

波板ウェブ橋梁のウェブの終局せん断強度

広島大学

学 ○沼田 学

広島大学大学院

正 藤井 堅

広島大学大学院

学 中嶋 洋介

1. 背景と目的

今までに施工された鋼板波形ウェブ橋梁のウェブの波高や波長などの形状は、フランスのドール橋とほとんど同じものが採用されている。一方過去の実験では、波板ウェブの終局せん断耐荷力を波形ウェブに曲げとせん断が同時に作用する状態で論じられており、純せん断応力状態にある波形ウェブの終局強度に着目した研究は、その境界条件の導入が複雑になるためか実験的にも解析的にもない。そこで本研究では、純せん断応力状態にある波形ウェブの終局せん断挙動と耐荷力を解析的に調べ、曲げとせん断が同時に作用する状態との違いを検討し、合理的なウェブの波形形状を探る。加えて波形ウェブの解析結果とより要素による波形ウェブ橋の弾性有限要素解析¹⁾を組み合わせ、波板ウェブ橋梁の終局強度を評価することを試みる。

2. 周辺単純支持された波形ウェブ板の終局強度解析

2.1 解析手法と解析モデル

三次元板殻 FEM 解析を用い非線形解析を行った。要素はフランジと波板ウェブどちらも 4 節点アイソパラメトリックシェル要素を用いた。材料は完全弾塑性体とし、初期不整は考慮していない。また波形ウェブの降伏応力を $245 \text{ [kN/mm}^2\text{]}$ 、弾性係数 $200 \text{ [kN/mm}^2\text{]}$ 、ポアソン比 0.3 とする。本解析では波高 d 、板厚 t_w を変化させパラメトリック解析を行う。波高は 10, 15, 20, 30, 60mm で変化させ、板厚は 2.3, 3.2, 4.5, 6.0, 9.0mm で変化させる。桁高 S は 1900mm、桁幅 L' は 1200mm、フランジ幅 e は 180mm とする。解析モデルは Fig.2.1 に示すように周辺単純支持とし、一辺の中央点の桁高方向の変位を拘束した。そしてウェブの周辺へせん断応力を作用させ、波板ウェブ鋼板が純せん断応力状態となるようにする。

2.2 結果と考察

Fig.2.2 に波形ウェブのせん断座屈強度曲線を示す。図には設計マニュアル²⁾における非弾性域を考慮した座屈強度もあわせて実線で示す。そして波形ウェブに曲げとせん断が同時に作用する場合³⁾と、せん断力のみが作用する場合の座屈強度を示す。これより波形ウ

ェブの座屈強度は曲げの影響を受けることがわかる。

Fig.2.3 の $S/d-t/S$ の関係へ、板厚と波高を変化させた形状をプロットすると、座屈強度が 1.0 となるのは実線より左の領域となる。したがってこの領域となるよう波形ウェブの波高、板厚、桁高を定めれば合理的な形状となる。

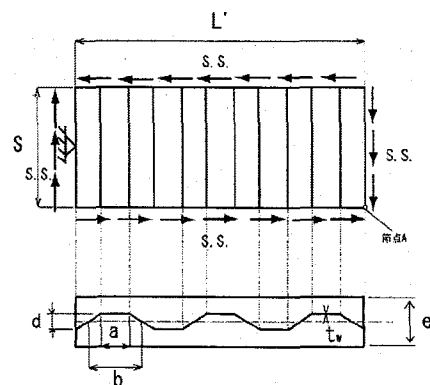


Fig.2.1 波板ウェブ解析モデル

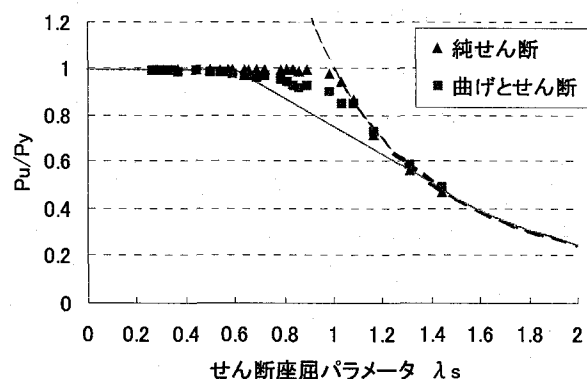
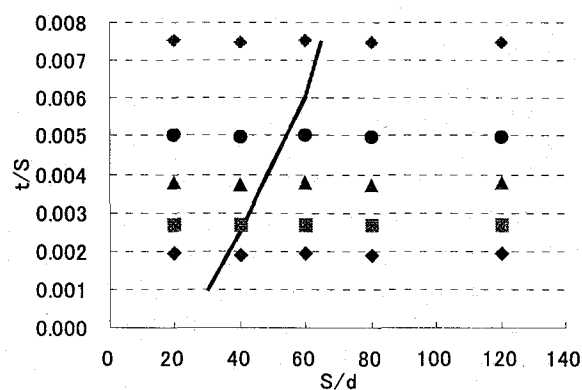


Fig.2.2 波形ウェブの座屈強度

Fig.2.3 $S/d-t/S$ の関係

3. はり要素による波板ウェブ橋梁の終局強度解析

解析モデルは高速道路技術センター⁴⁾による実験供試体を用いる。波形ウェブの3次元 FEM 解析結果とはり要素による波形ウェブ橋の弾性有限要素解析を組み合わせ、波板ウェブ橋梁の終局強度を求めた。

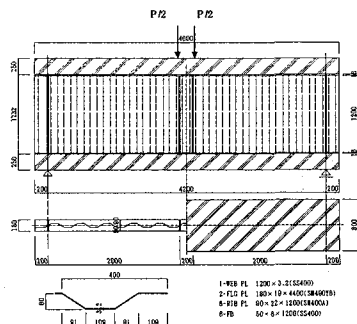


Fig.3.1 解析モデル

3.1 弾性はり要素による波形ウェブ橋梁の解析結果

吉田²⁾は、はり理論に基づいて波形ウェブ橋梁の剛性マトリクスを導き、波形ウェブ橋梁解析のための実用的なはり要素を開発した。この弾性はり解析による、波形ウェブ橋梁の橋軸方向のせん断力分布図を Fig.3.2 に示す。Fig.3.2 の波形ウェブのせん断力の平均値をとり、その平均値と載荷荷重との関係式を Fig.3.3 に示す。

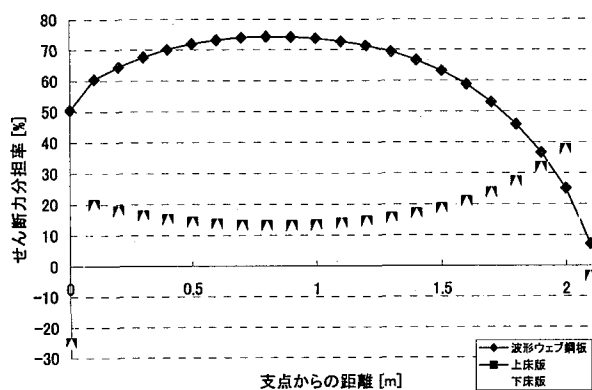


Fig.3.2 橋軸方向のせん断力分布図

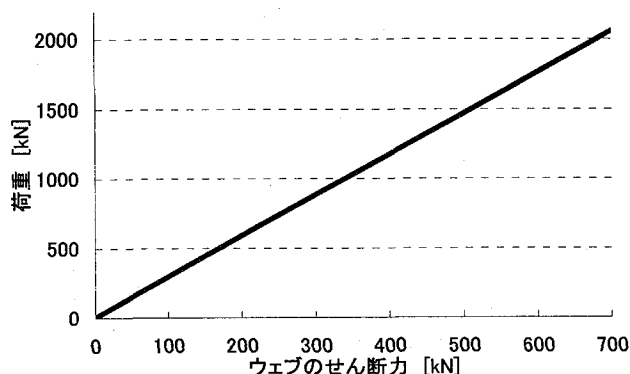


Fig.3.3 載荷荷重－ウェブのせん断力の関係

3.2 波形ウェブの解析結果

三次元 FEM 解析による、純せん断応力状態にある波形ウェブの終局荷重は Fig.3.4 に示すように 600.4kN となる。

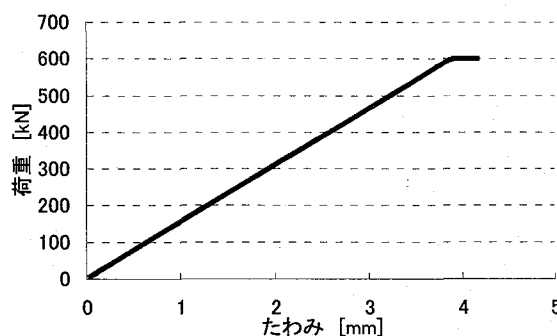


Fig.3.4 荷重－たわみ関係

3.3 弾性はり要素と FEM 解析の組合せ

Fig.3.3 の横軸のウェブのせん断力へ、Fig.3.4 から求めた波形ウェブの終局強度 600.4kN に対応する荷重を求めると、終局荷重として 1760kN を得る。これは実験供試体の終局荷重約 2000kN と比較すると約 1 割の誤差があるが、終局強度評価は可能である。

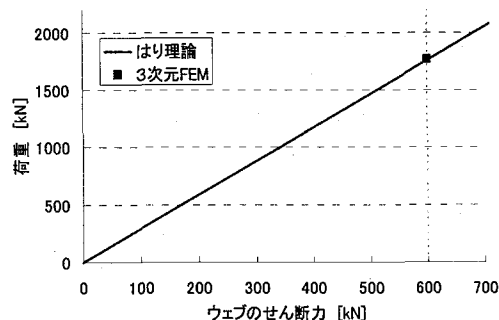


Fig.3.5 荷重－ウェブのせん断力の関係

4.まとめ

波形ウェブに純せん断が作用する場合と、曲げとせん断が作用する場合の違いを示した。そして三次元 FEM 解析による波形ウェブの解析結果を用いて、弾性はり要素に組み込み得られた終局強度で、波形ウェブ橋梁の終局荷重の評価が可能であることを示した。

参考文献

- 1) 吉田直人: 波形ウェブ橋梁の有限要素解析(2003),
- 2) 高速道路技術センター: 波形鋼板ウェブ橋 設計・マニュアル (案),
- 3) 高速道路技術センター: 有限変位解析による波形鋼板ウェブの耐荷力評価, 2000,4,
- 4) 高速道路技術センター: 波形鋼板ウェブを有する鋼コンクリート複合構造橋梁の長支間化に伴う技術検討, 報告書, 2001,3