

波形鋼板ウェブ PC 箱桁橋の力学特性に関する実橋静的載荷試験

オリエンタル建設(株) 正会員 ○劉 劍萍

オリエンタル建設(株) 正会員 正司 明夫

オリエンタル・富士ピーエス JV 原田 邦彦

阪神高速道路公団 葉玉 博文

1. はじめに

波形鋼板ウェブ PC 箱桁橋は、コンクリート箱桁橋の主桁自重の約 30%を占めるウェブを軽量の波形鋼板に置換えることで主桁自重の軽減を図れ、波形鋼板の軸方向アコーディオン効果によるプレストレス導入効率の向上、かつ施工の省力化等優れた特徴がある。阪神高速道路北神戸線に建設された中野高架橋は、曲率半径 $R=250\sim 440\text{m}$ を有する初めての本格的な波形鋼板ウェブ構造の曲線橋である。本橋では上平ら¹⁾が提案した算式を用いてねじりに関する設計検討を行ったが、この構造について、ねじり挙動に関して解明されていない点がいくつかあり、設計上の仮定の妥当性を検証するため、竣工前に実車載荷試験を行い、曲げおよびねじり挙動により波形鋼板ウェブに発生するせん断応力、および上下床版に発生する主方向応力、そり応力について検討を行った。

2. 橋梁概要および載荷方法

図-1に示す4径間連続波形鋼板ウェブ PC 箱桁橋(中野高架橋本線東行き)を対象として実橋試験を行った。載荷方法については、総重量 25tf/台の大型ダンプトラック 4 台を使用し、P2-P3 径間内で図-2に示すよう、2ケースの載荷方法による試験を行った。計測には、予め P2-P3 径間内に3つの検討断面を設け、ひずみ計および応力計などの計測器をセットし、載荷荷重による各検討断面に生じた応力値を求めた。

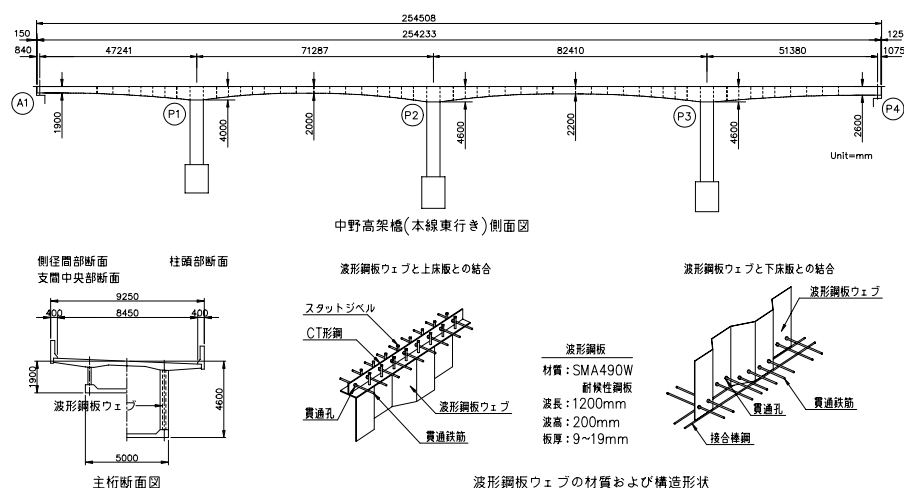


図-1 中野高架橋(本線東行き)橋梁概要

3. 設計手法および解析モデル

本橋のせん断に対する設計は、波形鋼板ウェブのみですべてのせん断力に抵抗するよう行った。曲線橋であるため、波形鋼板ウェブには、ねじりモーメントによるせん断応力および曲げによるせん断応力が発生する。設計計算においては、上平らの提案式でねじり剛性を算出し、面外骨組解析でねじりモーメントを算出した。また、このねじりモーメントによる波形鋼板ウェブのねじりせん断応力度も上平らの提案式によって算出した。

また、曲げに対する設計では、波形鋼板ウェブを無視し、曲げ剛性に寄与する部材は上下コンクリート床版のみとし、なおかつ曲げ応力度分布は平面保持の法則に従っていることとした²⁾。さらに、通常コンクリートウェブ橋では問題にならないそり応力に対して、コンクリートウェブと比べて波形鋼板ウェブの横方向剛性が若干低いため、断面変形により発生する

そり応力度のレベルを BEAM アナロジーで解析し、適切な隔壁間隔設置について検討を行った上で、曲線橋の影響を考慮するために、上下床版はソリッド要素、波形鋼板ウェブはシェル要素とし、平面線形を考慮した立体モデルを作成し、FEM 解析を行いそり応力を算出した。

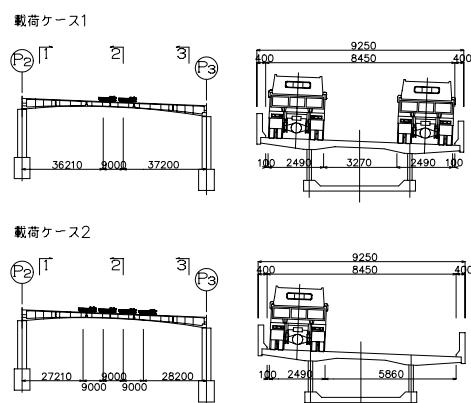


図-2 載荷方法

キーワード：波形鋼板ウェブ、せん断応力、主方向応力、そり応力

連絡先：〒530-0012 大阪市北区芝田 2-6-23 オリエンタル建設(株) 大阪支店技術部 TEL:06-6372-0106 FAX:06-6372-9531

4. 結果および考察

図-3 に示す載荷ケース 1 の波形鋼板ウェブのせん断応力分布について、実験値は FEM 解析値とよく一致した。設計値は FEM 値とほぼ同様

表-1 波形鋼板ウェブのねじりせん断応力度(N/mm²)

断面1			断面2			断面3		
	応力度	比率		応力度	比率		応力度	比率
設計値	-3.23	1.00	設計値	1.34	1.00	設計値	2.47	1.00
FEM値	-3.04	0.94	FEM値	1.48	1.10	FEM値	2.65	1.07
実験値	-2.62	0.81	実験値	1.46	1.09	実験値	2.62	1.06

の挙動を示したが、FEM 値より大きな値となった。これは、波形鋼板ウェブのみですべてのせん断力に抵抗するように設計したためである。実際には、上下コンクリート床版もせん断力の一部を負担していると考えられる。なお、せん断に対するこのような設計が安全側であることも確認できた。図-4 から、ケース 2 の載荷方法によりねじりモーメントが生じ、これによって両側の波形鋼板ウェブにせん断応力の差が現れており、ねじりモーメントが波形鋼板ウェブのせん断応力に影響を与えていると言える。さらに、各検討断面について、ねじりせん断応力度の設計値は、FEM 解析値および実験値と比較すると、表-1 に示すように、ほぼ一致している。本橋については、ねじりモーメントによる波形鋼板ウェブのねじりせん断応力度の設計手法は妥当であると考えられる。

一方、載荷ケース 1 における上下床版中央の主方向応力分布は、図-5、6 に示すように、ほぼ一致していることから、波形鋼板ウェブを無視し、上下コンクリート床版のみの曲げ剛性を用いた設計手法の妥当性も検証できた。また、表-2 に示すように、いずれの載荷方法においても、そり応力度がわずかであることから、適切な隔壁間隔を設けた本橋の設計は、断面変形に対し十分な抵抗力があることも確認できた。

表-2 検討断面 3 のそり応力度(N/mm²)

載荷ケース1		載荷ケース2	
FEM値	0.03	FEM値	0.01
実験値	0.08	実験値	0.03

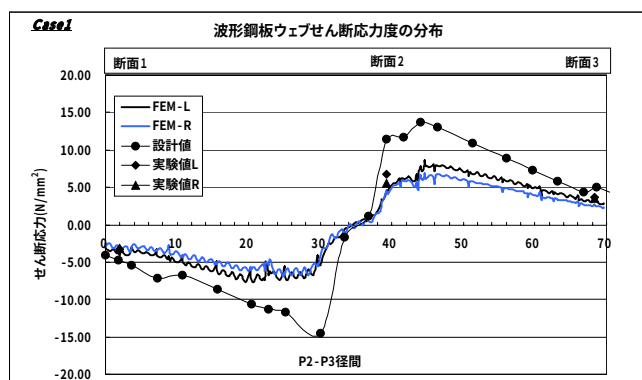


図-3 波形鋼板ウェブのせん断応力分布 (case1)

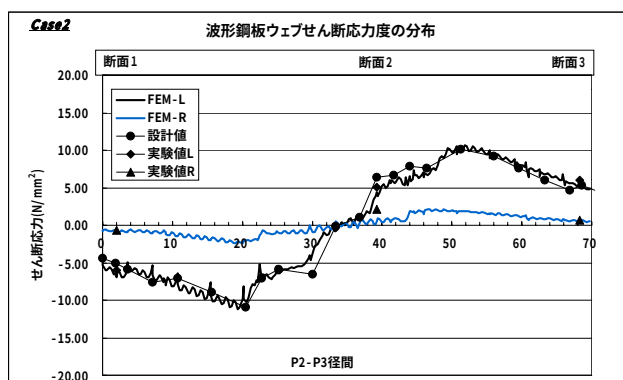


図-4 波形鋼板ウェブのせん断応力分布 (case2)

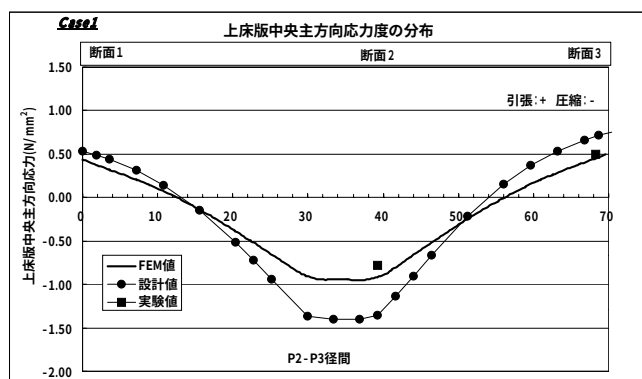


図-5 上床版主方向応力分布(case1)

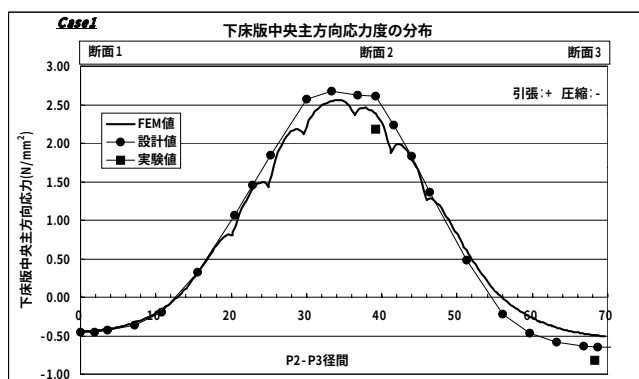


図-6 下床版主方向応力分布(case1)

<参考文献>

- 1) 上平・立神・本田・園田：波形鋼板を有する PC 箱桁橋のせん断及びねじり特性に関する研究，プレストレストコンクリート，Vol.40, No.3, pp.16～25, 1998.6
- 2) 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），1998.12