

学位論文及び審査結果の要旨

横浜国立大学

氏 名 VO DUY HUNG
学 位 の 種 類 博士（工学）
学 位 記 番 号 都市博甲第24号
学 位 授 与 年 月 日 2016年 9月 16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1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 Characteristics of stay cable dry galloping and effectiveness of spiral protuberance countermeasure
論 文 審 査 委 員 主 査 横浜国立大学 教授 勝地 弘
横浜国立大学 教授 椿 龍哉
横浜国立大学 教授 山田 均
横浜国立大学 准教授 西尾 真由子
横浜国立大学 准教授 SIRINGORINGO DIONYSIUS

論文及び審査結果の要旨

斜張橋の多様化とその支間長の増大に伴い、斜ケーブルの空力振動が設計上の大きな課題となる。斜ケーブルの空力振動のうち、レインバイブレーションとドライギャロッピングが特に重要となるが、レインバイブレーションに関してはこれまでの研究により発現メカニズム、制振基準、制振対策が概ね確立されている。一方、ドライギャロッピングの発現メカニズムに関しては未だ十分には解明されておらず、その制振基準も議論が多い状況にある。本研究は、斜張橋ケーブルの空力振動対策として開発されたスパイラル突起ケーブルを対象に風洞実験を行い、円断面ケーブルと比較することで、斜ケーブルのドライギャロッピング特性を検討するとともに、スパイラル突起の制振メカニズムについても検討を行ったものである。

まず、第1章、2章で、問題の背景・所在を明らかとし、既往の事例での取り扱いについて述べている。

第3章では、本研究で用いた風洞実験の手法、条件について述べるとともに、研究対象としたスパイラル突起ケーブル、円断面ケーブルのレインバイブレーション発現特性に関する実験結果を、本研究の主題であるドライギャロッピング発現特性と比較するために示した。

第4章では、円断面ケーブルを用いて、風洞実験によりドライギャロッピングの発現特性の検討を行っている。ケーブル傾斜角としては、実斜張橋を参照し、9度、25度、40度の3種類とし、風向角は0度、15度、30度、45度、60度とした。まず、ケーブル背後の軸方向流を計測し、ドライギャロッピングの発現した風速で軸方向流が発生していることを示した。次に、熱線風速計を用いて、ケーブル背後の変動流を計測し、パワースペクトル密度、コヒーレンスを算出し、ドライギャロッピングの発現した円断面ケーブルでは、臨界レイノルズ数に近づくとともにカルマン渦強度が抑制されるとともに、低周波数成分の変動が増大し、コヒーレンスも増大することを示した。これにより、ドライギャロッピングは、従来から指摘されているようにカルマン渦の抑制で流れが不安定化し、軸方向の渦放出が低周波数で同期することで発現することを示しているが、同期の程度を軸方向のコヒーレンスにより定量的に示した点が特筆される。

第5章では、スパイラル突起ケーブルに着目し、ドライギャロッピングに対する有効性とその範囲を明らかとしている。まず、スパイラル突起のサイズ、ピッチに関して、レインバイブレーションでの有効範囲が、ドライギャロッピングに対しても有効であることを確認した。次に、円断面ケーブルと同様に、軸方向流、ケーブル背後の変動流特性から、ドライギャロッピングに対する制振メカニズムに関して検討を行っている。ドライギャロッピングが発現しなかったスパイラル突起ケーブルにおいても、円断面ケーブルと同程度の軸方向流が発生していることを示した。次に、熱線風速計を用いて、ケーブル背後の変動流を計測し、パワースペクトル密度、コヒーレンスを算出し、スパイラル突起ケーブルでもカルマン渦強度は抑制されるものの、低周波数成分の変動は増大せず、またコヒーレンスも増大しない結果を得ている。これより、スパイラル突起ケーブルでは、カルマン渦抑制により流れが不安

定化しても突起によって剥離点が固定されることで、低周波数での渦放出の同期が起きないためにドライギャロッピングが発現しないと結論付けた。

最後に、第6章で結論を述べている。

以上のように、本論文は、斜張橋ケーブルのドライギャロッピングに関して、その発現特性を検討し、スパイラル突起ケーブルの制振メカニズムに関して検討を行ったものである。

ドライギャロッピングの発現特性に関して、従来から指摘されているカルマン渦抑制と低周波数渦放出の役割に加えて、その軸方向の同期性に関して定量的にその重要性を指摘しており、橋梁の空力振動学、耐風設計の合理化の上で大きな価値がある。したがって、本論文は博士（工学）の学位論文として価値があるものと認められた。

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。