

氏 名	宮 内 秀 敏
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学位記番号	論工博第 3966 号
学位授与の日付	平成 19 年 7 月 23 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 2 項該当
学位論文題目	鋼少数主桁橋および波形鋼板ウェブ PC 橋の構造特性と耐風性に関する研究

論文調査委員 (主査) 教授 松本 勝 教授 宮川 豊章 准教授 白土 博通

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、鋼少数主桁橋について、実橋を用いた振動試験データなどから固有振動数、構造減衰などの構造特性を調査するとともに風洞試験およびフラッター解析、さらには、既往の調査データを取りまとめ体系付けて同形式の耐風性について論じた結果をまとめたものである。また、波形鋼板ウェブ PC 橋についても同様に構造特性を調査し、その耐風性について考察を加えたものである。本論文は、7章から構成されている。

第1章は序論であり、我が国の高速道路における橋梁技術開発の変遷と動向について述べ、近年標準形式となりつつある鋼少数主桁橋および波形鋼板ウェブ PC 橋の耐風設計上の課題を明らかにし、本研究を進めることになった背景を述べている。

第2章では、鋼少数主桁の構造特性を振動試験などにより調査している。その結果、たわみ1次振動数は道路橋耐風設計便覧(以下:便覧)の推定式($f_1=100/L$)によりほぼ評価されることが明らかとなり、鋼少数主桁橋の特異性は無いことを示した。一方、ねじれ/たわみの振動数比は従来形式の鋼板桁橋に比べて小さく、1.1~1.3程度であることが明らかとなり、動的耐風応答特性の把握が重要であることが明らかとなった。また、構造減衰率は道路橋耐風設計便覧の推定式で得られる値より小さいことが判明した。以上の結果をふまえ、耐風設計に際しては、たわみ、ねじれともに対数構造減衰率で0.03程度と見込むことが望ましいことを提案した。

第3章では、鋼少数主桁橋の動的空力特性および静的空力特性を風洞試験により調査し考察を加えている。鋼少数主桁橋は、たわみ・ねじれ各モードで空力不安定振動を発生する可能性があり、特に便覧では照査不要とされているねじれモードにおいて、幅広い風速域で大振幅の振動が発生する可能性があることが明らかになった。とくにねじれの空力振動応答については、H形断面との空力的相似性を示した。なお、これらの振動は発現風速等を考慮すれば実用上大きな問題とはならないことを示した。また、風の乱れが応答に与える影響を調査し、とくにねじれ振動に対しては乱れの安定化効果が小さく、場合によっては不安定化傾向を示すことを明らかにした。風荷重の算定に重要な抗力係数については、便覧と同様の値が得られ、鋼少数主桁橋としての特異性が無いことを明らかにした。遮音壁設置により空力特性へ及ぼす影響について検討を加え、遮音壁を設置しない基本断面の空力特性から大きく変化する可能性を実験的に示した。

第4章では、前章までで明らかにした構造特性および空力特性をもとに、便覧の「鋼桁橋」の振動照査の推定式、すなわち固有振動数、構造減衰、各種振動発現風速および振動振幅の推定式を見直す必要があるとし、フラッター、ギャロッピングの発現風速、たわみ及びねじれ渦励振の発生風速と発生振幅についてそれぞれ推定式を新たに提案している。また、交通規制の基準となる風速値(25m/s)に基づき、床版のひび割れや下フランジの発生応力による許容振幅値(空力振動の発生風速が25m/s以上の場合)、および疲労と振動の知覚限界による許容振幅値(空力振動の発生風速が25m/s未満の場合)を一試案として示している。

第5章では、波形鋼板ウェブ PC 橋の構造特性を振動試験などにより調査し、同形式の構造減衰率が従来の PC 橋よりや

や小さめであるものの、固有振動数やたわみ、ねじれの振動数比については、ほぼ同様の特性を示すことを明らかにしている。

第6章では、波形鋼板ウェブを有する箱桁断面と2主桁断面を対象に耐風性を調査している。箱桁断面は、特にねじれ振動に対して空力的に安定性が高いことが判明した。また、水平偏角を変化させた風による風洞試験から、波形鋼板の形状（凹凸）が耐風性に及ぼす影響はほとんどないことを明らかにしている。

第7章では、総括として本研究の結論を要約している。

論文審査の結果の要旨

本論文は、鋼少数主桁橋について、実橋を用いた振動試験データなどから固有振動数、構造減衰率などの構造特性を調査するとともに風洞試験およびフラッター解析、さらには、既往の調査データを取りまとめ体系付けて同形式の耐風性について論じた結果をまとめたものである。また、波形鋼板ウェブPC橋についても同様に構造特性を調査し、その耐風性について考察を加えたものである。

本研究で得られた主な成果は、次のとおりである。ただし、これらの結論は、本研究の対象とした橋桁断面に限定したものである。

1. 鋼少数主桁橋のねじれ／たわみの振動数比は従来形式の鋼板桁橋に比べて小さく、1.1～1.3程度である。また、構造減衰率は、道路橋耐風設計便覧（以下：便覧）の「鋼桁橋」の推定式で得られる値より小さいことが明らかとなった。
2. 鋼少数主桁橋は、たわみ・ねじれ各モードで空力不安定振動を発生する可能性があり、特に便覧では照査不要とされているねじれモードにおいて、幅広い風速域で大振幅の振動が発生する可能性があることが明らかになったが、これらの振動は発現風速等を考慮すれば実用上大きな問題とはならない。なお、これら同形式の空力特性は、従来の一箱桁断面で見られた特性に加え、H型断面で見られる特性の両方を兼ね備えている。さらに、便覧の「鋼桁橋」の振動照査の推定式、すなわち固有振動数、構造減衰、各種振動発現風速および振動振幅の推定式を見直す必要があるとし、それぞれを新たに提案している。
3. 波形鋼板ウェブPC橋の固有振動数は、従来のPC橋とほぼ同様の特性を示し、たわみ、ねじれとも道路橋耐風設計便覧の推定式で表すことができることが確認できた。また、箱桁断面のねじれ振動発生風速は十分に高く、空力的に安定性が高いことが明らかとなった。さらに、水平偏角を変化させた風による風洞試験から、波形鋼板の形状（凹凸）が耐風性に及ぼす影響はほとんどないことを明らかにしている。

本論文は、鋼少数主桁橋の構造特性および空力特性を明らかにし、便覧の照査基準と比較して考察を加え、同形式の耐風性照査の指標を提案するなど研究成果をあげており、同形式の風による振動発生のメカニズムの解明を今後更に推進させるものと考えられる。また、上記の本論文の成果は、同形式の耐風応答予測に関する橋梁耐風工学の技術力向上に寄与するものであると評価できる。

よって、本論文は博士（工学）の学位論文として価値のあるものと認める。また、平成19年6月8日、論文内容とそれに関連した事項について諮問を行った結果、合格と認めた。