

# コンクリート充填鋼管アーチ橋（新西海橋主橋部）の 動的特性と施工に関する研究

長崎大学大学院 生産科学研究科

吉村 光弘

## 1. 研究の背景

長崎県に架設された新西海橋主橋部は、国内新設道路橋としては初めてとなる、アーチリブにコンクリート充填鋼管（以下C F T : Concrete Filled Tube）を採用したC F Tアーチ橋である。

C F T橋梁は、部材を構成する鋼管の中にコンクリートを充填することにより、鋼単独の場合よりも高い剛性を得られる利点がある反面、死荷重が大幅に増加する。国内でC F T橋梁が普及しなかった背景には、この利点よりも、死荷重の増加によって、軽量で高い剛性が得られるという鋼橋の利点が損なわれることがなかなか受け入れられなかった結果によるものではないかと考えられる。国内におけるC F T橋梁に関する研究は、1990年代から着手され、力学特性、地震応答特性や耐荷力特性などが徐々に明らかにされてきたが、その多くが実橋での検証がなされないままとなっていた。

一方、C F T橋梁は、鋼橋に比べて経済性に優れているとされており、公共事業費の縮減が求められている現代社会の要求に合致した形式であり、その普及が待ち望まれている。C F T橋梁を国内に普及させるためには、力学特性、地震応答特性、耐荷力特性や施工性などの検証を実橋レベルで進めていく必要がある。

## 2. 本研究の位置付け

今回新西海橋という研究対象を得たことで、C F Tアーチ橋の計画、設計、施工における諸課題について、実橋での検証や対策の評価などが初めて可能となった。

本橋をC F Tアーチ橋として計画、設計し、施工するに当たって、まず、振動特性を明らかにし、耐震性を評価することで、C F T橋梁の妥当性を示す。

さらに、コンクリート充填作業をはじめとする実施工時における問題点を明確にし、その解決策を示す。

また、本橋の両岸の地域は県立公園に指定されていることから、公園利用者の利便性に配慮して吊り下げ式の歩道（添架歩道）が桁下に設けられている。このような構造は他に例がないため、走行車両による振動が歩行者に与える影響を把握し、影響が大きければ対策を立案する。

本研究はC F Tアーチ橋に関する研究に新たな進展をもたらすものである。

## 3. 本論文の内容

本研究では、新西海橋主橋部を研究対象として、①解析による動的特性の明確化と添架歩道に生じる交通振動の評価、②実橋振動試験による振動レベルの把握と解析結果の

検証、③風洞試験に基づく施工時風荷重の推定および④実物大模型試験、現地圧送試験による高流動コンクリートの自己充填性の把握を行った。

以下に本論文の内容を示す。

第1章では、本研究の背景と研究テーマの位置付けについて述べるとともに、本論文の内容についてまとめた。また、研究対象である新西海橋の概要を紹介した。

第2章では、本橋の3次元立体モデルを用いた固有振動解析によって、本橋の固有振動特性を明らかにし、左右のアーチリブが、補剛桁の支持位置のみで連結されているという構造的な特徴から現れるモードが存在することや、充填コンクリートの死荷重の影響で鋼アーチに比べて固有振動数が面内、面外ともに1割程度小さくなっていることなどを明らかにした。次いで、地震応答解析によって、橋軸方向、橋軸直角方向の応答値から耐震性の評価を行った。

第3章では、車両走行解析によって、添架歩道に生じる振動が側径間や、補剛桁を支持する1本目のハンガーロープと横梁との間で大きくなっていること、添架歩道と補剛桁の振動には高い相関関係があることなどを明らかにした。そして、歩行者の振動感受性評価を行った結果、25t車1台の走行によって添架歩道に生じる振動は、歩行者にとって「明らかに感じた」、立ち止まっている人にとって「強く感じた」程度であり、車両の走行によって添架歩道に発生する振動に対する対策は不要であることを確認した。

第4章では、走行車両を用いた実橋振動試験を行い、走行車両によって本橋に生じる振動のレベルを把握するとともに、歩行者の振動感受性評価は、解析結果と同じカテゴリーであることを確認した。また、補剛桁と添架歩道間の応答値の相関や、固有振動数の卓越の大きさなど、実施条件やモデルに起因すると思われる相違点があることも明らかになった。

第5章では、本橋のアーチリブに採用されている鋼管トラス構造の架設時風荷重について、道路橋示方書をはじめとする各種規準に基づいた推定値と風洞試験での計測値の比較を行い、道路橋示方書の規定が鋼管トラスの風荷重推定には適さないことやBS8100の規定が最もよい推定値を与えることを明らかにした。そして、施工時の足場を有する鋼管トラスアーチ全体に作用する風荷重を、部分模型風洞試験結果を用いて算定する方法を提案した。

第6章では、本橋の施工の中で最も特徴的であるコンクリート充填作業に関して、実物大模型試験や現地試験を通じて、鋼管内の構造がコンクリートの充填性に影響を与えないことや、充填性を示すスランプフロー値が、輸送、圧送の後に低下するため、施工計画上留意する必要があることを示した。さらに、今後新たに施工する場合に解決すべき課題として弦材鋼管内での作業性の改善および弦材接合方法の開発を挙げた。

第7章では、本研究によって得られた知見とCFTアーチ橋の普及のために今後明らかにすべき点についてまとめた。