

長大斜張橋（女神大橋）の斜ベント撤去工法と制振装置の効果に関する研究

長崎大学大学院生産科学研究科 北原 雄一

長大斜張橋の計画において架設工法を決定する場合、架設地点の地形状況、気候等の現地条件および使用可能な架設技術を基に、その橋梁に最も適した架設工法が決定される。さらに長大斜張橋では、主桁架設にバランシング工法が採用されることが多いので、架設時の耐風安定性の検討も不可欠となる。このように多くの検討すべき事項が架設工法に影響を与えるため、過去の長大斜張橋の架設に関する技術情報では不十分であり架設地点の状況に応じた検証が必要となる。

このため、本研究は、長崎県の長崎湾に架設された女神大橋を研究対象として架設地点に応じた斜ベントの撤去工法の実証と架設系、完成系における制振装置の効果検証を目的とする。

女神大橋は架設地点が内湾で船舶航行が多い法定航路が位置していることから、必要な中央径間が求められ、側径間は陸上部に架かる計画となった。側径間直下には斜面や国道が位置しており、主桁架設に使用した斜ベントを撤去する際、従来の工法である倒し込み撤去は困難であった。このことから架設地点の状況に応じた新工法を検証する。次に、主桁架設にバランシング架設を採用したことから主桁閉合までの間は、主塔が独立した不安定な状態となり渦励振の発生が予想され、その対策として配置された制振装置の効果を検証する。また、主塔形式にH型が採用されたことから、完成系においても主塔頂部に渦励振が発生することが予想され、その対策として配置された制振装置の効果を検証するとともに動的特性の評価と解析モデルの妥当性を確認する。

具体的に研究する項目は以下のとおりである。

- ①ワイヤクランプジャッキを用いた斜ベントのスイング撤去工法の実証
- ②架設途中に來襲した台風による主塔の動的挙動と架設系における制振装置の効果検証
- ③人力加振試験による完成系主塔の動的特性評価と完成系における制振装置の効果検証
- ④常時微動計測による完成系全体の動的特性の評価

本論文の構成は、以下のとおりである。

第1章は、序論として本研究の背景、目的と内容および論文構成を述べた。

第2章は、女神大橋の架設地点の状況，設計および架設の概要を紹介した。

第3章は，架設地点に応じた架設工法の検討として，斜ベントの撤去における国内初のワイヤクランプジャッキを用いたスイング撤去工法を検討した。工法検討の中で，斜ベントの撤去途中にワイヤの転向が必要となり摺動によるワイヤの摩耗を防ぐため緩衝材が必要となった。このため，耐久性の高さおよび加工の容易さからモノマーキャスト（MC）ナイロン製のワイヤガイドを製作し耐久性試験にて実工事へ適用可能であることを確認した。その後，実工事に緩衝材として配置することでスイング撤去工法の有効性を実証した。

第4章は，架設時に来襲した大型台風による主塔の挙動観測データより主塔の動的挙動の把握と架設系における制振装置の有効性を確認した。まず，0306号台風の観測資料と主塔，制振装置の動態観測結果の減衰波形から対数減衰率を求めた。次に，主塔応答の実測結果から制振装置非作動時の主塔応答を推定し，制振装置作動時の主塔応答と比較することで，制振装置の効果を確認した。

第5章は，人力加振試験の結果より制振対象とした完成系主塔の卓越振動モードの固有振動数，減衰定数を推定し，制振装置作動時の減衰から設計減衰値を満足していることを確認した。次に FEM モデルで得られた主塔の固有振動数と振動モードの計測結果と比較することで，解析モデルの妥当性を確認した。さらに，制振装置と橋体を一体でモデル化した動的応答解析を行い，計測結果と比較することによって制振装置の効果とモデルの妥当性を検証した。

第6章は，常時微動計測結果より橋梁全体の固有振動数，固有振動モード，減衰定数を推定し全体系 FEM モデルの妥当性を確認した。さらにサグの影響を考慮した分割トラス要素を用いた FEM モデルでケーブルの局部振動と橋梁全体へ与える影響を評価した結果，ねじれ振動によるサグの影響を無視できない場合は支持ケーブルの局部振動を分離して求める解法では不十分であることを示した。

第7章は，結論として本研究によって得られた知見を総括して述べた。

本研究によって，撤去材直下に作業スペースが確保できない場合での斜ベントスイング工法の確立と架設系，完成系の制振装置の効果が検証された，得られた成果は，本橋のような特徴を有する箇所における，長大斜張橋における斜ベントの撤去工法の選定と制振装置の効果検証に対して有用な情報を示した。