



Title	波形鋼板ウェブを有する複合橋梁の変位と断面力の実用計算法に関する研究
Author(s)	加藤, 久人
Citation	大阪大学, 2004, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/44612
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏名	かとう ひさと 加藤 久人
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 18245 号
学位授与年月日	平成 16 年 1 月 23 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 2 項該当
学位論文名	波形鋼板ウェブを有する複合橋梁の変位と断面力の実用計算法に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 西村 宣男 (副査) 教授 松井 繁之 助教授 大倉 一郎

論文内容の要旨

波形鋼板ウェブを有する複合橋梁は、最近強く求められている建設コスト削減の要求に応える橋梁形式であることが認知されるようになり、高速道路の連続桁橋は勿論、ケーブルと組み合わせることにより斜張橋やエクストラドロード橋にも採用されるようになってきている。しかし、現在の設計で用いられている解析法はせん断変形を考慮した初等はり理論に基づくマトリックス変位法と中間支点あるいはケーブル定着点付近における複雑な応力を照査するための有限要素法であり、この橋梁形式に固有な変形および応力特性を説明する手段としては不適切であった。

本論文は、このような実務設計における要請に応えるため、初等はり理論の中に波形鋼板ウェブの力学特性を反映させた支配方程式を導き、その厳密解を用いた新しいマトリックス変位法を提案し、波形鋼板ウェブを用いた橋梁に現れる特異な現象を包含した実用的解析法として、鉛直面内曲げ変形および偏心荷重によって生ずる断面変形を対象とした設計計算に貢献するもので、以下の 6 章から構成されている。

第 1 章は序論であり、波形鋼板ウェブを有する複合橋梁における桁の荷重集中点付近に現れるアコーディオン効果による局部応力の発生メカニズムの解明と、この特性を含む解析法の必要性を述べている。

第 2 章では、波形鋼板ウェブを有する PC 桁の鉛直面内曲げ問題を対象として、ウェブのアコーディオン効果(せん断力は伝えるが軸方向応力に対して抵抗しない)を考慮した拡張はり理論を展開し、弾性方程式が 6 階の微分方程式で表現できることを示している。そして基礎微分方程式の解と実験データを比較することにより、集中荷重作用点付近のコンクリート床版の 2 次曲げも含めて理論の妥当性を確認するとともに、現象を支配する力学パラメータを明らかにしている。

第 3 章では、波形鋼板ウェブ連続 PC 桁の解析のための 2 重 3 連モーメント公式、波形鋼板ウェブ PC 桁を活用した斜張橋やエクストラドロード橋の解析のためのマトリックス変位法に用いる剛性マトリックスを基礎微分方程式の厳密解を用いて誘導している。さらに数値解析によって代表的構造例について有限要素解析結果と比較して本解析法の妥当性を検証するとともに、中間支点付近のみならずケーブル定着点近傍にも波形鋼板ウェブ構造に特有のコンクリート床版の 2 次曲げ変形により顕著な曲げひずみの集中現象が現れることを明らかにしている。

第 4 章では、波形鋼板ウェブ桁構造の立体変形問題を対象として断面変形に関する弾性方程式を誘導している。鉛直面内曲げと同様に、波形鋼板ウェブを有する箱形断面桁の断面変形問題は断面変形角に関する 6 階の微分方程式で表現されることを明らかにし、中間ダイアフラム付近で鉛直曲げ問題と同様にコンクリート床版の 2 次曲げ(版そり

変形) が現れることを明らかにしている。

第5章では、本研究で展開した拡張はり理論の実務設計への適用例として、張り出し架設時の形状管理、中間支点近傍に発生する2次曲げ応力に対する補強効果を検討している。

第6章は結論であり、本研究によって明らかにされた成果を総括し、この分野における今後の発展について展望している。

論文審査の結果の要旨

建設コストの縮減が強く求められる社会情勢の中で、これに応える橋梁上部構造の1形式として、波形鋼板ウェブを有する連続PC桁橋およびその発展型である斜張橋やエクストラドローズド橋が出現してきている。従来のPC桁のコンクリートウェブを波形鋼板ウェブに置き換えることによる重量の軽減が下部構造への負担を軽減すること、また波形鋼板ウェブは軸方向力や曲げモーメントなどの作用に対する抵抗が小さく、桁フランジであるコンクリート床版へのプレストレス導入時にウェブが抵抗しないため効率的にプレストレスの導入が行われるなどの特長が挙げられる。

これまでの波形鋼板ウェブを有する複合橋梁の設計では、せん断変形を考慮した初等はり理論に基づくマトリックス変位法が一般的に用いられ、応力状態が複雑になる中間支点付近については立体FEMによる確認解析が行われてきたが、波形鋼板ウェブ構造に固有な応力分布特性の力学的解釈は等閑にされていた。

本研究はこの点に着目して、鉛直面内曲げおよび断面変形問題を初等はり理論の中に波形鋼板ウェブ構造固有の変形特性を導入した拡張はり理論を新たに展開して基礎微分方程式を誘導するとともにその解を実務設計における構造解析に適用しやすいようにマトリックス変位法で与え、連続PC桁や斜張橋に適用して、波形鋼板ウェブを有する複合橋梁の構造特性と設計上の問題点を解明したものである。

本研究で得られた成果を要約すると以下の通りである。

- (1) 鉛直面内曲げ変形に対する波形鋼板ウェブを有する桁構造の弾性方程式が6階の微分方程式で表現できることを示し、実験結果との比較により、変形はもとより集中荷重作用点付近のコンクリート床版に発生する2次的曲げ応力についても提案式が妥当であることを明らかにしている。
- (2) 波形鋼板ウェブを有する連続PC桁橋の実務設計に適用するための2重3連モーメント(支点上で2種類の曲げモーメントが変数となる)公式、斜張橋やエクストラドローズド橋に適用するためのマトリックス変位法に用いる剛性行列を定式化し、実務設計への適用について貢献している。
- (3) 波形鋼板ウェブを有する複合橋梁に固有な力学特性を支配するパラメータを見いだし、波形鋼板ウェブを有する複合橋梁の実務設計において参考となる変形および応力分布特性を一般的に整理している。
- (4) 波形鋼板ウェブを有するPC桁橋の立体挙動に関連する断面変形問題は変位場を断面変形角、断面のそりおよびコンクリート床版のそりで記述でき、弾性方程式は鉛直曲げ問題と同様に6階の微分方程式で表せることを示している。さらに立体FEMの解析結果と比較して提案式の妥当性を検証するとともに、断面変形問題では、中間ダイアフラム位置でコンクリート床版の2次曲げ応力が版そり変形の発生に起因して局部的に大きくなることを明らかにしている。
- (5) 波形鋼板ウェブPC橋の張り出し架設施工時における形状管理に提案式を適用して他の方法との比較計算を行い、架設計画における留意点を明らかにしている。また連続PC桁の中間支点におけるコンクリート床版の2次曲げ応力を緩和する構造法に関する効果について解析結果からの示唆を与えている。

以上のように、本論文は、波形鋼板ウェブを有する複合構造橋梁に固有な応力特性を明らかにするとともに、実務設計計算に適用できる解析法を提案しており、構造工学および橋梁工学の発展に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。