

P C 合成げた橋の主げた上フランジ切欠き支点部に対する輪荷重走行試験

(社)プレストレスト・コンクリート建設業協会 正会員 ○清水 俊一

(社)プレストレスト・コンクリート建設業協会 正会員 大岡 昭雄

(独)土木研究所 寒地土木研究所 三田村 浩

大阪工業大学 松井 繁之

1. はじめに

我が国における建設投資は平成4年から平成7年頃のピーク時に比べて約4割減少しており、今後もこのような状況が続くものと予想されている。しかし、限られた建設投資の中でより効果のある社会資本投資を行う必要性からコスト縮減の要請はますます高まっており、種々の新しい構造形式や工法が開発されている。

このような状況の到来をいち早く予測し、建設省土木研究所(当時名称、現在:独立行政法人土木研究所)および国土交通省国土技術政策総合研究所)は社団法人プレストレスト・コンクリート建設業協会(略称:P C建協)と共同で、平成7年より3年間にわたって共同研究を実施し、従来の合成げた橋(R C床版タイプ)と比較して型枠の設置等に対して大幅な省力化が図れる、合成げたにP C板を利用したP C合成げた橋(P C合成床版タイプ)を検討し、新しい構造形式を提案するとともにコスト縮減の問題にも取り組んだ。

本形式は一般的にP Cコンボ橋と呼ばれ、P C板を埋設型枠とした合成床版構造で、床版型枠や吊り足場の組立を大幅に省力化できる工法である。この構造では、主げたとP C板の接合部分は、**図-1**に示すように主げた上フランジを切り欠いてP C板を載せる構造を採用している。この切欠き支点部に着目した場合、比較的薄いコンクリート部分でP C板を支持しており、多くの補強鉄筋を配置しにくい部分でもあることから、開発当初からこの部分に着目して試験を実施して安全性を確認している。

当初の検証は、施工時の荷重を考慮した切欠き部の静的載荷試験と、場所打ち鉄筋コンクリート床版によって合成された後の床版に対する定点疲労試験である。

その他にも輪荷重走行試験によるP C合成床版の疲労耐久性確認試験や水平せん断強度を確認するためのプッシュオフ試験、はり載荷試験が行われている。P Cコンボ橋の開発経緯については、文献1)に詳しく述べられているので参照されたい。

本研究は、定点疲労試験によって確認された主げた切欠き部に載せたP C板支点部のせん断疲労強度に対し、輪荷重走行試験を追加で実施し、その耐久性を確認することを目的に実験を行ったものである。

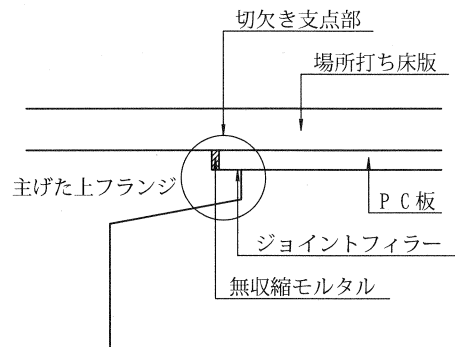


図-1 主げた上フランジ切欠き支点部詳細図

2. 試験方法

(1) 実験供試体

P Cコンボ橋の主げた上フランジ切欠き支点部のせん断疲労強度を検証するために、切欠き支点部の厚さが最小となる橋梁を想定し、文献2)-4)を参考として実橋に近い構造を再現することとした。供試体の詳細を**図-2**に示す。供試体の製作は、主げたおよびP C板を工場にて製作し、養生後に実験棟に搬入して組み立て、合成床版コンクリートを打設するという、実橋の施工と同様の手順にて行った。

供試体の製作に用いた材料は、一般的なP Cコンボ橋に標準的に用いられるものと同等とした。表-1にコンクリートの示方配合、表-2に硬化コンクリートの強度をそれぞれ示す。また、鉄筋はSD345、P C板のP C鋼材にはSWPR7AL φ9.3を使用した。

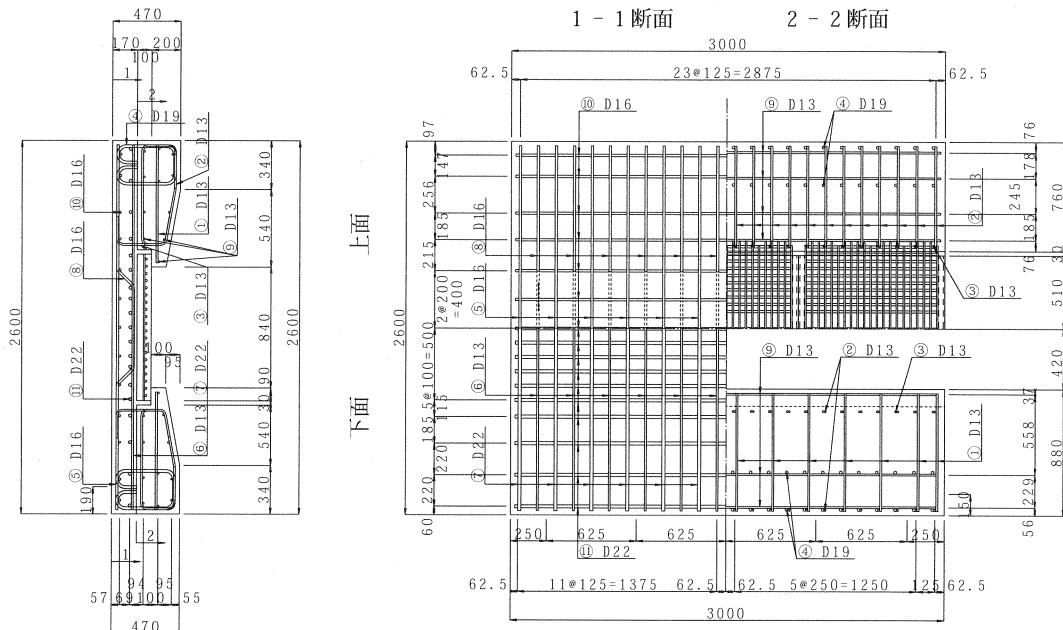


図-2 供試体詳細図

(2) 載荷方法

載荷試験は、独立行政法人土木研究所寒地土木研究所が所有する輪荷重走行試験機によって行った。載荷は、幅 300mm の鉄輪を床版

支間直角方向に供試体中央から±1.0m の範囲を回転速度 24rpm にて走行するものとした。

供試体の支持条件は、主げた下面を固定支持とし、床版端部には横げた等による補強は行わなかった。これは、FEM 解析の結果、供試体の端部付近に載荷した場合と中央に載荷した場合の床版に生じる応力度に有意な差は認められなかったため、床版の連続性に関する影響は小さいと判断したことによる。

荷重は、初期荷重を 140kN とし、5 万回走行ごとに順次 40kN ずつ走行荷重を増加させ、最大 260kN に達した後は一定荷重とした。文献 1) によれば、得られた載荷回数を式-1 によって 156.8kN に換算した回数を算出している。今回の試験では載荷荷重や回数が文献 1) と異なることから、同様の換算回数を算出して比較することとした。この際、実験供試体と実橋では、輪荷重の載荷位置が異なることを考慮に入れることとした。

$$N_0 = (P_1/P_0)^{(1/k)} \times N \dots \text{式-1}$$

ここに、 N_0 :換算回数、 P_0 :基準荷重、 P_1 :載荷荷重、 k :S-N 曲線傾き(0.07835)、 N :載荷回数

本試験では、試験機の関係上、床版支間中央に輪荷重を載荷しているが、実際の橋梁では偏載荷されるの

表-1 コンクリートの示方配合

打設箇所	設計基準強度 (N/mm ²)	最大粗骨材寸法 (mm)	スラップ (cm)	空気量 (%)	水セメント比 W/C (%)	細骨材率 S/a (%)	単位量(kg/m ³)				
							水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G	混和剤 R
主げた	50	20	12±2.5	4.5±1.5	36.1	39.0	152	421	694	1082	2.49
P C 板	50	20	8±2.5	4.5±1.5	32.1	43.0	125	390	815	1073	3.12
場所打ち床版	30	20	8±2.5	4.5±1.5	47.0	42.9	152	324	798	1052	3.24

表-2 硬化コンクリートの強度

使用場所	主桁	PC板	床版	無収縮
設計強度	50N/mm ²	50N/mm ²	30N/mm ²	—
材令	50日	50日	37日	40日
1 体目	64.3N/mm ²	64.5N/mm ²	34.3N/mm ²	63.7N/mm ²
2 体目	65.1N/mm ²	63.6N/mm ²	35.3N/mm ²	64.2N/mm ²
3 体目	65.6N/mm ²	64.7N/mm ²	35.9N/mm ²	62.1N/mm ²
平均	65.0N/mm ²	64.3N/mm ²	35.2N/mm ²	63.3N/mm ²

が一般的である。このような場合、せん断力の伝達は左右の切欠き支点で異なることとなる。これを考慮するためにPC板の支間が最大となる主げた間隔に対し、図-3に示すように偏載荷された場合のFEM解析を実施し、実験供試体のFEM解析結果と比較したところ、実橋では1.176倍のせん断応力度が生じることが明らかとなった。

これより、文献1)に示されたRC供試体と同等の疲労強度を切欠き支点部が有すると考えて式-1によって载荷回数を算出した結果、約773,000回となった。参考に偏載荷を考慮しない場合の载荷回数は約230,000回となり、偏載荷が疲労に与える影響が大きいことがわかる。これより、载荷回数を780,000回と設定して疲労試験を行うこととした。

(3)計測方法

計測は、主げた切欠き支点部に着目し、高性能変位計、鉄筋ゲージおよびコンクリートゲージを添付した。高性能変位計の設置位置を図-4に示す。鉄筋ゲージおよびコンクリートゲージの計測結果は、変位の計測結果と同様の傾向となったことから、ここでは割愛する。

3. 結果と考察

静的载荷時、除荷時およびその差である輪荷重による支間中央の鉛直変位を図-5に示す。輪荷重によるたわみは、荷重の増加とともに不連続に増加し、その後除荷時の残留たわみが増加傾向にある。ほかの計測位置においても同様の傾向となっている。

図-6にコンクリート下面および主げた上フランジ切欠き支点部側面のひびわれ図を示す。ひびわれは橋軸直角方向のみに生じており、橋軸方向はPC板のプレストレスにより制御されたと考えられる。最初のひびわれは、260kNを5万回载荷した時点で供試体側面と主げた上フランジ切欠き部下面および側面に確認された。载荷回数の増加とともにこれらのひびわれは、本数および長さともに増大したが、260kNを31万回载荷した以降は、ひびわれの発生は少なくなった。なお、床版上面にはひびわれが生じていなかった。

文献1)におけるひびわれの発生は、274.4kNを3万回载荷した時にPC板下側に橋軸直角方向のひびわれが確認されている。これを式-1によって156.8kN荷重の载荷回数に換算すると、3,000万回から6,800万回

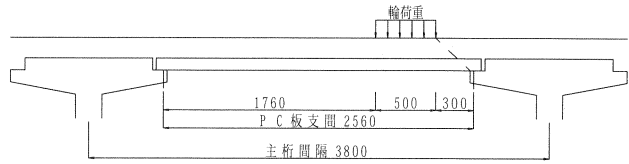


図-3 荷重の偏載荷モデル

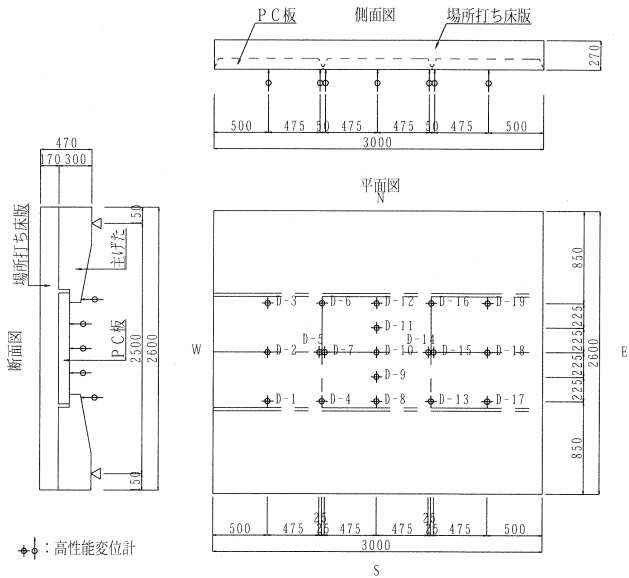


図-4 高性能変位計設置位置

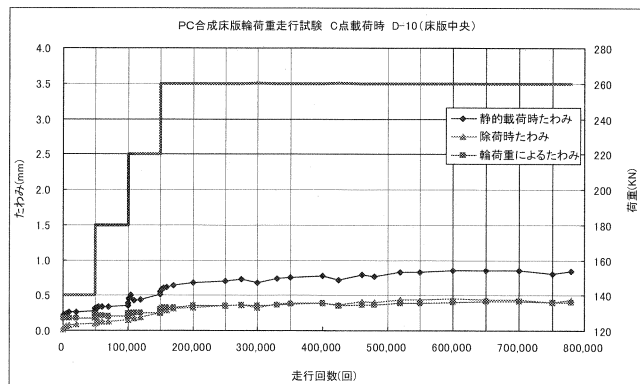


図-5 支間中央におけるたわみと载荷回数の関係

の間に最初のひびわれが生じたことになる。一方、本実験においても同様の換算回数を計算すると、3,600万回から5,500万回の間に最初のひびわれが生じており、ほぼ同様の換算回数で最初のひびわれが生じていることがわかった。

載荷試験終了後、支間中央およびP C板継目部の3箇所を橋軸直角方向に切断して内部の状況を確認した。切断面のひびわれ発生状況を図-7に示す。ひびわれは、P C板継目部の継目工時に打設した無収縮モルタル部に生じていた。また、ジョイントフィラー工時に打設した無収縮モルタルと主げたの界面の付着が切れているようなひびわれが観察された。しかし、このひびわれはアセトン塗布しないと観察できないような微細なものであった。一方、主げた上フランジ切欠き支点部および場所打ち床版部にひびわれは観察されなかった。

無収縮モルタルは、設計計算上考慮されていないことから、微細なひびわれが生じていても問題とはならないと考えられる。また、床版のコンクリートおよび主げた切欠き支点部のコンクリートにはひびわれが認められなかったことから、耐久性に関しても特に問題とはならないものと考えられる。

4. おわりに

以上の実験より、以下の点が確認された。

- (1) P C合成床版は、既往の実験におけるR C供試体と同等と考えられる輪荷重走行回数を載荷した後もほとんど損傷はみられず、当初と同等の耐荷力を有していると考えられ、少なくともR C供試体以上の疲労耐力を有していることが確認された。
- (2) 供試体鉛直変位の計測結果から、剛性の低下はほとんどないものと判断された。
- (3) ひびわれは、荷重が最大荷重260kNに達した後に発生し、供試体側面および主げた上フランジ切欠き支点部下面、P C板下面の順に進展し、その後増加したが、260kNを31万回載荷させた以降は新規ひびわれの発生は減少した。
- (4) 切断面には、無収縮モルタル部に微細なひびわれが確認されたが、主げた切欠き支点部、P C板および場所打ち床版にひびわれは確認できなかった。

参考文献

- 1) 岡原、藤城、西川、神田ほか：コンクリート橋の設計・施工の省力化に関する共同研究報告書(Ⅱ) — P C合成げた橋 (P C合成床版タイプ) —, 共同研究報告書第215号, 1998.12
- 2) P Cコンボ橋 設計・施工の手引き, 社団法人プレストレスト・コンクリート建設業協会, 2004.5
- 3) 設計・製造便覧 JIS A 5373-2004 推奨仕様 2-2 道路橋橋げた用セグメント, 社団法人プレストレスト・コンクリート建設業協会, 2004.9
- 4) 設計・製造便覧 JIS A 5373-2004 推奨仕様 2-3 合成床版用プレキャスト板, 社団法人プレストレスト・コンクリート建設業協会, 2004.9

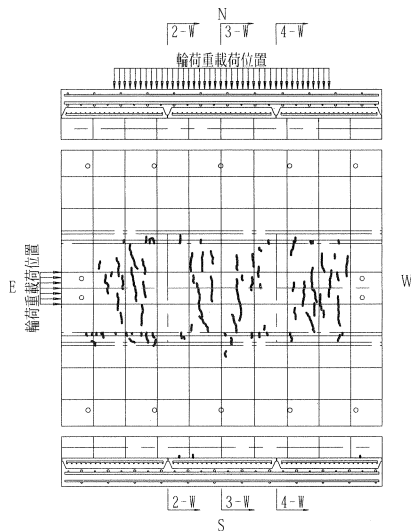


図-6 床版下面のひびわれ状況

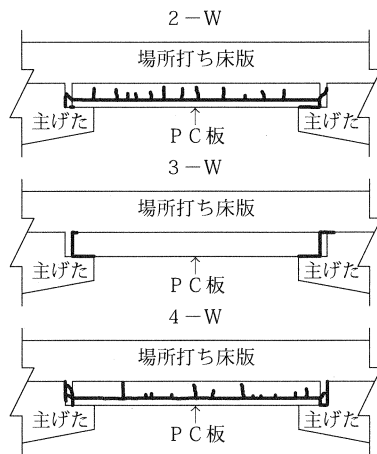


図-7 切断面のひびわれ状況