

大成建設(株) 土木設計第1部

○正会員 藤倉 修一

大成建設(株) 技術センター

小尾 博俊

大成建設(株) 技術センター

正会員 坂下 克之

大成建設(株) 土木設計第1部

正会員 白谷 宏司

## 1. はじめに

波形鋼板ウェブ PC 複合橋は、主桁自重の低減、波形鋼板のアコーディオン効果によるプレストレス導入効果の向上等の利点により、施工実績が増加している。波形鋼板ウェブ橋の普及に伴い、波形鋼板ウェブのせん断座屈時の挙動に関しては数多くの検討が報告されているが、コンクリート床版が非線形領域に達するような条件の桁を対象とした解析事例は無い。そこで、本検討では、コンクリート床版に曲げひび割れが生じ、引張鉄筋の降伏後にウェブにせん断座屈が生じるケースを想定し、実験および3次元複合非線形 FEM 解析により、耐荷力に関する検討を行った。

## 2. 実験概要

本検討では、コンクリート床版付き波形鋼板ウェブ桁を対象とし、単純梁(ケース A)および片持梁(ケース B)の2ケースの载荷実験を行なった。試験体の概要を図-1に示す。波形鋼板の仕様はケース A、ケース Bともに同一とし、図-1に示すようにせん断座屈パラメータが、全体座屈、局部座屈に対して 0.6 となるように設定した。実橋の構造事例を鑑み、ウェブのせん断力分担率が約 80%となるように、床版寸法を決め、引張鉄筋の降伏後にウェブにせん断座屈が生じるように、配筋を決定した。

## 3. 複合非線形解析

汎用構造解析プログラム「DIANA」を用いて、材料非線形および幾何学的非線形を考慮した複合非線形 FEM 解析を実施した。鋼部材はシェル要素でモデル化し、ウェブはパネル幅当り 4 要素に分割した。コンクリート床版は、梁要素でモデル化し、橋軸方向の主鉄筋は埋込鉄筋要素を用いた。フランジとコンクリート床版との結合部は橋軸方向のずれを表現できるように、フランジの各節点とコンクリート梁の節点を軸方向のみバネ結合をし、他方向については剛結合とした。解析モデルは、ケース A が対象条件を利用した 1/2 モデル、ケース B はフルモデルとした。鋼材およびコンクリートの材料特性は材料試験を行い設定した。コンクリートのひび割れ発生後の応力～ひずみ特性は、図-2に示すように、引張硬化(Tension-

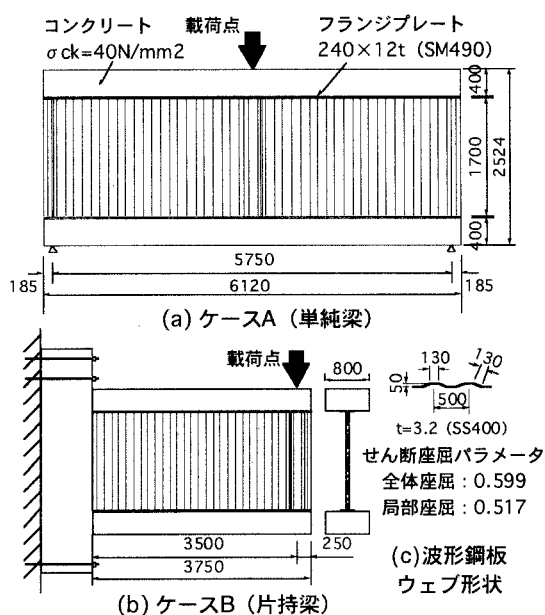


図-1 試験体概要

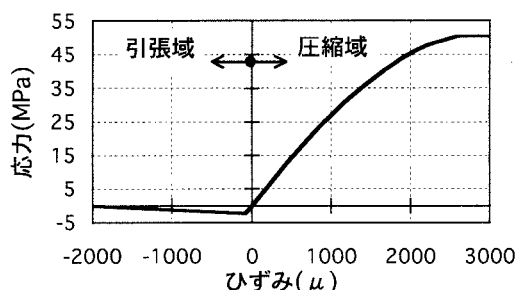
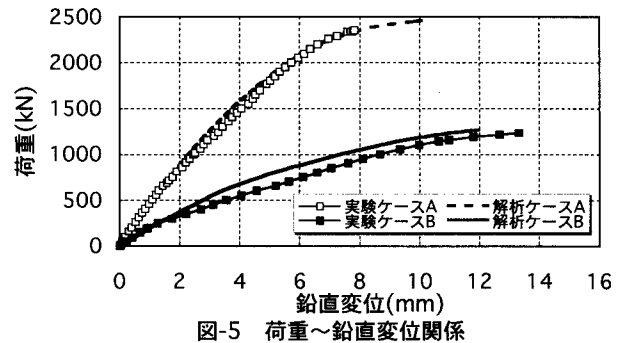
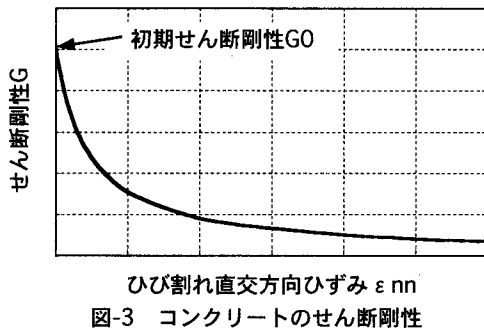


図-2 コンクリートの応力～ひずみ特性

キーワード：複合構造、波形鋼板ウェブ、座屈

連絡先：東京都新宿区西新宿 1-25-1 大成建設(株) 土木本部土木設計第1部



Stiffening)を考慮し、鉄筋降伏ひずみ(約  $2000\mu$ )で引張応力が0となるような直線で仮定した。ひび割れ発生後のコンクリートのせん断剛性については、Pauley<sup>1)</sup>らの式により、図-3に示すように低減するものとした。フランジとコンクリート床版の結合部における軸方向バネ値は、立神ら<sup>2)</sup>によるアングルジベルのせん断耐力に関する実験結果を基に算定した。

#### 4. 実験結果および解析結果

載荷点荷重が、ケースAでは2353kN、ケースBでは1237kNに達したときに、波形鋼板ウェブは座屈し終局状態に至った。ケースBにおける、座屈直後の波形鋼板座屈状況および床版のひび割れ状況を図-4に示す。

載荷点における下床版外側の変位と荷重との関係を図-5に示す。終局変位については、若干誤差は大きいが、座屈荷重については3～4%程度の差となっており、解析により座屈荷重を精度良く求めることができた。荷重-変位関係は、ケースAでは良く一致している。ケースBにおいては、荷重が250kNまではほぼ同じ履歴を示しているが、250kN以降は解析結果よりも実験結果の方が剛性は小さいことが分かる。このことは、実験においては、柱頭部横桁内にひび割れが生じたためであると考えられる。

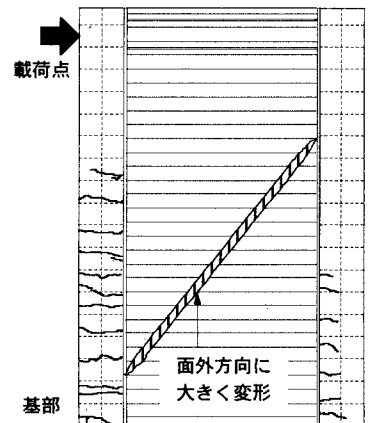


図-4 ケースB試験体損傷図

床版を梁要素でモデル化することにより、ソリッド要素を用いた場合に比べ、モデルの簡素化を図り、解析時間を大幅に短縮することができた。本論文では割愛したが、予備検討では床版をソリッド要素化した場合と解析結果に大差はなかった。

#### 5. まとめ

本検討から波形鋼板ウェブ桁の解析を行うに当たり、モデル化、解析手法について以下の知見が得られた。

- (1) 材料非線形および幾何学的非線形を考慮した複合非線形解析により、座屈荷重を精度良く求めることができ、実験と解析との差は3～4%程度であった。
- (2) フランジと床版との間を軸方向バネによりモデル化し、クラック発生後のコンクリートの軸方向剛性、せん断剛性を評価することにより、床版が非線形域に達する状態まで実験結果を再現することができた。また、床版の梁要素化により、精度を維持しながら解析時間の短縮を図ることができた。

#### 【参考文献】

- 1) T. Pauley and P. S. Loeber : Shear transfer by aggregate interlock Shear in reinforced concrete, Volume 1, Special Publication SP-42, American Concrete Institute, 1974
- 2) 立神・蛭名・上平・柳下 : アングルジベルのせん断耐力に関する基礎的研究, 第9回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム論文集, pp. 79～84, 1999. 10