

播磨中央橋(全外ケーブル工法)の設計・施工

白木 伸明*1・保住 廣之*2

1. はじめに

この橋は、桑名市の中心部から約5kmの位置に造成される、大山田ニュータウン播磨地区内の公園内に建設された橋で、ニュータウンと公園のテーマである「原風景の創造」のシンボルとしての役割が与えられているため、これを表現する珍しい形にデザインされている。

このため、構造設計と施工の両面で、いくつかの特異なテーマの解決を要求されたのでその概要を報告することにする。

図-1、写真-1~2に示すように、橋の径間中央部の車道と歩道の間に、大きな透き間を設け、桁下空間に木漏れ陽を落とす細工や、平面形状に木の葉の形を採り入れるなど、公園の修景を演出するための特別な工夫がなされている。

2. 橋梁概要と設計条件

名称：播磨中央橋
 場所：三重県桑名市大山田地内
 橋長：50.0m(支間48.90m)
 幅員：17.80m~23.80m
 設計荷重：TL-25(B活荷重)
 使用材料(上部工)：
 コンクリート $\sigma_{ck}=50\text{N/mm}^2$
 PC鋼材 SWPR7B 19S15.2
 鉄筋 SD345
 ケーブル配置 全外ケーブル方式
 定着工法 フレシネー工法
 構造型式：

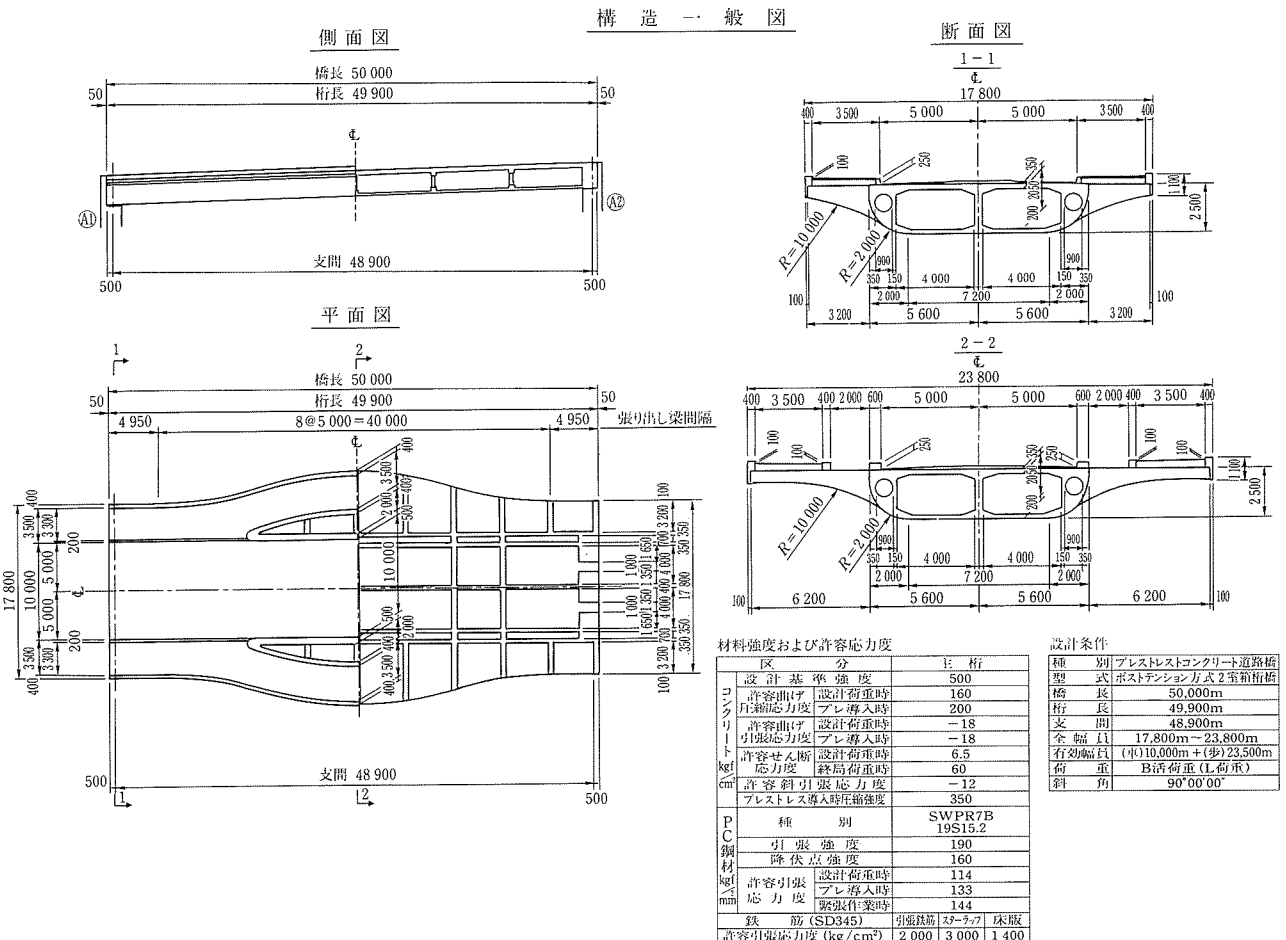


図-1 全体一般図

*1 Nobuaki SHIRAKI：住宅都市整備公団
 *2 Hiroyuki HOZUMI：(株)白石 名古屋支店 土木部



写真-1 播磨中央橋全景(その1)

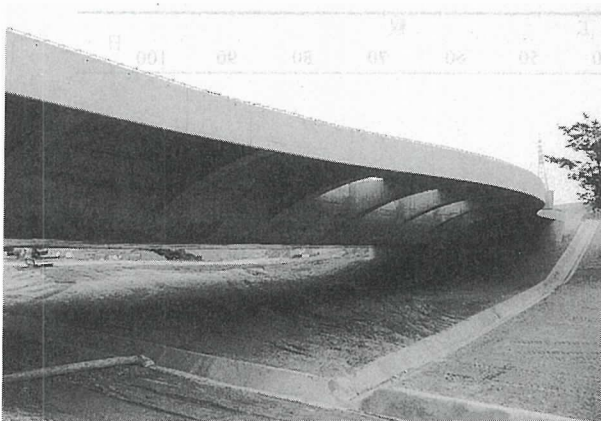


写真-2 播磨中央橋全景(その2)

上部工 ポストテンション方式単純2室箱桁橋
下部工 逆T式橋台 直接基礎

3. 設計の特徴

3.1 断面形状

最初に紹介したとおり、この橋は修景機能を要求されているため、特殊な形状に加えて、桁下空間の保持のために桁高制限が要求された。この径間長の単純桁に、桁高制限の要求を満足させるためには、思い切った自重の低減が必要となる。

自重を減らすには、部材断面寸法の低減しか方法がないため、箱桁にPC鋼材量に関係なく断面寸法を決めることのできる全外ケーブル工法が採用されることになった。

橋梁の形状が特殊なため簡単な比較は難しいが、この工法の採用により従来の内ケーブル方式に比べ20%以上の自重低減が達成されている。

3.2 全外ケーブル方式

外ケーブル方式は、従来補強工事で小規模に用いられたり、主ケーブルの一部として試験的に使用されたに過ぎなかった。しかし、欧米での外ケーブルを使った橋梁の実績の増加が目され、国内においても多くの調査研究が進められた結果、前章で触れた自重低減による上下部工材料費の節約、省力化、工期短縮などの効果が見直され、最近、外ケーブル工法は主たるPC工法として採用されるようになった。

また外ケーブル工法は、ケーブルが桁の外にあるため維持管理のための点検が容易であり、さらに、万一の時にはケーブルの交換も可能であるなどの点も評価されている。本橋においても、箱桁内部からいつでも容易に点検できるようにケーブルを配置している。

3.3 曲げ破壊安全度の検討

外ケーブルは、桁コンクリートとの付着がないため、内ケーブルと比較して終局時の曲げ破壊抵抗モーメントが小さくなるので、この点を特に取り上げておく。

各種指針等では、増加張力を見込まない方法やアンボンドケーブルの規定を準用している。

しかし、最近では非線形解析による厳密解により安全度を照査する事例が増えており、この橋は、等断面の単純桁なので、比較的容易に非線形解析を適用することができることを考慮し、この手法で検討することにした。解析結果は、ケーブルは移動しないと仮定して、安全率を1.75とした荷重レベルで最大ケーブル応力度は157kgf/mm² (破断強度190kgf/mm²)である。

この橋では、ケーブルのディビーターの両側における張力差が小さく、さらにケーブルもグラウトで固着されているので、安全度は十分確保されていると考えることができる。

3.4 支点横桁の設計

本橋は、全外ケーブル方式としているため、大型のPCケーブルが支点横桁部に集中して定着されている。

このケーブル定着によって発生する応力は、他に適当な算定方法がないので、3次元FEM解析(線形3次元ソリッド要素解析)を使って発生応力のレベルを求め、その応力を打ち消す力を鉛直鋼棒、横締め鋼棒で加える方法で対処することにした。

解析モデルを図-2、鋼棒の配置を図-3に示す。

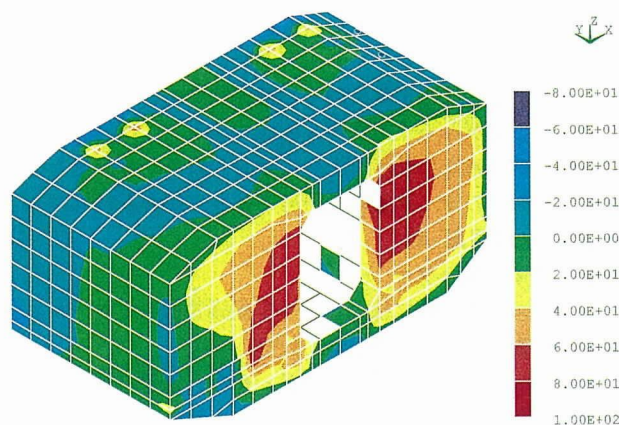


図-2 解析モデル

4. 上部工施工の概要

上部工は、支保工上の場所打ち工法で施工した。表-1は、所要工期と工事の概要を示したものである。

4.1 型 枠

型枠は全面木製とし、曲面・曲線に対応するために、専

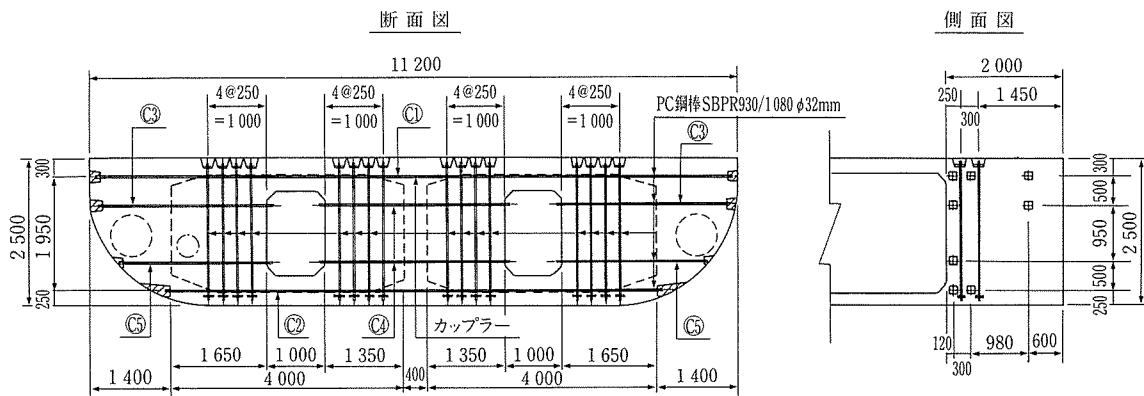


図-3 端部横桁PC鋼棒の配置

表-1 全体工程

工 種	工 程									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
支保工組立	—									
底枠・側枠組立		—								
主桁鉄筋工			—							
ケーブル工(鋼管,横桁)				—						
内型枠工					—					
主桁コンクリート打設						—				
張出梁,歩道床板型枠工							—			
主桁床版,張出梁鉄筋組立								—		
主桁,張出梁コンクリート打設									—	
ケーブル工(PE管取付,溶着)										—
ケーブル工(PC鋼より線挿入)										
緊張工(主桁)										
グラウト工(主桁)										
橋面工										

門の木工所でくし型枠を作成し、これを使って組み立てた(写真-3)。

4.2 鉄筋

全橋にわたって部材断面を節約しているため、全体に比較的太径の鉄筋が密に配筋されている。さらに、端横桁部の主ケーブル定着部とディビエーターには、プレストレスによる集合力に対応する目的で、補強鉄筋が密に配置されている。したがって、主鉄筋、スターラップ、配力筋および補強鉄筋の組立て順序を十分に検討しなければ満足な配筋ができないので、事前の検討を十二分に行わなければならない(写真-4)。

4.3 ディビエーター

ディビエーター部には、ケーブル保護管としてタールエポキシを塗布した鋼管を配置した(図-4)。

ディビエーター部は鉄筋量が多いため、鋼管の配置には十分な注意を払うことが必要であった。特に、ケーブル保護管の設置位置と方向性を確保するための固定方法に苦労させられた(写真-5)。

4.4 コンクリート

(1) コンクリートの配合

コンクリートの設計基準強度は50N/mm²とし、部材寸法、鉄筋の配置状況、打設方法などを考慮し、設計スランプを12cmと定めて試験練りを行い、下記の配合を決定した。セメントは、早強ポルトランドセメントを使用し、過

度の流動性を押さえるために高性能減水剤を使用した。

(2) コンクリートの打設

コンクリートの打込みは、下床版・ウェブと、上床版の2回に分けてポンプ車で行った。1回目の打設量は約400m³であったが、ポンプ車2台で約10時間を要した。

ウェブの高さが高いので、材料分離を防ぐ配慮から下床版ハンチ部の打込みは、極力ポンプの吐出口を打込み面近くまで下げて打ち込んだ。

コンクリートの締固めは、棒状バイブレーターを使って丹念に行い、十分満足できる結果が得られた。

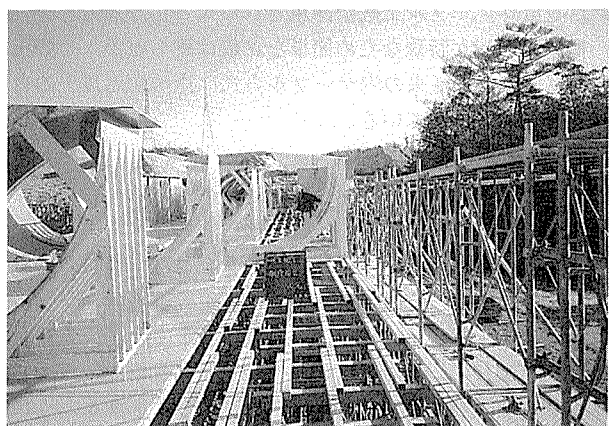


写真-3 木製型枠(くし型)

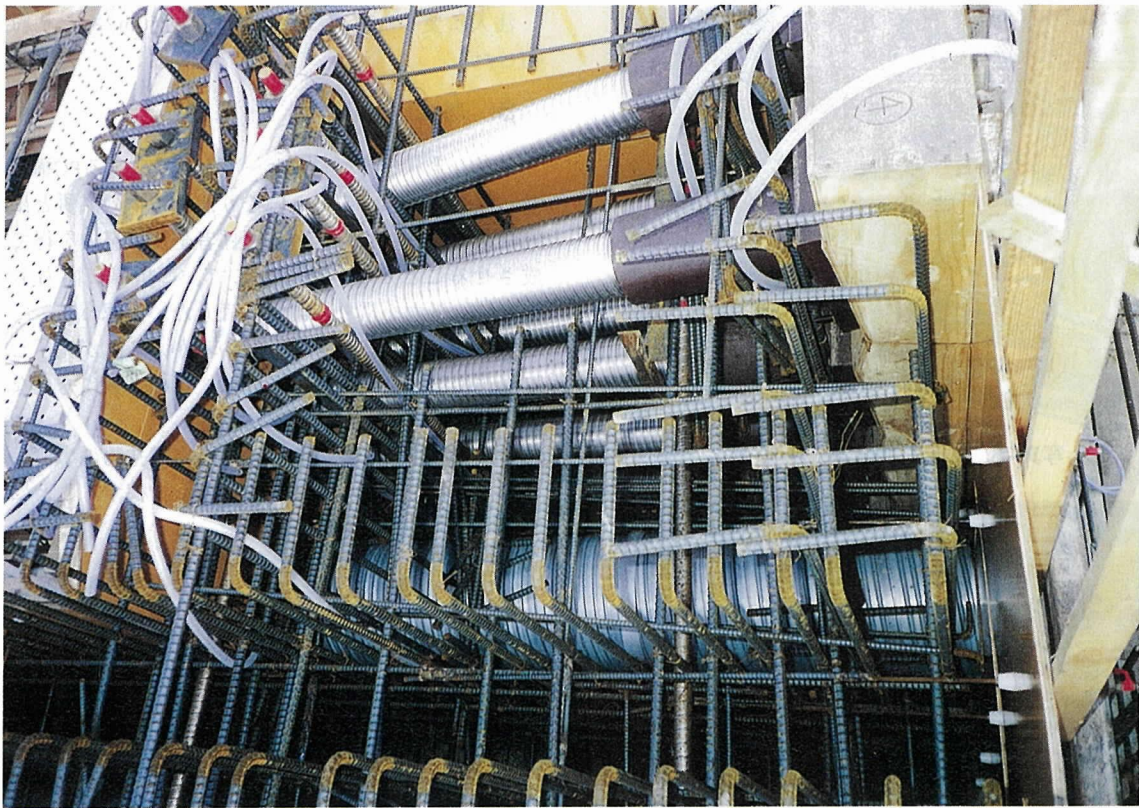


写真-4 鉄筋の組立状況

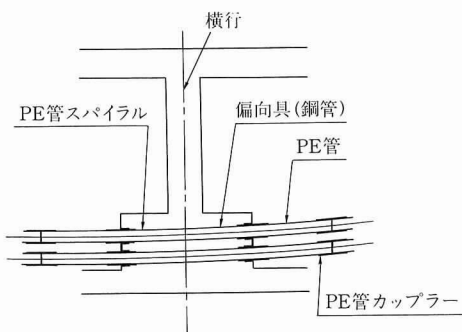


図-4 PE保護管

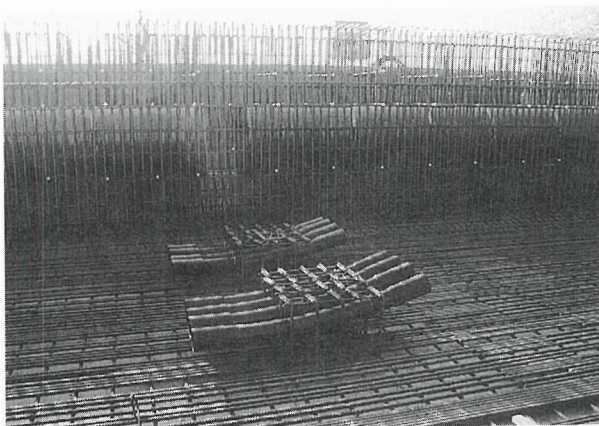


写真-5 ケーブル保護管の設置状況

4.5 PC鋼材の配置

PC鋼材は、PC鋼より線19S15.2 (SWPR7B)を使用し、定着具は、フレシナー19ER15を使用した。配置ケーブルの総延長は、28ケーブルで11 170mであった。

配置は、まず箱桁内にPE管(ポリエチレン管)を組立て、その中にPC鋼より線をプッシングマシンで1本ずつ送りこみ緊張用定着具にセットする方法をとった。1ケーブル19本のストランド挿入に60分程度の時間を要した。

4.6 緊張作業

緊張前に、PC鋼材のたるみの除去と、張力不均等調整のために、あらかじめ100kg程度の力を、張力調整機でストランドに与えた。

緊張作業は両引きで行い、4台のジャッキ(500tf)とポンプを準備し、ウェブを中心に左右対称となる2本のケーブルに対して同時にプレストレスを導入するようにした。

緊張作業は、ジャッキ、定着装置のほか、特にディビエーター部の異常の有無を慎重に確認しながら行ったが、異常は認められず、緊張力と伸び量の関係も、ほぼ予測どおりの値を示した(写真-6, 7)。

4.7 グラウト

緊張作業終了後、PE管のジョイント部を熱溶着し、テーピングを行って配管作業を完了させ、この管の中に所定の配合のセメントミルクを注入してグラウト作業を完了させた。

表-2 配合表 (単位:kg)

セメント	水	細骨材	粗骨材	混和材
437	142	694	1 100	2.62

表-3 セメントミルクの配合

セメント	水	混和材(GF700)
75kg	30kg	750g

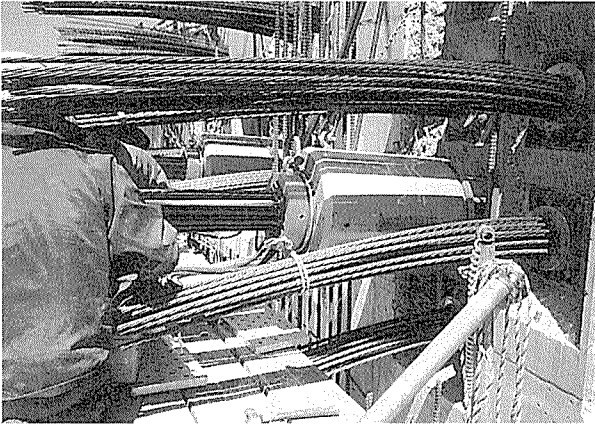


写真-6 プレストレス導入状況

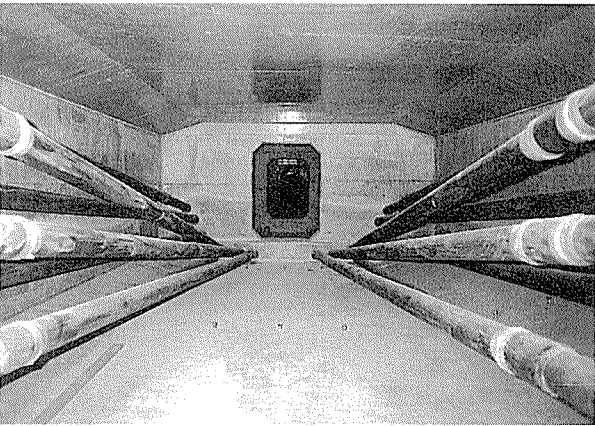


写真-7 アウトケーブルの設置状況

注入に要した時間は、1ケーブル(50m)あたり約25分であった。

5. おわりに

複雑な形状を持つ全外ケーブル方式によるPC構造物の設計と施工に従事することになり、構造物の品質と出来栄に細心の注意を払ったが、関係者全員の努力を得て無事完成させることができた。ここで、ご指導ご協力下さった方々に、紙面を借りて謝意を表したいと思う。

現在、橋面工が施工されているが、これが完了し、さらに周辺の環境整備が完成すれば、この区域に秀逸な景観が展開されるに違いない。

修景の意図を全面的に反映させた構造物の事例は数少ないのではないかと考え、この報告を投稿することにした。ご参考の一助になれば幸いと思っている。

【1998年2月23日受付】