

波形鋼板ウェブ鉄道箱桁橋の疲労に関する実験的検討（橋軸直角方向の検討）

鉄道総研 正会員 ○杉本一朗*, 鉄道総研 正会員 村田清満*
 鉄道公団 正会員 平岡慎雄, 鉄道公団 正会員 金森 眞
 鉄道公団 豊原正俊, 川田工業 正会員 溝江慶久

1. はじめに 土木構造物を取り巻く状況の変化の中、鋼とコンクリートを用いた複合構造が注目されつつある。この複合構造の一種として波形鋼板ウェブPC箱桁橋（以下、波形ウェブ橋）が挙げられる。波形ウェブ橋は、PC箱桁橋のコンクリートウェブを軽量の鋼ウェブに置き換えたもので、主桁重量の軽減、ウェブの補剛材省略等により省コスト化につながることが期待されており、多くの検討が行われている。

本研究では鉄道橋として初めて波形ウェブ橋を採用するにあたり、面外方向の曲げによる接合部の疲労が懸念されたため、図-1の2タイプの埋込み方式について性能確認を目的として繰り返し載荷試験を実施した。

2. 解析 はじめに実橋の全体挙動を把握し、部分詳細解析に用いる節点変位を抽出するため全体の立体FEM解析を実施した。次に、図-2に示すような部分詳細解析モデルを作成し、全体解析による節点変位を与えることで面外変形量を算出した。部分詳細解析モデルはウェブAを対象にし、波形鋼板ウェブはシェル要素を、コンクリート床版はソリッド要素を用い、貫通孔や冷間曲げ加工部の形状も考慮して作成した。また、接合部界面の付着性状に着目し、一体挙動モデルと付着無視モデルの2タイプを作成した。面外変形量は図-3に示すように上フランジとウェブの相対角度（首振り）で表すこととした。算出式を(1)式に示す。

$$\theta = \theta_s - \theta_w \quad (1)$$

ここに、 θ は首振り角、 θ_s は上床版の回転角、 θ_w はウェブの回転角である。解析より、実橋に生じる最大首振り角として、付着無視モデルより得られた首振り角 -0.0141°

が得られた。

3. 静的試験結果 試験体外観を写真-1に示す。試験体は拘束鉄筋フレア溶接部の残留応力状態や、列車走行による上床版や波形鋼板ウェブの変形挙動、首振り挙動等をできるだけ実挙動に近づける必要があることを勘案して実物大試験体とした。載荷はモデル橋梁の車両走行中心間隔に等しい4.3m間隔の

2点載荷とした。解析および静的載荷試験より得られた首振り角を表-1に示す。ウェブAの首振り角は付着無視モデルと同程度であったがウェブBの首振り角は約2倍となった。また、A、B両接合タイプとも、付着無視および一体挙動とした解析結果を上回る首振り角とな

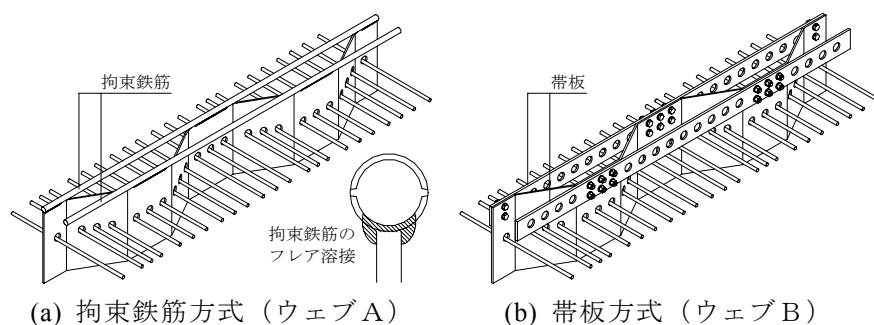


図-1 検討した埋込み接合方式

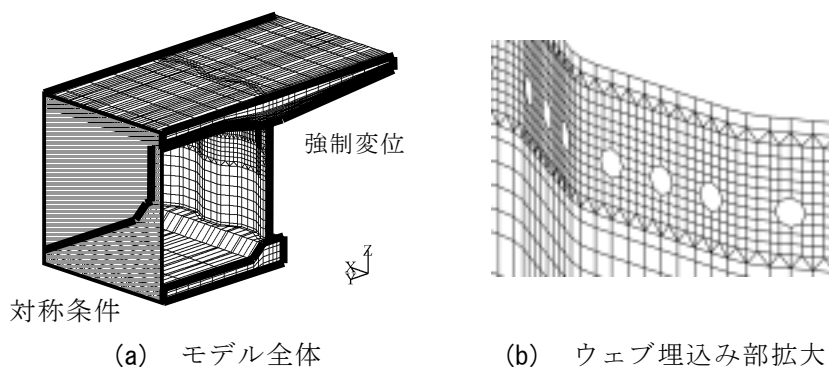


図-2 部分詳細解析モデル

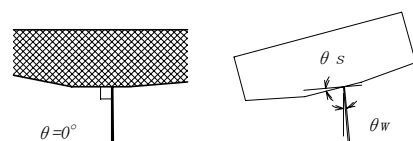


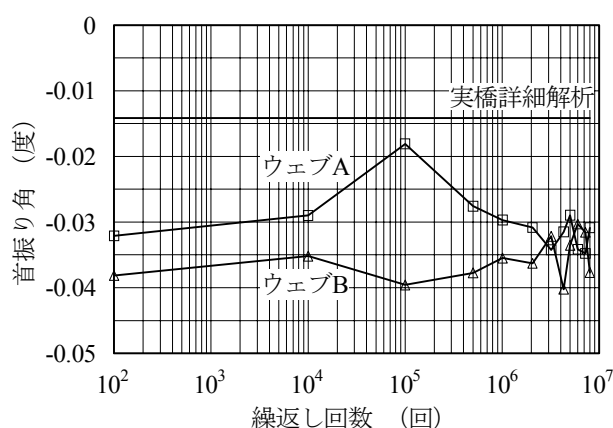
図-3 首振り角の定義

Key Words : 波形鋼板ウェブPC鉄道箱桁橋, 接合部, 埋め込み方式, 疲労

* 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 TEL.042-573-7280 FAX.042-573-7472



写真-1 実物大試験体の外観

図-4 首振り角 ($\Delta P = 294\text{kN}$)

った．よって，本試験では，294kN の荷重載荷により，実橋梁の設計列車荷重載荷時の首振り挙動を模擬することが可能であると判断した．

4. 疲労耐久性の確認 解析と静的載荷試験の結果を受け，供用年数 100 年（総繰返し数 2400 万回）に相当する繰返し載荷試験を実施した．繰返し回数は弾性範囲内で単位荷重 294kN を 1.5 倍（441kN）に割増すことにより 800 万回とした．首振り角の推移を図-4 に示す．ウェブ A，B 共にばらつきが見られるものの特に増加する傾向は見られなかった．また，ウェブ B の方が若干大きめの値となった．これは静的載荷試験結果と同様の傾向である．図-5 に接合部の鉛直方向ひずみを示す．図中，F と B の記号はそれぞれフレア溶接始末端部および帯板ボルト添接下部の鉛直方向ひずみを示し，番号は橋軸方向の設置位置を示している．図-5 より鉛直方向ひずみはウェブ A で最大 40μ 程度，ウェブ B で最大 80μ 程度であった．また，試験後の接合部調査においてもき裂の発生は認められなかった．

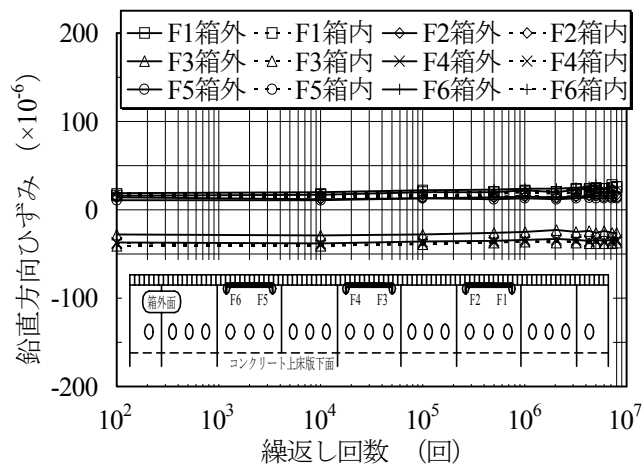
5. 結論 本検討で得られた結果は以下のとおりである．(1) 静的載荷の挙動と実橋詳細解析の比較より解析の妥当性を示した．(2) 拘束鉄筋方式，帯板方式とも十分な疲労耐久性を有していた．

本検討は日本鉄道建設公団・北陸二局より委託したものである．検討会座長の横浜国立大学の池田尚治教授をはじめとする委員各位に貴重なご意見を頂きました．ここに謝意を表します．

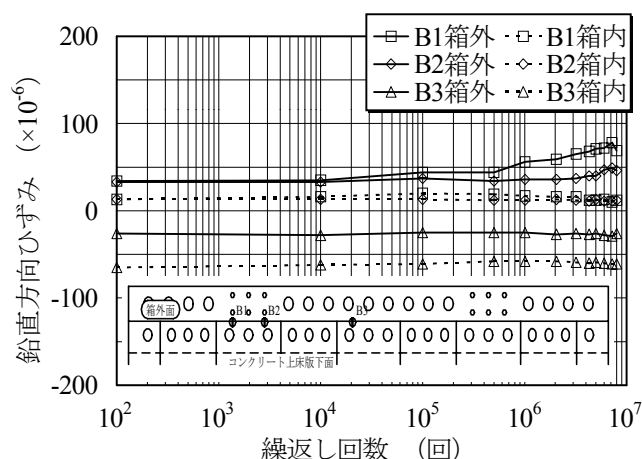
参考文献 1) 波形鋼板ウェブ PC 合成構造研究会：波形鋼板ウェブ PC 橋 計画マニュアル(案)，1998.10. 2) 水口，芦塚，依田，佐藤，桜田，日高：本谷橋の模型実験と実橋載荷試験，橋梁と基礎，Vol.32，No.10，pp.25-34，1998.10. 3) 山口，山口，池田：波形鋼板ウェブを有する複合 PC 構造のせん断挙動について，第 5 回 PC シンポジウム論文集，pp.339-344，1995.10.

表-1 静的載荷試験より得られた首振り角（度）

	接合部 モデル	上床版の 回転角	ウェブの 回転角	首振り 角
実橋詳細解析	付着無視	-0.0187	-0.0045	-0.0141
試験体 FEM 解析 (294kN 載荷)	付着無視 一体挙動	-0.0321 -0.0304	-0.0136 -0.0157	-0.0185 -0.0146
静的載荷試験 (294kN 載荷)	ウェブ A ウェブ B	-0.0354 -0.0461	-0.0158 -0.0082	-0.0197 -0.0379



(a) ウェブ A フレア溶接部



(b) ウェブ B ボルト接合部

図-5 ウェブの鉛直方向ひずみ ($\Delta P = 441\text{kN}$)