

長支間FRP合成床版の静的載荷試験

日本道路公団 小松原昭則 (株)酒井鉄工所 正会員 石崎 茂
 (株)酒井鉄工所 正会員 久保圭吾 大阪大学大学院 フェロー 松井繁之

1. まえがき

鋼橋では、近年のコスト縮減の観点から少主桁化が進み、床版支間が長大化してきている。このため、高い耐久性を有し、かつ長支間に対応できる高強度床版が求められており、これらを解決できる床版の1つとして、FRP合成床版が開発されている。本床版に関しては、すでに輪荷重走行試験機による疲労試験でその耐久性が確認され¹⁾、標準的な支間（床版支間2.5m）の実橋施工により施工性に優れることも確認されている。¹⁾ 今回、東海北陸自動車道の北谷橋（床版支間5.2m）にFRP合成床版を採用するにあたり、長支間床版とした場合の型枠としての剛性および合成床版としての耐荷力を確認するため、ほぼ実物大の供試体による載荷試験を行った。ここでは、この載荷試験による静的耐荷力について報告すると共に、構造の簡素化を目的にハンチを省略した構造の妥当性についても報告する。

2. 試験概要

北谷橋の断面形状は、図-1に示すとおりであり、床版は、支間5.2m、厚さ26cmで、FRPパネルのリップ高は18cmのものを使用している。しかし、FRP材の入手の関係で、載荷試験では、リップ高さ16cmのものを使用することとした。このため、図-2に示すように、床版支間、主桁腹板間隔、床版張り出し長及び床版厚などを、実橋の約90%に縮小した供試体とした。供試体の橋軸方向の幅は、FRPパネル1枚分に相当する2.4mとし、橋軸方向に無限な連続版のたわみ性状と近似させるため、供試体端部を鋼板により補強した。コンクリートは、実橋に使用するものと同様の、設計基準強度 $c_k = 30\text{N/mm}^2$ （実強度 40.5N/mm^2 ）の膨張コンクリートを使用した。載荷は、載荷フレームより油圧ジャッキを用いて行い、載荷位置は、曲げモーメントが最大となる載荷ケース、せん断力が最大となる載荷ケース、および、片持ち部に載荷するケースの3種類とした。荷重は、一輪当たりのT荷重(100kN)に、衝撃係数を乗じた荷重(137kN、2輪で275kN)を基準とし、これの約1.8倍の500kNまで単調増加させた。このときの計測は、床版のたわみ、および、FRP・鉄筋のひずみ等とした。

3. 試験結果および考察

FRPパネルは、支保工を兼用するので出来形確保のため、コンクリート打設時のたわみを1/500程度に制限している。これに対し、コンクリート打設時のたわみは、図-3に示すように、支間部、片持ち部ともに計算値とほぼ一致しており、問題ないことが確認された。また、コンクリートミルクの漏れ等もほとんど観察されなかったことから、型枠としての機能も十分満足していることも確認された。

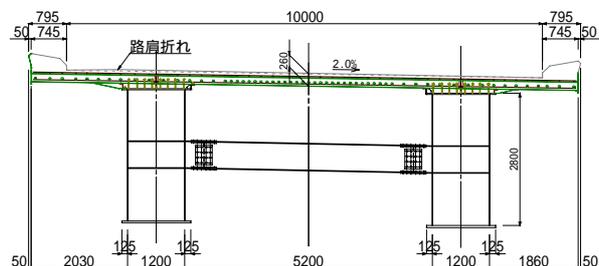


図-1 北谷橋の断面形状

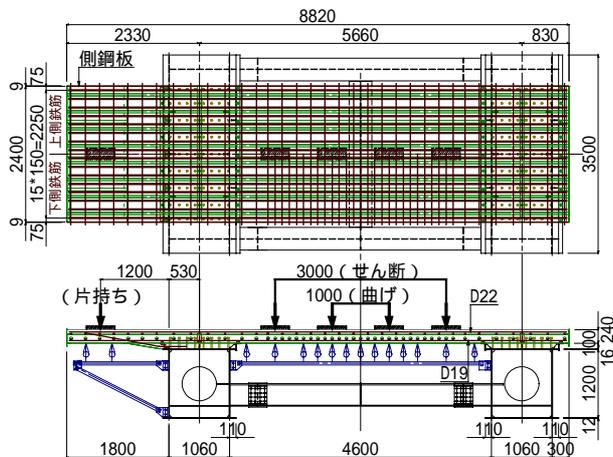


図-2 供試体の形状

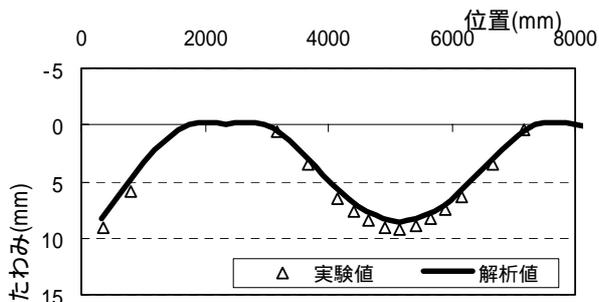


図-3 コンクリート打設時のたわみ

キーワード：合成床版，長支間床版，静的耐荷力

590-0831 大阪府堺市出島西町3-1 酒井鉄工所 TEL 072-244-1521 FAX 072-245-3626

図 - 4 に曲げ試験における支間中央での荷重とたわみの関係を示す。これより、基準荷重275kN程度まで、ほぼ全断面有効の理論値に近いたわみ性状を示し、その後、荷重の増加とともにコンクリートのひび割れにより引張無視の理論値へと近づいていくことがわかる。図 - 5 に、曲げ試験での床版支間方向のたわみ分布を示す。これより、たわみ形状は、200kN程度の荷重ではほぼ全断面有効の計算値と一致していることがわかる。しかし、最終の500kNの荷重におけるたわみ分布は、主桁上の回転変形を固定した計算値と、自由とした計算値の間に位置している。これは、主桁の回転変形の影響と考えられる

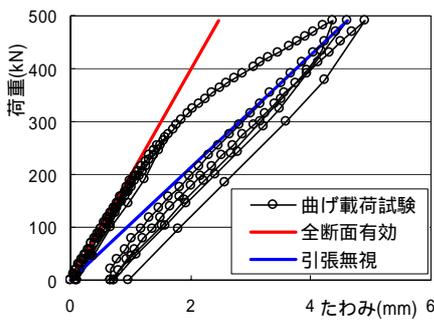


図 - 4 荷重 - たわみ曲線 (曲げ試験)

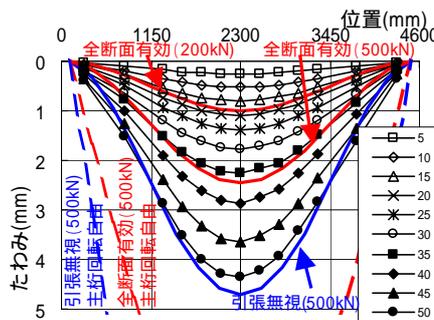


図 - 5 たわみ分布 (曲げ試験)

図 - 6 に支間中央における断面内のひずみ分布を示す。これより、500kN 載荷時でも中立軸の位置は引張無視の計算値まで達しておらず、ひずみ分布もほぼ平面保持しており、十分な耐荷力を有していることがわかる。また、ひずみの分布形状から、FRPと鉄筋コンクリート間でずれが生じず、一体となって作用していることがわかる。図 - 7 に、せん断試験における支間中央の荷重とたわみの関係を示す。これより、たわみが載荷初期より全断面有効の計算値より大きく、引張無視に近い値を示していることがわかる。これは、先に行われた曲げ試験により、すでに床版にひび割れが生じ、剛性が低下していたためである。次に、ハンチ省略の妥当性を調べるため、ハンチを省略している支間部の曲げ載荷と、ハンチを有する片持ち部の載荷における主桁近傍のひずみを比較した。ただし、同一条件で比較を行うため、支間部曲げ載荷における基本荷重275kN(137 × 2)による曲げモーメントの計算値 (142kN・m) と等価な曲げモーメントが片持支持部に作用する荷重(124kN)でのひずみ値により比較した。図 - 8 に、このときの主桁近傍におけるひずみ分布を示す。これより、FRP下面の主桁近傍に3枚のひずみゲージを貼付したハンチ無し(左)のひずみがほぼ直線分布していることから、ハンチを省略したことによる局所的なひずみの急増はみられないことがわかる。また、コンクリート上面、FRP下面の主桁近傍のひずみは、ハンチ有りの場合、ハンチを省略した場合より小さく、応力が緩和される傾向がみられる。しかし、ひずみは、ハンチを省略した場合でも全断面有効の計算値以下であり、実用上問題ないと考えられる。

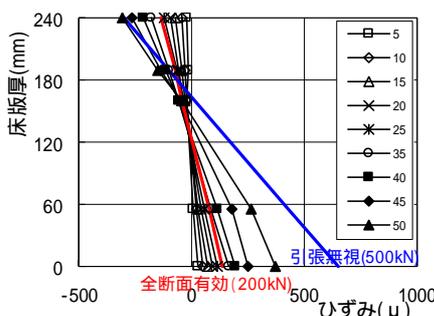


図 - 6 断面内のひずみ分布 (曲げ試験)

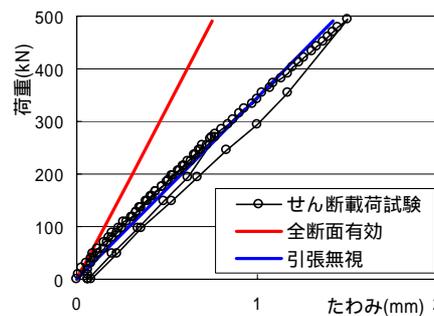
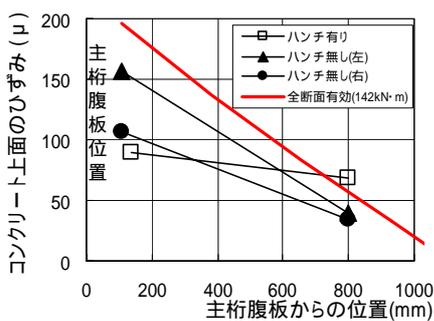
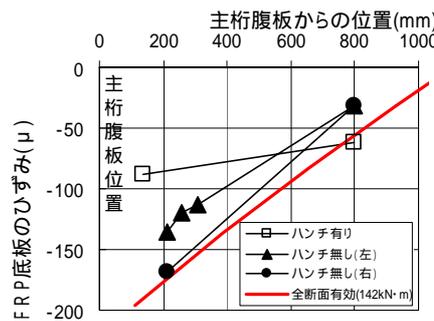


図 - 7 荷重 - たわみ曲線 (せん断試験)



(a) コンクリート上面



(b) FRP下面

図 - 8 主桁近傍のひずみ分布

図 - 8 に、このときの主桁近傍におけるひずみ分布を示す。これより、FRP下面の主桁近傍に3枚のひずみゲージを貼付したハンチ無し(左)のひずみがほぼ直線分布していることから、ハンチを省略したことによる局所的なひずみの急増はみられないことがわかる。また、コンクリート上面、FRP下面の主桁近傍のひずみは、ハンチ有りの場合、ハンチを省略した場合より小さく、応力が緩和される傾向がみられる。しかし、ひずみは、ハンチを省略した場合でも全断面有効の計算値以下であり、実用上問題ないと考えられる。

4. まとめ
 今回の載荷試験により、FRP合成床版は、長支間床版に適用した場合でも十分な耐荷力を有していることがわかった。また、ハンチの有無による主桁近傍でのひずみより、ハンチを設けることにより応力が緩和される傾向はみられるが、ハンチを省略した場合でも、全断面有効の計算値以下であり実用上問題ないことがわかった。

4. まとめ

今回の載荷試験により、FRP合成床版は、長支間床版に適用した場合でも十分な耐荷力を有していることがわかった。また、ハンチの有無による主桁近傍でのひずみより、ハンチを設けることにより応力が緩和される傾向はみられるが、ハンチを省略した場合でも、全断面有効の計算値以下であり実用上問題ないことがわかった。

参考文献

1) 望月・花田・石崎・久保・松井：FRP合成床版の実橋への適用例と疲労耐久性評価、土木学会、第1回FRP橋梁に関するシンポジウム論文集、2001、pp65～pp72