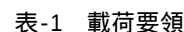


横河工事技術本部	正会員	山田 義勝	横河工事技術本部	正会員	山崎 正直
横河工事技術本部	正会員	内田 宗武	横河工事技術本部	正会員	御子柴光春

波形鋼板ウェブは軸方向剛性が極めて小さい特性(アコーディオン効果)を持つ。この特性により、PC スラブと合成した場合、スラブに必要な橋軸方向のプレストレスをウェブの剛性に妨げられることなく有効に導入できる。この小さい軸方向剛性(既設橋の波形形状で試算すると、同じ板厚の平板と比較して 1/305 ~ 1480)は、波形鋼板の面外曲げ変形によって得られる。軸方向荷重が作用したとき、軸方向長さの変化率に対する波の高さの変化率を、既設橋の諸元で試算すると、かなり大きな(5.88 ~ 13.53)面外変形を伴っていることが分かる。この波形鋼板ウェブとコンクリートスラブの接合部で、接合用フランジに鋼板ウェブを溶接して、この面外変形を拘束すると、溶接部に溶接線直角方向の応力の発生が予想される。そこで、その応力レベルと疲労強度の確認のため、FEM 解析と実物大レベルの供試体を用いた載荷実験を行った。



載荷荷重 (kN)	回数 (回)
900-1800	2.0×10^6
450-1800	5.0×10^5
450-1850 }	各 3.0×10^4
450-2250	
(50kNピッチ)	

注) ()内は、FC100のうち1体のみとする

図-1 実験供試体一般図

実験供試体は図-1 に示すように、厚さ 9mm の SM490 材鋼板を波長 1m、波高:d を 50mm、100mm、150mm の 3 種類の波形に加工して用いた。それぞれの波形鋼板ウェブと鋼フランジの接合部は、6mm の両面すみ肉溶接とし、さらに波高 100mm については、溶接ビードサイズ 4mm の供試体を製作した。鋼フランジ(厚さ 9mm の SM490 材)とコンクリートブロックのずれ止めとして、アングル材(L-100×100×10×200)を 7 枚用いた。厚さ 220mm のコンクリートブロックは、設計基準強度 40MPa とし、SD345 の D16 を橋軸方向に、D13 を橋軸直角方向に配置した。載荷は、図心位置をセンターとし、コンクリートブロックと鋼フランジへ均一に荷重が伝わるよう、50mm の鉄板を介して行った。載荷荷重レベルと繰返し回数を表-1 に示す。

載荷は設計応力振幅(上限荷重:1800kN)200 万回に引き続き, 超過上限荷重:2250kN まで段階的に振幅を増やして, 換算回数 523 万回まで行ったが, 接合部が健全であったため終了した。図-2, 3 に, 2250kN 載荷時

に上側軸方向パネル位置(図-1 参照)に生じるウェブの水平方向ひずみの FEM 解析値と実験値を示す。グラフ内に示す凹、凸は、波形形状のそれぞれ内側、外側を示す。

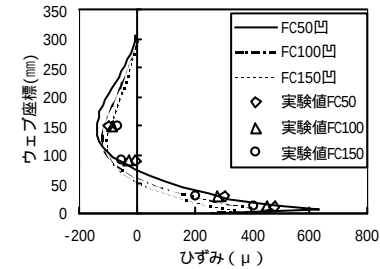


図-2 ウェブ凹側ひずみ

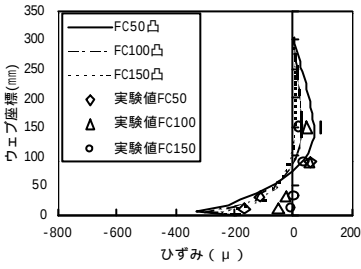


図-3 ウェブ凸側ひずみ

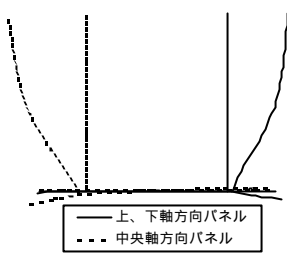


図-4 FEM 解析値変形図

ウェブの水平方向ひずみの実験値は、FEM 解析値とよく一致している。また、波形鋼板ウェブと鋼フランジの溶接部付近で、ウェブに最も大きな曲げ応力が発生していることを示している。すなわち、波の内側には、溶接ビード直角方向にウェブが鋼フランジから離れようとするせん断力が発生していることが分かる。このときの FEM 解析値の変形図を図-4 に示す。

2250kN 荷重時に、鋼フランジ上側軸方向パネル位置のウェブ溶接部両側に発生する水平方向ひずみの、FEM 解析値と実験値を表-2 に示す。凹側と凸側のひずみ量の差が、溶接部を介してウェブの面外変形を拘束する力に対応している。いずれのモデルも実験値の方が解析値より大きな値を示しているが、これは、鋼フランジ裏面に溶接したずれ止めの効果や、溶接ビードの評価など FEM 解析でのモデル化の限界が原因と思われる。

図-5 から 7 は、面外変形が一番大きい波高 50mm のモデルの、上側軸方向パネルでの水平方向ひずみ実測値を、鋼フランジ溶接部両側、両溶接ビード表面、溶接部付近のウェブ裏表に分けて示したものである。

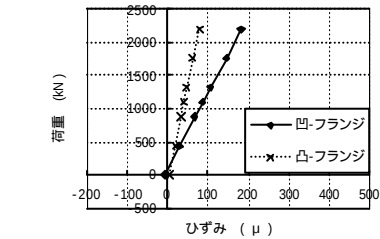


図-5 FC50 フランジ ひずみ

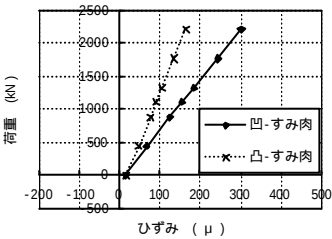


図-6 FC50 すみ肉ひずみ

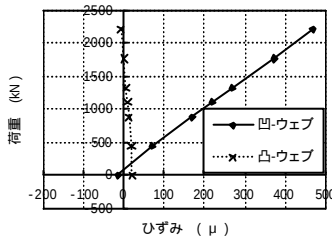


図-7 FC50 ウェブ ひずみ

全体が鉛直方向に圧縮されるため、水平方向ひずみはポアソン比で引張ひずみが生じているが、凹側と凸側の差はウェブが最も大きいことが分かる。溶接部に作用するビード直角方向の力は、鋼フランジ表面方向にずれようとする力と、溶接部を中心に回転しようとする力が発生することが分かったが、鋼フランジはコンクリートブロックに接合されて変形が拘束されているため、後者の力はほとんどがウェブの曲げ変形として現れている。

4. 結論

本実験によって得られた結論を以下に要約する。
波形鋼板ウェブと鋼フランジの接合部にすみ肉溶接を用いても、設計荷重の 1.25 倍に対応する応力振幅の範囲内では十分な溶接ビード直角方向応力に対する疲労強度を有する。
波形鋼板ウェブは、軸方向圧縮力に対して波形の外側に曲げ変形するために、溶接部には鋼フランジの面内と面外にビード直角方向の応力が発生する。
今回の実験では、設計荷重の 1.25 倍に対応する応力振幅の範囲内でも接合部が健全であったため、これらの供試体を用いて引き続き破壊モードまで繰り返し載荷実験を行う予定である。