

(11) 唐櫃新橋(エクストラードPC橋)の計測管理

阪神高速道路公団 富田 穰
 同上 佐々木 一 則
 (株)ピー・エス 正会員 須田 隆
 同上 正会員 西田 敏之

1. はじめに

本橋は、神戸市の北部、阪神高速道路北神戸線の唐櫃地区に建設されたエクストラードPC箱げた橋である。西行きと東行き分離構造で、それぞれR=400mの平面線形を有している。一般形状(西行き)を図-1に、橋りょう諸元を表-1に示す。¹⁾

エクストラード橋のような斜材を有する橋梁は、施工中に生じる各種荷重や構造系変化および温度の影響等が各部材相互に伝達しあい、構造物の挙動が複雑になる。また本橋の架設地点は急峻な山岳斜面で地形的制約が大きいこと、標準施工の約2/3という短期間で施工を行わなければならないことなど厳しい施工条件が与えられている。^{2) 3) 4)}このような特殊性の高い橋梁の建設を安全にかつ確実に進めるためには、構造物の挙動を常時監視する必要がある。

本橋では、以下に示すような施工中のモニタリングを実施し、電子計算機を用いてリアルタイムに情報を収集し集中管理を行うことによって、成果をおさめることができたので報告する。図-2、写真-1に計測システムの概要を示す。

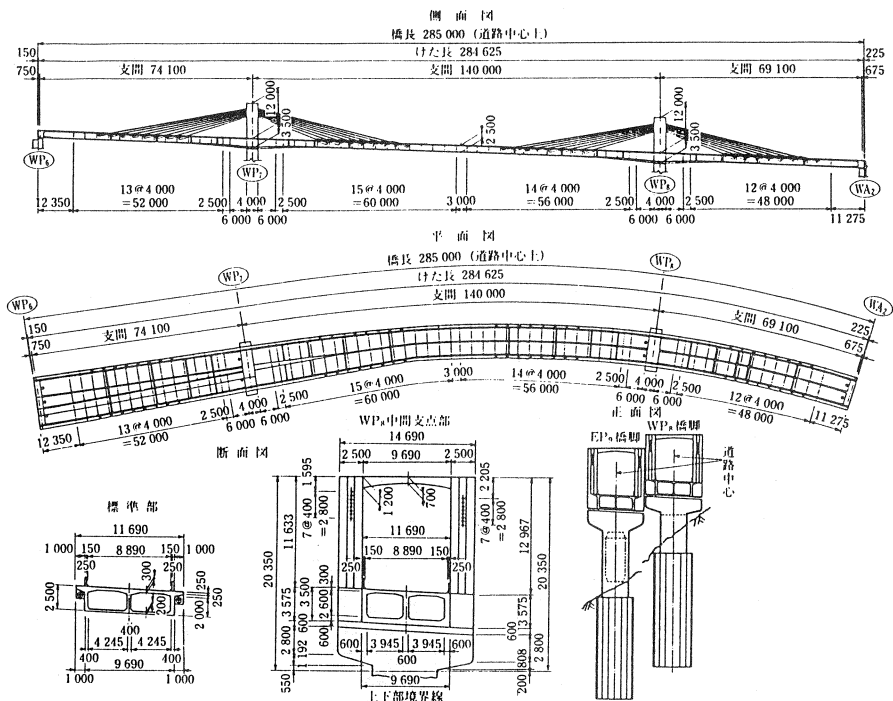


図-1 一般形状図(西行き)

表-1 橋りょう諸元

路線名	阪神高速北神戸線	
架設位置	神戸市北区有野町唐櫃	
道路規格	第2種第2級(設計速度60km/h)	
設計活荷重	B活荷重	
構造形式	3径間連続エクストラードPC箱げた橋	
	西行	東行
橋長	285m	260m
支間	74.1m+140m+69.1m	66.1m+120m+72.1m
有効幅員 (上げた幅)	8.89m~15.355m (11.69m~18.155m)	8.7m~8.89m (11.5m~11.69m)
平面線形	$R=5500m$ ~ $A=200$ ~ $R=400m$	$R=\infty$ ~ $A=200$ ~ $R=400m$
縦断線形	4.0%	
横断線形	2.0%~5.0%	-2.0%~5.0%

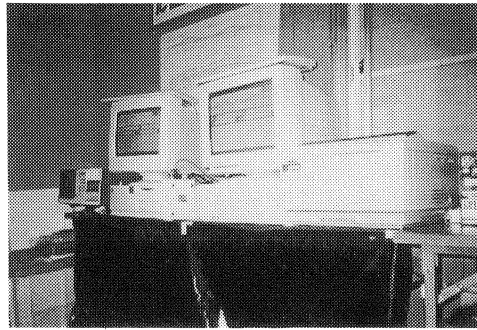


写真-1 パソコンによる集中管理

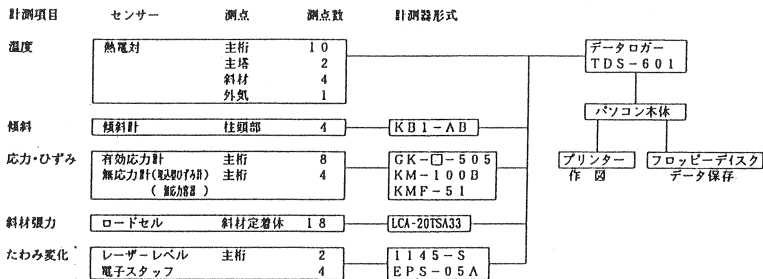


図-2 計測システム

2. 各種計測の必要性と計測方法

(1) 部材の応力に着目した計測

エクストラード橋の構造特性を確認し、解析値の正当性を検証する目的で、斜材及びびげたという主要部材についてその応力に着目した計測を行った。

a) 斜材張力

斜材は軸力のみを受ける部材であるが、斜材張力は施工中の変動荷重によって、時々刻々に変化し、構造物全体の挙動に影響をあたえる。また完成後は活荷重の繰り返し载荷により応力変動を受ける部材でもある。本橋においては斜材張力の最大値を通常のけた橋と同レベルまで許容し、疲労限界に対する余裕量が比較的小さく設定されており、解析値の正当性を検証することは構造上重要な事項である。

西行き橋の斜材を中心に18ケーブルについて張力の経時変化を計測した。マルチケーブルの中心部のストランド1本に小型のロードセル(20tf用)を設置しその張力を測定している(図-3、写真-2)

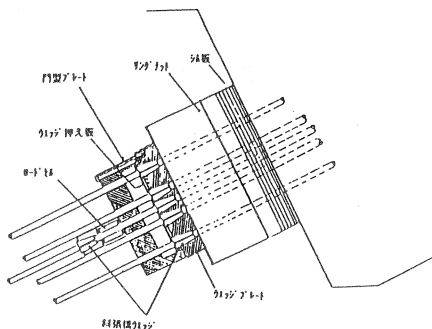


図-3 ロードセル設置位置図

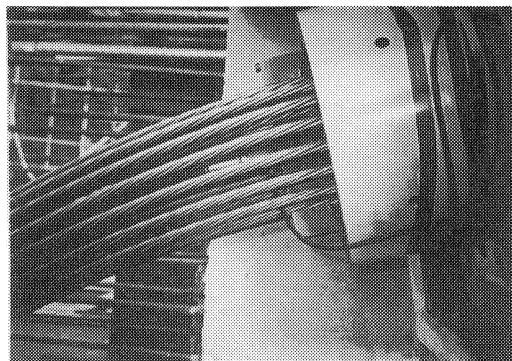


写真-2 ロードセル設置状況

b) 主げたのコンクリート応力度

主げた一般部は、曲げと軸力を受ける部材であるが、様々な種類の変動荷重履歴を受ける部材である。主げたの柱頭部付近は、外力である斜材張力の水平分力が非常に卓越し、構造物の応力特性が顕著となる部分であることから、この部分のコンクリートの応力状態について設計値の妥当性を検証する。

西行きの変り出し施工の1ブロック目に主応力計、無応力計を埋設し、応力度を計測している。

(2) 変位に着目した計測

エクストラロード橋はけた橋と比較して支点付近のけた高を抑えていることから、架設中の変動荷重によるたわみ量が増大する傾向にある。本橋では通常のけた橋と同様な管理基準が採用されており、それに適合させるためには、高度な施工精度が要求される。そこで主げた変位そのものとそれに影響を与える項目について常時計測を行い、結果を迅速に上げ越し計算に反映させる必要がある。

a) 主げたたわみの日変位および主げたと斜材の温度差

一般的な上げ越し管理においては、主げたのたわみ量は定時計測され、主げたに与える温度の影響を画一的に評価しているが、本橋のような急速施工においては、計測時刻が特定できず、温度の影響を無視できない。おもに主げたや斜材の温度差の影響によるが、上げ越し量の補正に反映させる必要がある。

主げたのたわみの日変化は主塔側面に自動レベル(写真-3)を設置しワーゲンに取り付けた電子スタッフ(写真-4)によって計測した。またダミー斜材、主げたウェブおよび上床版に熱電対を設置し、温度を計測した。その相関関係を求め、主げたたわみ量を補正している。

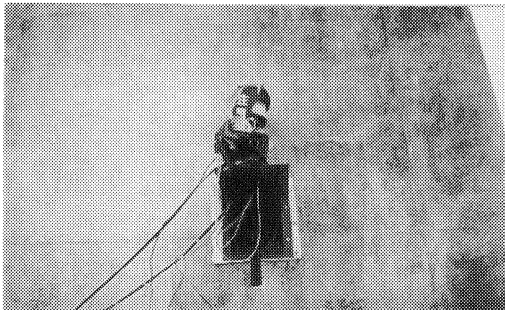


写真-3 自動レベル

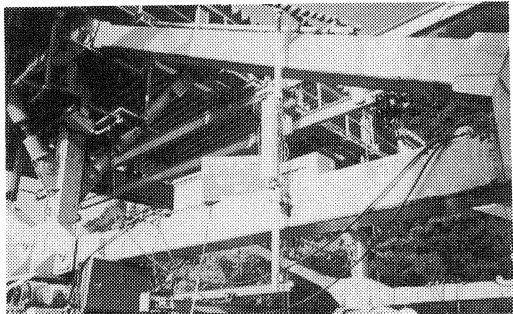


写真-4 電子スタッフ

b) 橋脚の傾斜

張り出し施工を行う橋梁においては、重量的なアンバランスが橋脚の傾斜に影響を与え、ひいては主げたたわみに誤差を与えることになるため、施工ステップごとに傾斜方向を確認する必要がある。

柱頭部の横げた側面に傾斜計(写真-5)を設置し計測した。

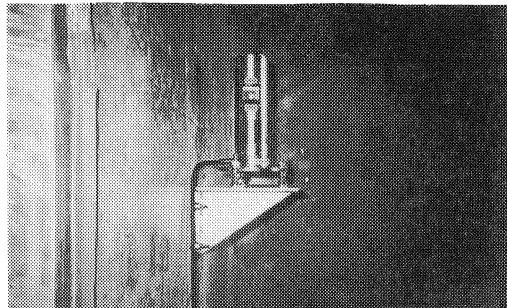


写真-5 傾斜計

4. 計測結果

(1) 部材の応力に着目した計測結果から

本橋の解析は施工中に生じるあらゆる状態の変化を逐次積分する方法で行われている。図-5から図-8をみると、本計測によるコンクリート応力度や斜材張力などが解析値とほぼ整合していることがわかる。このことから、施工中に生じる各種荷重や構造系の変化の影響による各部材の伝達に関するモデル化、物理定数の設定などが実際に即していたものであったと判断できる。

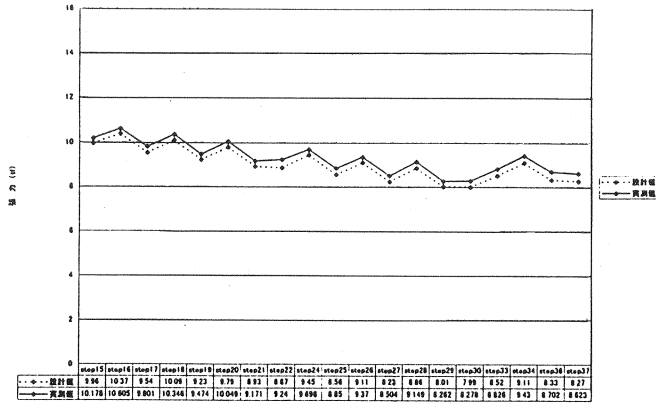


図-5 斜材張力変化図(WP7第2斜材)

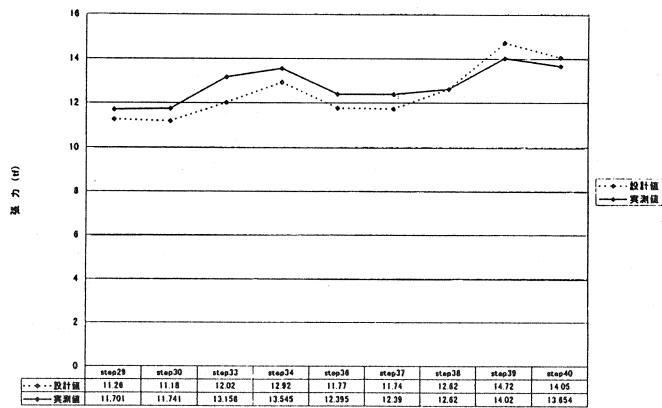


図-6 斜材張力変化図(WP7第8斜材)

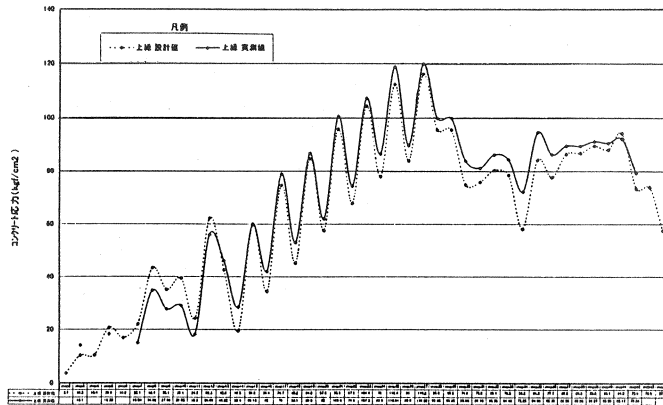


図-7 コンクリート応力度変化図(WP8けた上縁)

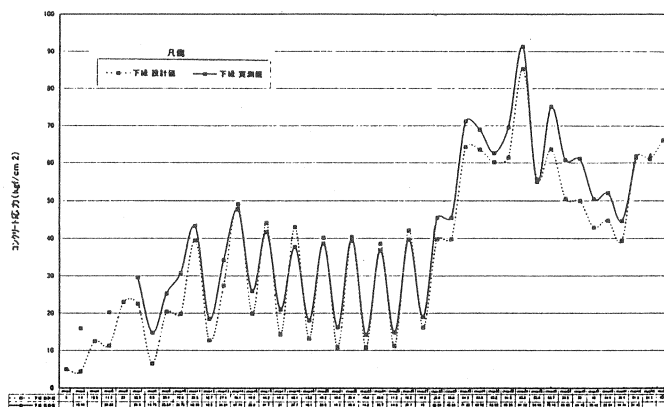


図-8 コンクリート応力度変化図(WP8けた下縁)

(2)変位に着目した計測結果から

主げたの鉛直方向変位の挙動も解析値とほぼ一致し、主げたたわみの日変化(図-9)と、けたと斜材の温度差(図-10)との関係をもとに計算値を補正することによって、より精度高いの上げ越し管理を行うことができる。このことから解析に用いた各種物理定数が画一的に用いられる関係基準を準用したことによる誤差がほとんどなかったと解釈できる。よって解析から求められる主げたの弾性変位やクリープ乾燥収縮の影響は今後設計値を信頼して良いと考えられる。しかしエクストラード橋の特殊性を考慮すると施工状況によって物理定数が変化したり、断面力が集中する部位において局部的な変形が生じる可能性も高く、橋脚傾斜や温度測定などは施工精度を確保する上で必要な計測であると認識する。

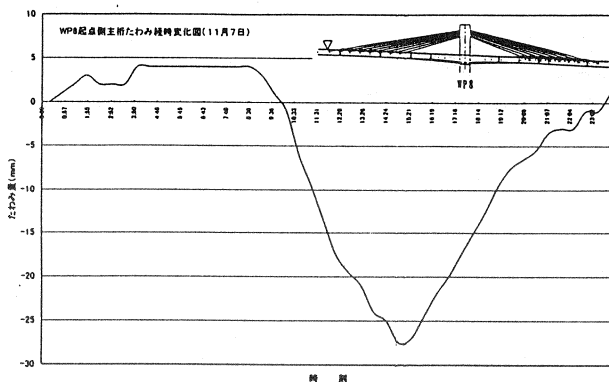


図-9 主げたたわみの日変化

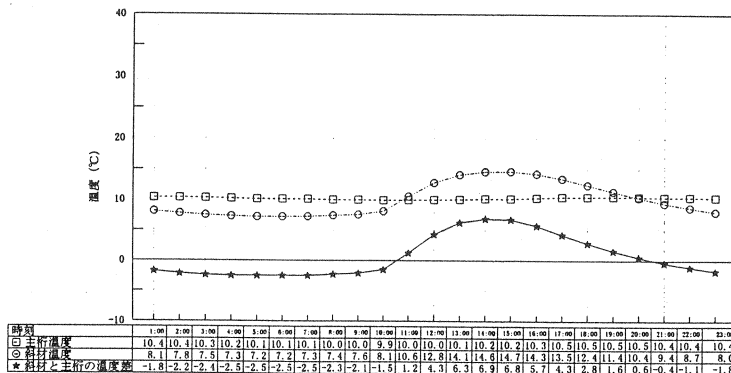


図-10 主げたと斜材の温度

5. おわりに

エクストラードード橋という新しい構造形式の橋梁を建設するにあたって、施工中の安全性および構築された構造物としての高度な品質管理を主眼とした多様な項目について計測をおこなってきた。斜材張力、コンクリート応力度および変位が設計値とほぼ整合し、解析手法に関してエクストラードード橋の特殊性は十分反映できることが確認できたこと、主げたの出来形管理に関して高い施工精度が確保できたことは本計測管理の成果であった。しかし厳しい地形的制約と張り出し施工開始から完成までわずか9か月という急速施工のなかで、構造物の安全性を確認しながら確実に施工を進めることができたことが最大の成果であり、モニタリングの重要性を再認識した。

最後になりましたが本橋の施工および計測管理に関しまして多大のご指導ご協力をいただきました関係各位に厚く御礼申し上げます。

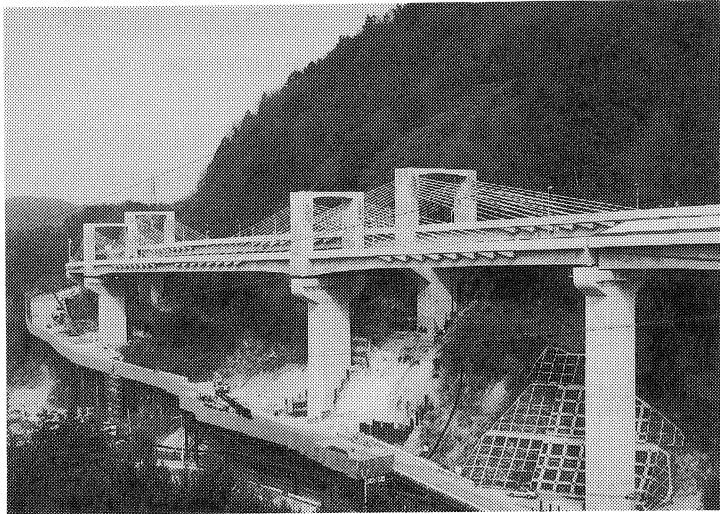


写真-7 完成した唐櫃新橋

参考文献

- 1) 山口ほか：奥山橋の計画と設計，プレストレストコンクリート，Vol. 39, No2, 1997年
- 2) 富田ほか：急速施工によるエクストラードード橋の建設，土木施工，Vol. 38, No13, 1997年12月
- 3) 富田ほか：奥山橋の施工，第7回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム論文集，1997年
- 4) 富田ほか：唐櫃新橋の施工，コンクリート工学，Vol. 36, No5, 1998年5月