

(13) 瀬戸川橋実物大試験

日本道路公団静岡建設局静岡工事事務所

黒岩 正

日本道路公団静岡建設局静岡工事事務所

後藤 昭彦

㈱富士ピー・エス(㈱安部工業所 共同企業体 正会員)

吉田 光秀

㈱富士ピー・エス(㈱安部工業所 共同企業体 正会員)

広瀬 博行

1. はじめに

第二東名高速道路瀬戸川橋は固定支保工および張出架設で建設されるPC連続箱桁橋である。主桁の軽量化と下部工形状縮小の目的から、張出床版長が4.070mの一室箱桁形状とした。張出し床版と中間床版とのモーメントバランスを改善する目的で、張出し床版にリブを配置した。主方向PC鋼材は、張出架設鋼材および連続鋼材(スパンケーブル)とも外ケーブル(19S15.2)を用いている。

張出床版部にリブを配置しているため、張出床版部に作用する活荷重によりリブを介しウェブに断面力が発生する。この断面力に対して補強ブロックでウェブ補強を行った。張出架設部の補強ブロックはウェブの補強と外ケーブルの定着ブロックを兼用することとした。

細部構造は3次元FEM解析を行い決定し、橋軸直角方向1/2の実物大モデルを製作しプレストレス導入時計測、張出先端部に設計荷重相当の載荷試験を行い設計の安全性を確認した。

本文では、プレストレス導入時計測および載荷試験について報告する。

2. 試験体概要

桁 高 : 張出架設部の支間中央部の高さ2.3mとした。

幅 員 : 実橋箱桁幅の片側1/2モデルとした。

試験体ブロック数 : 実施工を再現するため、2ブロックに分割し製作した。外ケーブル、横締めプレストレスを各ブロック毎に導入した。

試験体の構造概要を図-1に示す。

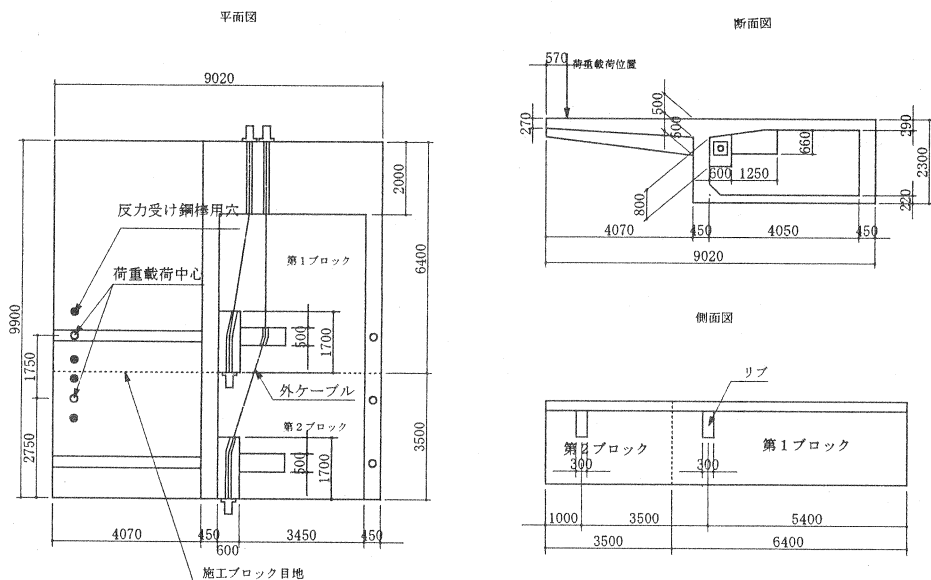


図-1 試験体形状図

3. 実験目的・項目

①大容量外ケーブル (19S15.2B) の緊張およびリブを介して伝達される荷重の影響に対して、定着部近傍およびウェブの発生応力をFEM解析値と比較し構造物の安全性を確認する。

②以下に示す設計方針の検証を行う。

- a. 主要部材にひび割れを発生させない
- b. 定着部には有害なひび割れを発生させない。

4. 実験方法

1) プレストレス導入時計測

実構造物における初期導入張力が 3453kN より、外ケーブル定着試験においては 3530kN のプレストレスを導入した。プレストレスの導入は、1ブロック製作時および2ブロック製作時の2回に分けて導入した。

プレストレス導入時のコンクリート圧縮強度は、 30.4N/mm^2 以上とした。

計測はポンプの圧力計示度で 5N/mm^2 (373.3kN) ごとに各ひずみを計測し、ひび割れ発生を目視で確認した。

図-2にプレストレス導入時計測要領を示す。

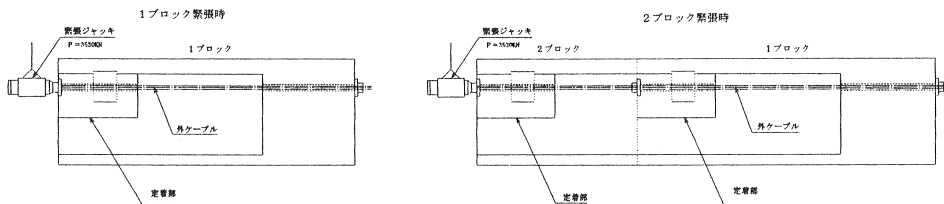


図-2 プレストレス導入時計測要領

2) 載荷試験

載荷試験はリブ間載荷とリブ上載荷に着目し、油圧ジャッキを用いて荷重を載荷した。リブ間載荷、リブ上載荷の順番で行った。

荷重の載荷位置は、床版先端の実構造物におけるT荷重載荷位置とした。油圧ジャッキにより載荷する荷重は外ケーブルおよびリブがウェブに与える局部応力の影響が最も大きい定着部下側に着目し、FEM解析を用いた設計時と同等の応力が発生する荷重とした。

図-3に載荷試験要領、図-4と表-1に載荷荷重および載荷基本サイクルを示す。

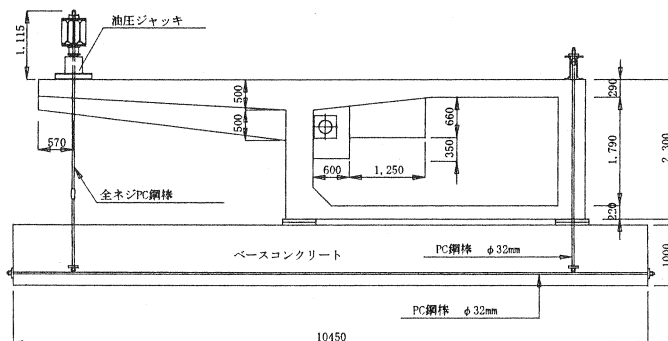


図-3 載荷試験要領図

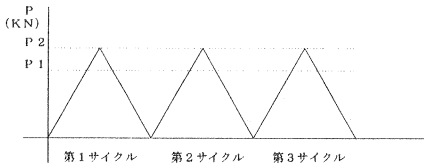
表-1 荷重試験荷重

リブ間荷重

各荷重状態の主応力(σ_1)を示す。 (+):引張 (N/mm²)

	荷重 P(kN)	載荷状態		コンクリート着目点 主応力状態(σ_1)	
		第1ﾌﾟﾛｯｸ	第2ﾌﾟﾛｯｸ	第1ﾌﾟﾛｯｸ	第2ﾌﾟﾛｯｸ
	0.0 (0.0t)			1.2	1.6
	39.2 (4.0t)	D	D	1.4	1.7
P1	132.4 (13.5t)	D+L		1.6	2.1
P2	155.9 (15.9t)		D+L	1.8	2.2

D:死荷重(設計時)
L:活荷重(設計時)
*自重、床版横締めプレストレスの影響を含む。



※載荷サイクルはP2荷重まで3回載荷を基本とした。

図-4 基本載荷サイクル

リブ上載荷

各荷重状態の主応力(σ_1)を示す。 (+):引張 (N/mm²)

	荷重 P(kN)	載荷状態		コンクリート着目点 主応力状態(σ_1)	
		第1ﾌﾟﾛｯｸ	第2ﾌﾟﾛｯｸ	第1ﾌﾟﾛｯｸ	第2ﾌﾟﾛｯｸ
	0.0 (0.0t)			1.2	1.6
	27.5 (2.8t)	D		1.4	1.6
	62.8 (6.4t)		D	1.5	1.7
P1	105.9 (10.8t)	D+L		1.6	1.8
P2	219.7 (22.4t)		D+L	2.1	2.2
	298.1 (30.4t)	17ﾌﾟﾛｯｸ 1.3×D+2.5×L		2.5	2.5
P3	360.9 (36.8t)	17ﾌﾟﾛｯｸひび割れ発生		2.7	2.6
P4	392.3 (40.0t)	27ﾌﾟﾛｯｸひび割れ発生		---	2.7
	596.2 (60.8t)	27ﾌﾟﾛｯｸ 1.3×D+2.5×L			
	809.0 (82.5t)	17ﾌﾟﾛｯｸ補強鉄筋許容値		180.0 (鉄筋応力)	
	955.2 (97.4t)	27ﾌﾟﾛｯｸ補強鉄筋許容値			180.0 (鉄筋応力)
Pmax	980.7 (100.0t)				

*自重、床版横締めプレストレスの影響を含む。
※ひび割れ発生荷重:
試験体自重+横締めプレストレス+外ケーブルプレストレス+載荷荷重の載荷状態で、着目部に発生する最大主応力がコンクリートの引張応力 $\sigma = 2.7\text{N/mm}^2$ となる場合の載荷とする。

3) 主な計測点と計測値の比較方法

プレストレス導入時計測および荷重試験では、定着部・ウェブ・上床版のコンクリートひずみ、コンクリートひずみ計測点とほぼ一致させた鉄筋ひずみを計測した。

応力の分布が複雑となる定着部近傍のコンクリート表面ひずみは3方向のひずみを計測しコンクリート面の主応力を算出した。

コンクリート表面主応力の計測値は平面のひずみを計測するため、3次元FEM解析値からコンクリート面(2次元)の主応力に換算し比較を行った。計測値は全てFEM解析値と比較を行った。

定着部近傍の主な計測点を図-5に示す。

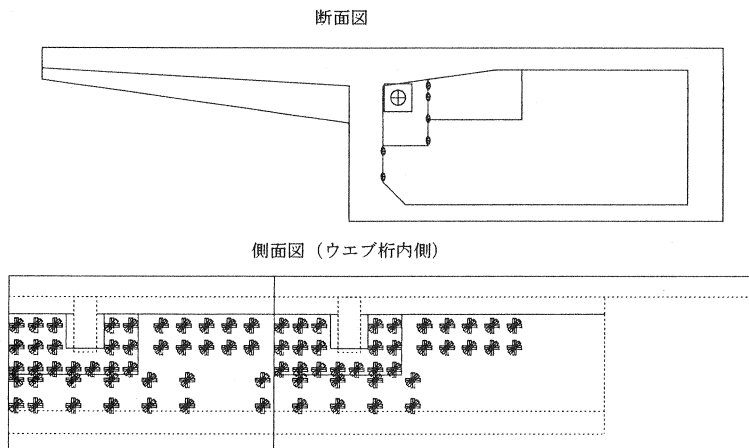


図-5 桁内側ウェブ・コンクリートひずみ計測位置

5. 実験結果

1) プレストレス導入時計測

定着具近傍の定着部側面に微細なひび割れが発生した。このひび割れは、緊張力 2981kN で発生し、3354kN まで伸展が確認された。

定着部近傍のひび割れは F E M 解析による最大主応力が 3.0N/mm² を越える位置に発生している。ひび割れの発生方向も解析値とほぼ一致している。

第1ブロック緊張時に発生したひび割れを図-6示す。このひび割れ幅は 0.04mm 以下であり、ひび割れの伸展は外ケーブル定着後観察されなかった。

図-7に鉄筋ひずみ曲線、コンクリートひずみ曲線を示す。

ひび割れ近傍の鉄筋 (かぶり 45mm) ひずみは発生量が小さく、線形的に推移している。このことから、このひび割れが表面的に発生した微細なもので、定着部の耐荷性能を損なうような有害なひび割れではないと思われる。

コンクリートひずみの挙動からも、緊張力 3000kN 付近でひび割れが発生したことが確認できる

これらの計測結果より、定着部の補強鉄筋量は十分であると思われる。図-8に定着部補強鉄筋配置を示す。

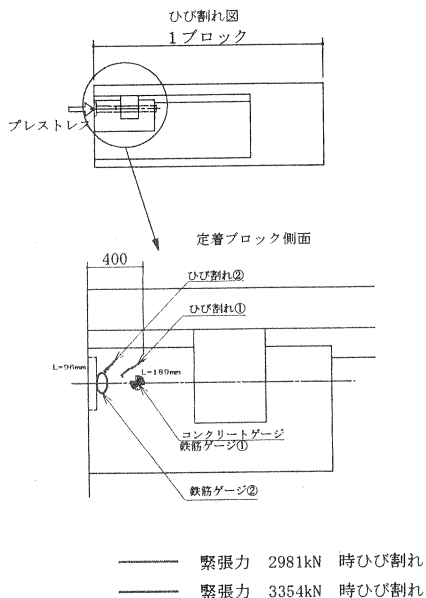


図-6 ひび割れ図

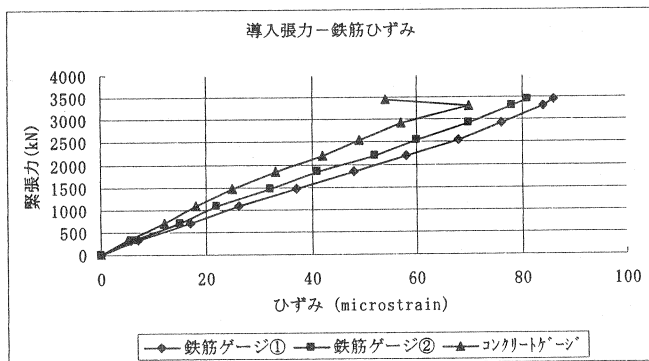


図-7 導入張力-ひずみ図

※ひずみゲージ位置は
図-6に示す。

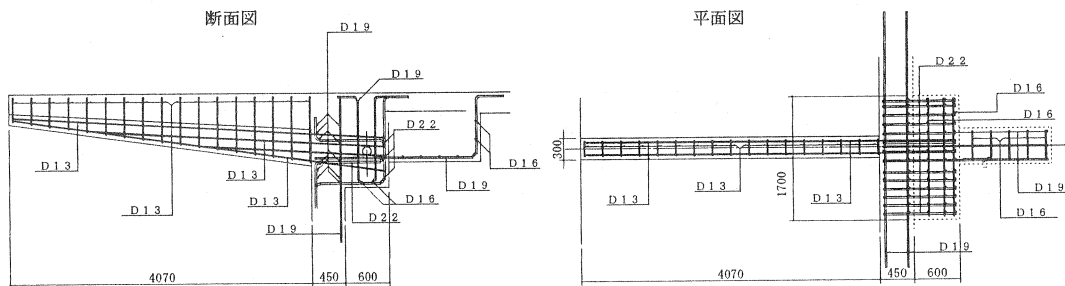


図-8 補強鉄筋配置図

2) 載荷試験

載荷試験ではリブ間載荷とリブ上載荷を行った。リブ上載荷試験結果について報告を行う。

リブ上載荷でひび割れ発生荷重まで載荷を行ったが、ひび割れは観測されなかった。

図-9に載荷試験時に最も大きな主応力が発生した位置のコンクリートゲージ、鉄筋ゲージの位置を示す。

図-10に各ゲージの載荷荷重-ひずみ図を示す。載荷荷重 400kN 付近でコンクリートと1ブロック鉄筋の載荷荷重-ひずみ曲線の傾きが変化している。スターラップのひずみは最大載荷荷重まで線形的に推移している。

このことから、ひび割れ発生荷重を超えた 400kN 付近で定着部下側の表面に鉄筋まで到達するひび割れが発生したと思われる。しかし、鉄筋の極端な応力増加は見られない。

荷重載荷位置の定着部下側の主応力の方向は、ほぼ鉛直方向となっている。

この部分の鉛直方向の応力分布を図-11

に示す。定着ブロック下側では断面が急激に変化し、FEM解析結果でも応力集中の性状を示している。しかし、計測値は比較的なだらかな分布性状を示している。

鉄筋の極端な応力増加が見られないこと、比較的なだらかな応力分布性状を示していることは定着部付近に配置した鉄筋の補強効果によるものと考えられる。

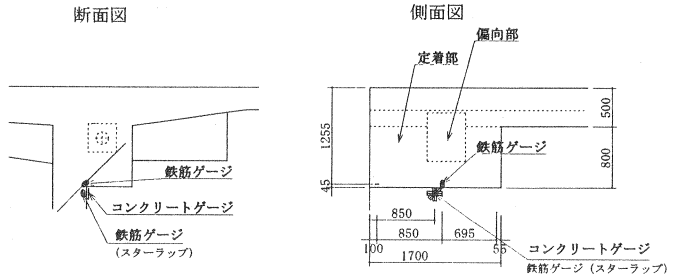


図-9 ゲージ位置図

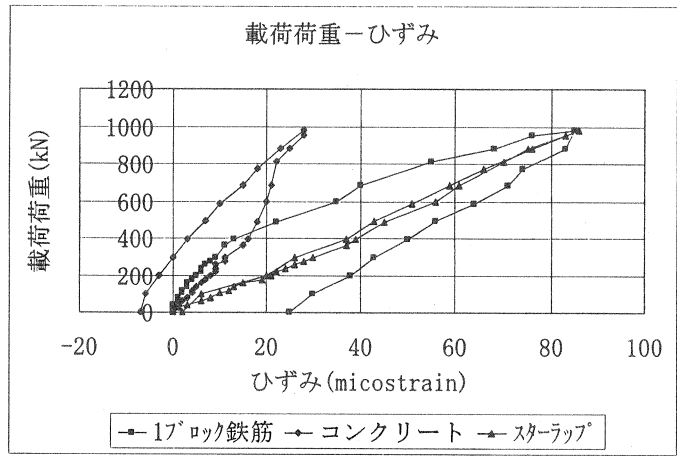


図-10 載荷荷重-ひずみ図

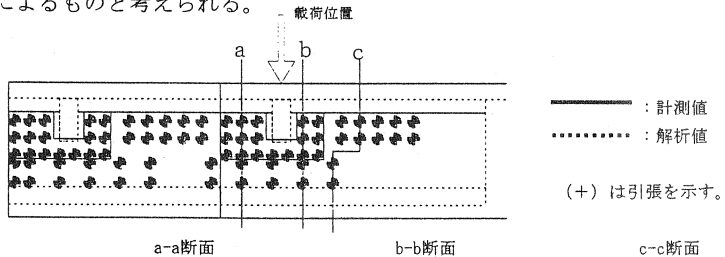


図-11 鉛直方向応力分布

6. まとめ

1) プレストレス導入時計測

①応力分布は、若干のばらつきはあるものの、FEM解析値と計測値はおおむね一致していると考えられる。着目した部位の発生応力の計測値は解析値より小さく問題はないと考えられる

②1ブロック緊張時に定着部側面に発生したひび割れは、表面的な微細なもので、定着部の耐荷性能を損なう有害なものではないと判断できる。プレストレス導入後 20 日経過した後においても鉄筋ひずみに大きな変化は確認されなかった。配置鉄筋量は十分と考えられる。

2) 載荷試験

①断面急変部では、解析値と計測値に若干の差が認められるが、計測値は解析値より小さく安全側の値を示した。

②外ケーブルを定着した状態で載荷試験を行ったが、外ケーブル緊張時に発生したひび割れの伸展は確認されず、補強鉄筋の急激な応力の増加も確認されなかった。

7. おわりに

実物大試験概要紹介となったが、外ケーブルを用いた橋梁は増加すると考えられ、今後の工事において何らかの参考資料となれば幸いである。

最後に、施工にあたり御指導御尽力を頂いた技術検討委員会の諸先生方および関係各位の皆様にご誌上をかりて感謝の意を表します。

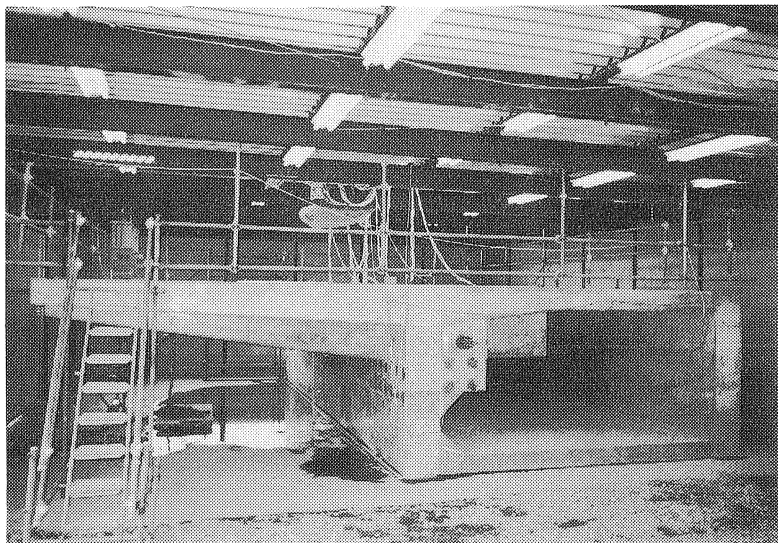


写真-1 試験体形状