

学位論文及び審査結果の要旨

横浜国立大学

氏名	山口 和英			
学位の種類	博士（工学）			
学位記番号	都市博乙第476号			
学位授与年月日	2022年12月31日			
学位授与の根拠	学位規則（昭和28年4月1日文部省令第9号）第4条第1項及び横浜国立大学学位規則第5条第2項			
学府・専攻名	都市イノベーション学府 都市イノベーション専攻			
学位論文題目	断層変位が作用する地中ボックスカルバートの耐変位評価手法の構築			
論文審査委員	主査	横浜国立大学	教授	前川 宏一
		横浜国立大学	教授	勝地 弘
		山梨大学大学院	教授	齊藤 成彦
		横浜国立大学	教授	細田 暁
		横浜国立大学	准教授	藤山 知加子
		横浜国立大学	准教授	崔 瑛

論文及び審査結果の要旨

原子力発電所の新規制基準（2013年7月施行）では、耐震設計上重要な施設は、将来において活動する可能性のある断層等の露頭がないことを確認した地盤に設置することが求められている。一方で、活動性の無い断層であっても敷地近傍の地震活動により、断層等に変位が生じて施設の機能に影響を及ぼす残余のリスクを評価することが求められるようになってきた。日本原子力学会は断層変位に対する残余のリスクの評価方法として、確率論的リスク評価の基準化に取り組み、学会標準を制定している。しかし、耐震設計上重要な土木構造物については、断層変位に対する影響評価手法が構築されていない。屋外重要土木構造物の断層変位に対する影響を定量的に評価できる耐変位影響評価手法が今日、求められている。

本博士論文は上記ニーズを踏まえて、副断層の変位を直接受ける地中埋設の鉄筋コンクリート（RC）製ボックスカルバートを対象として、内空断面の維持を定量的に評価する解析手法、限界値とその閾値および判定方法を提案したものである。評価方法における新規性、独創性及び実用性が下記の通り認められた。

本博士論文では地中 RC 構造の地盤岩盤変位に対する変位追随性に着目し、材料非線形有限要素法解析の大変形領域への適用性を検証するための大型載荷実験を実施し、鉄筋が破断する直前まで解析で構造変位の追随性を評価可能であること、大変形領域においても、構造物の損傷に関する限界状態を、複数の指標で規定することが可能であることを示している。ここで、ひび割れ幅と周辺の構成材料の変形を合わせ持って、偏差ひずみの不変量で評価する方法を提案し、載荷実験と挙動解析の対比を通じて適用性の確認を行った。更に、断層変位と地震動が重畳する場合には、断層面と地中カルバートの長軸方向との角度によって、空間維持性能に対する安全率が変化することを、相互作用面を通じて提示することに成功している。これにより、最も危険な交差角度を特定して安全設計を行うことが可能となっており、本研究の高い実用性が認められた。

以上より、本学位論文は新規性、独創性ならびに実用性を有するものとして、合格と認められた。

iThenticate による剽窃チェックでは重複率 23%であり、そのうち 11%が論文提出者の既発表論文に由来するもの、5%が本研究成果を引用している土木学会原子力土木委員会の報告書、7%が語句および表現の重なりであった。これにより、剽窃盗用に該当するものは無いことを確認した。

(試験の結果の要旨)

2022年10月25日10時30分より横浜国立大学並びにオンライン配信において公聴会を開催した。続いて10月25日11時20分より横浜国立大学において前川教授，齋藤教授（オンライン），細田教授，藤山准教授および崔准教授，10月28日10時30分より勝地教授の出席を得て審査委員会を開催した。断層変位の作用を直接受ける地中埋設の鉄筋コンクリート製ボックスカルバートを対象とした空間維持性能に関する評価方法の開発と，これに関する実験と解析研究は，博士学位論文として十分な内容を有しており，合格と判定した。さらに，各審査委員からの口頭試問により，コンクリート構造工学に関する博士（工学）の学位を得るにふさわしい学力を有していると判定した。英語の学力においては，筆頭著者として既に公表されている下記英文論文（⑤）と，公聴会および審査委員会において発表の一部を英語とすることにより，所要の英語の学力を有していることを確認した。

学位取得に必要な対外発表論文は以下の通りである。

- ① 岩盤上に設置された地中カルバートの断層変位に対する耐変位評価手法：伊藤悟郎，山口和英，肥田幸賢，永井秀樹，堤内隆広，米澤健次，土木学会論文集 A1(構造・地震工学)，査読有，Vol. 76, No. 1, pp. 180-196, 2020.
- ② 断層変位と地震の重畳現象に対する地中カルバートの損傷評価手法：山口和英，堤内隆広，原朗，永井秀樹，肥田幸賢，土木学会論文集 A1 (構造・地震工学)，査読有，Vol. 78, No. 4, pp. I_87- I_97, 2022.
- ③ 断層変位が作用するボックスカルバートの載荷実験：構造工学論文集，査読有，Vol. 66A, pp. 212-222, 2020.
- ④ 断層変位が作用する RC ボックスカルバートの影響評価手法確立に向けた取組み：電力士木，査読有，3月号 (No. 418)，pp. 9-16, 2022.
- ⑤ Introduction of impact assessment technology and evaluation examples for fault displacement of critical civil engineering structures: Yamaguchi, K., Kumata, H., Tsutsumiuchi, T. and Nagai, H., SMiRT-26, 査読有，2022.

以上により最終試験は合格であると判定した。

注 論文及び審査結果の要旨欄に不足が生じる場合には、同欄の様式に準じ裏面又は別紙によること。