

学位論文及び審査結果の要旨

横浜国立大学

氏名	Dat Anh Tran (ダット アン トラン)
学位の種類	博士(工学)
学位記番号	都市博甲第5号
学位授与年月日	2014年9月25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	Numerical investigation into the suppression mechanism of vortex-induced vibration for box girder in the presence of flap (フラップ設置による箱桁渦励振の制振メカニズムに関する数値解析検討)
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 菊本 統 横浜国立大学 准教授 西尾 真由子

論文及び審査結果の要旨

斜張橋などの長大橋では、固有振動数が低下し、空力振動の発現が問題となることがある。通常は、縮尺模型を用いた風洞実験によって、空力振動の予測を行い、必要に応じて制振対策を取る対応が行なわれる。また、近年の計算機、解析技術の発展に伴い、数値解析によって橋桁の空力振動予測を行う、数値流体解析技術が注目されている。このような状況の中、数年前に完成直前の斜張橋の桁において、大振幅の渦励振が発現する事象が観測された。急遽、風洞実験によって対策が検討され、橋桁端部にフラップによる制振対策を施すことで振動が抑制された。また、この風洞実験を通して、さまざまな諸元のフラップの効果が試され、フラップの長さ、取付け角度、設置位置の違いによる効果が系統的に取得された。本論文は、この風洞実験結果を対象に、フラップによる箱桁形式橋桁の渦励振の制振メカニズムの解明とフラップ諸元と制振効果の相関関係の解明を目的として、数値流体解析によって検討を加えたものである。

本論文は、第1章で、上記のような問題の背景、本論文の目的と構成を述べ、続いて第2章で橋桁に対する風の作用を定義している。第3章では、本論文で用いられた数値流体解析手法についての定式化、解析条件について、説明を行っている。第4章では、数値流体解析結果を比較、対照するための風洞実験データについて定義している。続く第5章、第6章では、対象とした箱桁形式橋桁と比較のための矩形断面に対する静的解析結果、動的解析結果をそれぞれ示し、フラップの制振メカニズムを明らかとしている。

特に、第5章においては、フラップの制振効果と橋桁に作用する変動揚力の大きさに強い相関を見出し、制振効果の高い諸元のフラップほど、変動揚力係数が低減することを見出した。また、制振効果は、フラップを水平よりも30度に傾けるとともに、橋桁と適切な間隔を保持することで高められ、それはフラップと橋桁フェアリングとの間の狭まった空間を縮流された加速流れが通過することで、前縁フラップにおいては前縁剥離流の橋桁上面への付着を促進し、また後縁フラップにおいては後縁フェアリング部での剥離を抑制することが、変動揚力の低減とその結果としての渦励振の抑制の鍵となっていることを明らかにした。従来より、橋桁渦励振の抑制に対して、前縁フラップの役割が指摘されているが、本研究では前縁フラップの役割に加えて、後縁フラップの役割が大きいことも明らかとした。さらに、断面辺長比2, 4, 8を有する矩形断面に対するフラップの効果に関しても同様の検討を行ったところ、完全剥離型である辺長比2の断面では顕著ではないものの、再付着型の辺長比4, 8の断面では前縁フラップによる剥離流れの再付着促進と後縁フラップによる後縁での加速流れが認められた。しかしながら、箱桁形式橋桁におけるフラップ制振効果は、桁端部の三角形フェアリングとの相乗効果が大きいと考えられる。

さらに、第6章では、動的解析により、橋桁の非常空力係数を算出し、たわみ渦励振の発現と密接に係るたわみの速度比例項(H^*)が、風洞実験で観測された渦励振発現風速域においてはフラップによって正值から負値へと変わり、フラップの制振効果を裏付ける結果を得ることができた。

最後に、第7章で一連の結果を取りまとめ結論を示している。

以上より、本論文はフラップ設置による箱桁渦励振の制振メカニズムに関して、数値流体解析によって詳細に検討を行い、現象の解明に貢献したものであり、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）の学位論文として十分な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。