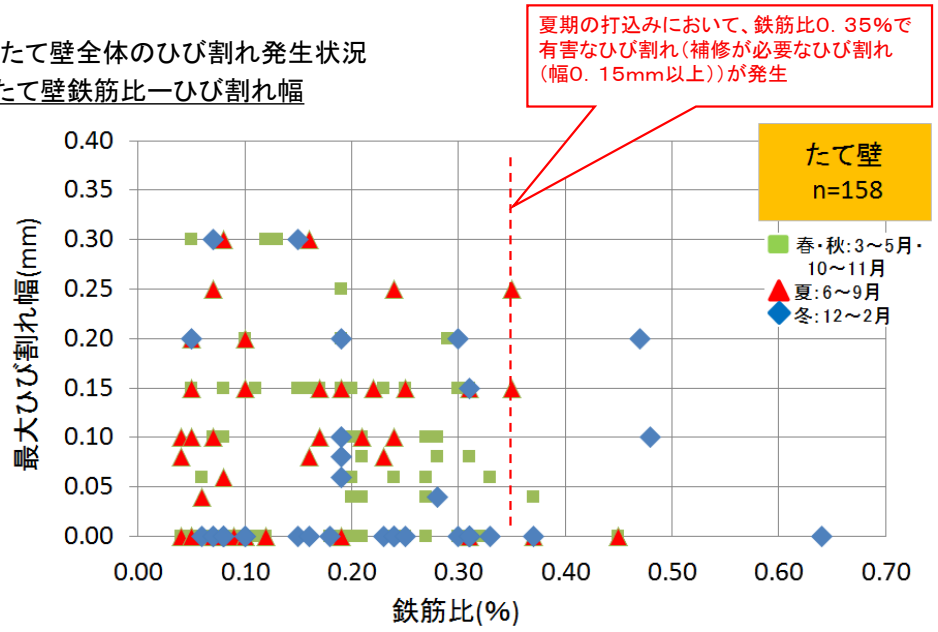
6

図-4.4.13　検討例①（6 ページ）[5)]

（2）打設管理記録データベースから類似構造物の抽出

■たて壁全体のひび割れ発生状況

たて壁鉄筋比ーひび割れ幅



7

図-4.4.14　検討例①（7 ページ）[5)]

■たて壁　類似構造物の抽出条件

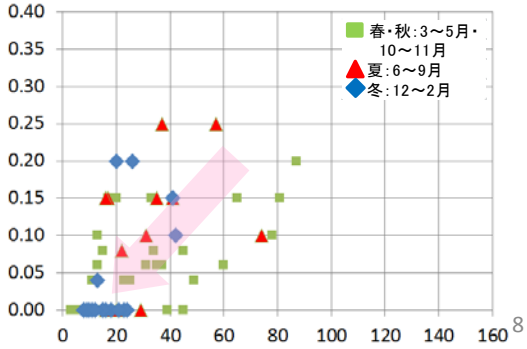
		施工（設計）する構造物	【抽出条件】
打設時期		6月，7月	夏期（6，7，8，9月）
構造	構造物	橋台	橋台
	部位	たて壁	たて壁
寸法	リフト高	1．8～2．7	全て
	厚さ	2．4	全て
	幅	14	8m　≦W≦　∞
材料	補強材料	―	全て
	鉄筋比	―	0．2%　≦x≦　∞
	混和材	―	無し

【抽出条件の考え方】

○打込み時期は、夏期（6～9月）を抽出条件とした。

○たて壁全体のひび割れ発生状況の傾向より、幅8m以上を抽出し、ガイド3.3.2.4に記載のとおり、鉄筋比の影響を取り除くため、鉄筋比0．2%以上のデータをグラフ化した。

（参考）たて壁全体：鉄筋比0.20%以上



8

図-4.4.15　検討例①（8 ページ）[5)]

■たて壁　類似事例一覧表（抽出結果）

■たて壁

事務所	構造物名		打設時期	構造			寸法				材料						コンクリート			最大ひび割れ幅 (mm)	整理番号（番号をクリックすると詳細を確認できます。）	HP掲載年月
	箇所	構造物		種類	構造物	部位	リフト高 (m)	厚さ (m)	幅（奥行） (m)	誘発目地間隔 (m)	セメント種類	混和剤	混和材	補強材料	鉄筋比(%) 実施	鉄筋比(%) (参考)補強検討前	試験強度 (N/mm²)	打設温度 (℃)	最高温度 (℃)			
周南土木建築事務所	高瀬第4橋	A1橋台	9月	RC	橋台	たて壁②	3.5	1.6	9.5	---	高炉B種	AE減水剤	---	---	0.22	---	32.3	27.0	65.6	0.15	H18-A-001-03	H19.12
周南土木建築事務所	高瀬第4橋	A1橋台	9月	RC	橋台	たて壁②	3.3	1.6	9.5	---	高炉B種	AE減水剤	---	---	0.25	---	30.5	26.0	60.7	0.15	H18-A-001-04	H19.12
周南土木建築事務所	高瀬第4橋	A2橋台	9月	RC	橋台	たて壁②	3.4	1.6	9.5	---	高炉B種	AE減水剤	---	---	0.17	---	31.6	25.0	62.0	0.10	H18-A-002-03	H19.12
山口土木建築事務所	国道2号高架橋（仮称）	A1橋台	6月	RC	橋台	たて壁②	2.4	2.2	20.3	---	高炉B種	AE減水剤	---	ガラス	0.21	---	35.6	25.0	71.5	0.10	H18-A-009-04	H19.12
山口土木建築事務所	松坂橋	A2橋台	6月	RC	橋台	たて壁②	3.6	2.0	11.5	---	高炉B種	AE減水剤	---	補強鉄筋A	0.1	0.08	36.2	28.0	70.8	0.20	H18-A-012-04	H19.12
山口土木建築事務所	松坂橋	A2橋台	7月	RC	橋台	たて壁②	2.0	2.0	11.5	---	高炉B種	AE減水剤	---	ガラス	0.07	---	36.9	26.0	70.3	0.10	H18-A-012-05	H19.12
美祢土木事務所	金田ため池橋	本線A1橋台	7月	RC	橋台	たて壁②	4.6	2.0	11.6	---	高炉B種	AE減水剤	膨張材	---	0.19	---	35.6	28.0	73.6	0.15	H18-A-013-03	H19.12
美祢土木事務所	金田ため池橋	Bランプ A1橋台	6月	RC	橋台	たて壁②	4.2	1.9	8.0	---	高炉B種	AE減水剤	---	補強鉄筋B	0.24	0.20	35.2	27.0	69.3	0.10	H18-A-014-03	H19.12
美祢土木事務所	金田ため池橋	Cランプ A2橋台	6月	RC	橋台	たて壁③	3.3	2.0	8.2	---	高炉B種	AE減水剤	---	ガラス	0.23	---	31.2	22.0	65.4	0.08	H18-A-016-04	H19.12
山口土木建築事務所	朝田川橋	A1橋台	6月	RC	橋台	たて壁	1.8	2.0	10.1	---	高炉B種	AE減水剤	---	---	0.05	---	36.1	24.0	66.6	0.15	H18-A-019-02	H20.6
長門土木建築事務所	8号橋	A2橋台	9月	RC	橋台	たて壁①	1.8	1.4	11.0	---	高炉B種	AE減水剤	---	---	0.08	---	33.5	20.0	67.2	0.06	H18-A-021-02	H20.6
長門土木建築事務所	6号橋	A2橋台	7月	RC	橋台	たて壁	2.9	2.5	8.2	---	高炉B種	AE減水剤	---	---	0.04	---	35.4	27.0	67.2	0.00	H18-A-022-02	H20.6
宇部土木建築事務所	神岩号橋	A2橋台	6月	RC	橋台	たて壁①	3.1	2.0	11.0	---	高炉B種	AE減水剤	---	---	0.08	---	35.1	25.0	73.9	0.00	H18-A-023-02	H20.6
宇部土木建築事務所	神岩号橋	A2橋台	7月	RC	橋台	たて壁②	3.1	2.0	11.0	---	高炉B種	AE減水剤	---	---	0.08	---	37.5	27.0	71.7	0.00	H18-A-023-04	H20.6
山口土木建築事務所	神長湖橋	A2橋台	6月	RC	橋台	たて壁①	2.9	2.5	10.4	---	高炉B種	AE減水剤	---	---	0.05	---	37.9	27.0	71.7	0.20	H18-A-026-02	H20.6
山口土木建築事務所	神長湖橋	A2橋台	6月	RC	橋台	たて壁②	3.5	2.5	10.4	---	高炉B種	AE減水剤	---	---	0.05	---	36.3	28.0	75.5	0.10	H18-A-026-03	H20.6
美祢土木事務所	Cランプ橋	A2橋台	6月	RC	橋台	たて壁①	3.0	2.2	16.0	---	高炉B種	AE減水剤	---	---	0.16	---	30.9	27.0	---	0.08	H18-A-029-02	H20.6
美祢土木事務所	Cランプ橋	A2橋台	9月	RC	橋台	たて壁②	3.6	2.2	16.0	---	高炉B種	AE減水剤	---	---	0.16	---	32.0	29.0	69.2	0.30	H18-A-029-03	H20.6
山口土木建築事務所	新阪本橋（仮称）	A2橋台	9月	RC	橋台	たて壁①	2.2	2.0	12.8	6.1	高炉B種	AE減水剤	---	---	0.05	---	38.0	28.0	69.4	0.00	H19-A-002-02	H20.6
錦川総合開発事務所	１４号橋	A１橋台	9月	RC	橋台	たて壁	2.6	3.0	11.0	---	高炉B種	AE減水剤	---	---	0.08	---	31.1	28.0	71.3	0.30	H19-A-003-03	H20.6
周南土木建築事務所	西迫３号橋	A1橋台	6月	RC	橋台	たて壁②	4.0	1.4	9.5	---	高炉B種	AE減水剤	---	---	0.17	---	32.1	22.0	---	0.15	H19-A-024-03	H21.4
山口土木建築事務所	郷之尾橋橋	A1橋台	6月	RC	橋台	たて壁	3.9	1.4	15.0	---	高炉B種	AE減水剤	---	補強鉄筋A+B	0.24	0.07	36.7	25.0	---	0.25	H19-A-013-02	H21.4
山口土木建築事務所	郷之尾橋橋	A2橋台	6月	RC	橋台	たて壁②	3.4	1.4	15.0	---	高炉B種	AE減水剤	---	補強鉄筋A+B	0.31	0.14	35.0	25.0	---	0.15	H19-A-014-03	H21.4
山口土木建築事務所	朝田川橋	A2橋台	6月	RC	橋台	たて壁	1.4	1.9	10	---	高炉B種	AE減水剤	---	ガラス	0.05	---	34.0	25.0	51.5	0.00	H19-A-015-02	H21.4
山口土木建築事務所	河内川橋	A2橋台	6月	RC	橋台	たて壁	1.3	1.7	10.1	---	高炉B種	AE減水剤	---	ガラス	0.06	---	36.4	24.0	56.6	0.04	H19-A-017-02	H21.4
下関土木建築事務所	４号橋	A1橋台	6月	RC	橋台	たて壁①	4.5	1.5	13.3	---	高炉B種	AE減水剤	---	補強鉄筋A	0.35	0.30	36.1	21.0	63.3	0.15	H19-A-022-02	H21.4
下関土木建築事務所	４号橋	A1橋台	7月	RC	橋台	たて壁②	4.3	1.5	13.3	---	高炉B種	AE減水剤	---	補強鉄筋A	0.35	0.30	34.4	22.0	70.5	0.25	H19-A-022-03	H21.4
柳井土木建築事務所	伊保３号橋	A1橋台	6月	RC	橋台	たて壁②	1.9	1.4	14.2	---	高炉B種	AE減水剤	---	---	0.10	---	34.0	23.0	60.1	0.15	H20-A-003-02	H22.2
周南土木建築事務所	西迫３号橋	A2橋台	6月	RC	橋台	たて壁	3.9	1.4	9.5	---	高炉B種	AE減水剤	---	---	0.07	---	---	26.0	51.3	0.25	H20-A-001-02	H22.2
山口土木建築事務所	郷之尾湖小橋	A1橋台	6月	RC	橋台	たて壁②	2.7	1.3	8.0	---	高炉B種	AE減水剤	---	補強鉄筋A	0.45	0.32	35.1	23.0	59.8	0.00	H20-A-008-02	H22.2
山口土木建築事務所	郷之尾湖小橋	A1橋台	7月	RC	橋台	たて壁③	2.7	1.3	8.0	---	高炉B種	AE減水剤	---	補強鉄筋A	0.45	0.32	35.4	25.0	67.1	0.00	H20-A-008-03	H22.2
山口土木建築事務所	郷之尾湖小橋	A2橋台	6月	RC	橋台	たて壁②	2.7	1.3	8.0	---	高炉B種	AE減水剤	---	補強鉄筋A	0.31	0.18	35.5	22.0	59.7	0.00	H20-A-009-02	H22.2
山口土木建築事務所	郷之尾湖小橋	A2橋台	7月	RC	橋台	たて壁③	1.8	1.3	8.0	---	高炉B種	AE減水剤	---	補強鉄筋A	0.37	0.18	35.4	25.0	68.9	0.00	H20-A-009-03	H22.2
錦川総合開発事務所	瀬の上橋	A2橋台	8月	RC	橋台	たて壁	3.2	1.4	11.0	---	高炉B種	AE減水剤	---	---	0.07	---	36.0	---	68.6	0.00	H20-A-012-01	H22.2
下関土木建築事務所	梅の木橋	橋台A2	7月	RC	橋台	たて壁	1.3	2.5	8.1	---	高炉B種	AE減水剤	---	---	0.04	0.04	32.3	29.0	57.5	0.10	H20-A-046-05	H23.2

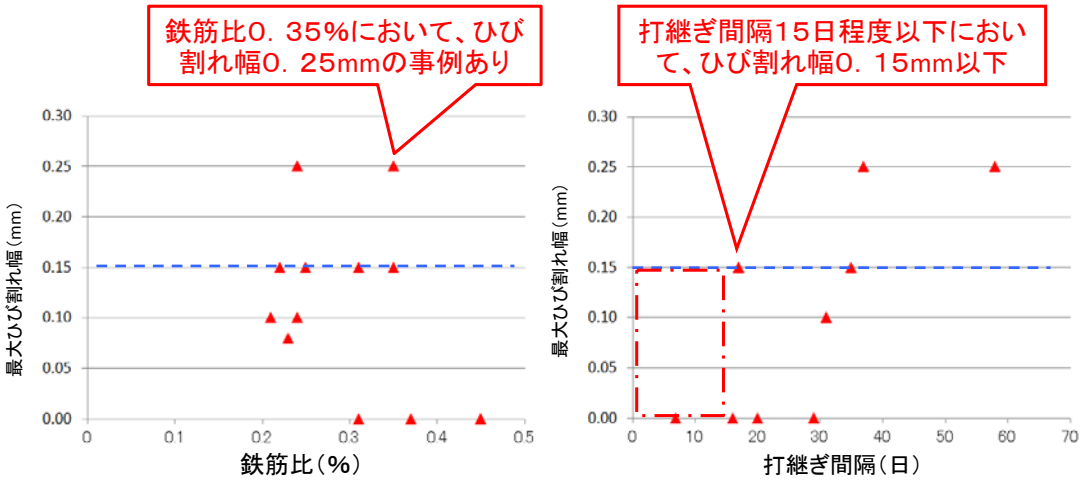
9

図-4.4.16　検討例①（9 ページ）[5)]

（3）「鉄筋比(x)－最大ひび割れ幅(y)」グラフの作成

（4）「打継ぎ間隔(x)－最大ひび割れ幅(y)」グラフの作成

【橋台・たて壁】



10

図-4.4.17　検討例①（10 ページ）[5)]

（5）類似構造物を参考にした分析・考察

【橋台・たて壁】

○「鉄筋比と最大ひび割れ幅」の関係より、鉄筋比が高いほど最大ひび割れ幅が小さくなる傾向にあると推察されるが、鉄筋比0．35%においてひび割れ幅0．25mmの事例がある。

○また、「打継ぎ間隔と最大ひび割れ幅」の関係より、打継ぎ間隔が短いほど最大ひび割れ幅が小さくなる傾向にあると推察される。また、打継ぎ間隔がガイド3.3.2.4に目安として示されている15日程度以下の場合、最大ひび割れ幅が0．15mm以下となっており、有害なひび割れがほとんど発生していない。

○なお、夏期にひび割れが発生した場合には冬期にひび割れ幅が広がる可能性が高いことから、夏期施工（夏生まれ）となる今回のケースでは、有害なひび割れの発生を抑制するため、より安全側の対策として鉄筋比を高めるとともに、打継ぎ間隔を15日程度以下にすることが有効と考えられる。

11

図-4.4.18　検討例①（11 ページ）[5)]

（6）ひび割れ抑制対策(案)の検討

①ひび割れ抑制対策の必要性の検討

今回の構造物は、橋台・胸壁の幅が広く、夏期施工であるため、類似事例より、無対策の場合に有害なひび割れが発生する可能性が高いと考えられるため、ひび割れ抑制対策が必要である。

②リフト割、補強鉄筋配置、打継ぎ間隔の検討

【リフト割】

●たて壁

一日当たりのコンクリート打設量、鉄筋配置、型枠の規格、構造物の高さ、現場条件等を考慮してバランスよく設定する。

⇒ 今回は、一日当たりのコンクリート打設量（100(m3/日)程度を想定）や型枠の規格より、リフト高さを、たて壁①H＝1．8m、たて壁②H＝2．7m※、たて壁③H＝2．534m　とした。（※たて壁：厚さ2．4m×幅14．15m×リフト高2．7m＝打設量　91．7m3＜100m3）

●胸壁

鉄筋配置、構造物の高さ、現場条件等を考慮してバランスよく設定する。

⇒ 今回は、胸壁①H＝1．41m、胸壁②H＝1．56m　とした。

18

図-4.4.19　検討例①（18 ページ）[5)]

【補強鉄筋配置】及び【打継ぎ間隔】

■抑制対策の検討結果■

類似構造物の分析・考察結果を踏まえて以下の対策を行う。

【たて壁】

① 材料による対策として、鉄筋比0．4%程度を配置する。

② 打継ぎ間隔は15日程度以下が望ましい。

【胸壁】

① 材料による対策として、鉄筋比0．55%程度を配置する。

② 打継ぎ間隔は15日程度以下が望ましい。

ひび割れ抑制対策協議資料

発注機関	○○土木建築事務所
監督職員	○○○○
受注者	○○○○○
発注年度	平成○年度
業務(工事)名	主要県道○○○○線道路改良工事　第○工区
事業箇所	○○市○○　地内
路河川名・構造物名	○○○○線○○橋　A1橋台
橋長	L=○m
上部工形式	鋼単純鋼床版箱桁
下部工形式	逆T式橋台(直接基礎)
構造物概要	A1橋台　H=12m

打込み時期・材料による対策の検討

対策箇所	対策実施前					抑制対策案
	鉄筋比(%)	H(m)	t(m)	W(m)	打込み時期	
A1橋台(たて壁)①	0.06	1.80	2.40	14.15	7月	鉄筋比0.06%　→0.44%
A1橋台(たて壁)②	0.06	2.70	2.40	14.15	7月	鉄筋比0.06%　→0.40%
A1橋台(たて壁)③	0.07	2.53	2.40	14.15	7月	鉄筋比0.07%　→0.39%
A1橋台(胸壁)①	0.30	1.41	0.80	14.15	8月	鉄筋比0.30%　→0.56%
A1橋台(胸壁)②	0.28	1.56	0.80	14.15	8月	鉄筋比0.28%　→0.55%

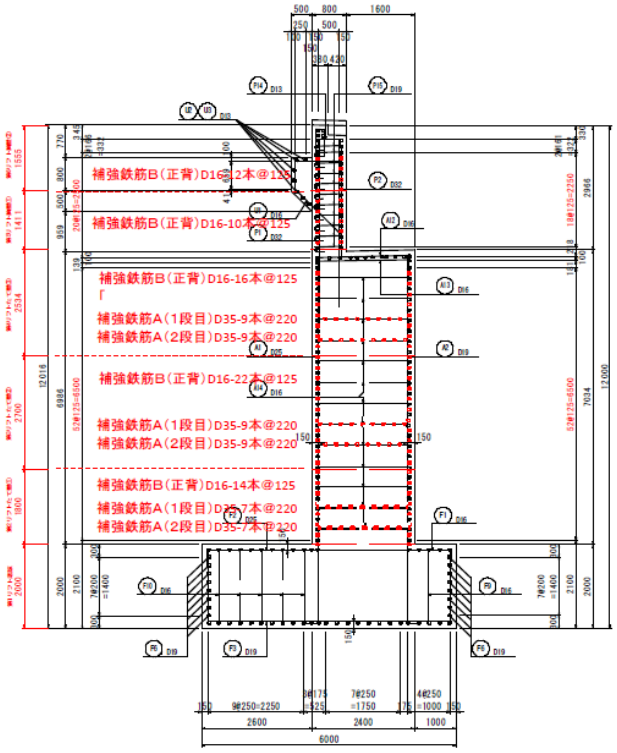
特記事項

1) 夏期(6～9月)施工、幅8m以上の類似構造物の事例を参考に補強鉄筋の鉄筋比を設定している。
2) たて壁①②③の補強鉄筋Aについては、コンクリート打設時の施工性(鉄筋配置間隔)を考慮して2段配置としている(別添図面参照)。
3) 有害なひび割れの発生を抑制するために、打継ぎ間隔は15日程度以下が望ましい。

19

図-4.4.20　検討例①（19 ページ）[5)]

説　明　図



20

図-4.4.21　検討例①（20 ページ）[5)]

て，それに沿った設計例を参考資料として示すことが急がれると考えている。

この手法の検討に関して，筆者は，実構造物データであることに起因する制約条件に配慮する必要があると考え，図-4.4.22 に示す橋台たて壁を対象にしたひび割れ抑制設計を事例として，ひび割れ抑制設計の実用的な手法を考察した[16)]。ここから，その内容について述べる。

データベースを活用する際には，該当する構造物・部材について，寸法や打込み時期などの要素が類似したデータを参照することになるが，実構造物のデータであるため，データの分布には偏りがある。分布の状況を把握するため，2014 年 9 月時点でデータベースに蓄積されている 184 件のデータの主な要素の分布を図-4.4.23 から図-4.4.28 に示している。

①打込み月別の分布（図-4.4.23）

7 月から 9 月の 3 か月間のデータ数が少なくなっているのは，抑制対策の一つである「打込み時期による抑制対策」により，6 月から 9 月までの施工を可能な限り避けることにしており，これが実行されているためと推察できる。今後，システムの浸透をさらに進めていくことで，この期間のデータの蓄積数が他の期間に比べ少ない傾向はさらに強まると予想される。

②たて壁の幅の分布（図-4.4.24）

10m 前後に分布が集中している。これは，山口県で整備する道路が，車道 2 車線，あるいは車道 2 車線および片側歩道のものが多いため，道路幅員が 10m 前後に集中するためである。今後建設する幅員の傾向は変わらず，この分布状況は継続していくと考えられる。

③たて壁の厚さの分布（図-4.4.25）

1.3～1.4m と 1.9～2.0m の 2 か所にピークがあり，一方，1.2m 以下や 2.6m 以上のデータは少ない。橋台の厚さは桁の長さと厚さにより設定されるため，小規模な橋梁の建設が多い山口県では，このように狭い範囲に分布している。今後建設する橋梁規模の傾向は変わらず，幅と同様に，この分布傾向が継続していくと考えられる。

④リフト高さの分布（図-4.4.26 および図-4.4.27）

ひび割れ抑制設計では，橋台たて壁の幅・厚さ・高さは，設定済みの固定条件となるが，リフト高さは，仮設土留工や埋戻工による制約に加え，打込みの施工性を考慮して，リフト数とリフト高さを設定する。

図-4.4.26 にリフト高さの分布を示しているが，0.9m の倍数ごとにピークが見られる。これは，橋台たて壁の型枠に，0.90m×1.80m が定尺の耐水合板を横使い（長辺を水平方向に設置）する場合が多いためと推察される。また，それぞれのピークよりも少し低いリフト高さも比較的多く，合板を切断せずに定尺のまま使用し，仕上げ高さを幾分調整する施工が行われていることも推察される。

図-4.4.27 にデータ数の割合を示しており，定尺および定尺よりも 0.1m，0.2m，0.3m 低いものが全体の 66%を占めている。リフト高さの設定は仮設土留工などによる制約条件がある場合を除き，打込み高さや体積を考慮したうえで，定尺の倍数を基本に設定されていると推察される。

⑤打継ぎ間隔の分布（図-4.4.28）

先行リフトと後続リフトの打継ぎ間隔は，6~10 日から 21~25 日までの 4 箇所（20 日間）に分布が集中しているが，約 1/4 のデータは，30 日を超えており，さらに 60 日以上のもの

が 10 件余りとなっており，かなり広く分布している。

打継ぎ間隔が長くなれば, 外部拘束による温度ひび割れが生じやすくなるため,「ガイド」では，打継ぎ間隔の調整によるひび割れ抑制として 15 日程度以内を推奨している。したがって，今後は打継ぎ間隔の長いデータは増加しにくいことになる。

⑥最大ひび割れ幅の分布（図-4.4.29）

ひび割れは，型枠の取外しから工事完了までの間，施工者が定期的に計測し,「ひび割れ調査票（その 1，2)」に，計測日ごとのひび割れの長さと幅およびスケッチ図が記録されている。ひび割れの程度を単一指標で評価することはできないが，抑制設計では基本的指標として，各リフトのひび割れの計測期間中の最大値を使用する。

図-4.4.29 に最大ひび割れ幅の割合を示しており, 0mm（ひび割れなし）が約半分を占め, これを含めて補修基準 0.15mm を下回ったものが約 3/4, 補修が必要となるひび割れが約 1/4 生じている。抑制設計の精度が向上することにより，補修基準を下回るデータの割合が増加していくことになる。

以上，①から⑥について主な要素の分布状況について考察したが，いずれの要素も分布に偏りがあることが確認できた。今後の構造物においても，分布の少ない領域の実績を恣意的に増やすことはできず，データの遍在が継続する。この制約を前提に既往のデータを実用的に活用する手法として，最大ひび割れ幅を縦軸に，橋台の幅，打継間隔，補強鉄筋などの各要素を横軸にグラフを作成し，抑制対策を設定する手法を試みた。

データの分布に偏りがあるため，検討対象の構造物・部材の各要素は分布の密な個所に該当する場合，しない場合に分かれる。密な個所であれば，参照できる豊富な既往データによって確定的な判断ができる。一方，疎な個所では，少ないデータを参考にしながら幾分安全側の設定を行うことで対応する。それぞれの施工結果は新たなデータとしてデータベースに蓄積されるので，次第に設計の精度が向上していくことになる。

ここから図-4.4.30 に示すフローによるひび割れ抑制設計を考察する。

(1)リフト割の検討

構造設計により決定された部材寸法をもとに，現場条件を考慮し，各リフトが適切な打込み時間となるように，図-4.4.26 および図-4.4.27 を参考にして，リフト数およびリフトの高さを決定する。

(2) 打込み時期の検討

図-4.4.31 に，橋台たて壁の幅と最大ひび割れ幅の関係を季節別に示している。なお，ここでは 6 月～9 月を夏期としている。

橋台の幅が 10m よりも短い範囲では，補修が必要なひび割れ（幅 0.15mm 以上）が，いずれの季節でもほとんど発生していない。これは，先行リフトの拘束力が弱く温度ひび割れが生じにくいためと推察される。

幅が 10m 以上になると，補修基準を超えるものが現れ，特に夏期および春・秋期に超えるものが多い。この範囲では，補強鉄筋などによる抑制対策を検討する。

なお, 20m 以上で 0.20mm を超えるものがなく, 負の相関を示しているように見えるが, これは補強鉄筋による抑制対策が徹底されているためと考えられる。

設計段階では，工程に自由度があれば，夏期（6 月～9 月）を避けた設定とし，現場条件などにより避けられない場合には，それを設計条件として検討する。

発注・施工段階に，夏期以外から夏期に変更する場合には，設定した抑制対策の見直しが必要になる。

(3) 打継ぎ間隔の検討

図-4.4.32 では，打継ぎ間隔と最大ひび割れ幅の関係を示している。いずれの季節も，打継ぎ間隔が約 20 日を超えるとひび割れ幅が急に大きくなっており，打継ぎ間隔を短くすることも有効な対策になると考えられる。

(4) 補強鉄筋の検討

図-4.4.32 では，鉄筋比と最大ひび割れ幅の関係を示している。鉄筋比は，鉛直方向のひび割れに直交する水平方向鉄筋が部材断面に占める割合である。

いずれの季節においても，鉄筋比が大きくなるとひび割れ幅が減少する傾向が見られ，補強鉄筋が有効な対策であることがわかる。「ガイド 7)」で橋台たて壁の標準としている鉄筋比 0.30%を超える範囲のデータは少ないが，補修基準（0.15mm）以上のものはわずかとなっている。

図-4.4.3 は，図-4.4.32 について(3)の打継ぎ間隔による対策の効果を加えるために，打継ぎ間隔 20 日以下のデータに絞り込んだ事例を示している。立案した施工計画により設定した打継ぎ間隔に対して，より詳細な検討が可能になる。

今後は，以上に示したひび割れ抑制設計の手法について，さらに考察を加えて手法を確立し，「ガイド」の次回改訂時には，これを用いた具体的な検討例と合わせて掲載することを予定している。

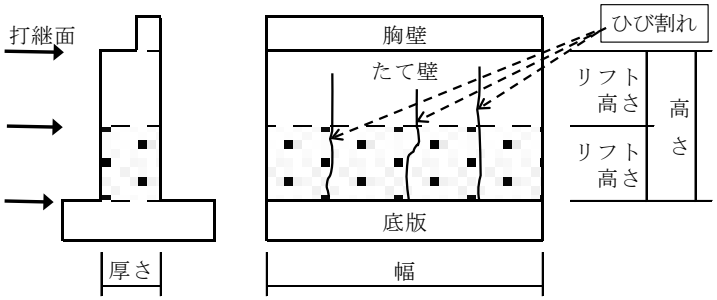


図-4.4.22　橋台たて壁の概要図

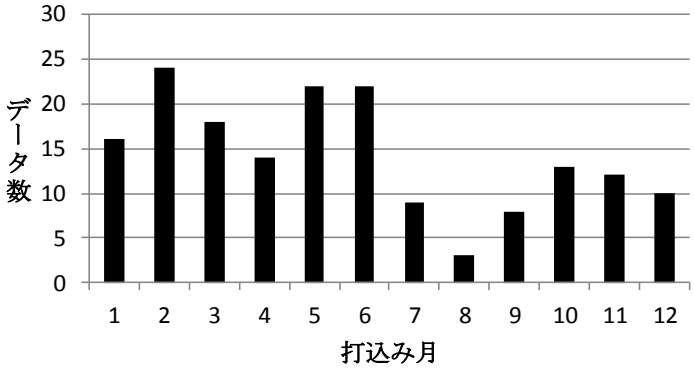


図-4.4.23　月ごとの打込み数の分布

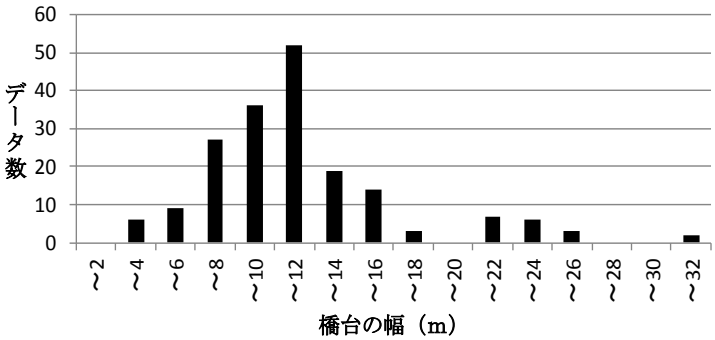


図-4.4.24　橋台の幅の分布

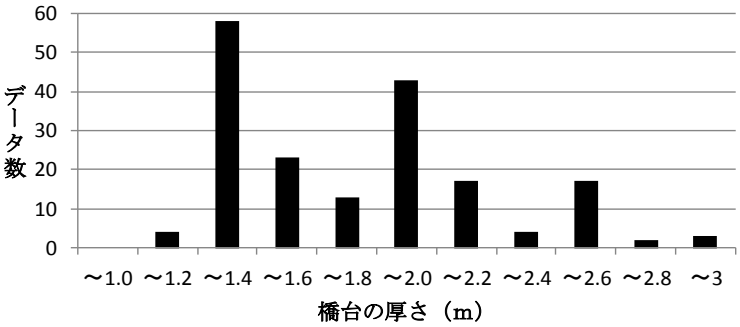


図-4.4.25　橋台の厚さの分布

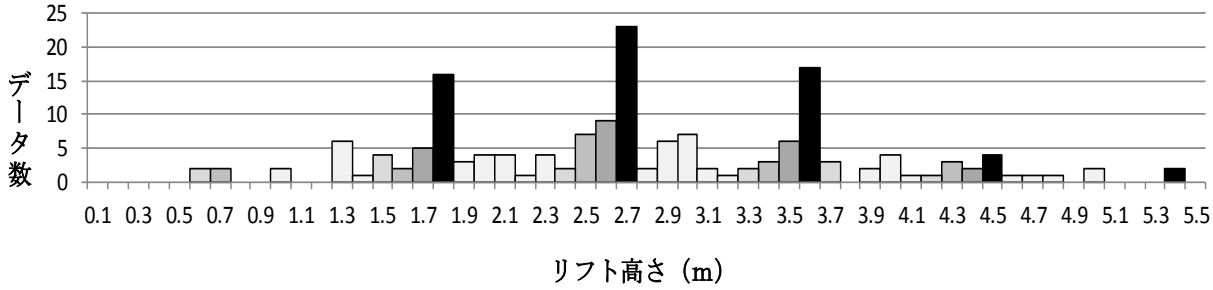


図-4.4.26　橋台のリフト高さの分布

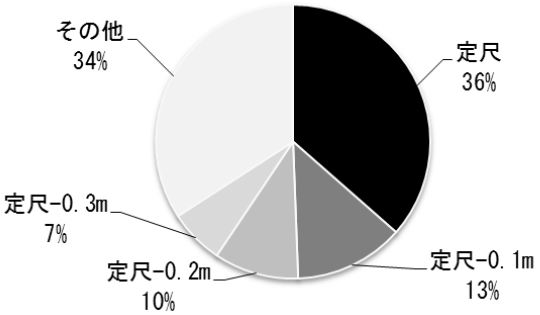


図-4.4.27　リフト高さの割合

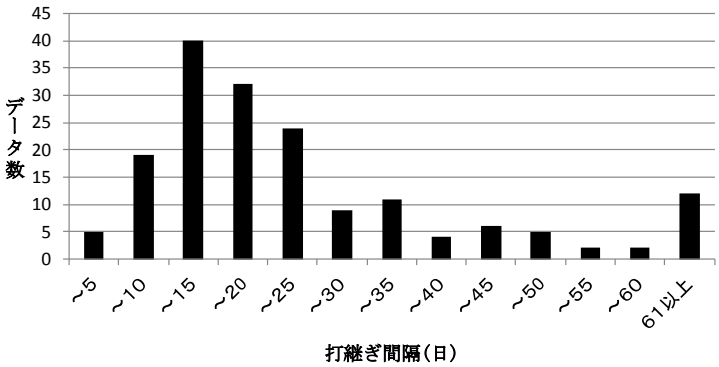


図-4.4.28　打継ぎ間隔の分布

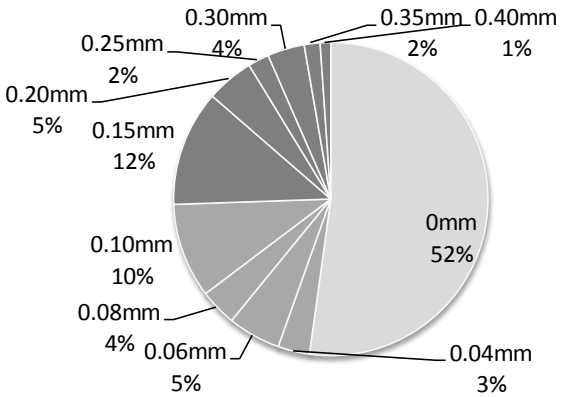


図-4.4.29　最大ひび割れ幅別のデータ数の割合

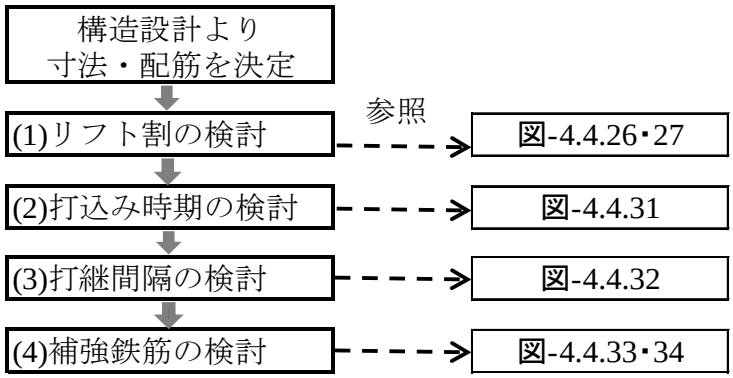


図-4.4.30　標準的な設計フロー

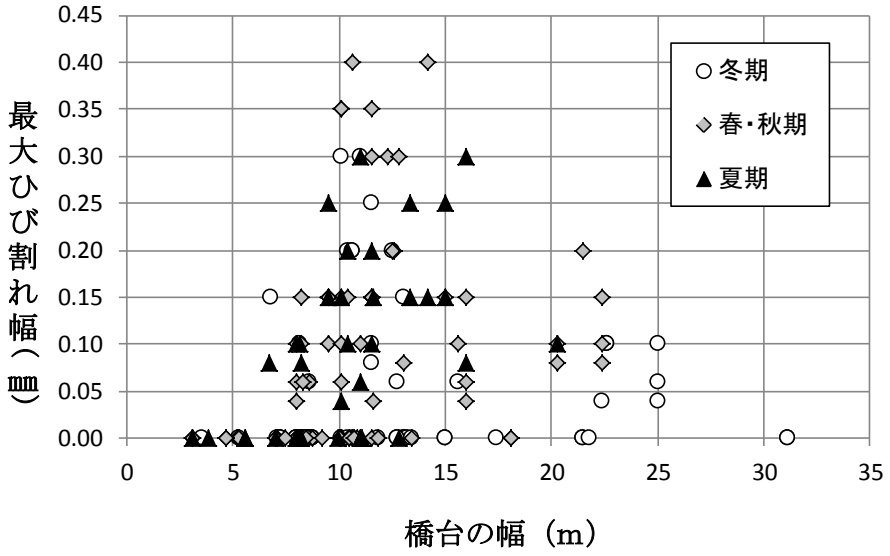


図-4.4.31　橋台の幅と最大ひび割れ幅の関係

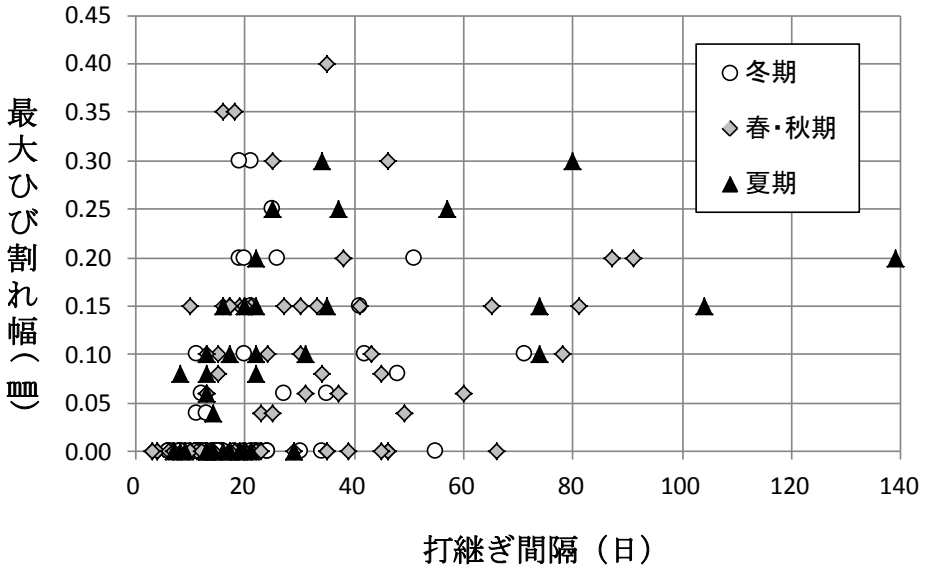


図-4.4.32　打継ぎ間隔と最大ひび割れ幅の関係

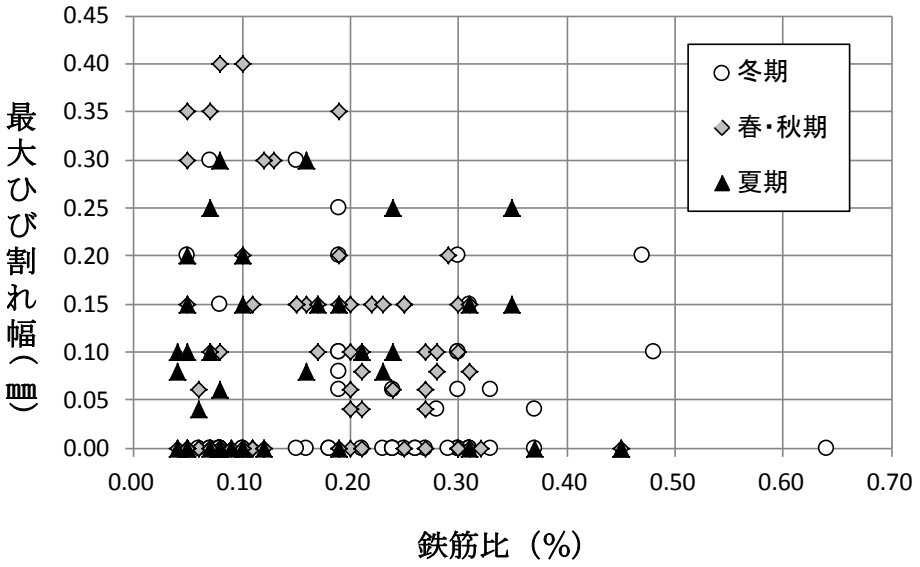


図-4.4.33　鉄筋比と最大ひび割れ幅の関係(1)

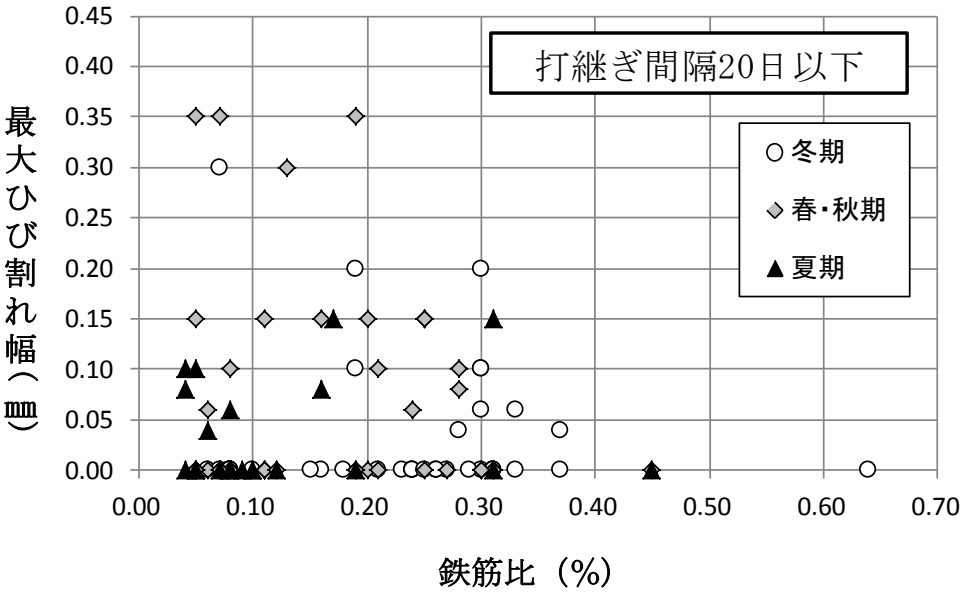


図-4.4.34　鉄筋比と最大ひび割れ幅の関係(2)

4.5　運用

4.5.1　研修

3.13 において，システムの運営における課題について 4 項目を挙げているが，そのうち 3.13.1 で監督職員の技術力を回復・向上させることが重要な課題であることを述べた。

ひび割れ抑制システムの運用において監督職員が適切に役割を果たせるように，3.10.3 で述べたように，職員向けの研修を 2006 年度の運用試行から 2007 年度の運用開始時点で行った。各事務所の研修を完了して一定の効果があったと考え，それ以降は各事務所における OJT によって技術力の向上が進むことを想定していた。

しかし，2012 年 4 月に下関土木建築事務所の工務課長として赴任した森岡弘道氏から次の報告を受けた [17),18)]。森岡氏は，筆者がシステムの運用開始の 1 年後の 2010 年 4 月に技術管理課から異動した時の後任者で，2010 年度および 2011 年度に技術管理課においてひび割れ抑制システムを担当していた（2015 年 4 月に国土交通省防災課災害査定官に異動）。

『監督経験の浅い職員の施工状況把握に同行したところ，打込みの様子を漠然と見ただけでチェックシートに安易に丸印を記入しているのを見て驚いた。その職員に各チェック項目を遵守しない場合に生じるトラブルについて質問したが，明らかに理解不足であった。事務所内の状況を確認してみると，理解不足の職員の割合は相当に高いことが分かった。』

この状況は，抑制対策システムの運用開始から 5 年が経過して，コンクリート構造物のひび割れを抑制するという「目的」が忘れられ，チェックシートに記入するという「手段」のみが実行されており，結果として本来の目的が達成されない「手段の目的化」に陥っていることを意味しており，また，下関土木建築事務所の固有の事態ではなく，各事務所で生じていることに気付いた。

この要因の一つとして，2009 年および 2010 年に大規模な災害が発生した影響もあったと推測している。山口県では，2009 年に「平成 21 年 7 月 21 日豪雨災害」[19)]，2010 年に「平成 22 年 7 月 15 日大雨災害」[20)]が発生し，この 2 年間は膨大な数の災害復旧工事を速やかに執行するために，被災地域を所管する事務所への土木技術職員の応援派遣を行ったことが影響して，職員研修を行いにくい環境になっていた。

県では，この対策として，下関土木建築事務所において先行的に研修を行って，その成果を基に全県に展開することにして，あらためてチェックシートを活用した施工状況把握を監督職員に浸透させることを目的とする研修会を開催し，監督職員の技術力の向上を図った。

この研修で対象にした構造物および研修後に施工した構造物と，研修に無関係な同種の構造物について，コンクリート構造物の表層品質を目視で評価する手法である「目視評価法」[21),22)]により比較したところ，研修対象・研修後構造物のほうが高い評価値となっており，研修により監督職員と施工者が施工状況把握を習熟すると，施工の基本事項の遵守が促進されることが明らかになった [18)]。

この成果に基づいて，2013 年度から事務所ごとに施工状況把握の研修を実施することにした。この研修の開催には，次のような制約条件があるため，開催が難しい事務所については隣接事務所との合同開催とした。

・安全に研修が行える現場条件であること。

・打込み日程が事務所の繁忙期でないこと。

・研修に対する施工者の理解や協力が必要であること。

2014 年 6 月に岩国土木建築事務所で開催した研修において，研修対象の橋脚に隣接して同じ形状の橋脚が 1 年前に完成しており，研修に参加されていた徳山高専の田村教授に既設構造物に見られる沈みひび割れや明瞭な打重ね線など不具合と施工状況把握のチェック項目の関係を解説していただいた。この研修の状況を写真-4.5.1 から 4.5.4 に示している。

写真-4.5.1　施工状況把握研修状況

写真-4.5.2　既設の橋脚による解説

写真-4.5.3　既設橋脚の沈みひび割れ

写真-4.5.4　既設橋脚の打重ね線

現場での研修後に，会場を屋内に移して「振り返り」を行ったが，既設の橋脚を題材にした解説によって，施工状況把握の目的がよく理解できたという感想が多かった。山口県では多くの技術職員はコンクリート構造物の建設の経験件数が少なく，施工状況把握の研修のみでは，各チェック項目の適否を判断する技術「スキル」を習得することに偏りがちになる。施工時に生じる不具合が施工状況把握によって減らせることを，既設構造物を題材にした研修で理解することで，良質な構造物を建設したいという意欲「マインド」を向上できると考えた。

この「スキル」と「マインド」の関係に着目すると，これまでの研修方法が「スキル」の習得を目指していたことに気付いた。それまで，3.13.1 で監督職員の技術力の回復・向上をシステム運営上の課題として述べたように，「技術力」という表現を用いていたが，こ

の表現では「マインド」も含まれている趣旨が伝わらないと考え,「スキル」と「マインド」が備わって職務を適切に遂行する力を「能力」と呼ぶことに替えた。

「能力」は「スキル」と「マインド」の 2 つの要素がスパイラルアップしていくことで向上すると考えている。「マインド」が高いほど,「スキル」を研修や経験により習得する効率が良く，また，積極的に「スキル」を発揮して職務を遂行できる。その結果,「スキル」と「マインド」が加速度的に向上していく。逆に「マインド」が低ければ「スキル」の習得が不足し,「スキル」の発揮も低下する。その結果,「マインド」がさらに低下するというマイナスの循環に陥ってしまう。

写真-4.5.1～4.5.4 に示した建設中と建設後の類似構造物が近接し,「スキル」と「マインド」を組み合わせた研修を同一現場で実施できることは極めてまれであることから，これ以降の研修では，施工状況把握研修とは別に，既設構造物を活用した研修を行うことにした。この研修を、既設構造物研修と呼ぶこととする。

既設構造物研修は，ひび割れ抑制システム運用前と運用後の構造物を 1 基ずつ題材にして,「材料等による適切な対策方法」の効果や，チェックシートを活用した施工状況把握によって促進する「確実な施工の実施」の効果を比較する研修である。比較する手法として,「目視評価法」[21),22)]を活用している。

「目視評価法」は，コンクリート構造物の施工において 1 リフトごとに脱型後のコンクリート表面の観察を行い，改善すべき事項を確認して，それを後続リフトに反映していく PDCA サイクルを実行するツールとして開発されたものであるが，これを研修に活用すると，着目すべき点が明らかになり，また評価が数値化できるため，施工時に発生した不具合の状態を確認しやすくなる。

既設構造物研修の事例として，2015 年 9 月に周南土木建築事務所および柳井土木建築事務所で開催した状況を写真-4.5.5 から写真-4.5.8 に示す。また，その際の「目視評価法」の集計結果を図-4.5.1 および図-4.5.2 に示す。

周南土木建築事務所でシステム運用後の題材に用いた構造物は, 図-4.5.1 に示したとおり,「目視評価法」の 5 項目のいずれについても評価値が低く，運用前の題材の構造物との差が小さかった。一方，柳井土木建築事務所では，運用後の題材にした構造物の出来ばえは良好で，図-4.5.2 に示す運用前・後の評価値に明らかな差が生じている。

柳井土木建築事務所での研修では，構造物の表面を触わるなど，丁寧に観察する研修生が多かったが，周南土木建築事務所の研修では構造物に間近に近寄って観察する研修生が少なかった。研修効果を定量的に把握することは難しいが，運用前・後の題材の出来ばえに明確な差があるほうが，研修効果が高くなると推察される。今後の研修において，題材とする構造物の選定について，現地の安全性が確保できることと併せて，運用後の構造物が良好な仕上がりであることが重要であると考えている。

写真-4.5.5　周南土木建築事務所研修
（運用前）

写真-4.5.6　周南土木建築事務所研修
（運用後）

写真-4.5.7　柳井土木建築事務所研修
（運用前）

写真-4.5.8　柳井土木建築事務所研修
（運用後）

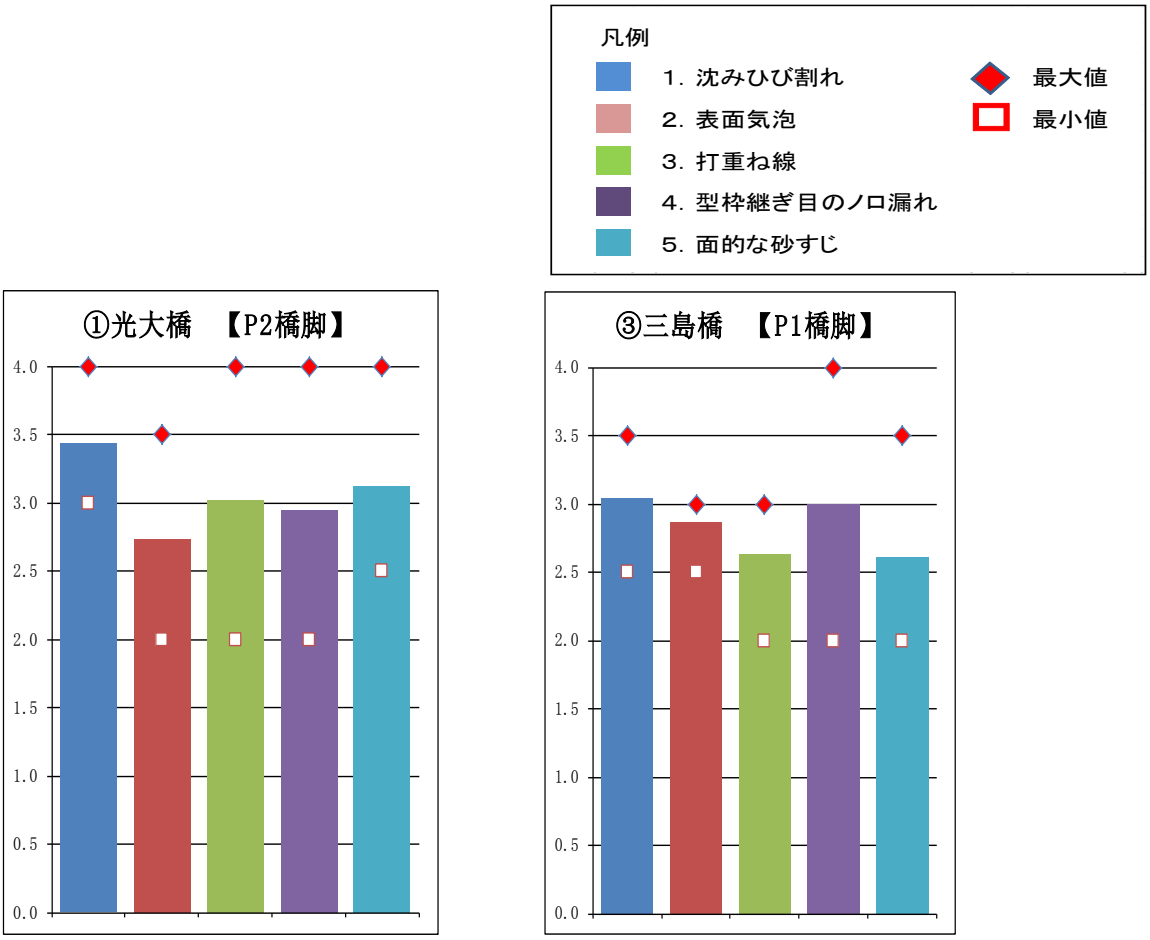


図-4.5.1　周南土木建築事務所研修　目視評価集計結果（左が運用前，右が運用後）

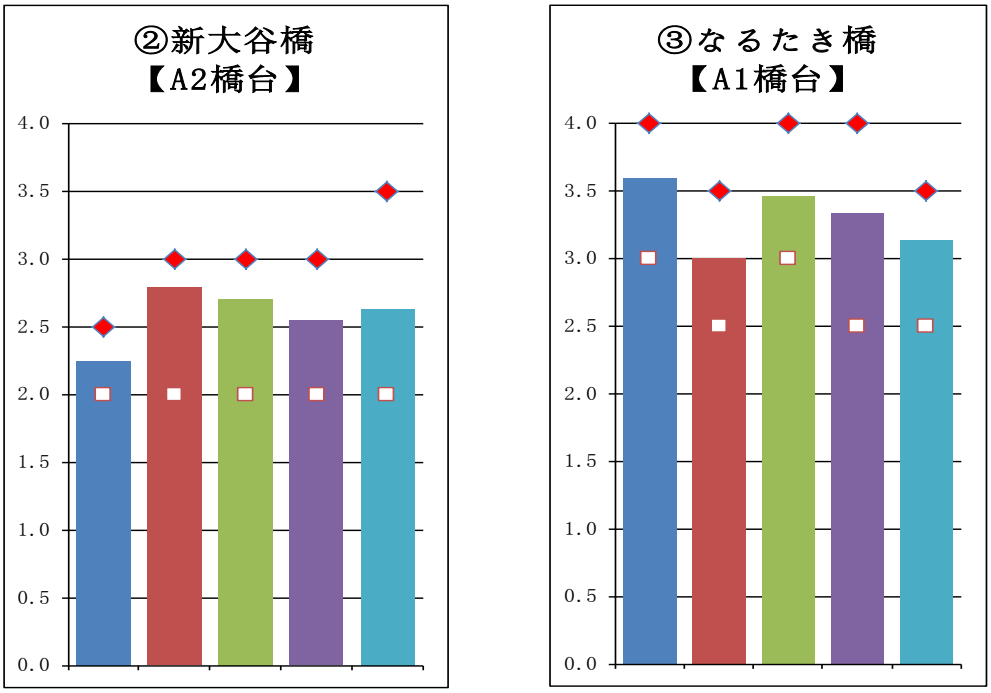


図-4.5.2　柳井土木建築事務所研修　目視評価集計結果（左が運用前，右が運用後）

4.5.2　推進体制

システムを適切に運用していくためには，システムを所管する県庁技術管理課やデータベースシステムを運営している山口県建設技術センターが，コンクリート構造物の設計・工事を執行する各事務所と情報を共有し，連携していくことが欠かせない。また 4.5.1 で述べた研修については，職場で日常的に職員の技術力向上を図る雰囲気づくりや環境整備が必要である。

このため，山口県では，2013 年 4 月，土木建築事務所 8，港湾管理事務所 3，総合開発事務所 1 の合計 14 事務所に，これらの職務を担当する「ひび割れ抑制対策推進委員」を 1 名任命する制度を開始した（2014 年度に，システム移行に合わせて名称を「コンクリート品質確保推進委員」に変更）。推進委員は，各事務所に在籍する業務経験 20 年程度の土木技術職員の中から，各事務所の推薦を受けて指名している。

従来は, 各事務所におけるシステムの担当職員は定めておらず, 通知などの受付け担当, 研修開催の相談相手，抑制設計の問い合わせなど，内容によって異なる職員とやり取りすることもあり，それぞれの職員のシステムへの関心や理解度は必ずしも高くなかった。このことが, 各事務所で OJT が順調に行われなかった要因の一つになっていたと考えられる。

推進委員の担当する業務は次のとおりである。

① 設計および工事の進捗やシステムの適用状況の情報をまとめた資料の取りまとめ
② 「推進会議」において情報交換
③ 事務所研修の企画・開催
④ OJT の環境整備および指導

制度導入から 3 年目となり，事務所研修や OJT の取組みが進み始めており，このように簡易な制度を整備することも，適切な運用に有効であることがわかった。

ここで，第 3 章で述べた施工状況把握における要改善の推移において，研修の再構築や推進体制の整備が及ぼした効果を考察する。山口県のホームページで公表している図-3.7.3 では項目別要改善件数を掲載しているが，この件数をリフト数で除した割合の推移を図-4.5.3 に示している。棒グラフは各項目の割合，折れ線グラフは全項目を平均した割合である。2008 年度から大幅に割合が減少しており，システムの運用によって施工の基本事項の遵守が浸透したことがわかる。また，2011 年度まで発生割合が次第に減少した後に，2012 年度から増加傾向に転じているが，これはチェックシートによる施工状況把握が「手段の目的化」によって形骸化し，研修再構築や推進体制整備によって適正化を図ったことと時期がよく一致しており，これらの適正化の効果が得られていることが推察される。

また，図-4.5.4 に，図-4.5.3 の 2007 年度および 2014 年度の項目別の割合の上位 3 項目，併せて 5 項目を抽出している。この図から，第 15 項目「1 層の高さは，50cm 以下としているか。」は 2008 年度から 2014 年度まで継続して減少しているのに対し，残り 4 項目は一旦減少した後に増加傾向に転じていることがわかる。このことから，第 15 項目はシステムの運用によって遵守が浸透したが, これに比較して第 20～23 項目は遵守が難しいことが推察できる。今後は，このような遵守が難しい項目について施工者・発注者が共通認識したうえで，対応策を検討するなどの積極的な取組みが必要になる。

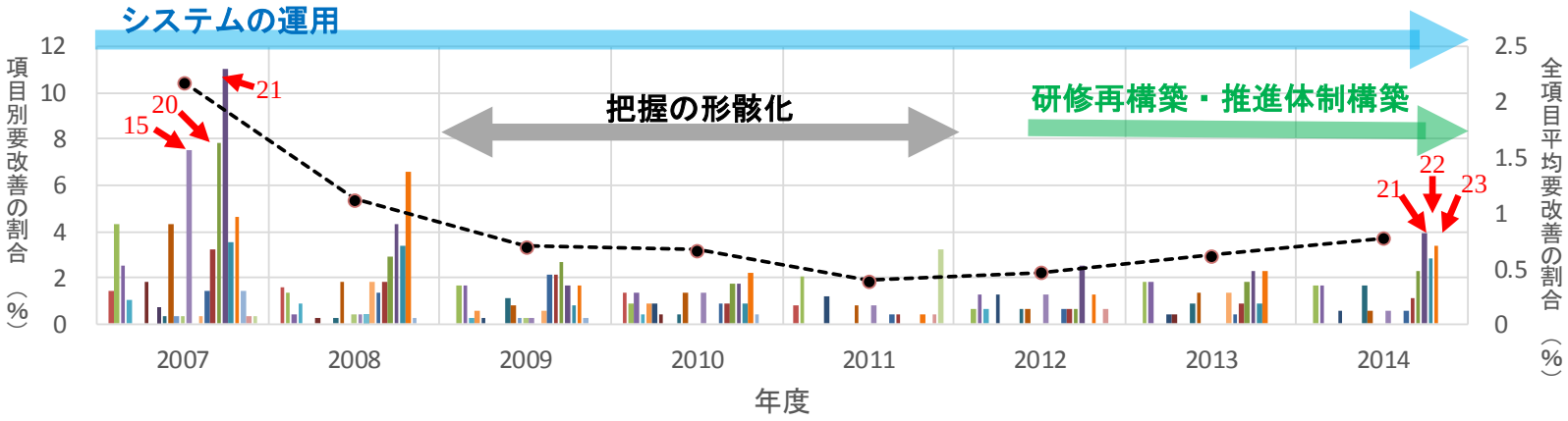


図-4.5.3　要改善の割合の推移

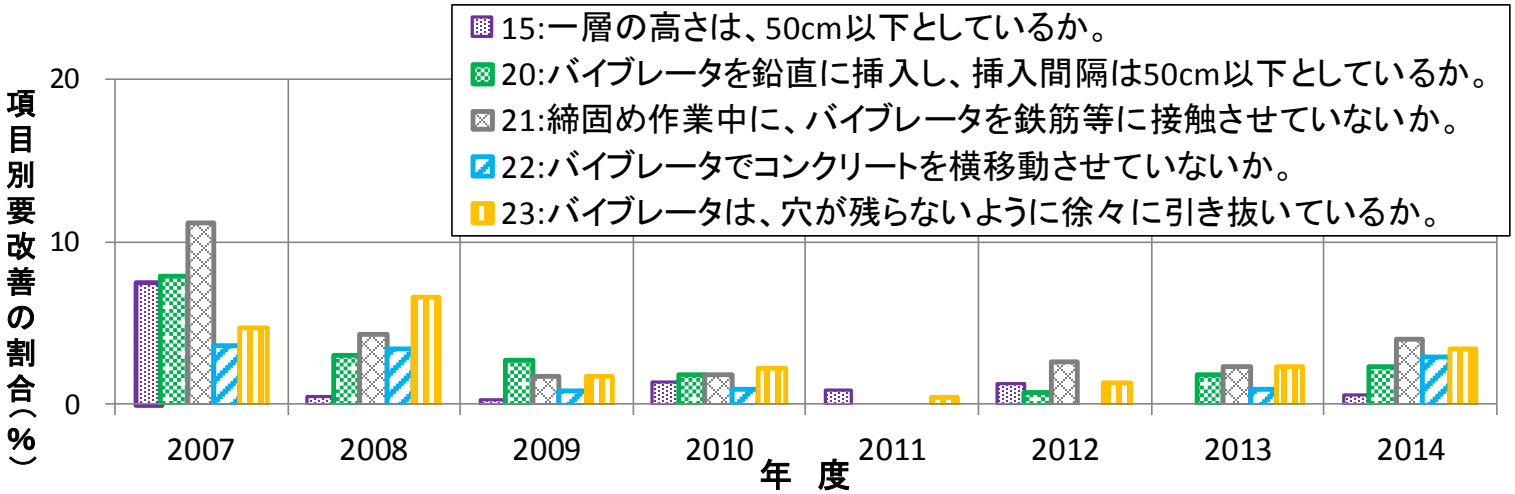


図-4.5.4　抜粋した 5 項目の要改善の割合の推移

4.5.3　土木学会 350 委員会との連携

2014 年 10 月に土木学会コンクリート委員会「コンクリート構造物の品質確保小委員会（350 委員会）」が発足した[24]。次の 4 つの WG を設け，活動を進めている。

各 WG の活動内容は次のとおりである[25]。

WG１（阿波　稔主査）

「復興道路品質確保システムに関する研究」をテーマとして、東北地方の復興道路整備に関連して新設されるコンクリート構造物の品質確保のための研究を，国土交通省東北地方整備局と連携しながら進める。

WG２（半井　健一郎主査）

主なテーマは,「品質確保システムの高度化に関する研究」であり, 山口県が策定した「コンクリート構造物の品質確保ガイド」の考え方を深め，議論を重ねつつ品質確保の仕組みを日本全国で展開することを視野に入れた活動を行う。

WG３（細田　暁主査）

「品質確保マネジメント」をテーマとした活動を行う。ここでいうマネジメントは、新設構造物のコンクリート工事の中で品質を確保するために必要なシステムの PDCA サイクルと人材育成の仕組みの範囲で考える。システムとして失敗を繰り返さないための仕組みを構築すること，および，いかに関係者が現場で考えながら構造物を造ることを当然とする空気を涵養するかといった教育のための仕掛けを建設現場に実装することが命題である。

WG４（長井　宏平主査）

これまでアセットマネジメントの観点から劣化傾向の整理や統計手法を用いた劣化予測などの研究がなされているが、点検データから得られる情報を実際の維持管理や新設構造物へとフィードバックすることは行われていない。本 WG では、道路管理者が所有する実際のデータを分析し活用する方法について、例えば、橋種や橋長別の経年の劣化傾向や損傷事例の分類から効果的な予防策を検討する手法等について議論している。

筆者もこの委員会に参加し，特に山口県のシステムに関係が深い WG2 および WG3 の活動に関わっている。

これまでも，山口県のシステムは，第 3 章で述べた日本コンクリート工学会の「高性能膨張コンクリートの性能評価とひび割れ抑制システムに関する研究委員会」[1], 土木学会「構造物表層のコンクリート品質と耐久性能検証システム小委員会第二期（335 委員会）」[26]，そして本章で述べた「データベース委員会」[12] の 3 つの委員会の研究対象になり，それぞれから様々な知見や指導・助言の提供を受けた。

これまで山口県としては，運用しているシステムについて，学会による研究と密接な連携を行ってきた経験はなかったが，これらがシステムの改訂や運用の改善にとって極めて有用であった。

350 委員会についても，積極的に連携していくことで，山口県のシステムの高度化が進み，他の地域への貢献が可能になるとともに，山口県のシステムの適切な継続が期待できる。

4.6　効果

4.6.1　品質確保

品質確保システムの効果としては，まず本来の目的である品質確保が挙げられる。

2007 年 4 月に運用を開始したひび割れ抑制によって，施工時に発生するひび割れが減少するとともに，表層品質の向上効果も得られ，施工時に発生するひび割れ以外の不具合である沈みひび割れ・気泡・砂すじなどが減少するなどの効果があった[27)]。

2014 年 6 月に品質確保システムに移行したことによって，抑制設計の設計段階への展開や，研修の充実による監督職員の技術力の向上を進めており，さらにひび割れ抑制効果およびその他の不具合の減少の効果が高まることが期待できる。

4.6.2　蓄積したデータの活用による設計コスト縮減

4.4.3 で述べたデータベースを活用してひび割れ抑制設計を行うことにより，数値解析によってひび割れ対策を検討する費用が不要になり，設計業務および工事の発注価格を縮減できる。また，施工者が自己の都合により工程を変更する場合など，施工者負担でひび割れ抑制設計を行う際にも，データベースの活用によって検討することによって，コストを縮減できる。

また，蓄積したデータを維持管理段階に活用することも，設計や調査コストの縮減に大きな効果があると考えている。

維持管理段階では，点検を行い，その結果により，補修・補強・更新の内容と時期を検討し，実施する。

点検においては，施工の詳細な情報を活用することによって，例えば，ひび割れが施工時に発生していたものか，その後に発生したものかの特定が容易であり，その後の進展の度合いも正確に把握できるため，点検の省力化と精度向上に効果がある。

また，精度の高い点検結果が得られることによって，補修・補強・更新の検討が容易になり，検討業務費のコストも縮減できる。

なお，4.4.2(1)で述べたコンクリート施工記録の改善において，図-4.4.1 に示すように緯度および経度の記入を追加しており，維持管理段階での活用の促進を図っている。

4.6.3　関係者全体の協働意識の確立

関係者全体の協働意識が 2005 年度に実施した試験施工において生まれた理由は，該当工事の現場見学会への参加や，関係者全体に施工状況を公開したことなどによって，各々の役割を適切に果たす必要性を自覚することができたことである。

これは，試験施工開始時には想定していなかった歓迎すべき成果であったが，ひび割れ抑制システムの運用においても，品質確保システムの運用においても欠かせない要素となっている。

協働意識をこれからも持続するためには，情報共有を徹底すること，運用の改善・変更を行う際にも役割分担の明確にすることが必要になる。

4.6.4　技術者の能力向上

ひび割れ抑制システムの運営における課題として，3.13.1 で監督職員の技術力を回復・向上させることが重要な課題であることを述べ，4.5.1 では，この課題に対して研修の充実により,「スキル」と「マインド」の 2 つの要素をスパイラルアップさせて能力の向上を目指していることを述べた。

監督職員が「スキル」と「マインド」両面から能力を向上することで，コンクリート打込みに先立って施工計画書の内容を十分に把握したり，その中から疑問点や不明な点について施工者に適切な質問・確認をすることができる。また，施工が始まり，鉄筋や型枠を確認する時やコンクリート打込み時の施工状況把握の際にも，適確な質問や指示が可能になる。その結果，監督職員と施工者の間に信頼感が生まれ,「技術的な対話」が行われるようになる。

監督職員に限らず，設計者・施工者・材料製造者など，すべての技術者がシステムを使いこなすための最小限度の「スキル」を習得して，システムを活用することにより，品質確保が達成された構造物を建設した際には，成功体験を共有することができる。

この成功体験によって，関係者全員がシステムの有効性を認識すると,「スキル」とともに「マインド」が向上する。一つの構造物の効果はその関係者に留まるが，システムの運用を継続していくことで, 多くの関係者の能力向上が着実に進んでいくことが期待できる。

4.6.5　模範的な構造物としての活用

品質確保システムによって，ひび割れが補修不要の範囲に抑制され，表層のコンクリートが均質で緻密に仕上がった構造物は，高耐久のインフラとして維持管理に重い負担をかけずに長く使用される。

これが品質確保システムの本来の目的であるが，品質確保が達成できた構造物は，その後の施工のわかりやすい模範・手本となるという効果がある。

4.5.1 で述べた既設構造物を用いた研修では，品質確保が達成された構造物は，講演や写真よりも遥かに強い説得力を持っており，研修の主役級の働きをしている。

4.6.4 では，品質確保が達成された構造物を建設すれば，施工者と監督職員が成功体験を共有できることを述べたが，建設に携わらなかった技術者も「模範的構造物」を観察することで，間接的に成功体験を共有できるため，強い説得力を発揮できると考えられる。

コンクリート構造物は，施工後，近接して観察できないものが多い。例えば，土砂で埋め戻される，護岸などにより覆われる，安全に近寄れない場所に立地する，自動車専用道路のように管理者が立入りを制限するなどである。これらに該当せずに近接して観察が可能な構造物のうち，施工時の詳細な記録が保存され，かつ品質確保が達成されているものは,「会いに行ける模範的構造物」として，有効な研修題材になるとともに，構造物の耐久性に関する研究材料としても有用である。

「会いに行ける模範的構造物」の事例として，2014 年度に施工したボックスカルバートを写真-4.6.1 および 4.6.2 に示している。施工者が施工状況把握チェックシートの各項目を満足するように様々な工夫を行うなど，積極的な品質確保の取組みを行った結果，ひび割れの発生がなく，その他の不具合も生じていない優れた施工結果が得られており，模範的構造物の事例として，2015 年 9 月に開催した技術講習会（第 9 回）において施工者が工事

報告を行った[15]。講習会で発表した資料は，山口県のホームページに公表しているので，だれでも自由に閲覧やダウンロードすることが可能であり，施工者の取組みを詳細に把握することができる。また，このボックスカルバートは何ら制限なく見学可能な場所に立地しており，構造物の出来ばえを随時確認できる。

写真-4.6.1　「会いに行ける模範的構造物」の事例

写真-4.6.2　「会いに行ける模範的構造物」の事例（内部）

4.4.6　受発注価格の適正化

システムの効果として，工事の発注価格（予定価格）および受注価格（入札価格）の適正化が期待できる。

まず，入札価格について，近ごろは公共事業予算の縮小や受注競争の激化などによって，不当に安い価格で入札を行うダンピングが頻発するようになり，発注機関が様々な対策を講じているが，品質確保システムを運用することにより，不当に安い入札を防ぐ効果がある。

図-4.6.1 に，入札価格がダンピングされる場合に生じると考えられる悪循環を示している。ダンピングにより受注すると，工事の実行予算が不足し，施工の基本事項の遵守に必要な資機材や適切な下請け企業を調達できない。この結果，品質が低下し，手戻り工事の費用と工期延長が発生し，経営が悪化する。そのため，再びダンピング受注に陥りやすくなる。

これに対し，図-4.6.2 に適正な価格で受注する好循環を示している。品質確保システムを適用する工事を受注する施工者は，下請け企業を下請け契約額の安さだけで選ぶのではなく，コンクリートの打込み作業に熟達し，元請けの指示に的確に対応できる企業を選ぶ必要がある。したがって，そのために必要な予算を考慮した適正な入札額を設定することになる。施工の基本事項の遵守が徹底され，品質確保が達成されることによって，施工が順調に進み，経営の安定が期待できる。

一方，予定価格は，国土交通省が定めた積算基準によって算定される[28)]。この積算基準は，国土交通省が公共工事の施工費の実態調査を行い，その結果を反映して定めており，都道府県・市町村などもこれを使用している。

したがって，品質確保システムによって，品質確保に適切に対応した施工実態が増加することによって，予定価格についても適正化が進むことになる。

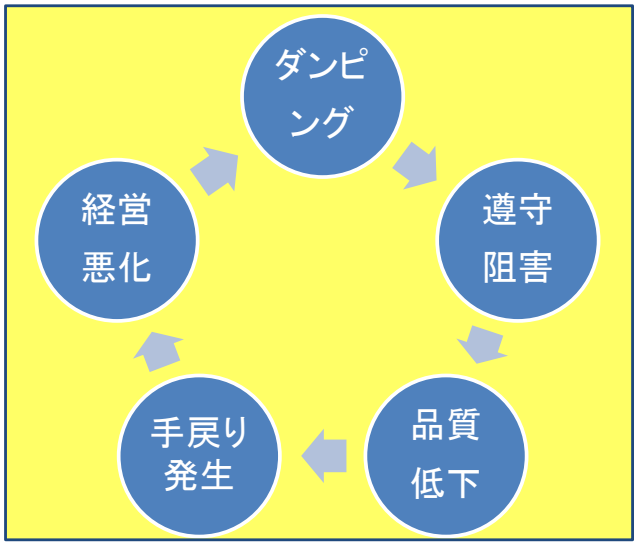


図-4.6.1　ダンピング受注による悪循環

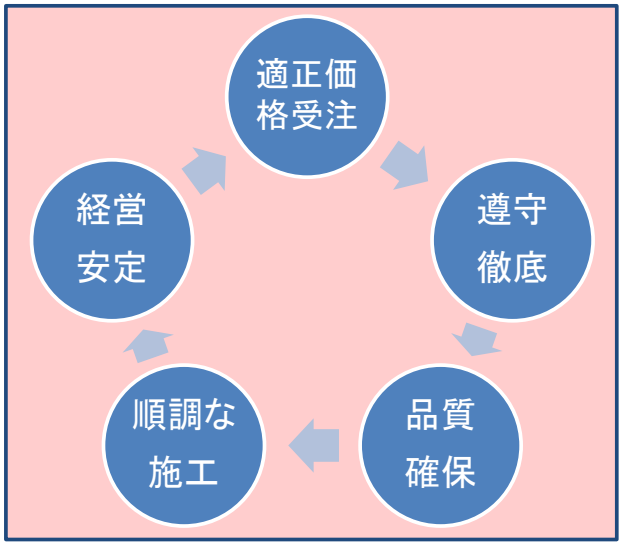


図-4.6.2　適正価格受注による好循環

4.7　今後の課題

4.7.1　システムの持続性と発展性の継続

システムの今後の運用において，4.5.1 で述べたようなシステム利用者が目的を理解しないまま手段を実行する「手段の目的化」が生じれば，システムが形骸化する。また，システムに関係する国の方針などの変更や技術革新に適切に対応できなければ，システムが陳腐化し，システムの信頼性が低下することになる。

システムの持続性と発展性を継続していくには，システムの利用状況や，国などの動向に注意を払いながら，学会活動への参加や大学・高専との共同研究による学会・研究者との連携や，同様な取組みを行っている他の地域との連携によって得られる知見を参考にして，システムの利便性や信頼性を向上するための改善をタイムリーに行っていく必要がある。

4.7.2　蓄積データの質・量の充実

データベースに蓄積されたデータの質と量の充実は，システムの信頼性の確保において極めて重要である。

まず，質としては，施工の基本事項を遵守した良質な施工のデータであることと，施工のデータが正確に記録されていることの両方が必要である。どちらかが欠けていても，データベースの利用者の信頼を低下させることになる。

基本事項の遵守はかなり浸透しているが，さらに浸透させるには，即効性の対応策ではないが，監督職員や施工者の能力向上が必要である。

データの正確さは，記入する施工者・受け取る監督職員・データベースに登録する建設技術センター職員が慎重に作業することが前提であるが，データベースが活発に利用されることによって，利用者によってデータミスが発見されるチェック機能も期待できる。

また，4.4.3 で述べたひび割れ抑制設計の検討例は，作成時にデータベースを参照するため，検討例の更新を定期的に行えば，データのチェックも充実する。定期的に更新を行った検討例を示すことは，データベースへの信頼性が高まり，利用の活発化につながるという相乗効果が期待できる。

一方，量としては，利用者にとって，参照する際に類似データが豊富であるほど，利用しやすく，信頼性も高くなる。

しかし，公共事業費の縮小傾向は続いており，データ量の大幅な増加は見込めない状況である。県内で公共工事を発注する国や市町と連携することで，データ量の大幅な増加が可能になることから，働きかけを今後も継続していくが，質との両立が必要であることから，単なるデータの提供ではなく，システムの活用として連携を図る必要がある。

なお，国土交通省山口河川国道事務所および西日本旅客鉄道株式会社から，数件の施工記録データの提供を受け，建設技術センターのホームページに設けた「コンクリート施工記録データ（ゲストコーナー）」に掲載している[29)]。

県内の市町に対しては，連携の端緒として，このコーナーへの参加を呼びかけることも有効な手法であると考えている。

4.7.3　ひび割れ幅計測方法の標準化

この課題は，ひび割れ抑制システムの課題として 3.13.3 で述べているが，品質確保システムへの移行時には対応できなかった。

ひび割れ幅の値は，品質確保システムにおいて重要な役割を持っている。ひび割れの調査・補修の要否の判定に使用され，ひび割れ抑制対策の成否の指標になり，データベースの活用によるひび割れ抑制設計の主要な値として使用されている。

ひび割れ幅は，システムの最も基礎的な指標の一つであり，この値の妥当性が揺らぐことは，システムの信頼性低下に大きく影響することになる。迅速な対応が望ましいが，標準化には十分な根拠が必要である。

現在，徳山工業高等専門学校の田村教授と山口県の官学共同研究において，ひび割れ幅をデジタルカメラで計測する方法などについて研究を進めており，ひび割れ幅計測方法の標準化を目指している。

また，施工後の乾燥収縮による長期的な変動と気温変化による季節・時間変動についても研究を進め, ひび割れ幅計測値に対する観測時期の影響も明らかにしたいと考えている。

4.7.4　維持管理段階への展開

システムの効果として，4.6.2 において，蓄積した施工時のデータを維持管理段階に活用することで調査・設計費が縮減できることを述べた。

現在のデータベースは施工時のデータを蓄積しているに過ぎず，維持管理段階で活用する場合には，参照したい構造物を特定し，個別に抽出することになる。

今後，維持管理のデータベースシステムと連結できれば，利便性が向上すると想定されるが，まずは，点検や補修設計の一部において，現在のデータベースを活用する試行を行い，維持管理段階に活用する観点で記録項目を検証し，改善を図るべきと考えている。

参考文献

1) 日本コンクリート工学会 : 高性能膨張コンクリートの性能評価とひび割れ抑制システムに関する研究員会報告書およびシンポジウム論文集，2011.
2) 土木学会 : 構造物表層のコンクリート品質と耐久性能検証システム小委員会第二期（335委員会）成果報告書およびシンポジウム講演概要集, コンクリート技術シリーズ, No.97, 2012.7
3) 田村隆弘：コンクリート構造物のひび割れ抑制から品質確保へ，コンクリートテクノ，Vol.31，No.4，pp.32-36，2012.4
4) 細田　暁 :「本質を見よう」－山口県のひび割れ抑制システムの本質－，コンクリートテクノ，Vol.31，No.4，pp.37-42，2012.4
5) 山口県土木建築部：コンクリート構造物品質確保ガイド 2014【ガイド】，2014.5
6) 佐藤和徳 : 復興道路等の品質確保に関する取り組み状況，コンクリートテクノ，Vol.33，No.5，pp.15-20，2014.5
7) 田村隆弘，細田　暁，中村秀明，二宮　純，岩城一郎，石田哲也，田中泰司，閑田徹志：データベースを核としたコンクリート構造物の品質確保に関する研究委員会報告，コンクリート工学年次論文集，Vol.35，No.1，pp.22-30，2013.7
8) 佐藤和徳：復興道路・復興支援道路に関する取組み，コンクリー工学，Vol.53，No.1，pp.15-20，2015.1
9) 細田暁：復興道路での品質確保と人財育成，コンクリー工学，Vol.53，No.1，pp.66-70，2015.1
10) 細田　暁：復興道路における新設コンクリート革命，コンクリートテクノ，Vol.34，No.4，pp.70-76，2015.4
11) 山口県土木建築部：土木工事共通仕様書（平成 27 年 10 月），p50，2015.10 ＜http://www.pref.yamaguchi.lg.jp/cms/a18000/siyousho/top.html#q5＞
12) 日本コンクリート工学会：データベースを核としたコンクリート構造物の品質確保に関する研究委員会報告書・シンポジウム論文集，2013.
13) 中村秀明・仙石克洋・西富一平・芳西孝行・安藤義樹：コンクリート構造物の品質確保のためのデータベースシステムの構築とその活用に関する研究，官学勉強会・共同研究平成 26 年度成果報告書，Ⅱ共同研究，PP.190-199，2015.
14) 山口県土木建築部技術管理課ホームページ：コンクリート構造物の品質確保 ＜http://www.pref.yamaguchi.lg.jp/cms/a18000/hibiware/hibiwareyokusei.html＞
15) 山口県土木建築部技術管理課：技術講習会（第 9 回）資料，2015.9 ＜http://www.pref.yamaguchi.lg.jp/cms/a18000/hibiware/gijyutsukousyu9.html＞
16) 二宮純，森岡弘道，細田暁，田村隆弘：山口県の実構造物のデータを活用したひび割れ抑制設計，コンクリート工学年次論文集，Vol.37，No.1，pp.1153-1158，2015.
17) 森岡弘道，二宮 純，細田 暁，田村隆弘：地方自治体におけるコンクリート構造物のチェックシートを活用した品質確保の取組み，コンクリート工学年次論文集，Vol.35，No.1，pp.1327-1332，2013.

18) 森岡弘道，二宮　純，細田　暁，田村隆弘：チェックシートを活用した施工状況把握の品質確保の効果の検証，データベースを核としたコンクリート構造物の品質確保に関する研究委員会シンポジウム論文集，日本コンクリート工学会，pp.33-37，2013.
19) 山口県：災害記録～平成 21 年 7 月 21 日豪雨災害～，2009.
＜http://www.pref.yamaguchi.lg.jp/cms/a10900/bousai/20090721saigai.html＞
20) 山口県：災害記録～平成 22 年 7 月 15 日大雨災害～，2010.
＜http://www.pref.yamaguchi.lg.jp/cms/a10900/bousai/h220715oame.html＞
21) 坂田　昇，渡邉賢三，細田　暁：コンクリート構造物の品質向上と表層品質評価手法，コンクリート工学，Vol.50，No.7，pp.601-606，2012.
22) 渡邉賢三，坂田　昇，温品達也，柳井修司：目視評価に基づくコンクリートの表層品質評価方法と品質向上に資する取組み，コンクリート工学年次論文集，Vol.34，No.1，pp.1354-1359，2012.
23) 細田暁，二宮純，森岡弘道，阿波稔，田村隆弘：施工状況把握チェックシートによるコンクリート構造物の品質確保と協働関係の構築，コンクリートテクノ，Vol.34，No.5，pp.63-82，2015.5
24) 土木学会：コンクリート構造物の品質確保小委員会，品質確保チャンネル，
＜http://hinshitsukakuhoch.web.fc2.com/index.html＞
25) 田村隆弘：コンクリート構造物の品質確保小委員会，土木学会コンクリート委員会特集，セメント新聞，p12，2015.3.30
26) 土木学会：構造物表層のコンクリート品質と耐久性能検証システム小委員会第二期（335 委員会）成果報告書およびシンポジウム講演概要集，コンクリート技術シリーズ，No.97，2012.7
27) 細田 暁，二宮　純，田村隆弘，林 和彦：ひび割れ抑制システムによるコンクリート構造物のひび割れ低減と表層品質の向上，土木学会論文集 E2（材料・コンクリート構造），Vol.70，No.4，pp.336-355，2014.
28) 国土交通省：国土交通省土木工事積算基準，平成 27 年度版，2014.5
29) （一財）山口県建設技術センターホームページ：コンクリート構造物の品質確保，コンクリート施工記録データ（ゲストコーナー），
＜http://www.yama-ctc.or.jp/data/index.html＞

第 5 章　システムの説明手法

5.1　はじめに

これまで，県内向けの説明会・研修会，県外での講演，また県外からの視察など，ひび割れ抑制対策システムおよび品質確保システムについて説明をする多くの機会があり，その中で山口県が独自に構築したシステムを理解しやすいように，いくつかの比喩や類似例を活用してきた。

比喩や類似例を安易に用いると，理解が浅くなる，あるいは正しく理解されないという望ましくない結果になる場合も想定されるため，慎重さが必要であるが，時間が限られた説明会や講演会などにおいては効果的な手法であると考えている。

本章では, これまでに用いてきた比喩や類似例を挙げて, 前章までとは異なる視点から, 本システムの特徴を述べる。

5.2　比喩の活用

5.2.1　「歩きながら考える」

「イギリス人は歩きながら考える。フランス人は考えた後で走り出す。そしてスペイン人は，走ってしまった後で考える。」という言い習わしは，笠信太郎の著書で，国際連盟事務局長を務めたスペインの外交官マドリーヤーの言葉として紹介されている [1)]。

これを参考にして，本県のシステムの進め方は「歩きながら考える」タイプであると説明している。

ひび割れ抑制システムは，第 2 章で述べた 2005 年度の試験施工と，第 3 章で述べたひび割れ抑制対策システムの 2006 年度の運用試行から得られた検証結果によって抑制対策を決定し，運用を開始した。検証に用いたデータ数は十分とは言えないが，暫定的に定めた対策により運用を開始し，引き続き実構造物の施工データを収集・検証することによって対策を見直していく，「運用しながら（歩きながら）抑制対策を見直していく（考える)」ことを採用した。

地方自治体が何らかの課題について対策を構築して実施する場合，検証にもっと時間をかけて，長期間見直しが不要な対策を確立してから運用を開始することが一般的であり，これは「考えた後で走り出す」に当てはまる。地方自治体の業務では多くの場合，この進め方が適切であるが，このシステムでは採用しなかった。

実構造物の施工で抑制対策を検証する試験施工の効果として，施工由来のひび割れが減少し，協働意識が醸成できるという効果が得られた。運用すること（歩くこと）で得られる効果が高く，その効果を県内全域に広げるために，暫定的な対策によって運用を開始すること，いわば「およそ正しい方向に歩きながら考え，方向を見直していく」ことを選んだ。

本県においては，コンクリート構造物にひび割れが発生すると，責任の所在は混沌としたまま，施工者がほとんどのケースで調査・補修を負担しており，施工者に不満や不信感が高まっていた。これは，発注者が「考えてから走る」ことができず,「考えがまとまらないので走れない」という状況に陥っていたと言える。

5.2.2　「執事」

山口県のシステムは，産（設計者・材料製造者・施工者），学(研究者)，官（発注者）の協働を根本にしている。この協働が成立するには，発注者も適切に役割を果たすことが必要であるが，第1章の1.1.2(4)で述べたように，県の技術職員の能力が不足し，ひび割れが発生した場合に適切な対応ができない要因の一つになっていた。

発注者の役割について説明する際には，発注機関の技術職員と執事を対比させた表-5.2.1に示す比喩を活用してきた[2)]。

執事が仕える住人は，官公庁であれば納税者（市民）であり，民間事業者であれば鉄道利用者などにあたる。住人は，技術的な専門知識を持たず，要求の内容や水準は多様であり統一されていない。そのような住人が構成する集団全体に対して，満足や納得を感じさせることが執事の役目であることが，技術職員の役割に類似しており，また能力が衰えることにも共通点がある。

表-5.2.1　発注機関の技術職員と執事の対比[2)]

役割の類似点	
執　事	発注機関の技術職員
大きな屋敷の住人に対して、料理や掃除など、さまざまなサービスの差配をする。	住民（あるいは施設利用者）に対して、施設の建設や維持管理など、さまざまなサービスの差配をする。
必要な能力を有すると住人の代表者(家主)に認められ、雇用されている。	必要な能力を有することを前提に、発注機関に採用されている。
サービスの提供は、自ら行うだけでなく、調理人や修理業者などに、指示して行うものもある。	サービスの大部分となる工事や設計業務は、建設会社やコンサルタントに発注して行う。
住人の要求が一本化されない時には、できるだけ合意が得られるための工夫を考えなければならない。 また、理解を得るために分かりやすく説明しなければならない。	住民の様々な要望や意見を集約して、できるだけ合意が得られるサービスとなるように工夫しなければならない。 また、わかりやすく説明しなければならない。

能力が衰えることの類似点	
執　事	発注機関の技術職員
かつては、執事自らが、料理のメニューを決め、厨房に立って指示をし、自信を持って料理を提供していた。	直営方式の時代には、自らが設計し、材料を手配し、工事現場で作業員を指揮していた。
次第に、カロリー計算、最新型の調理器具などの知識を持った料理人を雇うようになり、料理人に任せ、厨房に入らなくなり、差配する能力を失ってきた。	次第に、建設会社やコンサルタントに工事や設計を任せるようになり、現場に行くことも、指示することも減り、差配する能力を失ってきた。
どんな食材を使って、どのような味付けの料理を作るのかを明確に指示できない。	工事資材の選定や、施工方法について、明確な指示ができない。
調理の途中で、判断を求められると、即答できずに、料理人の信頼を失う。あるいは誤った指示をしてしまい、料理の仕上がりを損なう結果を招く。	施工中に、判断を求められると、即答できずに、施工者の信頼を失う。あるいは誤った回答により、構造物の品質を低下させる結果を招く。

ひび割れ抑制対策の仕組みを，この比喩に当てはめると，執事が必要な能力を持ち，適切なレシピを示し（適切な発注図書を示し），出来上がった料理の出来映えを記録し（施工記録をデータベースに蓄積し），この記録を基に執事と料理人が有用な対話ができるようになり，さらに料理のレベルを上げていく（高耐久のコンクリート構造物を造る）協働関係の確立を目指すものと言える。

5.2.3 「目的と手段」

システムでは，「手段」と「目的」の区別が重要になった。

2.1.2 で述べたように，山口県では，2001 年の国土交通省通達「土木コンクリート構造物の品質確保について」によって始まったひび割れ調査について，その「目的」である「維持管理の基礎資料」が達成される仕組みが構築されず，「ひび割れ調査結果を提出する」という「手段」だけの仕組みが作られ，厳格に提出を求める運用が行われた。

本来の「目的」を忘れて，「手段」を忠実に行使することが「目的」に転移する，「手段の目的化」に陥ったことになる。

山口県のシステムでは，ひび割れの調査結果を施工記録データに組み込み，データベースに蓄積する仕組みによって，本来の「目的」である維持管理の基礎資料とともに，新設構造物のひび割れ抑制対策や品質確保を検討するための資料が得られる。システムの構築によって，「手段の目的化」の状況を改善することができた。

また，4.5.1 で述べたように，2012 年には監督職員が施工状況把握を適切に行っていない現象が明らかになった。これは，経験の浅い職員が，施工状況把握チェックシートの各項目を遵守しない場合に生じるトラブルについて理解しないまま，施工状況を漠然と見ただけでチェックシートに安易に丸印を記入していたもので，「手段の目的化」である。

コンクリート構造物のひび割れ抑制や品質確保という「目的」を理解しないまま，チェックシートに記入するという「手段」のみを実行しているので，目的が達成されていなくても見過ごされてしまう。

このような場合には，本来の「目的」が達成されなくても，当事者は「手段」を適正に実行していると認識しているため，改善されることはなく繰り返されることになる。

したがって，2013 年度から研修の再構築を行い，監督職員が施工状況把握を行う「目的」を理解して意欲（マインド）を向上すること，「手段」である施工状況把握を適切に実行するための技術（スキル）を習得すること，という二つの研修内容を明確に示して研修を行うことに改善した。

5.2.4 「担任教員と試験担当教員」

施工段階において，発注者は「監督」と「検査」という二つの役割があり，山口県を始め多くの官公庁では，それぞれ別の職員が充てられている。これらの役割を適切に果たせているかを考察するために，表-5.2.2 に示す「担任教員と試験担当教員」の比喩を使用している [2)]。発注者と施工者は対等な立場であり，その点では教員と生徒の関係に当てはまらないが，評価するという行為に関しては類似していると考えている。

表-5.2.2　監督と検査の対比 [2)]

施工における発注者の役割	
監督	検査
■各工事の最初から終わりまで、監督行為（指示・承諾・協議・通知・受理・確認・立会い・把握・報告）を行う。 ■工事成績の評定を行う(50%)	■検査時のみ検査を行う（完成検査・出来形検査・中間検査） ■工事成績の評定を行う(50%)

学校の教員に例えると・・・

クラス担任の教員	学期末試験担当の教員
■4月から1年間、生徒を指導する ■成績（通知表）をつける	■試験の時だけの担当 ■成績（通知表）をつける

成績評定は，監督職員と検査職員がそれぞれ 50%の配点で評価するが，評価する内容は大きく異なる。監督職員は，工事期間全体の過程をもとに評価し，検査職員は，検査時点の構造物や管理資料によって評価する。

学期末試験や入学試験を担当する教員が答案用紙などその時点の情報で評価するのと同様に，検査職員は検査時点に示された情報に基づき採点を行う。

これに対して，クラス担任の教員は，自らが生徒を適切に指導できたのかを振り返りながら採点する。同様に監督職員も工事期間中に自らが施工者とどのようなやり取りをしてきたかを反芻しながら採点する。

発注者の特に監督職員の能力は，工事の進捗状況や構造物の品質に強く影響を及ぼすが，このことも，教員の特に担任教員の能力が生徒の成長に強く影響することに類似している。

また，監督職員の果たす役割のうち，3.7 で述べたチェックシートによる施工状況把握の前提である監督行為の「把握」 についても，学校に関わる比喩を用いてきた [2)]。

山口県土木工事監督基準（案）[3)] では，監督行為として次の 9 種類を規定している。

指示・承諾・協議・通知・受理・確認・立会い・把握・報告

このうち把握以外の監督行為は記録を書類として残すが，把握は書類として記録する規定が定められていない。また，表-5.2.3 に示すように，把握のみが公共工事標準請負契約約款 [4)]に記載されていない。このように把握は監督行為の中で特異な存在であり，他の監督行為よりも基礎的な役割を担っていると推察される。

表-5.2.3　公共工事標準請負契約約款 [4)] における監督行為の記載数

種類	指示	承諾	協議	通知	受理	確認	立会い	把握	報告
記載数	7	13	61	71	1	15	16	0	5

表-5.2.4 において，監督行為のうち確認と把握を比較し，クラス担任教員が行う「小テスト」・「授業に取り組む姿勢を認識」との類似性を示しており，「授業に取り組む姿勢を認識」という基礎的な役割が把握に相当すると考えている。

表-5.2.4　確認と把握の対比 [2)]

確　認	把　握
監督職員が契約図書との適合を確かめ、受注者に対して認めること。 ■書類や写真により記録される。 ■OKでなければ、次の作業に進めない。	監督職員が契約図書との適合を自ら認識しておくこと。受注者に対して認めることではない。 ■公式な記録はない。 ■OK／OUTという概念はなく、作業は止まらない。

再び、学校に例えると・・・

小テスト	授業に取り組む姿勢を認識
■テスト結果として残る ■所定の点数に満たなければ、再テスト	■記録するルールはない。 ■良い／悪いをその場で指摘することはない。

山口県土木工事監督基準（案）[3)]において，把握する対象は，施工体制，工程，工事施工状況であり，このうち施工状況は，主要な工種について，臨場等により施工状況の把握を行うもので，構造物や作業工程ごとに把握する項目が規定されている。

この規定では，橋台や橋脚などの重要構造物のコンクリート打込み時には，品質規格・運搬時間・打設順序・天候・気温を把握するとされており，概観的に作業が順調に進行することを把握することに主眼が置かれている。これに対して，システムでは，コンクリート標準示方書［施工編］に示される施工の基本事項を遵守されているかを監督職員が把握するために，27 項目のチェックシートを使用する方法を導入している。

この方法を施工状況把握として位置付けているが，山口県土木工事監督基準（案）で定めている本来の把握とは，厳密には異なることになる。本来の把握では，詳細な把握内容は示されておらず監督職員に委ねられているのに対し，チェックシートによる施工状況把握では，チェック内容を具体的に記述した 27 項目が定められている。

また，チェックシートを県のホームページで公表し，施工者と情報共有することで，施工の基本事項の遵守を施工者に働きかける機能を有しており，発注者が施工者の品質確保を支援する仕組みになっている。

5.3　類似した他の仕組みとの対比

5.3.1　ワンデーレスポンス

ワンデーレスポンスは，2005 年から北海道開発局で始まり，2006 年 9 月の「国土交通省直轄事業の建設生産システムにおける発注者責任に関する懇談会　中間とりまとめ」[5)]において，具体的な取組みの一項目として次のように記載され，これをもとに，国土交通省全体で適用されるようになっている。

『２）現場の問題発生に対する迅速な対応

施工の現場において，発注段階で予見不可能であった諸問題が発生した場合，対処に必要な発注者の意思決定に時間を費やす場合があるため，実働工期が短くなり，工事等の品質が確保されないケースが発生していると指摘されている。

そのため，発注者は，「ワンディ・レスポンス」（筆者注：原文のまま。その後の国土交通省では「ワンデーレスポンス」の表記を用いている。）の実施等，問題解決のための行動の迅速化を図る必要がある。

また，施工段階は周辺住民の生活に多大な影響を及ぼすことから，発注者は受注者とともに，常時住民の声に耳をかたむけるよう，体制整備も含めた検討を行う必要がある。』

ワンデーレスポンスは，2005年に施行した品確法のもとで品質確保に対する発注者責任を果たす手法の一つとして，工事および業務において，監督職員が「速やかに回答する」という対応を組織的，システム的に行う改善運動である。

中国地方整備局では，工事については 2007 年 6 月に，業務については 2009 年 6 月に，「ワンデーレスポンスの手引き（案）」を制定している[6), 7)]。

筆者は，この取組みを国土交通省が開始した際に，従来の監督職員の対応が必ずしも迅速でなかったことを認めている点について，非常に驚いた。それまで，国・県・市町村を問わず，官庁においては，特殊な事項や特定の職員による不祥事などでは誤りを認めるものの，通常の業務が不適切であったことを認めることは，ほとんどなかったと考えていたからである。

ワンデーレスポンスは，ひび割れ抑制システムおよび品質確保システムと対比すると，次のような類似点がある。

・発注者のこれまでの対応が不完全であることを認め，その改善を図るものであること
・目標が具体的に示されており，出口戦略が明確であること
・職員の能力の底上げを図っていること
・これまで個々において実施していた対応をシステム化すること
・官民が目的を共有して，工程管理能力（段取り力）を高めることを目指していること

5.3.2　オープンデータ

近頃，国においては公共データの活用を促進する「オープンデータ」の推進を図っており，総務省はホームページにおいて，その意義・目的を，「透明性・信頼性の向上」「国民参加・官民協働の推進」「経済の活性化・行政の効率化」としているが[8)]，山口県のシステムのデータベースも，目指す方向は合致していると言える。

また，総務省は，「オープンデータ」と言えるための条件として，①機械判読に適したデータ形式，②二次利用が可能な利用ルールで公開されたデータ，の二つを挙げ，これらによって，人手を多くかけずにデータの二次利用が可能となるとしている[8)]。

また，オープンデータの開放性の程度について，図-5.3.1 に示すように便宜的に 5 段階に分類している[9)]。

「オープンデータの5つの段階（出典：★ ）」と、データ形式

段階	公開の状態	データ形式例	参考）Linked Open Data 5star
1段階	オープンライセンスの元、データを公開	PDF、JPG	OL – Open License （計算機により参照できる（可読））
2段階	1段階に加え、コンピュータで処理可能なデータで公開	xls、doc	RE – Readable （Human & Machine） （コンピュータでデータが編集可能）
3段階	2段階に加え、オープンに利用できるフォーマットでデータ公開	XML、CSV	OF – Open Format （アプリケーションに依存しない形式）
4段階	Web標準（RDF等）のフォーマットでデータ公開	RDF、XML	URI – Universal Resource Identifier （リソースのユニーク化、Webリンク）
5段階	4段階が外部連携可能な状態でデータを公開	LoD、RDFスキーマ	LD – Linked Data （データ間の融合情報が規定。検索可能）

人が理解するための公開文書（編集不可）

公開文書（編集可）

機械判読可能な公開データ

オープンデータの5つの段階

出典：★ Open Dataのサイト（http://5stardata.info/）およびTim Berners-Lee氏のLinked Dataに関する提言ページ（http://www.w3.org/DesignIssues/LinkedData.html）を参考に作成。

図-5.3.1　オープンデータの 5 つの段階[9)]

この図において，4.4.2(2)で述べた新たなデータベースシステムの構築は，従来システムは Excel を使用しており第 2 段階に相当し，新たなシステムは CSV を使用することから第 3 段階に移行することになる。

参考文献

1) 笠信太郎：ものの見方について　西欧に何を学ぶか，市民文庫，河出書房，191P，1951.3
2) 日本コンクリート工学会：データベースを核としたコンクリート構造物の品質確保に関する研究委員会報告書・シンポジウム論文集，2013.
3) 山口県土木建築部：土木工事監督技術基準（案），2012.4
＜http://www.pref.yamaguchi.lg.jp/cmsdata/b/e/7/be789ac55004164d66309612f2498464.pdf＞
4) 国土交通省：公共工事標準請負契約約款，2010.7
＜http://www.mlit.go.jp/totikensangyo/const/1_6_bt_000092.html＞
5) 国土交通省：国土交通省直轄事業の建設生産システムにおける発注者責任に関する懇談会　中間とりまとめ，2006.9
＜http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha06/13/130920/02.pdf＞
6）国土交通省中国地方整備局企画部技術管理課：工事監督におけるワンデーレスポンスの手引き（案），3p，2007.6
＜https://www.cgr.mlit.go.jp/mametisiki/response_notebiki.pdf＞
7) 国土交通省中国地方整備局企画部技術管理課：業務におけるワンデーレスポンスの手引き（案），3p，2009.6
＜https://www.cgr.mlit.go.jp/mametisiki/gyomu_response_notebiki.pdf＞
8）総務省ホームページ：オープンデータ戦略の推進,
<http://www.soumu.go.jp/menu_seisaku/ictseisaku/ictriyou/opendata/index.html>
9）総務省ホームページ：オープンデータの５つの段階とデータ形式,
< http://www.soumu.go.jp/menu_seisaku/ictseisaku/ictriyou/opendata/opendata01.html#p1-3 >

第 6 章　システムの他地域への波及

6.1　はじめに

ここまで，システムの他の地域との関係については，以下に要約したように，2010 年の合同調査から始まり，2011 年から「データベース委員会」において，山口県のひび割れ抑制システムを品質確保システムに高度化し，他の地域，特に震災復興に取り組む東北地方への波及を図ったこと。さらに，2014 年から「350 委員会」において，復興道路等の品質確保システムの研究や品質確保の仕組みを日本全国で展開するための研究が進められていることを述べてきた。

こうした取組みの結果，東北地方の復興道路・復興支援道路をはじめ，いくつかの地域でシステムの活用が始まっている。

6.2 では，システムの他地域への波及の現状について述べ，6.3 では，波及をさらに進めるための課題について考察する。

【第 3 章　3.12.4 他の地域との交流】

2010 年に行われた土木学会・日本コンクリート工学会の合同調査の報告が発表されたことにより，システムに興味を持った研究者・発注機関・他県の施工者が現れ，山口県への視察や県外で開催される講演会･研修会などへの本県職員の招聘によって交流が始まった。

主な注目点は，ひび割れ問題の解決手法ではなく，表層品質に有効であることや，施工の記録をデータベースに蓄積して活用する仕組みなどであった。

山口県としては, 他の地域との交流によってシステムを客観的に見ることが可能になり, システムの改善の検討にも役立つと考えて，積極的に交流を図っている。

【第 4 章　4.1 はじめに　4.2 システム移行の経緯】

2011 年にコンクリート工学会に「データベース委員会」が設置され，山口県のひび割れ抑制システムの分析，品質確保全般を目指すためのシステムの高度化，他の自治体・事業者の展開について様々な検討が始まった。

この年の 3 月 11 日に東日本大震災が発生した。震災からの復興には，公共土木施設の主体を占めるコンクリート構造物の建設において，急速施工および材料・人手不足という制約のもとで，塩害や凍害などの厳しい環境作用に耐える高耐久な構造物を建設するという課題があった。

「データベース委員会」では，この課題への対応策として，膨大な数のコンクリート構造物を建設する復興道路および復興支援道路に対して，高度化したシステムを活用することについて活発な議論が行われた。

2012 年 8 月から東北地方整備局に対して数回にわたり活用を提案した結果, 2013 年度にシステムの一部を活用した試行工事が始まり，2014 年度から本格的な取組みに移行している。

【第 4 章　4.5.3　土木学会 350 委員会との連携】

2014 年 10 月に土木学会コンクリート委員会に「350 委員会」が発足し，WG 1 では「復興道路品質確保システムに関する研究」をテーマとして，東北地方の復興道路整備に関連

して新設されるコンクリート構造物の品質確保のための研究を，国土交通省東北地方整備局と連携しながら進める。

WG２では，「品質確保システムの高度化に関する研究」をテーマとして，山口県が策定した「コンクリート構造物の品質確保ガイド」の考え方を深め，議論を重ねつつ品質確保の仕組みを日本全国で展開することを視野に入れた活動を行う。

6.2　波及の現状

現在，他の地域の波及としては，東北地方の復興道路・復興支援道路をはじめ[1),2),3),4),5)]，青森河川国道事務所[6)]や西日本旅客鉄道株式会社[6),7)]において，施工状況把握チェックシートを品質確保の取組みに活用する試みが始まっている。

一方，群馬県においては，山口県の品質確保システムをベースにして，表層品質検査などの独自の要素を加えたシステムを構築し，2015 年に県発注構造物における品質確保の試行が始まっている[8),9)]。

前者は，システムで開発したツールの 1 つである施工状況把握チェックシートを活用する「部品活用型」であり，後者はシステム全体を活用する「全面活用型」と呼ぶことができる。

「部品活用型」の発注者が国および鉄道事業者であるのに対し，「全面活用型」は本県と同じく地方自治体である。「部品活用型」では，建設する工事の規模が大きく，施工者の水準も高いことが共通しており，3.4 で述べた建設会社の施工実績を共有するためのデータベースを中核とした機能の必要性が低い。したがって，表層品質の向上効果に着目して，チェックシートに限定した活用を行っていると考えられる。

東北地方整備局では，表層品質を向上させる目的で，施工由来の不具合を減らすためにチェックシートを活用し，脱枠後のコンクリート表面を目視評価法[10),11)]によって評価して次のリフトでの改善を図る PDCA サイクルを導入している。

山口県の「ガイド」[12)]においても，図-6.2.1 に示すように，システム全体の PDCA サイクルと併せて，施工の PDCA サイクルを目指しており，

①施工者はコンクリート打込みに関する施工計画を作成する（plan）

②施工者は施工計画に基づきコンクリート打込みを行う(do）

③発注者は施工状況把握チェックシートを用いて施工状況把握を行い、施工方法に改善すべき点があった場合は、施工者にその内容を伝える(check）

④施工者は③の改善すべき点について、次のコンクリート打込みの施工計画を見直す(act）

東北地方整備局では③の段階に目視評価法を導入し，より確実かつ迅速な改善を目指している。復興道路等においては，4.2 で述べたとおり，急速施工および材料・人手不足という制約のもとで，塩害や凍害などの厳しい環境作用に耐える高耐久な構造物を建設する必要があり，効果が高く即効性を有する手法が採用されていると考えられる。

また，青森河川国道事務所における試行工事では，寒中コンクリート仕様の施工状況把握チェックシートについて，施工時の具体的な留意点や対策について建設会社や生コン製造会社などにヒヤリングを行い作成している[6)]。

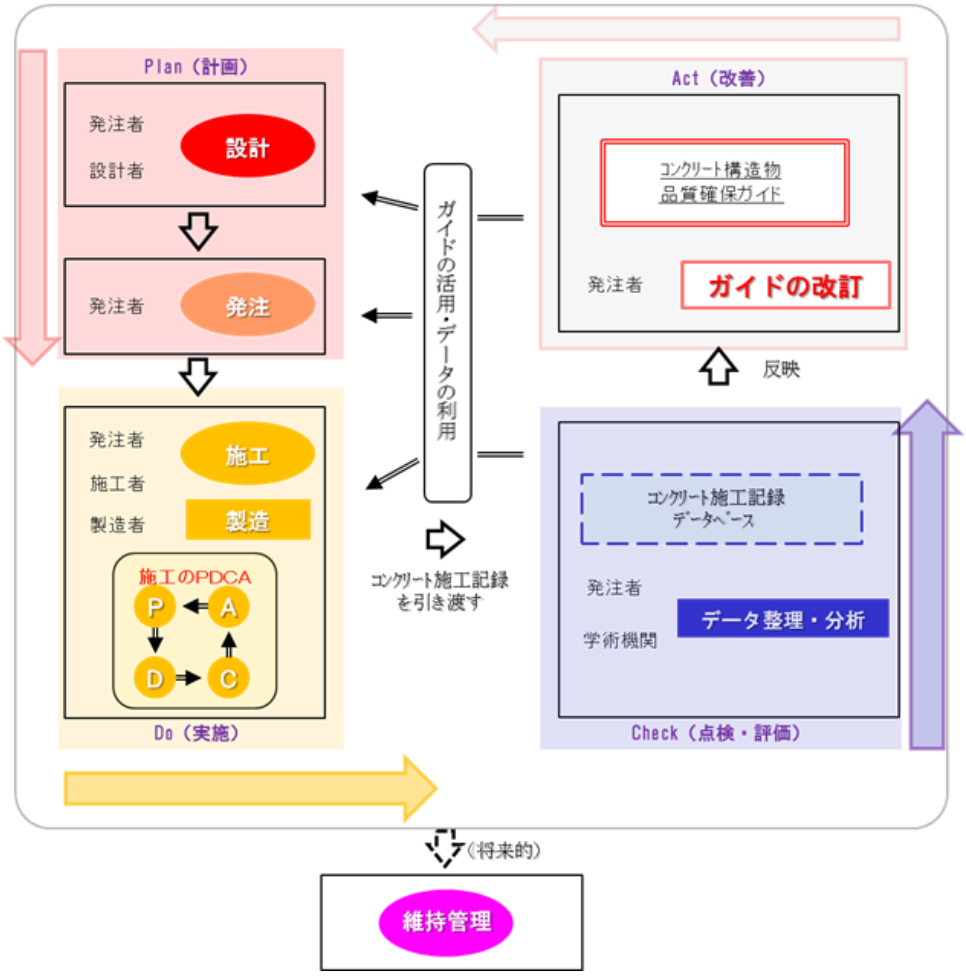


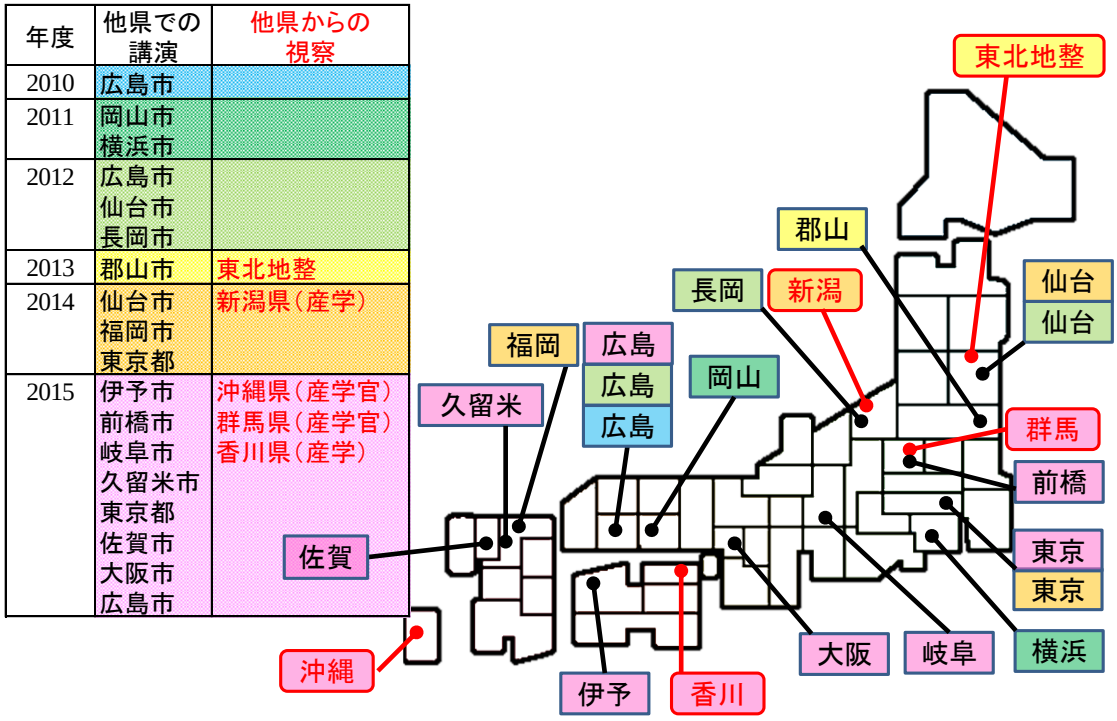
図-6.2.1　コンクリート構造物品質確保システムの概念 [12)]

6.3　波及の推進における課題

6.2 で述べた波及先の取組みは，山口県のシステムの改善への貴重な情報としてフィードバックされることから，本県が積極的に波及に努める意義は大きい。波及を推進するためには，正確な情報をわかりやすく発信することとともに，本県のシステムを健全・活発に継続していくことが必要になる。

図-6.3.1 に，他地域との交流の実績をまとめている。他県でシステムの紹介を行う講演は，2010 年の広島市から始まり，18 回行っているが，特に 2015 年の回数が多い。これは，「350 委員会」の活動状況や東北地方整備局での展開に関する情報が広く提供されていることが大きく影響している。

また，この図において，他県からの視察は 5 件であるが，このうち東北地整と群馬県は 6.2 で述べたように波及が実現している。現在，視察を計画中の地域もあり，これから増加することが期待される。



年度	他県での講演	他県からの視察
2010	広島市	
2011	岡山市 横浜市	
2012	広島市 仙台市 長岡市	
2013	郡山市	東北地整
2014	仙台市 福岡市 東京都	新潟県（産学）
2015	伊予市 前橋市 岐阜市 久留米市 東京都 佐賀市 大阪市 広島市	沖縄県（産学官） 群馬県（産学官） 香川県（産学）

図-6.3.1　他地域との交流状況

2015 年の佐賀市での講演は，公益財団法人佐賀県建設技術支援機構が主催する研修会で，聴講者は建設業とコンサルタントの技術者 238 名，県・市 16 名であった。後日主催者から，聴講者アンケートの中に「山口県のシステムを以前から活用している。」との回答があったとの知らせがあった。それまで佐賀県には講演に出向いたことも，視察を受け入れたこともなく，活用していると答えた技術者はインターネットにより情報を収集したと推察される。

このことは，県のホームページによる情報提供が他地域への波及に有効であることを示唆しており，これまでは，ホームページの利用者として主として県内の施工者・設計者・

材料製造者などを意識して運営してきたが，県外の技術者への配慮の必要性を認識することになった。

現状では，他県からの視察者に，システムの効果を説明するために，システムの運用前・試行中・運用後の構造物を建設時期に沿って案内する見学コースを制作し，その案内状況を写真-6.3.1～3 に示している。この見学コースは県内技術者の研修にも活用できることから，県のホームページに「既設構造物による研修モデルコース」として公開している[13)]。

また，写真-6.3.4 は 2015 年の沖縄県の産・学・官の技術者の視察において，システムの運用によってひび割れ抑制と表層品質の向上を達成できた構造物を案内したものである。視察者が構造物に近接して観察できることで，システムの効果を理解しやすくなることから，4.6.5 で述べた模範的な構造物は，他地域への波及についても，わかりやすい情報として活用できる。

以上のことから，波及を推進するための課題として，次の 2 点が考えられる。

① ステムの適切な運用の継続

山口県のシステムに関する情報が他地域にとって有用であることが，普及の推進に貢献できる前提条件である。したがって，システムが適切に運用され続けるように，システムのメンテナンス，データの量と質の充実，技術者の能力向上などが必要である。地道な取組みであるため，「手段の目的化」が生じやすいことから，その点については絶えず注意しなければならない。

②「模範的構造物」などによるシステムの効果の発信

システムを適切に運用すれば，ひび割れや不具合のないコンクリート構造物が建設できるが，その構造物を波及に活用するには「模範的構造物」として情報発信するなど，効果的な情報発信の仕組みを構築する必要がある。

写真-6.3.1　システム運用前の橋台（1998 年建設）

写真-6.3.2　システム運用試行中の橋台（2007 年建設）

写真-6.3.3　システム運用後の橋台（2010 年建設）

写真-6.3.4　沖縄県からの視察で紹介したシステム運用後の橋台（2015 年建設）

参考文献

1) 佐藤和徳 : 復興道路等の品質確保に関する取り組み状況，コンクリートテクノ，Vol.33，No.5，pp.15-20，2014.5
2) 田村隆弘，細田　暁，中村秀明，二宮　純，岩城一郎，石田哲也，田中泰司，閑田徹志：データベースを核としたコンクリート構造物の品質確保に関する研究委員会報告，コンクリート工学年次論文集，Vol.35，No.1，pp.22-30，2013.7
3) 佐藤和徳：復興道路・復興支援道路に関する取組み，コンクリー工学，Vol.53，No.1，pp.15-20，2015.1
4) 細田暁：復興道路での品質確保と人財育成，コンクリー工学，Vol.53，No.1，pp.66-70，2015.1
5) 細田　暁 : 復興道路における新設コンクリート革命, コンクリートテクノ, Vol.34, No.4, pp.70-76，2015.4
6) 細田暁，二宮純，森岡弘道，阿波稔，田村隆弘：施工状況把握チェックシートによるコンクリート構造物の品質確保と協働関係の構築，コンクリートテクノ，Vol.34，No.5，pp.63-82，2015.5
7) 谷口康一：コンクリート品質の取組みについて，日本材料学会中国支部平成 27 年度講習会「新設コンクリート構造物の品質確保」配布資料，PP.29-47，2015.11
8) 半井健一郎：群馬県における品質確保の試行，日本材料学会中国支部平成 27 年度講習会「新設コンクリート構造物の品質確保」配布資料，PP.51-67，2015.11
9) 半井健一郎・舌間孝一郎・群馬県県土整備部建設企画課：群馬県でコンクリート構造物の品質確保に関する試行を開始，コンクリートテクノ，Vol.34，No.11，pp.14-17，2015.11
10) 坂田　昇，渡邉賢三，細田　暁 : コンクリート構造物の品質向上と表層品質評価手法，コンクリート工学，Vol.50，No.7，pp.601-606，2012.
11) 渡邉賢三，坂田　昇，温品達也，柳井修司：目視評価に基づくコンクリートの表層品質評価方法と品質向上に資する取組み，コンクリート工学年次論文集，Vol.34，No.1，pp.1354-1359，2012.
12) 山口県土木建築部：コンクリート構造物品質確保ガイド 2014，2014.5
＜http://www.pref.yamaguchi.lg.jp/cms/a18000/hibiware/hibiwareyokusei.html＞
13) 山口県土木建築部技術管理課ホームページ：コンクリート構造物の品質確保，
＜http://www.pref.yamaguchi.lg.jp/cms/a18000/hibiware/hibiwareyokusei.html＞

第 7 章　結論

本研究では，①山口県で顕在化したひび割れ問題を解決するための地方自治体特有の運用や制度などの実態を踏まえたひび割れ抑制システムの構築について，②構築したシステムの効果を検証について，③その結果を活用して品質確保全般を対象にしたシステムへの改善・拡張について，さらに，④持続可能で発展的なシステムにするための仕組みや手法の検証について研究を行った。

この章では，それぞれについて得られた成果と今後の課題について述べる。

① ひび割れ抑制システムの構築

システムの構築に先立って，実構造物による試験施工を行い，丁寧な施工を行うことによってひび割れが減少することや，温度ひび割れを補修不要な程度に抑えるためには，丁寧な施工とともに施工時期の選定や誘発目地などの材料による抑制対策が有効であることが明らかになった。

また，発注者・施工者・材料供給者という立場の異なる技術者が試験施工に参加したことにより，ひび割れ問題の解決にはそれぞれが役割を果たすことの必要性を認識し，「協働意識」が醸成される効果が得られた。

これらの成果によってシステムの構築が可能になったが，基準類の扱い，施工者の規模と施工経験，発注者の果たすべき役割と能力について，本県には地方自治体特有の実態があり，これを考慮した構成や運用を考案し，システムを構築した。

この結果，情報公表・情報共有，データの信頼性確保，義務化を避けた温度計測，設計への活用という特徴を有する独創的なシステムが構築できた。

② ひび割れ抑制システムの効果

システムによって，本来の目的であるひび割れ抑制の効果が得られるとともに，表層品質を向上する効果を有することが明らかになった。さらに，施工者の段取りの改善，他の地域との交流といった効果も得られた。

課題については，監督職員の技術力（スキル）と意欲（マインド）の不足が運用における大きな障害になること，暫定的に作成した規準書に改善すべき点が多いこと，ひび割れ幅の計測が標準化されていないこと，また，構造物建設のもっとも上流にあたる設計段階への展開が不十分であることが明らかになり，システムの改善が必要となった。

③ 品質確保システムへの改善・拡張

2011 年に設立された日本コンクリート工学会「データベース委員会」において，山口県のひび割れ抑制システムの分析，品質確保全般を目指すためのシステムの高度化，他の自治体・事業者への展開について研究が行われ，これに筆者も参加して情報提供やシステムの移行に関する議論を行った。この結果，一地方自治体の未熟なシステムの高度化が，学会の研究活動との連携による支援を受けて実現した。

ひび割れ抑制システムの「施工の基本事項の遵守」による表層品質向上の効果を活用して，目的をひび割れ抑制から品質確保全般に拡張し，対象構造物についても従来の RC 限定から PC 構造物に拡張したシステムを考案した。

併せて，ひび割れ抑制システムの課題を踏まえた改善を行った。規準書については，簡便なマニュアルのような，考えずに答えに到達できるものではなく，技術者の判断を助けるものを作成し，その趣旨を「ガイド」と名付けることでも示した。また，各技術者が役割を果たす「協働」を明確化するため，各段階における関係者の役割を記述するなどの改善を行った。

データベースについては，記録シートの他の地域への展開に活用できるように，表記をコンクリート標準示方書と整合させることや，記入欄をわかりやすく改良するなどの改善を行った。また，汎用性の高い新たなデータベースシステムの開発を進め，山口県では 2016 年度に導入予定であり，他の地域への提供も可能になっている。

設計段階への展開の課題に対しては，ひび割れ抑制設計の参考資料として，「ガイド」に検討例を掲載している。

④ 持続可能で発展的なシステムの仕組みや手法

本システムは，コンクリート構造物の建設に携わる各分野の技術者が，データベースによる情報共有に基づいて「協働」するものであり，新たに建設した構造物のデータが順次追加されることにより，共有の情報が充実し，これをもとにシステムの改善を行うことで，適切な設計，適切な施工，良質な構造物のデータの蓄積，システムのさらなる改善，という PDCA の循環の仕組みである。

したがって，この循環のいずれかの個所で障害が生じれば，システム全体の機能が低下する。これまでにも，監督職員が行うチェックシートによる施工状況把握において，目的を理解しないまま業務を行う形骸化が生じたが，このような障害によって，良質な構造物が建設されない事態や，「協働」に欠かせない関係者間の信頼感の低下が懸念される。

このため，まず体制の整備が必要と考え，各事務所に品質確保推進委員を配置し，設計・発注・施工の各段階において適切にシステムを運用する管理や，監督職員等の研修・指導を強化する制度を創設した。また，研修方法について，施工状況把握の実地研修に加えて，システムの運用前後の既設構造物によって「施工の基本事項の遵守」の効果を目視評価法によって学習する研修を行ったところ，職員のスキルとマインド両方の向上に有効であった。

システム利用を活発化させることで，良質な構造物が建設され，データの量と質が充実する。活発化のためには，規準書やデータを適切にメンテナンスすることや抑制設計手法の制定が必要である。

これらの持続可能で発展的なシステムの仕組みや手法を考案し運営していくには，今後もシステムの利用状況や，国などの動向に注意を払いながら，学会活動への参加や大学・高専との共同研究による学会・研究者との連携や，同様な取組みを行っている他の地域との連携によって得られる知見を参考にして，システムの利便性や信頼性を向上するための改善をタイムリーに行っていく必要がある。

謝　辞

本研究は，コンクリート構造物のひび割れ抑制および品質確保を目的にして，山口県が構築した産学官協働の取組みについてまとめたものです。この取組みは，2005 年度の試験施工に始まり，2007 年度のひび割れ抑制システムの構築，2014 年度に品質確保システムへの拡張へと展開しました。また，東北地方の復興道路など，いくつかの地域において活用されるようになりました。試行錯誤しながらの地道な取組みでしたが，多くの方々から御理解，御協力，御支援を頂いて，ここまで前進することができました。これまでの取組みに参画していただいたすべての皆様に心よりお礼を申し上げます。

徳山工業高等専門学校教授　田村隆弘先生には，2004 年 11 月 16 日開催の先生が主催される「コンクリートよろず研究会」の講習会に参加させていただいた時から今日まで，御指導をいただいてまいりました。初めてお会いした当時の筆者は，山口宇部線建設工事を担当する班長として, 施工中のコンクリート構造物に多発するひび割れによって生じる「不機嫌な現場」という状況を改善したいと考えていましたが，どのように進めていけばよいのか，方向は定まらず，暗中模索の状態でした。先生の卓越した御見識による御指導によって，地方自治体が取り組むものとしては珍しい試験施工について，建設業および生コンクリート団体に理解していただけることが可能になり，両団体の全面的な協力のもとで実施できました。それ以降，11 年間にわたり，産官学の取組みである山口県のひび割れ抑制システムおよび品質確保システムについて御指導を賜りました。あらためて深く感謝を申し上げます。

山口大学教授　中村秀明先生には，ひび割れ数値解析の活用方法について御指導いただき，また，官学共同研究において，施工状況把握の研修ツールである e-ラーニングシステムや新たなデータベースシステムを開発していただきました。深く感謝を申し上げます。

横浜国立大学准教授　細田暁先生には，2009 年 10 月 19 日の日本コンクリート工学会の「高性能膨張コンクリートの性能評価とひび割れ制御システムに関する研究委員会」の視察で来県された時に初めてお会いしました。山口県の取組みに強い興味を持っておられることを感じながら，一生懸命に説明したことを鮮明に覚えています。この視察が皮切りとなって，　細田先生の強力な発信力と実践力によって，2010 年 7 月の同委員会と土木学会「構造物表層のコンクリート品質と耐久性能検証システム研究小委員会」の合同調査, 2012 年設置の日本コンクリート工学会「データベースを核としたコンクリート構造物の品質確保に関する研究委員会」，2014 年設置の土木学会「コンクリート構造物の品質確保小委員会」という目覚ましい展開となり，山口県の取組みが多くのコンクリートの研究者によって議論されることになりました。

しばらく以前から，細田先生から学位論文の執筆を勧めていただいていましたが，初めは挑戦する勇気がなく，大いに躊躇していました。しかし，東北地方や群馬県など波及する段階になり，退職の時期が近づく中で 11 年間の取組みを整理することの意義を感じ，先生の御指導を受けながら本論文の執筆に取りかかりました。執筆中には，常に暖かい御指導と励ましのお言葉をいただき，論文審査では主査として多くの貴重な御助言をいただきました。心より感謝を申し上げる次第です。

また，田村先生とともに本論文を副査として審査いただきました横浜国立大学上席特別教授　藤野陽三先生，同教授　小長井一男先生，同教授　椿龍哉先生，同教授　山田均先生には，貴重な助言や御指導を賜りました。深く感謝を申し上げます。

2010 年 7 月の日本コンクリート工学会および土木学会の各員会の合同調査以降，多くのコンクリートの研究者の方々とお会いする機会に恵まれ，たくさんの貴重な御指導と御助言をいただきました。特に，東京大学教授　岸利治先生，同教授　石田哲也先生，日本大学教授　岩城一郎先生，八戸工業大学教授　阿波稔先生，広島大学准教授　半井健一郎先生，長岡工業高等専門学校准教授　井林康先生，香川高等専門学校准教授　林和彦先生には，本県に何度もお越しくださり，御指導や御助言をいただきました。また，筆者に講演会などの発表の機会を与えてくださり，貴重な経験を積ませていただきました。これまでの御指導，御支援に厚くお礼を申し上げます。

この取組みを一緒に進めてきた山口県土木建築部および山口県建設技術センターの皆さんに衷心より感謝を申し上げます。特に，森岡弘道氏には，1998 年に技術管理課の後任として筆者から引き継いで以来，頼りになるパートナーとして支援していただきました。また，石田純一氏には，この 1 年間，論文作成に親身に協力していただきました。あらためてお礼を申し上げます。

そして，2010 年に技術管理課に着任し，この取組みに意欲的に携わっている最中に急逝された故国重典弘氏に，深甚なる感謝を申し上げ，この論文を捧げます。

最後に, 2004 年 4 月に永眠した最愛の妻めぐみが遺してくれた息子たち　悠一と傑には，このたびの学位取得への挑戦を励ましてもらいました。頼りない父親を今日まで受け容れてくれた優しい思いやりに感謝します。

これまでの発表一覧

1) 二宮　純：山口県におけるひび割れ抑制効果の検証試験結果，コンクリートテクノ，Vol.25，No.9，pp.9-13，2006.9
2) 二宮　純：実構造物によるコンクリートひび割れ抑制対策試験施工，ZENNAMA，2006 年 8・9 月号，PP.16-20，2006.
3) 田村隆弘，二宮　純，前田　勉，井口威生：コンクリートひび割れ抑制対策の実構造物試験施工について，混和材料を使用したコンクリートの物性変化と性能評価研究小委員会(333 委員会)報告書ならびにシンポジウム講演概要集，Ⅱ-7～12，2007.3
4) 二宮　純:実構造物によるコンクリートひび割れ抑制対策試験施工(その 2), ZENNAMA, 2007 年 4・5 月号，PP.4-9，2007.
5) 田村隆弘，二宮　純：コンクリートのひび割れ抑制対策試験施工の成果と展開，セメント・コンクリート，No.726，pp.45-50，2007.8
6) 田村隆弘，二宮　純：鉄筋コンクリートのひび割れ分散性と鉄筋比に関する研究，コンクリート工学年次論文集，Vol.31，No.1，pp.1585-1590，2009
7) 金輪昭彦，田村隆弘，中村秀明，二宮　純：コンクリート構造物の品質確保のための山口県施工管理 e-learning システム，平成 22 年度（第 62 回土木学会中国支部研究発表会，6014，2010.
8) 森岡弘道，田村隆弘，中村秀明，二宮　純，櫻井敏幸：山口県におけるコンクリート構造物ひび割れ抑制対策システムの導入効果，土木学会第 65 回年次学術講演会講演概要集，Ⅵ-532，pp.1063-1064，2010.
9) 櫻井敏幸，田村隆弘，中村秀明，二宮　純，森岡弘道：コンクリート打設管理記録の活用と分析について，土木学会第 65 回年次学術講演会講演概要集，Ⅵ-423，pp.845-846，2010.
10) 澤村修司，田村隆弘，二宮　純，森岡弘道，櫻井敏幸：コンクリート構造物とひび割れと気温の相関について，土木学会第 65 回年次学術講演会講演概要集，V-402，pp.803-804，2010.
11) 国重典弘，田村隆弘，二宮　純，森岡弘道：山口県における「コンクリートひび割れ抑制システム」について，コンクリート工学，Vol.49，No.5，pp.91-95，2011.5
12) Akira HOSODA, Makoto NINOMIYA, Takahiro TAMURA, Kazuhiko HAYASHI: Improvement of Covercrete Quality by Crack Control System in Yamaguchi Prefecture in Japan, The 8th International Symposium on Social Management Systems SSMS2012 - Disaster Prevention and Reconstruction Management - , 2-4 May 2012, Kaohsiung, Taiwan, R.O.C. p.SMS12-3835,　2012.5
13) 細田 暁，田村隆弘，二宮 純：山口県のひび割れ抑制システムによる各プレーヤーの技術力の向上，土木技術，67 巻 10 号，pp.33-38，2012.
14) 田村隆弘，細田　暁，中村秀明，二宮　純，岩城一郎，石田哲也，田中泰司，閑田徹志：データベースを核としたコンクリート構造物の品質確保に関する研究委員会報告，コンクリート工学年次論文集，Vol.35，No.1，pp.22-30，2013.7

15) 森岡弘道，二宮 純，細田 暁，田村隆弘：地方自治体におけるコンクリート構造物のチェックシートを活用した品質確保の取組み，コンクリート工学年次論文集，Vol.35，No.1，pp.1327-1332，2013.
16) 細田 暁，坂田 昇，田村隆弘，二宮 純：目視評価を活用した山口県のひび割れ抑制システムによる表層品質向上の分析，コンクリート工学年次論文集，Vol.35，No.1，pp.1837-1842，2013.
17) 森岡弘道，二宮　純，細田　暁，田村隆弘：チェックシートを活用した施工状況把握の品質確保の効果の検証，データベースを核としたコンクリート構造物の品質確保に関する研究委員会シンポジウム論文集，日本コンクリート工学会，pp.33-37，2013.
18) 井林　康，細田　暁，二宮　純，岩城一郎，田村隆弘：コンクリートの施工状況把握チェックシートおよび施工後目視評価のタブレット端末への適用，データベースを核としたコンクリート構造物の品質確保に関する研究委員会シンポジウム論文集，日本コンクリート工学会，pp.39-44，2013.
19) 廣川昭典，二宮　純，森岡弘道，田村隆弘，細田　暁：データベースを活用した設計段階におけるコンクリート構造物のひび割れ抑制対策の取組みについて，データベースを核としたコンクリート構造物の品質確保に関する研究委員会シンポジウム論文集，日本コンクリート工学会，pp.45-50，2013.
20) 田村隆弘，細田　暁，二宮　純，中村秀明：コンクリート構造物の品質確保のためのデータベースの活用，コンクリート工学，Vol.52，No.4，pp.309-315，2014.4
21) 二宮　純：データベースの活用，コンクリート工学，Vol.52，No.9，pp.833-838，2014.9
22) 細田 暁，二宮　純，田村隆弘，林 和彦：ひび割れ抑制システムによるコンクリート構造物のひび割れ低減と表層品質の向上, 土木学会論文集 E2（材料・コンクリート構造），Vol.70，No.4，pp.336-355，2014.
23) 二宮　純：山口県のひび割れ制御システムとコミュニケーション能力，ZENNAMA，2014.04・05，P.14，2014.
24) Akira HOSODA, Ichiro IWAKI, Tetsuya ISHIDA, Makoto NINOMIYA, Takahiro TAMURA：Quality Attainment Management of Revival Road in Tohoku Region after the Great East Japan Earthquake，CIC2014, Norway，2014.6
25) 細田暁，二宮純，森岡弘道，阿波稔，田村隆弘：施工状況把握チェックシートによるコンクリート構造物の品質確保と協働関係の構築，コンクリートテクノ，Vol.34，No.5，pp.63-82，2015.5
26) 中谷俊晴，田村隆弘，二宮純，細田暁：山口県コンクリート施工記録データに基づいた壁状構造物の初期ひび割れの発生に関する解析的研究, コンクリート工学年次論文集，Vol.37，No.1，pp.1147-1152，2015.
27) 二宮純，森岡弘道，細田暁，田村隆弘：山口県の実構造物のデータを活用したひび割れ抑制設計，コンクリート工学年次論文集，Vol.37，No.1，pp.1153-1158，2015.

参考　本研究に関する年表

年度	年	月	日	出来事	国・他県	学会・書籍・論文	山口県	県技術講習会	筆者：他県での講演	筆者：職場（担当職務）	第1章	第2章	第3章	第4章	第5章	第6章
S55	1980									岩国土木事務所						
S56	1981															
S57	1982									木屋川工水事務所						
S58	1983															
S59	1984			NHK「コンクリートクライシス」放映			土木研究所によるASR調査			技術管理室						
S60	1985															
S61	1986															
S62	1987				国交省「コンクリートの耐久性向上施策」		山口県版「コンクリートの耐久性向上施策」									
					JISA5308改訂											
S63	1988									徳山土木事務所						
H1	1989															
H2	1990															
H3	1991									道路建設課橋梁係						
H4	1992															
H5	1993					本「コンクリートの話Ⅰ，Ⅱ」				豊田土木事務所（角島大橋）						
	1994	1			「公共事業の入札・契約手続きの改善に関する行動計画」閣議了解											
H6	1995	1		阪神大震災												
H7	1995					論文「公共工事システムの将来像」										
	1996	1			「WTO政府調達協定」発効											
H8	1996									建設技術センター						
H9	1997	9	1				「山口県情報公開条例」に基づく公文書開示開始									
H10	1998									道路建設課橋梁係						
H11	1999			山陽新幹線コンクリート剥落事故												
	1999					本「コンクリートが危ない」										
H12	2000					本「コンクリート名人養成講座」				宇部土木建築事務所						
H13	2001	4	1		国交省「土木コンクリート構造物の品質確保について」適用											
	2001	4	1		「適正化法」施行											
	2001	4	1		「情報公開法」施行											
	2001	8	1				山口県版「土木コンクリート構造物の品質確保について」適用									
	2001	12					山口県版「土木コンクリート構造物の品質確保について」修正									
H14	2002	4					「成績評定制度」試行									
H15	2003	4					「成績評定制度」開始			山口土木建築事務所						
	2003	4					「工事成績評定要領」などの公表									
H16	2004	11				「コンクリートよろず研究会講習会」開催			【田村教授との出会い】							
H17	2005	4			「品確法」施行											
	2005						実構造物を用いた試験施工									
H18	2006						システム運用の試行			技術管理課（システム）						
	2006	4	26					第1回								
	2006	12	19					第2回								
H19	2007	4					「ひび割れ抑制システム」運用開始（暫定）									
	2007	4					山口県版「土木コンクリート構造物の品質確保について」改訂									
	2007	10	1				「ひび割れ抑制システム」運用開始									
	2007	10	9					第3回								

年度	年	月	日	出来事	国・他県	学会・書籍・論文	山口県	県技術講習会	筆者 他県での講演	筆者 職場（担当職務）	第1章	第2章	第3章	第4章	第5章	第6章
H20	2008						「山口県ふるさと産業振興条例」制定			都市計画課						
	2008	11	4					第4回								
H21	2009															
	2009	7	21				7月21日豪雨災害									
	2009	10	19			JCI委員会による山口県視察			【細田准教授との出会い】							
	2009	11	26					第5回								
	2010	3	18						JCI中国支部 広島市							
H22	2010	7	15				7月15日大雨災害			砂防課						
	2010	7	28			JSCE・JCI委員会による山口県構造物合同調査										
	2010	7	30					第6回								
	2010	11	15						JCI中国支部 岡山市							
	2010	12	21						横浜国立大学 横浜市							
	2011	3	11	東日本大震災												
H23	2011	11	18						日本鉄道施設協会 広島市							
	2012	1	26						土木学会群馬会 前橋市							
	2012	1	27						日本学術振興会 東京都							
H24	2012					「データベース委員会」				土木建築部 審議監						
	2012	7	4						JCI生コンセミナー 広島市							
	2012	8	10			「データベース委員会」東北地整協議開始			東北地整（協議） 仙台市							
	2012	8	22					第7回								
	2012	11	2						北陸建設弘済会 長岡市							
	2012	12					「目視評価法」による調査									
	2012	3				「コンクリート標準示方書2012」刊行										
H25	2013	4					「工事成績評定」改訂									
		4					「ひび割れ抑制対策推進委員」設置									
	2013	7					東北地整視察									
	2013	8	6				8月6日大雨災害									
	2013	11	1						コンクリート技術大会 郡山市							
H26	2014	5					「品質確保システム」運用開始									
	2014	5	22				新潟県（産・学）視察									
	2014	6	12					第8回								
	2014	10				「350委員会」設置										
	2014	12	1						東北地整 仙台市							
	2015	3	16						土木学会西部支部 福岡市							
	2015	3	25						会計検査院 東京都							
H27	2015	4	17						CE財団 伊予市							
	2015	5	21						群馬県 前橋市							
	2015	6	5						岐阜大学 岐阜市							
	2015	6	10				沖縄県（産・学・官）視察									
	2015	8	21						九州地整 久留米市							
	2015	9	7						CE財団（会議） 東京都							
	2015	9	9						佐賀県 佐賀市							
	2015	9	14					第9回								
	2015	9	15				群馬県（産・学・官）・香川県（産・学）視察									
	2015	10	26						近畿地整 大阪市							
	2015	11	6						日本材料学会 広島市							