

波形鋼板ウェブ鉄道箱桁橋の疲労に関する実験的検討（橋軸方向の検討）

鉄道総合技術研究所* 正会員 ○西田 寿生 正会員 村田 清満
日本鉄道建設公団** 正会員 平岡慎雄 正会員 金森真 豊原正俊

1. はじめに

北陸新幹線において、波形鋼板ウェブ PC 箱桁橋を採用する計画である。本構造形式はこれまで道路橋で多くの実績を有するが、鉄道橋での採用は初めてである。鉄道橋は道路橋に比べて活荷重比率が高いため、特に疲労に対する安全性の確認が不可欠であると考え、橋軸方向と橋軸直角方向それぞれで模型試験体を用いた繰返し載荷実験を行った。本文では主に橋軸方向の検討結果について報告する。

2. 接合方式の提案

コンクリート床版と波形鋼板ウェブの接合方式としては、フランジ接合方式と埋込み接合方式が挙げられるが²⁾、今回は溶接量の低減を図るため、埋込み接合方式を採用することとした。埋込み接合方式では、一般に軸方向に配する拘束鉄筋を波形鋼板ウェブの上下端にフレア形グループ溶接するが、フレア溶接の疲労強度は不明確であり、疲労に対する耐久性が懸念される。そこで今回、拘束鉄筋に代えて

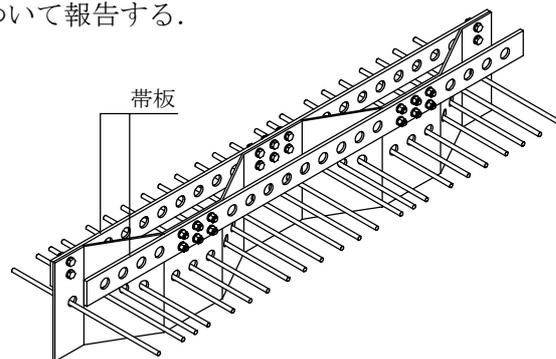


図-1 帯板方式

帯板を鋼板ウェブにボルト締結する方式を提案した（図-1）。なお、帯板には周辺コンクリートとの付着を確保するため開孔を設けた。なお、実験は従来の拘束鉄筋方式と帯板方式の両方について行い比較している。

埋込み接合方式の設計は、拘束鉄筋方式では鋼板ウェブが埋め込まれたコンクリートブロック部と拘束鉄筋の許容引張力を足し合わせたものを許容せん断力と考える方法が提案されている³⁾。帯板方式もこれと同様に考え、帯板の開孔部において拘束鉄筋方式と同等の耐力を確保できるよう断面寸法を定めた。なお、締結ボルトは1面摩擦接合とし、帯板開孔部における降伏耐力を上回るようにボルト本数を設定した。

3. 予備解析

疲労試験に先駆け、接合部に作用する変動応力範囲を把握する必要がある。対象とする橋梁は6径間連続橋梁で中央2径間は下部工との一体構造であるので、FEM要素数を減らすため、着目する径間を含めた前後10m程度を立体FEMモデル、その前後区間をビーム要素にモデル化して、最大値を示す位置と値を探った。

橋梁中央径間を対象にした解析結果の一例を図-2に示す。図では支間中央の正曲げが最大となる列車配置時の上下床版内の拘束鉄筋応力度を示している。表-1には列車荷重を移動させた時の支間中央と支点付近での拘束鉄筋の最大・最小応力度、および応力変動を示す。拘束鉄筋の最大応力変動は、橋梁中央径間の支点付近下床版内にて 20.8N/mm^2 を示した。

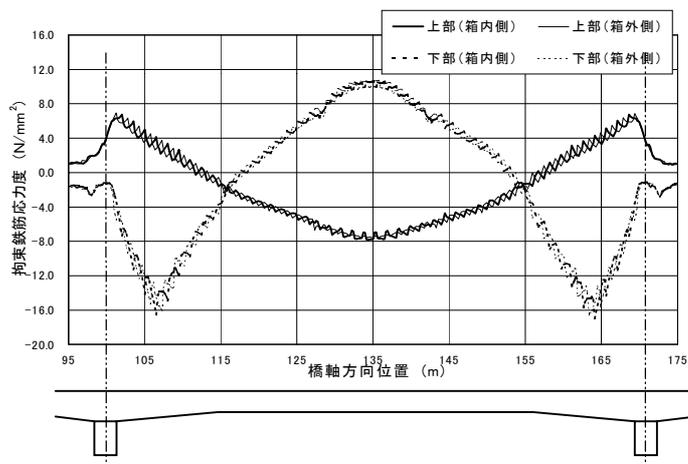


図-2 拘束鉄筋応力度（列車荷重のみ）

4. 試験体寸法

橋軸方向の試験体寸法は試験装置の関係から実橋の1/2とし、桁長4,200mm、桁高1,000mmのI断面

キーワード：波形鋼板ウェブ、接合部、疲労、橋軸方向

* 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38

TEL 042-573-7280 FAX 042-573-7472

** 〒100-0014 東京都千代田区永田町 2-14-2

TEL 03-3506-1841 FAX 03-3506-1891

梁式とし、4点曲げ載荷した。試験体外観を写真-1に示す。

表-1 拘束鉄筋の変動応力度と応力変動 (N/mm²)

		支間中央	支点付近
上床版内 拘束鉄筋	Max	0.5	8.9
	Min	-7.7	-0.8
	応力変動	8.2	9.7
下床版内 拘束鉄筋	Max	10.4	1.6
	Min	-0.6	-19.2
	応力変動	11.0	20.8

5. 疲労試験

5.1 試験実施手順

試験体は拘束鉄筋方式を2体、帯板方式を1体の計3体制作した。試験は帯板方式、拘束鉄筋方式の順に行い、残りの1体については試験期間を通して無載荷状態におけるコンクリートひずみを計測することで、疲労試験結果からクリープの影響を控除して評価した。繰返し回数は設計耐用年数100年とした場合219万回になるが、試験は倍の余裕を見て、500万回まで実施した。

5.2 試験結果

拘束鉄筋と帯板のひずみ経時変化を図-3, 4に示す。なお、ひずみゲージ添付位置を図-5, 6に示す。

図-3より拘束鉄筋のひずみは、別途実施した試験体FEM解析とほぼ同じ値になった。また、帯板方式は拘束鉄筋方式と比べてひずみは小さい値を示した。これは帯板方式の方が接合部の剛性が高かったことが原因と考えられる。

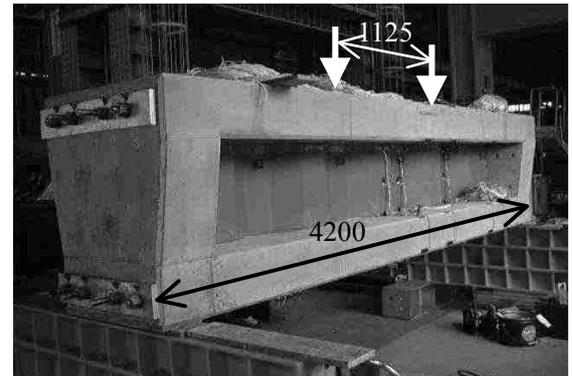


写真-1 試験体外観

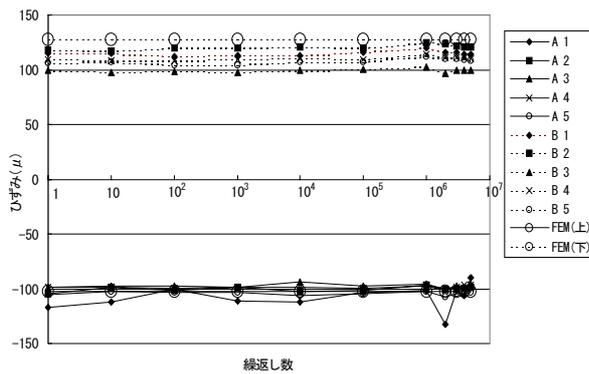


図-3 拘束鉄筋のひずみ経時変化

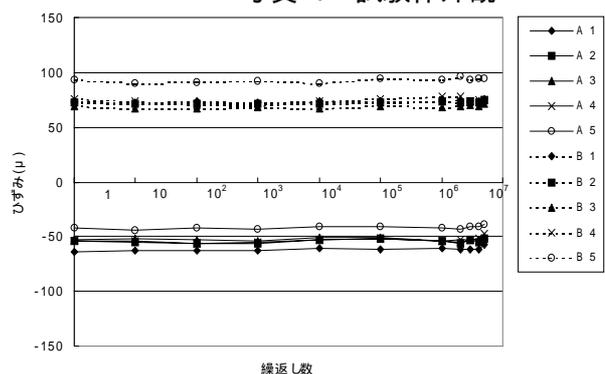


図-4 帯板のひずみ経時変化

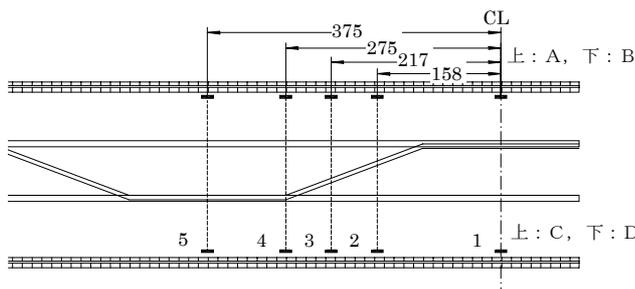


図-5 ひずみゲージ位置 (拘束鉄筋方式)

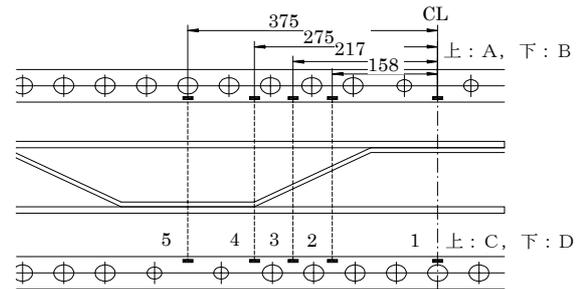


図-6 ひずみゲージ位置 (帯板方式)

6. 結論

- (1) 拘束鉄筋のひずみについて、FEM解析結果と静的載荷試験結果はよい一致が見られた。
- (2) 疲労試験の結果、拘束鉄筋や帯板のひずみの他、試験体の鉛直変位や波形鋼板ウェブのひずみ、コンクリート床版のひずみについても、両方式とも大きな経時変化は見られず、疲労安全性が確認出来た。

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.