

栗東橋における波形鋼板ウェブのせん断座屈照査について

日本道路公団関西支社 安川 義行 中藪 明広
 日本構研情報（株） 正会員 ○狩野 正人 正会員 佐藤 知明
 株式会社エス三菱・ピーシー橋梁株式会社・ピーシー建設株式会社 J V 正会員 森 拓也

1. まえがき

栗東橋は、日本で初めて多室箱桁断面を採用した波形鋼板ウェブを有するエクストラード橋である。波形鋼板ウェブのせん断座屈に対する照査は、一般に局部座屈、全体座屈および連成座屈に対する照査が行われている¹⁾。文献1)で示される照査式は、単純桁橋、連続桁橋およびラーメン桁橋を対象としたものであり、本橋のような特殊な橋梁形式に対しては、適用性は明確にされていない。そこで、本研究では、複合非線形解析を用いて、波形鋼板ウェブのせん断座屈照査を行った。

2. 解析モデル

せん断座屈照査区間は、図-1に示すように、座屈強度算定式より安全率が最も低い位置を中心に桁高の7倍の範囲（主塔近傍～第2斜材結合位置）とした。本橋の設計では、すべてのせん断力は波形鋼板が負担するものとして板厚が決定されており、解析モデル区間では、12～15mmに板厚が変化している。

本検討では、以下に示す橋梁全体をモデル化した解析2ケースについて検討した。

1. 全体系モデル：主桁のうちせん断座屈照査区間を FEM ブロックでモデル化し、その他の区間をファイバー要素でモデル化した全体系モデル
2. 片持ち梁モデル：上記の FEM ブロックのみを取り出し、片持ち梁形式にした部分モデル

図-1に全体系モデルを示す。FEM ブロックでは、対称性を考慮して1/2断面モデルとし、コンクリート床版をソリッド要素で、床版内の鉄筋をロッド要素で、波形鋼板は板要素でモデル化した。また、塔や橋脚は弾性はり要素で、斜材ケーブルおよび外ケーブルは弾塑性ロッド要素でモデル化している。

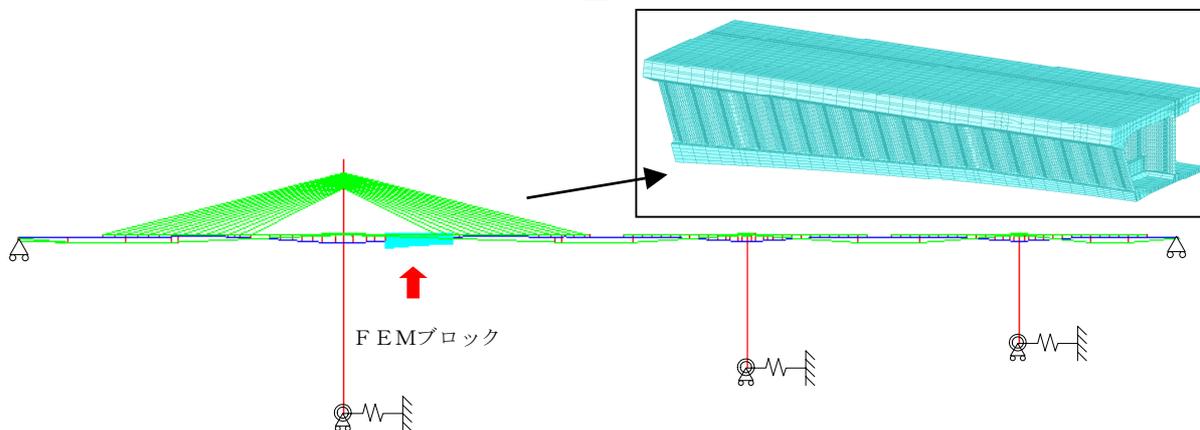


図-1 解析モデル(全体系モデル)

載荷方法は、1.0(D+PS) 載荷状態で完成形状を再現したあと、1.0L を載荷し、その後(D+L) を漸増載荷した。すなわち、 $1.0(D+PS) + 1.0L + \beta(D+L)$ である。また、片持ち梁モデルでは、橋面荷重の他に、主桁、斜材ケーブル、外ケーブルなど他部材からの影響をあらかじめ設計断面力として求めておき、これを外力として作用させた。 $\beta = 1 + \alpha$ として、 $\alpha \geq 1.7$ を満足しているか照査した。

表-1 終局時の荷重パラメータ α と状態

	終局時の α	終局時の状態
全体系モデル	2.3	・側径間部で曲げ破壊 ・波形ウェブは健全
片持ち梁モデル	3.0	・板厚変化部で波形ウェブがせん断降伏

キーワード 波形鋼板ウェブ、エクストラード橋、せん断座屈、複合非線形解析

連絡先 〒541-0051 大阪市中央区備後町 1-5-2 日本構研情報(株) TEL:06-6223-0350

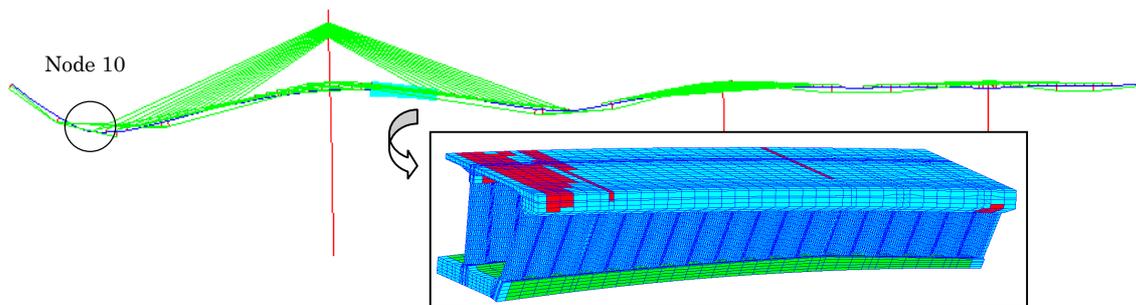


図-2 全体系モデルの終局状態における変形および FEM ブロックの塑性域（変位×10）

3. 解析結果

各モデルの解析結果を表-1 に示す。解析における最終の荷重倍率 α は全体系モデルでは 2.3，片持ち梁モデルでは 3.0 となっており，両モデルともに終局荷重作用時の荷重倍率 1.7 以上であった。

図-2 に全体系モデルの荷重倍率 2.3 における変形状態および FEM ブロックの塑性域図を示す。図より，側径間内 Node 10 付近に大きな変形が発生し，曲げ破壊することにより全体系モデルに対する終局状態が決定されていた。また，同点における荷重パラメータ α と鉛直たわみの関係を図-3 に示す。

同図より， α が 2.2 以降，鉛直たわみが急増することが確認された。一方，この状態においても，波形鋼板ウェブの応力度は弾性領域にあることが確認できた。

次に，片持ち梁モデルの荷重倍率 3.0 における塑性域図を図-4 に示す。中ウェブの板厚変化部において，波形鋼板ウェブの上端から下端までせん断降伏していた。また，同図に示す○印位置における荷重倍率 α と面外たわみの関係を図-5 に示す。同図より， α が 2.75 以降，面外たわみが急増することが確認された。

4. まとめ

全体系モデル解析結果より，本橋は側径間部の曲げ破壊により終局状態が決定され，その際，波形鋼板ウェブの応力度は弾性領域であることが確認できた。また，片持ち梁モデル解析結果より，荷重倍率 3.0 において，中ウェブの板厚変化部で波形鋼板ウェブがせん断降伏することが分かった。これらの解析結果から，本橋に配置された波形鋼板ウェブは，せん断座屈に対して十分な安全率を有していることが確認できた。

参考文献

- 1) 波形鋼板ウェブ合成構造研究会：波形鋼板ウェブ PC 橋 計画マニュアル(案)，1998。
- 2) T. Kitada, M. Nibu, M. Kano and T. Yamano : Interactive Analysis between Local and Overall Buckling of Thin-Walled Framed Structures, Theoretical and Applied Mechanics, Vol. 47, pp. 47-55, 1998.
- 3) 角谷・青木・富本・狩野：波形鋼板ウェブのせん断耐力評価，プレストレストコンクリート，Vol.43, No.1, pp.96-101, 2001.

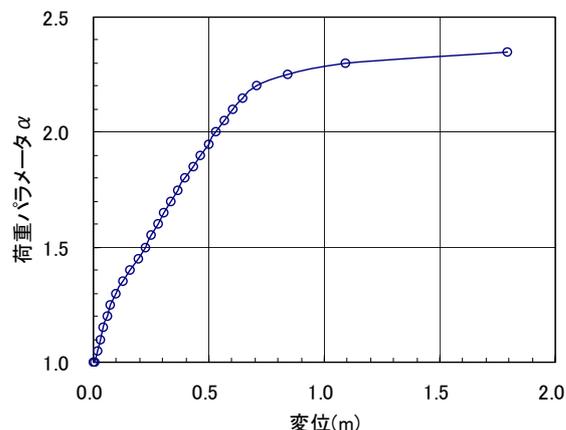


図-3 荷重と鉛直たわみの関係

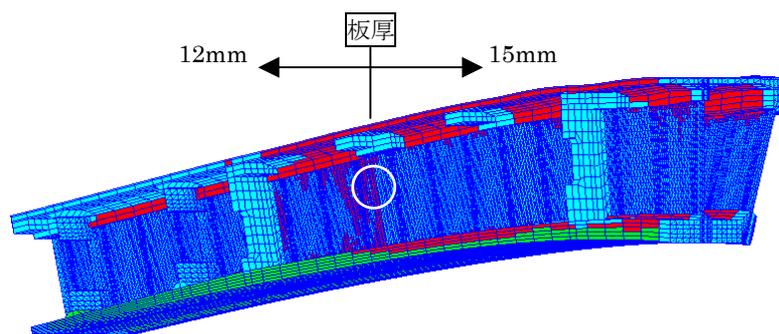


図-4 片持ち梁モデルの終局時における塑性域（変位×10）

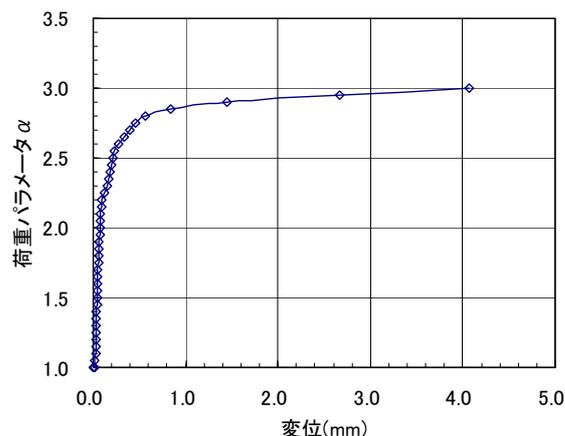


図-5 荷重と面外たわみの関係