

氏 名	チャワリット マチムダムロン Chawalit Machimdamrong
学位の種類	博 士 (工 学)
学位記番号	工 博 第 2367 号
学位授与の日付	平成 16 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当
研究科・専攻	工学研究科土木工学専攻
学位論文題目	ANALYTICAL STUDIES ON GIRDERS WITH CORRUGATED STEEL WEB (波形鋼腹板桁の解析的研究)
論文調査委員	(主 査) 教授 渡 邊 英 一 教授 小 野 紘 一 教授 松 本 勝

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は鋼波形腹板を有するプレストレストコンクリート桁 (PCGCSW) の力学的挙動に関するものであり、計 3 部から構成されている。第 I 部は鋼波形腹板の弾性せん断座屈に関するものであり、第 II 部は鋼波形腹板桁の鋼腹板を有する実用的な梁理論の提案に関するものである。そして、これらの結果は第 III 部に要約と結論としてまとめられている。当構造はフランスで 1980 年後半に橋梁で初めて考案されたコンクリート-鋼の複合構造であり、プレストレストコンクリート桁のコンクリート腹板 (ウェブ) を鋼波形板で置き換えたものである。その特徴は重量が従来の桁に較べ 30% 軽減できること、プレストレス力の導入が容易で正確なこと、そして、横方向には極めて剛であり、せん断剛性が大きいなどの特色を有している。このため、同形式の橋梁はわが国でも注目を集め、最近数多く建設されてきており、また建設中である。

第 I 部 (第 2 章及び第 3 章) の第 2 章では波形鋼板の弾性座屈と文献調査に言及している。

第 3 章では波形板の全体せん断座屈を取り扱っており、直交異方性の矩形ミンドリン板とそのエネルギー汎関数、三角関数展開法、レイリーリッツ法を用いた波形板の弾性座屈荷重の数値計算法を提案し、特に周辺ねじり弾性拘束された波形板の座屈荷重を求め、その結果は既往の提案式を包括したものであることを示した。

第 II 部 (第 4 章～第 7 章) の第 4 章では梁の解析及び実験を含めた文献調査を述べている。

第 5 章は波形ウェブが軸剛性を有する場合について梁の曲げ理論の拡張を行い、EG3-理論を提案した。そして、従来のオイラー-ベルヌーイの梁理論やティモシェンコ梁理論では到底この波形ウェブを有する梁を正確に解析できないこと、さらには EG3-理論の精度は 3 次元有限要素法による計算結果と比較して十分であることを実証した。さらに、場合によっては EG3-理論はもっと簡略化され、EG2-理論が適用できることを示した。ただし、上下のフランジが同一断面ではない場合誤差の生じることがあり、次章に述べる手法がより正確であることを示した。

第 6 章では波形ウェブが軸剛性を持たない場合について上記と同様な理論の拡張を行い G3-理論並びに G2-理論を提案した。また、せん断遅れの現象について具体的に記述を行い、フランジとウェブによるせん断力の分担率についても詳細な考察を行った。そして波形ウェブについてはこれらの手法は極めて正確な理論であることが確認された。

第 7 章ではオイラー-ベルヌーイの梁理論やティモシェンコ梁理論をうまく組み合わせることにより、梁の有限要素解析法を提案し、G2-理論と同等な精度を有していることを実証した。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文は鋼波形腹板 (CSW) を有するプレストレストコンクリート桁 (PCG) 橋の力学的挙動に関するものである。従来の桁に較べ 30% 軽減できること、プレストレス力の導入が容易で正確なこと、そして、横方向には極めて剛であり、せん断剛性が大きいなどの特色を有している。本論文は過去十分には解明されていなかった、CSW の座屈強度や PCGCSW 桁の荷重分配などの力学的特性に関して理論的な研究を行った結果を記述したものであり、得られた主な結果は以下のとおりで

ある。

- (1) 波板構造は3次元的に広がるコンクリートのフランジ板と弾性的に結合されている複合構造ではあるが、取り扱いを簡単化し、コンクリートフランジ接合部においてねじりバネによって支持された直交異方性厚肉板によりモデル化を行い、エネルギー汎関数を用い、Mindlin Plate 理論と Rayleigh-Ritz 法を適用することにより高精度な弾性座屈解析ができ、その結果は既往の提案式を包括することを示した。
- (2) 波形ウェブが軸剛性を有する場合について梁の曲げ理論を拡張した、EG3-理論を提案した。さらにはこの梁理論を2節点6自由度の梁有限要素を用いて解析する手法をも提案した。そして、従来のオイラー-ベルヌーイのオイラー-ベルヌーイ理論やティモシェンコ梁理論ではこの波形ウェブを有する梁を正確に解析できないこと、EG3-理論は3次元有限要素法と同程度の高精度の解析結果を与えることを実証した。また、EG3-理論はさらに簡略化され、EG2-理論が適用できることを示した。ただし、上下のフランジが非対称の場合には誤差が生じる可能性があり、下記のようなG3-理論が正しい解を与えることを指摘した。
- (3) 波形ウェブが軸剛性を持たない場合について上記と同様な理論の拡張を行い、G3-理論並びにG2-理論を提案した。また、せん断遅れの現象について具体的に記述を行い、フランジとウェブによるせん断力の分担率を明らかにした。
- (4) オイラー-ベルヌーイの梁理論やティモシェンコ梁理論をうまく組み合わせることにより、梁の有限要素解析法を提案し、G2-理論と同等な精度を有していることを実証した。

以上要するに本論文は鋼波形腹板を有するプレストレストコンクリート桁橋の力学的挙動について理論的研究を行った結果をまとめたものであり、学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士(工学)の学位論文として価値あるものと認める。

また、平成16年2月23日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。