## 桁高が高い波形鋼板ウェブ箱桁橋のせん断耐力に対する検討

西日本高速道路	(株)	正会員	○橋	豊
西日本高速道路	(株)	正会員	高橋	章
三井住友建設	(株)		内堀	裕之
三井住友建設	(株)	正会員	永元	直樹

### 1. 目的

安威川橋は、新名神高速道路の茨木北 IC~高槻第一 JCT の間に位置し、一級河川安威川を横過する箇所に計画 された波形鋼板ウェブ箱桁橋である.本橋は上下線分離構造であり、上り線はコンクリートウェブ箱桁との混合 構造となっている.安威川および主要地方道茨木亀岡線を跨ぐ部分の支間長は上り線 179m,下り線 170m となっ ており、波形鋼板ウェブ箱桁橋としては世界最大支間となる.そのため、桁高についても同様に波形鋼板ウェブ 箱桁橋としては世界最大となっている.波形鋼板ウェブはせん断座屈に対して設計されるが、その適用性は既往 の桁高程度を模擬した実験により確認されている.そこで、本橋のように桁高が高い場合においても、既往の設 計方法が適用できるか非線形有限 FEM 解析にて座屈に対する安全性を検証した.

#### 2. 橋梁概要



波形鋼板ウェブは,一般的に断面に生じるせん断力をすべて波形鋼板ウェブで負担するものとして,終局荷重時において局部座屈,全体

座屈,連成座屈に対して安全となるように設計している. 連成座屈強度は,式(1)に示すように波形鋼板ウェブの 折り目と折り目の間で発生する局部座屈強度と波形鋼板 ウェブ全体が座屈する全体座屈強度の累乗和相関式で表 される.また,局部座屈および全体座屈に対して,それ ぞれのせん断座屈強度およびせん断降伏応力に対して安 全となるように設計される.せん断座屈強度は弾性座屈



0.50.6

せん断座屈パラメータ(=

 $\sqrt{2}^{1.5}$ 

強度とせん断降伏強度およびそれらの間を結ぶ非弾性域によって規定されている(図-3).

#### 4. FEM 解析のモデル

FEM 解析のモデル図を図-4 に示す. 桁高 11.5m となる断面を含み柱頭部横桁前面から橋軸方向長さ 18.2m を抽
キーワード 波形鋼板ウェブ橋, せん断座屈, FEM 解析, 設計方法
連絡先 〒567-0871 大阪府茨木市岩倉町 1-13 西日本高速道路(株) 関西支社 TEL06-6344-9929

-209-

使用材料

鉄筋

出して半断面でモデル化した.波形鋼板ウェブはシェ ル要素で、コンクリートはソリッド要素でモデル化し、 鉄筋および PC 鋼材はバー要素でモデル化した.

# 5. 解析条件

材料特性は,道路橋示方書およびコンクリート標準 示方書に準拠した非線形の材料構成則を適用して解析 を行った.境界条件は、柱頭部横桁の前面にあたる位 置を完全固定とし,変形に伴い座標更新を行う幾何学 的非線形性を考慮した解析を行った. 溶接による残留 応力および初期不整変形については図-5 に示すよう に考慮した.

### 6. 解析結果

まず, 柱頭部近傍の応力状態を再現す るようにモデル先端に荷重を載荷した. その後,モデルの先端に鉛直下向きに荷 重を波形鋼板ウェブが座屈するまで漸増 載荷した. 図-6 に載荷断面の鉛直変位と

鉄筋が降伏した.途中で設計上の耐力である連成座屈耐力を超えても座屈 は発生しなかった.荷重をさらに増加させたところ、波形鋼板ウェブのせ ん断分担率を考慮したせん断降伏耐力を超えたところで FEM 解析では座屈 が見られた.なお、波形鋼板ウェブのせん断分担率は式(2)より算出した.

せん断降伏耐力

(分担率85%)=79792kN

鉄筋降伏

上床版上面ひび割れ

先端鉛直変位(mm)

図-6 荷重-変位関係

100000

90000

80000 70000

40000

20000 10000

0

ŝ 60000

Ĭ 50000

諂 30000



断力がせん断降伏耐力以下で は、波形鋼板ウェブは座屈し ていないが、図-7(b)に示すよ

うに、波形鋼板がせん断降伏に達した直後にせん断座屈が発生した.

# 7. まとめ

表-2 にせん断耐力の比較を示す. 既往の設計方法では連成 座屈に対して設計されることおよびコンクリート部材が負担 するせん断力を耐力に考慮しないため、実際の耐力は設計上 の耐力の1.75倍となった.また、せん断降伏荷重は、コンク リート部材のせん断分担分を考慮することで既往の設計方法 を適用しても精度良く算出することができることを確認した. 現在の設計方法は桁高が高い場合においても十分に適用でき ると考えられる. 今後は、実験等により FEM 解析の検証を行 うことも重要と考えられる.



(b) 波形鋼板ウェブ座屈時 図-7 von Mises 応力分布と変形図

せん断座屈位置

表-2 せん断耐力の比較

		せん断	せん断	解析值
		分担率	耐力	との比率
		(%)	(kN)	
FEM解析值			82034	1.00
設計値	連成座屈荷重	100.0	46870	1.75
	せん断降伏荷重	100.0	67664	1.21
		84.8	79793	1.03

# 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, 2000.12