

波形鋼板ウェブ PC 橋におけるパーフォボンドリブ接合の面外曲げ疲労に関する実験的研究

日本道路公団北海道支社 正会員 東田 典雅
日本道路公団北海道支社 正会員 竈本 武弘
ドーピー建設工業(株) 正会員 山崎 道人

日本道路公団北海道支社 中村 元
日本道路公団北海道支社 小野塚和博
ドーピー建設工業(株) 正会員 立神 久雄

1. はじめに

北海道縦貫自動車道の遊楽部川橋は、従来のプレストレストコンクリート（以下 PC とする）箱桁橋のウェブを波形鋼板に置き換えた波形鋼板ウェブ PC 橋を採用している。本橋における上床版と波形鋼板の接合方法は、現在標準的に用いられているアングルジベルより経済性、施工性に優れたツインパーフォボンドリブ接合（以下 Twin-PBL とする）を採用している（図-1 参照）。波形鋼板ウェブと床版の接合部は、本形式橋梁において最も重要な部位であり、橋軸方向の水平せん断力の他に、図-2 に示するような輪荷重による首振りモーメントに抵抗する必要がある。本文は、Twin-PBL の首振りモーメントに対する静的耐荷力および疲労耐久性を確認することを目的として行った実験結果について報告するものである。

2. 実験概要

本研究では Twin-PBL の首振りモーメントに対する静的および疲労実験を行ったが、その他の接合方法との比較が行えるよう日本道路公団試験研究所と社団法人 PC 建設業協会の共同研究（波形鋼板ウェブ PC 箱桁橋の適用拡大に関する研究^{1）、2）}：以下 CSW とする）において実施された首振り実験と整合性を図ることにした。試験体は、接合部のみ Twin-PBL（リブ幅 $b=2 \times$ リブ高 h ）とし、それ以外の形状および荷重条件は CSW と同一条件とした。試験体に用いたコンクリート（設計基準強度 40N/mm^2 ）の圧縮強度およびヤング係数を表-1 に示す。また、波

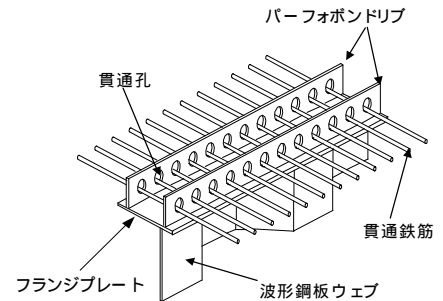


図-1 Twin-PBL 概略図

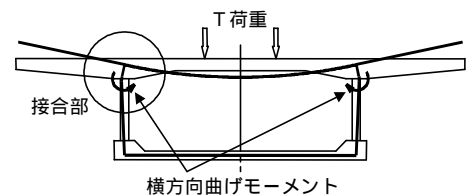


図-2 接合部の首振りモーメント

表-1 圧縮強度およびヤング係数

試験体	圧縮強度 (N/mm^2)	ヤング係数 (N/mm^2)
S-1	51.8	3.224E+04
F-1	51.8	3.224E+04

表-2 試験体の種類

試験体種類	試験の種類	孔径 (mm)	孔ピッチ (mm)	貫通鉄筋	数量 (体)	備考
S-1	静的	$\phi 55$	@125	D16	1	$b=2h$
F-1	疲労	$\phi 55$	@125	D16	1	$b=2h$

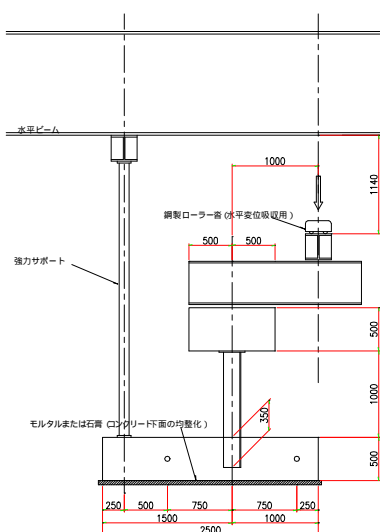


図-3 試験体形状および実験概要図

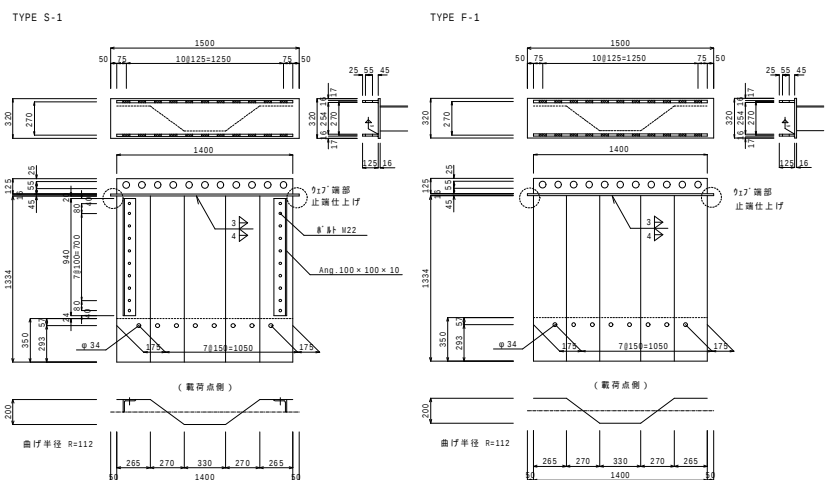


図-4 接合部および波形鋼板の詳細図

キーワード ツインパーフォボンドリブ接合、首振りモーメント、疲労耐力、波形鋼板

連絡先 〒170-0004 東京都豊島区北大塚 1-16-6 ドーピー建設工業株式会社 TEL 03-3918-6172

とした．試験体の種類を表-2 に，静的および疲労試験の試験体形状と実験概要図を図-3 に，接合部および波形鋼板の詳細図を図-4 に示す．

3．実験結果と考察

(1) 静的荷重実験：図-5 に荷重点直下の荷重 - 変位曲線を示す．また，実験結果より以下のことが明らかとなった．荷重荷重 $P=80\text{kN}$ までは線形挙動であり，その後，波形鋼板の降伏およびフランジプレートの変形により非線形挙動になった．フランジプレートとコンクリートの目開きは確認されなかった．首振りによる引張力に対してパーフォボンドリブ孔は，波形鋼板の凸上の L1, C, R1 の 3 孔（図-6 参照）が有効であった（遊楽部川橋の波形鋼板形状においては，FEM 解析から波形鋼板の凸上の 5 孔が有効であることを確認した）．土木学会式³⁾を用い上記の有効孔数 3 個から求めた終局耐力 ($Q_u=230.5\text{kN}$) の $1/3$ ($Q_a=76.8\text{kN}$) では，ずれが生じていないことから，使用時にはパーフォボンドリブが首振りモーメントに対し有効に作用していることが確認できた．静的試験体のはつり出しおよび磁粉探傷試験の結果，Twin-PBL 部に損傷や亀裂等は確認されず健全であった．

(2) 疲労実験：疲労実験の最小荷重は， $P_{\min}=18\text{kN}$ （一定）とし，最大荷重は載荷 385 万回まで $P_{\max}=52\text{kN}$ ，載荷 386 万回まで $P_{\max}=78\text{kN}$ ，載荷 387 万回まで $P_{\max}=104\text{kN}$ ，破壊までは $P_{\max}=156\text{kN}$ と増加させた．図-6 にひずみ振幅 - 載荷回数，図-7 にすみ肉溶接部の亀裂状況を示す．実験結果から以下のことが明らかとなった．疲労試験体はウェブとフランジの首溶接部の疲労亀裂（載荷 300 万回で発生）の進展により，最大荷重 156kN ($52\text{kN} \times 3$)，載荷回数 387 万回で破壊した．疲労試験体のはつり出しおよび磁粉探傷試験の結果，波形鋼板の凸上の Twin-PBL すみ肉溶接止端部に亀裂が確認された．これは，200 万回の計測時点でパーフォボンドリブのひずみが減少しており，150 万回～200 万回の間生じたものと考えられる．上記の亀裂が生じた載荷荷重 ($P_{\min}=18\text{kN}$ ， $P_{\max}=52\text{kN}$) から算出したパーフォボンドリブの応力振幅は 85N/mm^2 であった．また，遊楽部川橋の設計において，T 荷重により発生するパーフォボンドリブの応力振幅は 5.6N/mm^2 であり，およそ 15 倍の応力振幅となり，Twin-PBL は，十分な疲労耐久性を有していることが確認できた．

4．まとめ

本実験結果と CSW で実施された実験^{1),2)}とを比較すると Twin-PBL は，アングルジベル接合と同等以上の疲労耐久性を有していることが明らかとなった．

参考文献

- 1) 鈴木永之，上東泰，櫻田道博，立神久雄：波形鋼板ウェブ PC 箱桁橋における接合部の面外曲げ疲労に関する実験的研究，土木学会第 57 回年次学術講演会，I-626，2002 年 9 月．
- 2) K.Shito，Y.Kamihigashi，N.Suzuki，T.Tsujimura，M.Sakurada and F.Machida：Study on Transverse Behavior of Connection between Concrete Slab and Corrugated Steel Web，The first fib Congress 2002，Session5，October，2002．
- 3) 土木学会：新形式の鋼・コンクリート複合橋梁調査研究小委員会孔開き鋼板ジベル WG：孔あき鋼板ジベル設計マニュアル（案），2001 年 11 月

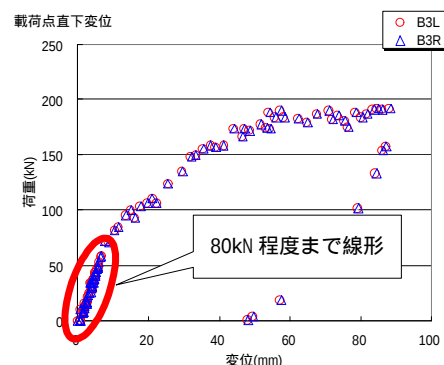


図-5 荷重点直下の P-δ 曲線

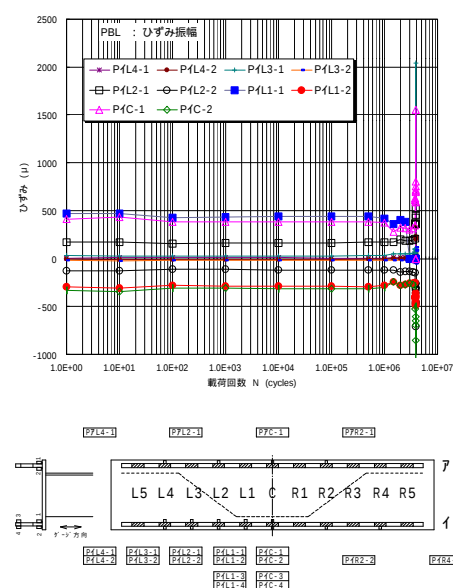


図-6 載荷回数とひずみ振幅

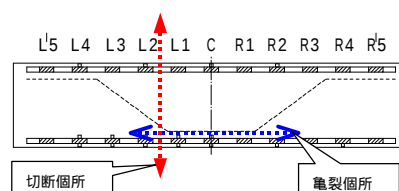


図-7 Twin-PBL の溶接部の亀裂