

(64) 新素材PC橋の実橋載荷試験

石川県土木部道路建設課橋梁係長 二口 俊郎
 同 技師 駒田 秀一
 (株)ピー・エス 北陸支店 木内 武夫
 同 ○松本 一昭

1. はじめに

能登半島の厳しい塩害環境下での橋梁建設にあたり、石川県は、鋼材腐食に対する根本的な対策として、昭和63年に新素材(カーボン繊維)を緊張材に用いた最初のPC橋「新宮橋」を建設した。

「新宮橋」では、長期的な観測と将来取り出し、試験をするために、地覆の外側に荷重分配がなされる形で試験桁が架設されている。この試験桁には、スパンセンターの上下にコンクリートひずみ計が埋設されており、CFRP緊張材にはスパンセンターから桁端まで鋼材ひずみ計を貼り付け、建設以来約3年間に亘り、各ひずみの長期的な経時変化を測定してきた。

継続測定の結果によれば、CFRP緊張材のひずみの経時変化は、スパン中央と桁端および、その中間の三つのひずみはどれも同様の変化を示していた。このことは、当初研究課題とされたコンクリートとCFRP緊張材の線膨張係数の違いによる付着切れが発生していないことを示しているものと判断される。しかし一方では各ひずみは多少引張傾向に移行しており、ひずみゲージや接着材の劣化などに起因すると考えられる不確実な変化も示している。

そこで今回、実荷重による載荷試験を実施し、短期荷重に対してのCFRP緊張材のひずみ分布を測定し付着切れの問題を明確にすると共に、コンクリートの応力および各点の変位を測定することにより、本橋の耐荷力を検討し、PC構造物の緊張材へのCFRPの有効性を検証することとした。

2. 試験概要

2-1 新宮橋の概要

新宮橋の概要は以下のようである。

- 種 別 プレストレストコンクリート道路橋
- 形 式 プレテンション単純中埋合成床版橋
- 活荷重 TL-20(1等橋)
- 橋 長 6.100m
- 桁 長 6.060m
- 支 間 5.760m
- 幅 員 7.000m
- 斜 角 90°

本橋の一般断面および主桁断面寸法を図-1、図-2に示す。

2-2 測定項目

図-3に試験桁に取り付けた各ひずみ計の位置を示す。CFRP緊張材には、スパン中央より30cmピッチで12点、コンクリート埋設用のひずみ計はスパンセンターの上下に2点取り付けられている。これらのひずみ計は桁製作時点で取り付けられ、長期測定を行ってきたものである。

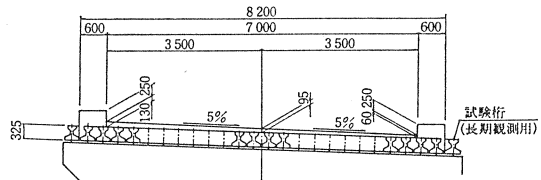


図-1 一般断面図

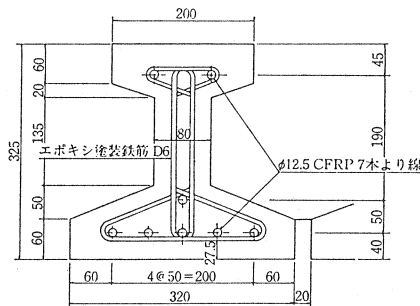


図-2 主桁断面図

さらに今回、試験桁スパン中央の上下縁にコンクリート表面ひずみ計をつけた。又、主桁のたわみ変位計をスパン中央と両支点、合計9点取り付け計測した。

2-3 荷重荷重と荷重Case

試験荷重として20tダンプ2台を使用した。試験に際し、ダンプは所定計量所で後輪荷重の重量を測定した結果次のようであった。

山側荷重用ダンプ

総重量21.39t 後輪重量15.90t

海側荷重用ダンプ

総重量22.03t 後輪重量16.76t

図-4には荷重荷重図を、表-1には、荷重Caseと荷重条件および測定No.を示す。

荷重 NO.	荷重条件	荷重 CASE
0	無 負 荷	
1	ダンプ1台山側	CASE 1
2	ダンプ1台山側 10分後	
3	ダンプ徐荷 直後	
4	ダンプ徐荷 10分後	
5	ダンプ1台海側	CASE 2
6	ダンプ1台海側 10分後	
7	ダンプ徐荷 直後	
8	ダンプ徐荷 10分後	
9	ダンプ2台載荷	CASE 3
10	ダンプ2台載荷 10分後	
11	ダンプ徐荷 直後	
12	ダンプ徐荷 10分後	

表-1 荷重Caseと荷重条件

3. 測定結果

3-1 コンクリートのひずみ

図-5は、スパン中央でのコンクリートのひずみを埋設ゲージで測定した結果である。図は、縦軸に桁上縁側の圧縮ひずみ、および桁下縁側の引張ひずみを取り、横軸に、測定順序に従ってプロットしたものであり、実測値と計算値を対比してある。測定番号1, 2は山側にダンプ1台載荷、5, 6は海側にダンプ1台載荷、9, 10はダンプ2台載荷した時を表わしている。

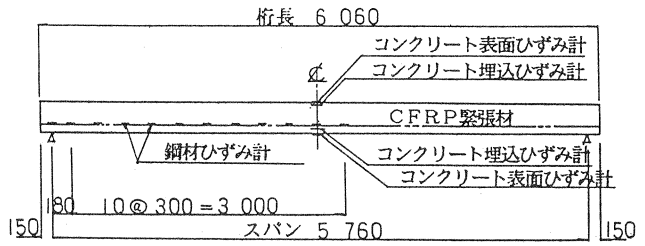


図-3 各ひずみ計の位置図

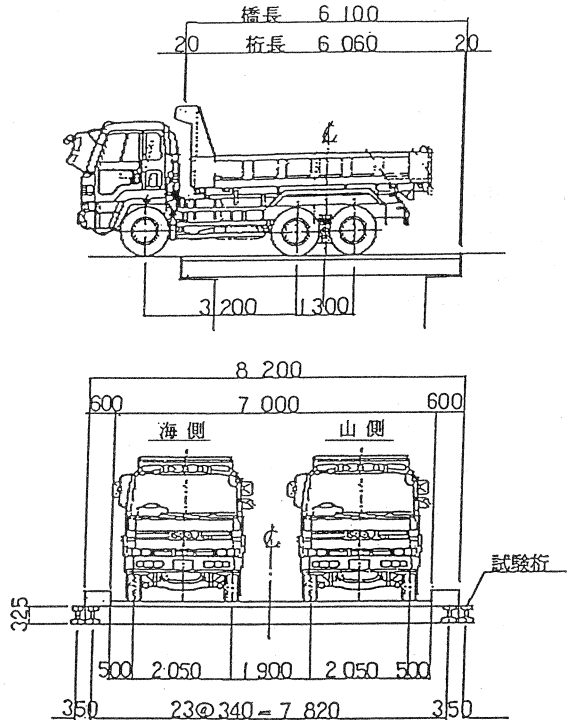


図-4 荷重荷重図

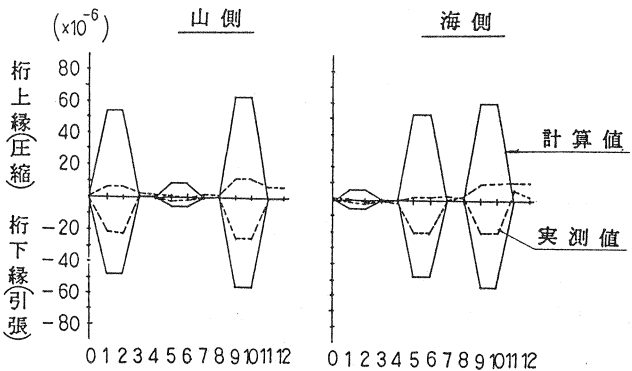


図-5 コンクリートのひずみ

図-6は、スパン中央での桁上下縁のコンクリート表面ひずみを図-5同様にして表わしている。

計算値を算出するに際しては、抵抗断面は主桁および間詰めコンクリートの橋体のみと考え、又、ヤング係数は $4.0 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$ と仮定して求めた。実測ひずみが計算値よりかなり小さい値を示しているが、これは、地覆コンクリートや試験桁が橋体に合成され、橋体の剛度が大きくなっていることや、ヤング係数の仮定の違いによるものと思われる。

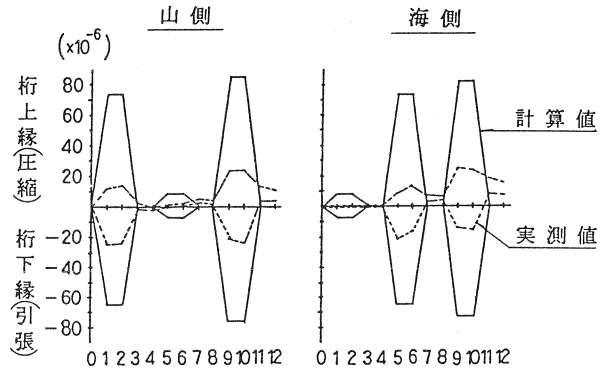


図-6 コンクリート表面のひずみ

3-2 CFRP緊張材のひずみ

CFRP緊張材のひずみ変化を図-7に示す。コンクリートひずみと同様に測定順序に従ってプロットし、実測値と計算値を対比した。山側及び海側試験桁の12点のゲージの内、支点部付近、スパン中央部およびその中間部の各3点ずつを図示した。

図-8は、同じCFRP緊張材のひずみを桁方向に沿って各点のひずみをプロットし、荷重が載荷された時のひずみ分布を表わしたものである。

CFRP緊張材ひずみの計算値は、支点部を0とし載荷点までを直線変化として求めた。

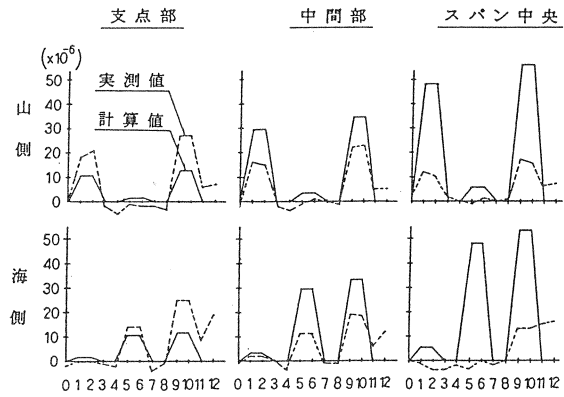


図-7 CFRP緊張材のひずみ変化

3-3 スパン中央のたわみ

各載荷Caseにおけるスパン中央のたわみ状況を図-9に示す。

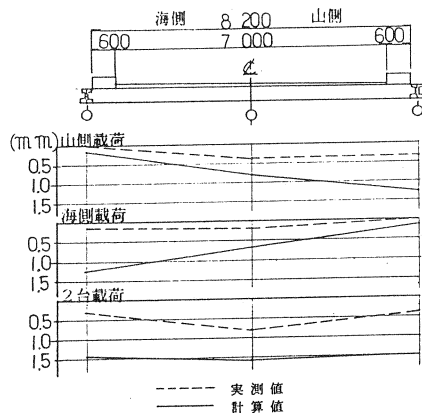


図-9 スパン中央の変位

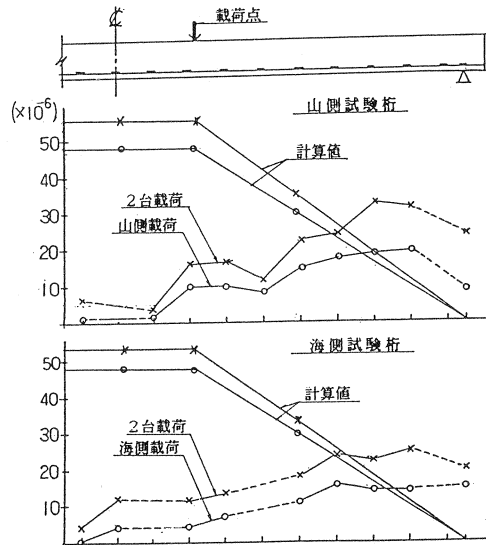


図-8 CFRP緊張材のひずみ分布

4. 測定結果に対する考察

4-1 コンクリートひずみ

先に記したように、実測コンクリートのひずみは計測値に比べてかなり低くなっている。これは地覆の影響が大きいものと思われる。今、地覆コンクリートが主桁断面に合成されたものとして諸数値を求めると、

	単位	計算値	山側換算	海側換算
地覆高さ	cm	0.0	31.0	38.0
断面二次モーメント	cm ⁴	83,200	194,100	250,600
断面係数(上縁)	cm ³	4,348	16,200	23,400
" (下縁)	cm ³	4,886	9,470	11,500

表-2 地覆換算断面諸数値

表-2のようになる。山側と海側の地覆高さが違うのでそれぞれ別に求めた。

桁下縁の断面係数では、山側で計算値の約2倍、海側で2.4倍、桁上縁では、山側で3.7倍、海側で5.3倍となっている。この比で図-5、図-6のコンクリートひずみの計算値を下げるとほぼ実測値に近い値となり、荷重に対して橋体は正常な挙動を示しているものと判断される。

4-2 CFRP緊張材のひずみ

図-7、図-8にCFRP緊張材のひずみ変化と分布を示した。図より明らかなように、CFRP緊張材の実測ひずみは計算値とは一致せず、特に、桁方向に沿ったひずみ分布では、スパン中央付近より桁端の方が大きい引張が作用していることを示している。この原因としては、1)、桁長(6.06m)に比べ2点载荷の間隔(ダンプの後輪間隔1.3m)が長く、曲げモーメントの分布と緊張材のひずみ分布が一致しないこと、2)、支点付近ではせん断力による影響が考えられること、などがあげられる。

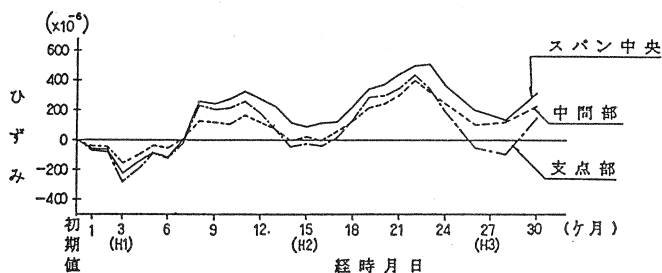


図-10 CFRP緊張材のひずみ経時変化

図-10に建設以来30ヶ月に亘り測定したCFRP緊張材ひずみの経時変化を示した。図から、スパン中央と桁端および、その中間の三つのひずみは、全体として引張側に移行しているが傾向としては同じ変化を示していることがわかる。

以上のことから、ひずみゲージの長期の経年によるクリープ、接着材の劣化、およびリード線の劣化に起因すると考え

られる不確実な要素はあるにしても、桁端付近でのコンクリートとCFRP緊張材の付着切れはないものと判断される。

4-3 スパン中央のたわみ

図-9に示すスパン中央のたわみについても、地覆の影響がかなり大きい。影響が小さいと思われる幅員中央で実測たわみは計算値の約50%、両耳桁で20~30%となっている。地覆コンクリートが各主桁の剛度にどの程度の影響を及ぼすかを数値的に出すことは困難だが、橋としての耐荷力に影響を及ぼしていることは明らかである。

5. まとめ

今回の载荷試験で明らかになったことは、载荷によるコンクリートのひずみ(応力)および桁のたわみから本橋は20t荷重に対して十分な耐荷力を有していること、従って、CFRP緊張材がプレテンション桁の緊張材として充分その役割を果たしていると判断されることである。

問題点としては、CFRP緊張材に貼ったひずみゲージの経年による劣化の状況が把握できず、载荷によるCFRP緊張材に働くひずみ分布が今一つはっきりしなかった点にある。

(参考文献)

- 1) 新素材(炭素繊維複合材)を用いたPC橋 安達, 山下 土木施工 Vol 30 No.5
- 2) 新素材によるPC橋 山下, 木内, 犬飼, 岩崎 プレストレスト・コンクリート Vol 31 No.2