

## PCC床版の設計・施工

神戸建設部 工事第二課 高橋 将徳  
大阪第二建設部 設計課 松倉 孝夫  
大阪第三建設部 新淀川工事事務所 中野 正義

### 要 約

床版の損傷の原因や破壊メカニズムなどの追求によって床版コンクリートの乾燥収縮ひびわれが一つの原因と考えられる。構造面からの改善工法としてPC埋設型枠を用いた床版（PCC床版）の調査、研究を行い、当工法の設計上の考え方や力学特性に具体的問題はないと結論づけられた。その後、実橋において試験施行を行い、施行性において特に問題になる点はないことを確認するとともに、設計、施行上の留意点を明らかにした。

以上のようなステップを踏んで、特にひびわれ耐力の向上に注目して東大阪線でPCC床版を大規模に採用することになり、同時に設計要領、施行要領を整備した。

PCC床版は、その構造上PC板の継目をあらかじめ挿入されたひびわれと考えることができるが、実橋の載荷試験によって等方性版として取扱ってさしつかえないことが判明した。

### まえがき

道路橋におけ鉄筋コンクリート床版の損傷が問題になってすでに久しいが、その間の多くの関係機関の調査研究によりその原因は材料の要因、構造上及び施工の要因などが複雑にからみあって生じるものと推察される。この問題に対する一つの改善策として阪神高速道路公団ではPC埋設型枠を用いた床版（以下、PCC床版と称す）に関して、数年前より基礎的研究及び実験を行ってきている。

PCC床版とはプレストレスを導入した厚さ70mm程度のプレキャスト板を床版の永久埋設型枠として敷設し、その上に鉄筋を組立ててコンクリート打設を行い板と一体化する床版である。従って

PC板自重、鉄筋、現場打ちコンクリートの重量及び作業荷重はPC板で抵抗し、現場打ちコンクリート硬化後はPC板と一体化して後、死荷重、活荷重に対してRC床版として抵抗するものである。

このPCC床版に関する基礎研究及び実験の成果は技報第三号「PCC床版の適用に関する実験的研究」ですでに報告されている。

これらの基礎研究によって当工法の設計上の基本的問題はないと結論づけられたが、本格的採用に先立って特に施工性に注目して調査すべく、まず大阪西宮線の海老江出路において試験施行を行った。この結果施工性についても特に問題となる点はなく、大阪東大阪線での本格的採用にいたり設計要領あるいは製作及び施行要領を整備した。

表-1 施行性に関する調査項目一覧表

測定箇所	番号	測定項目	着目点	測定時期	測定地点	測定方法	サンプル数
主桁部	S-1	主桁取付高	横断勾配率	板敷設前	主桁上縁対傾構の位置	レベル測量	1列5枚×2列10ヶ所
	S-2	主桁間隔	間隔長さ	〃	〃	ノーループによる測定	10ヶ所
	S-3	主桁上縁溶接部の平坦性	平坦性	〃	中間溶接部の上縁 及継目部の	水平定規による測定	3ヶ所
	S-4	主桁のたわみ	桁のたわみの測定	板敷設前後 2.1mノーループ打設後	対傾構付直上タテ位置	レベル測量	15ヶ所
PCC床版部	P-1	PC板のかりり長さ	板のかりり長さ	板敷設後	対傾構長さ5ヶ所 上縁上縁部より長さ	PC板幅中央点の左右、 スケール測定	PC板16枚当り 20ヶ所
	P-2	板支承部の隙間	板のたわみ状況	〃	板支承部分	目視および足踏み	全枚数
	P-3	PC板相互の隙間	空合せ継目部の隙間	〃	継目部の最大隙間	隙間ゲージによる測定	〃
	P-4	PC板のたわみ	板単体のたわみ度	板敷設前後 2.1mノーループ打設後	板幅中央点で測定 PC板中央点と端部2点	対傾構付直の板、 ダイヤルゲージ測定	1列5枚×2列 10ヶ所
	P-5	隣り合わせの板の差	隣接板との段差	〃	差の大きな点	水平定規とスケール	差の大きい板 10枚
	P-6	板継目部のコンクリート	漏れ具合	打設後	板継目部	目視調査	全枚数
	P-7	板支承部の	〃	〃	板支承部	〃	〃
	P-8	床版表面のひびわれ	継目部上部の ひびわれの有無	〃	床版表面	目視調査及びカメラ	全面積

また、PCC床版の実橋での挙動を把握し、設計法の検証とさらに合理的設計手法の確立のための資料を得る目的で実橋での載荷試験を行い、RC床版との比較検討を行った。

本稿では基礎研究後の本格的採用にいたるまでの経緯や設計、施行上の留意点あるいは実橋での載荷試験の結果なども総括的に報告するものである。

## 1. 海老江出路における試験施工

### 1-1 調査の目的と調査項目

PCC床版は当公団にとっては初めての経験であり、本格的採用にはそれに先立ってぜひ施工性について調査する必要があった。このため大阪西宮線の海老江出路において試験施工を行った。調査項目は表-1のとおりである。

### 1-2 橋梁の諸元及び施行手順

試験施工を行った橋梁の諸元を表-2に、PC板の敷設平面図を図-1に示す。またPCC床版の施工手順は図-2に示すとおりである。

なお、床版の張出し部にはPC板を使用していない。

### 1-3 調査結果と考察

主桁据付高、主桁間隔とそれ以外の測定項目の検討の基礎資料とするために測定したもので、す

べて許容値を満足したものであった。

#### (1) 主桁現場継手部の平坦性

主桁の現場継手には一般に高力ボルト継手が用いられるが、この形式では添接板が支障となってPC板の敷設ができないため、フランジの側面にPC板敷設用プレートを溶接する必要がある。他の方法としては主桁の上フランジを現場溶接する方法がある(ウェブ、下フランジは高力ボルト)。この両者を比較するための耳桁は添接板により、中桁は現場溶接により上フランジを連絡し、図-3に示すように溶接によるひずみの測定を行った。結果は敷設用プレート方式による場合で2mm、現場溶接による場合で4mmであったが、いずれもPC板の据付けには支障がなかった、両者の優劣はつけ難いが、いずれの場合もひずみは最小限にするよう心がけるべきである。

表-2 橋梁諸元

型式：鋼単純合成I桁(3主桁)
桁長：23.921m(平均)、支間：23.321m(平均)
舗装75mm、床版厚250mm(内PC版70mm)
縦断勾配8%、横断勾配2%
橋格 TL-20
PC版の種別 998mm×70mm×2620mm……43枚
998mm×70mm×2570mm……2枚
760mm×70mm×2620mm……1枚

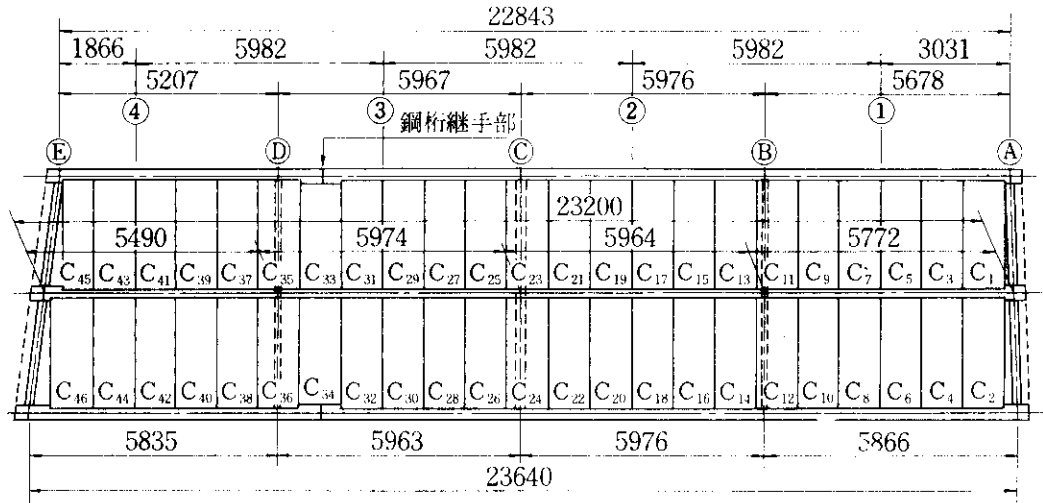


図-1 PC板敷設平面図

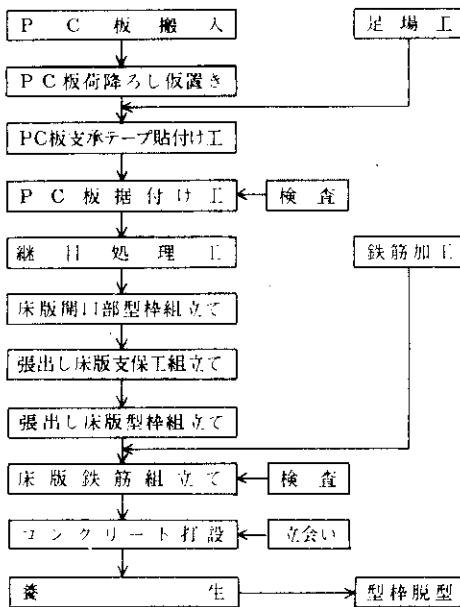


図-2 PCC床版施行手順

(2) 主桁のたわみ

主桁のたわみをPC板の敷設前、後と現場打ちコンクリート打設後に測定したが、いずれも測定値が計算値をやや下まわった。しかしこのことがPCC床版特有の現象であるとは考えられない。

PC板はそれ自身の敷設や場所打ちコンクリー

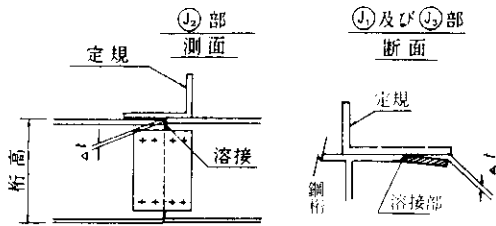


図-3 ひずみ測定要領図

ト打設による主桁のたわみによく追従していた。これはPC板の継目に2mmの間隙を設けたことによる効果と思われる。

(3) PC板支承部（桁かかり部）の間隙とモルタル漏れ

PC板の支承部にはPC板と鋼桁上フランジとのなじみを良くするとともに現場打ちコンクリート打設時の支承部からのモルタル漏れを防止する目的でスポンジテープ（10×15mm）を貼付けることとし、①スポンジテープのみ ②スポンジテープの上にさらに樹脂接着材を塗布したものの2種類について試験施工をした。いずれの場合もその2つの目的を十分達しており、スポンジテープの貼付けのみで十分であることが判明した。なおPC板の4つのコーナー部の空隙からのモルタル漏出防止処置には工夫を要する。

(4) PC板相互の間隙とモルタル漏れ

橋軸方向のPC板相互間にはPC板の製造あるいは施工上の誤差を考慮して2mmの間隙を設けるように設計されているが、試験施工でその間隙を全数測定した結果、各間隙はほぼ1.5~3.5mm(局所的な最大値で5.2mm)であった。この程度であれば次に述べる間隙のシール材料をも勘案して許容できる範囲であろう。

この間隙を埋め、現場打ちコンクリートのモルタル漏れを防止するためのシール方法として4種類の目地材について試験施工をした。

- i) 合成樹脂A：流動性がありすぎてシール不可能
- ii) 合成樹脂B：グリース状のもので良好
- iii) 無収縮ペースト：塗布厚が薄く、ひびわれが生じやすい。
- iv) 無収縮モルタル：適度な厚みを確保でき目地もよくシールでき、施工性も良い。

以上の結果から施工性、経済性を考慮して無収縮モルタルが最適と判明した。

(5) 隣り合わせのPC板の段差など

PC板とそりはその敷設時には計算上ほぼゼロであるべきものが、表-3のようにややそり気味であった。これはPC板製造時にPC鋼線の高さがコンクリートの重量や成型機の圧力で設計高さよりも下方に偏心したためと考えられる(実測では1.4mm程度のものが見受けられた)。あるいはPC板厚の誤差によるPC鋼線位置の相対的な偏心もそりの原因の一つである。

表-3 RC板のたわみ

測点	G1 ~ G2			G2 ~ G3		
	前	後	差	前	後	差
A	-5.0	-1.5	3.5	-4.0	-1.0	3.0
B	-5.5	-3.0	2.5	-5.0	-3.5	1.5
C	-5.0	-2.5	2.5	-6.0	-3.0	3.0
D	-6.0	-4.0	2.0	-4.0	-2.0	2.0
E	-7.0	-5.5	1.5	-6.5	-4.5	2.0

単位mm, (一)は上向きを示す

注) 単位mm  
(一)は上向きを示す  
前後とは現場打ち  
コンクリート打設  
の前又は後である

隣り合わせのPC板の間の段差は、このそりの相対差で生じるもので、実測では大部分は2~5mm程度であった。1カ所8mmのものも見られたが、これはそりの差が顕著にあらわれたものと思われる。全般的にこの程度の段差(あるいはそり)であれば目地部のシール(無収縮モルタル)作業や現場打ちコンクリート部の配筋作業には特に不都合は生じなかった。しかし、今後PC板の製造精度を向上させ、できるだけそりを小さくする努力が必要であろう。

現場打ちコンクリートの打設によるPC板のたわみを表-3に示したが、計算上のたわみ2.2mmとほぼ一致している。

(6) PCC床版表面のひびわれ

現場打ちコンクリートの表面に従来のRC床版とは相違したひびわれ、特にPC板の外縁に沿ったひびわれが発生しないかと懸念したが、打設後数ヶ月の観察ではなんら特異なひびわれは生じていない。

1-4 今後の施行に関する留意点

以上のような試験施行によって多くの成果を得た。また本格的採用にあたって設計、施工上特に問題となるような点のないことも判明した。そしてPC板の幅(1m)は施工上取扱いに程よいものである。

なお、今後次のような点に配慮が必要である。

- i) 主桁の現場継手に溶接を用いる場合、あるいはPC板敷設用プレートをフランジに溶接する場合、PC板の敷設に支障となるようなひずみを残さない。
- ii) PC板のそりを極力少なくするようPC板の製造精度を上げる。
- iii) 現場打ちコンクリート部の厚さが薄いので配筋には設計時点で十分配慮しておく必要がある(特に合成桁におけるせん断補強筋やバチ桁における床版端部補強筋など)

## 2. 大阪東大阪線での採用

### 2-1 路線の概要と採用の経緯

大阪東大阪線(延伸部)は東大阪市長田から同市水走に至る3.9kmの路線で、東大阪市長田から奈良県生駒市に至る近鉄東大阪線との2層構造の上層にある(図-4)、このような立地条件にあって、供用後の鉄道上空での維持管理作業を極力少なくすることを主眼に各種タイプの床版(RC床版、グレーチング床版、PCC床版、キーストン型枠床版など)を比較検討したが、耐久性、施工性、経済性などを総合的に勘案して特にひびわれ耐力の大きいPCC床版を採用した。PCC床版はこの他に工期の短縮、作業の安全性、省力化の向上などの特徴を持っている。経済性の点ではRC床版のおよそ5%増程度と考えられる。

東大阪線でのPCC床版の施行規模は約26000 m<sup>2</sup>である。なお次のような条件下ではPCC床版の適用は困難であり、従来のRC床版とした。

- i) パチ桁: PC板の長さが1枚毎にことなり煩雑である。
- ii) 横断勾配の大きいヶ所(曲線半径の小さいヶ所): 最小床版厚が厚くなる。

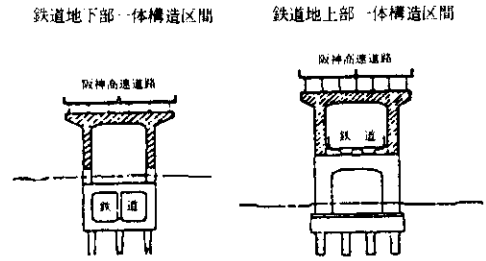
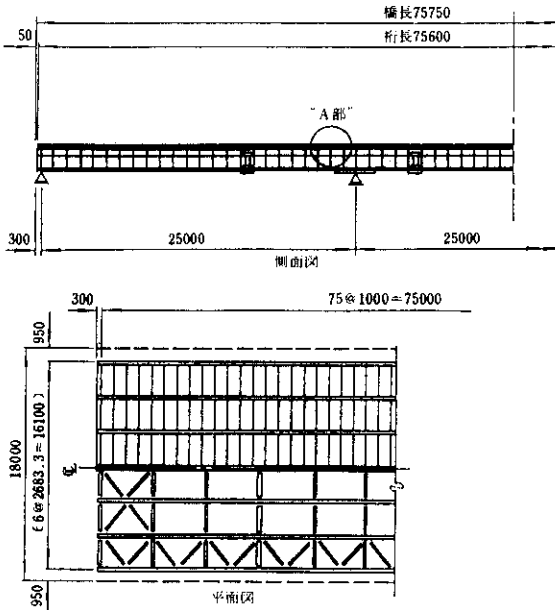


図-4 東大阪線の標準的構造

- iii) 張出し長さの大きい片持ち床版を有する床版: 片持ち床版の配筋が困難である(ハンチがなく断面が薄いため)

### 2-2 設計上の検討事項

東大阪線のPCC床版部の上部工の標準的な橋梁諸元を表-4に、PCC床版の概要を図-5に示す。床版の片持ち部はPCC床版とする構造上

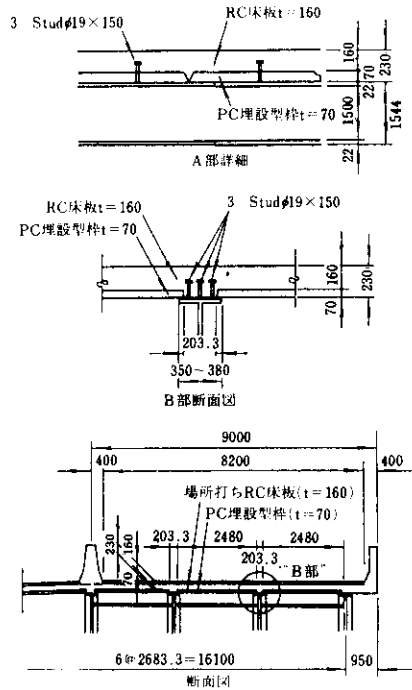


図-5 PCC床版概要図

のメリットがないことから従来どおりのRC床版とした。PCC床版の断面詳細図を図-6に示す。

表-4 東大阪線の標準的橋梁諸元

形式	2連連続橋梁合成鋼桁
橋脚中心間隔	75.730m = 25+25+25m
橋 橋 橋	TL-20
設計速度	60km/h
風荷重増し	1.25
遮 音 敷	2m
橋 脚 装 備	ガスケット舗装(75mm)
床 版	PCC床版(200mm(RC160mm))
配 筋	増断 2% 直線切配

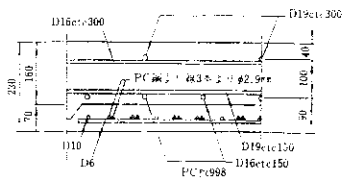


図-6 PCC床版断面詳細図

PCC床版及びそれに伴う鋼桁の設計にあたっては「PCC床版設計要領(案)」を作成した。下に主要な検討事項について述べる。

(1) PCC床版の基本的設計方針

- i) PC板は型枠として作用している段階ではフルプレストレスとして設計する。こうしておけば、PCC床版として活荷重載荷時でもPC版の下縁応力度はパーシャルプレストレス程度でおさまるためである。
- ii) PCC床版の断面力は等方性版と考えて道路橋示方書Ⅱ鋼橋編によって算出する。PCC床版は橋軸方向にはPC板継目部の不連続性はあるが、せん断力を介してたわみは連続的であることからこのように取扱う。
- iii) PCC床版はRC床版として応力度の算定を行う。この場合PC板の鋼線及び鉄筋は主筋の一部として取扱う。

(2) 床版厚

PCC床版としての厚さは、主筋方向には全厚を有効として公団の構造物設計基準に規定される床版厚を満足させることとし、配力筋方向には現場打ちコンクリート部のみの厚さを有効とした。なお、床版全厚は鋼桁フランジ端において所定厚を確保するようにした。

(3) 上フランジ幅

PC板の製造や現場での敷設などの施工性を考慮して桁ごとに上フランジ幅は一定とし、厚さは腹板側に変化させることにした。

(4) 上フランジの現場継手

鋼桁の上フランジの現場継手として高力ボルト継手と溶接継手が考えられるが、鋼桁の現場架設時の施行性を考慮して高力ボルト継手とし、継手部のフランジには図-7に示すPC板敷設用プレート溶接によって取付けることとした。

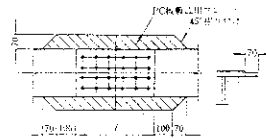


図-7 現場継手部平面図

(5) スラブアンカー

非合成桁ではスラブアンカーとして通常鋼棒が使用されるが、PCC床版ではスタッドジベルを用いることとした。これはPC板の敷設に支障にならないこと、PC板の落下防止にストッパーとして都合がよいこと、敷設用門型クレーンのレール治具などとして利用できるなどの利点があるためである。

(6) 上フランジの塗装

鋼桁フランジの上面のうちPC板のかかり部にはひびわれあるいは漏水、湿気などによる錆の発生を防止するためのターレエポキシを2回塗布することとした。

(7) PC板の開孔

PC板には現場打ちコンクリートのポンプ打設用配管や電覧管用に開孔する必要があるが、実験では板幅方向の開孔による断面減少に比例して耐力低下が生じることが確認されている。そこで開孔の限度はPC板の性能低下を70%程度に抑えることとして直径を30cm以内に制限することとした。

(8) 連続桁中間支点上の配筋

連続桁中間支点上付近の配力筋は弾性合成桁として必要な鉄筋量を配筋した。この場合床版の有効厚は現場打ちコンクリート部のみとした。

## 2-3 施行上の検討事項

東大阪線での施工にあたって試験施工の成果などを基に「PC板の製作及び施工要領（案）」を作成し、これに基づいて施工を行った。その中から主要な検討事項について述べる。

### (1) PC板のコンクリート

PC板に用いるコンクリートの設計基準強度は $\sigma_{\text{ss}} = 500 \text{ kg/cm}^2$ とした。

### (2) PC板の表面形状

PC板の表面には現場打ちコンクリートとの付着を高めるため図-8程度の波形をつけることにした。

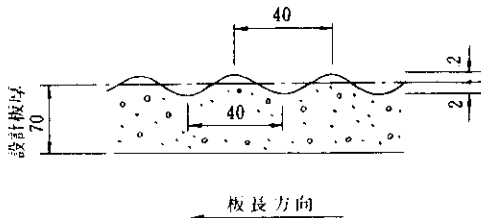


図-8 PC板表面の波形

### (3) PC板の材令

PC板の材令は、現場打ちコンクリート打設時において90日以上であることを原則とした。これは次のような理由による。PCC床版では下面にPC板を組込んでいるため、PC板のクリープなどにより連続床版には支点部に拘束モーメントが発生し引張応力が生ずるが、試算の結果、支点上の下縁において材令90日では $20 \text{ kg/cm}^2$ 程度の引張応力であり、従来のRC床版の $40 \text{ kg/cm}^2$ 程度と比較して1/2程度でひびわれ許容値以下であるためである。なお現場打ちコンクリートをこれより早いうちに打設しようとする場合はA. H. Mattock氏の提案式により検討を要する。

### (4) PC板の切断

PC板を切断する必要があるときはコンクリートカッターで丁寧に行うものとした。

### (5) PC板の検査

PC板の外観、形状、寸法検査は20枚を1組とし、1組から1枚を抜き取り、検査した。

PC板のひびわれ試験は、200枚を1組とし、1

組から2枚を抜き取って曲げ試験を行うこととした。試験の方法は、JIS A 5313「スラブ橋用プレストレストコンクリート橋げた」の「7. 試験」に準じて行うものとし、規格値はひびわれモーメントの理論値に相当する荷重としてPC板下縁の引張応力度が（有効プレストレス $60 \text{ kg/cm}^2 + 30 \text{ kg/cm}^2 = 90 \text{ kg/cm}^2$ ）となる時の値をもって算出する。

### (6) PC板の敷設

PC板の敷設時には次のような注意が必要である。

- i) PC板の敷設に先立って鋼桁上フランジ（特に現場継手部）に敷設の支障になるような変形や不陸のないことを調査する。
- ii) 排水溝などの開口のあるPC板は所定の位置に正しく据付ける。
- iii) PC板は端横桁上にはかけないようにする。これはPC板の横曲げによるひびわれを防ぐためである。

### (7) 現場打ちコンクリートの打設

現場打ちコンクリートの打設はPC板の表面を清掃し、十分な散水を行って表面を湿潤な状態にしたのち行わなければならない。

## 2-4 今後の課題

構造上あるいは施工上優れた利点をもつ本工法の今後の課題として次のような点が掲げられる。

- i) 床版片持ち部についてはPC板を使用していないが、高欄との取り合い構造を工夫して、今後採用を考えられないか。
- ii) 現場打ちコンクリート打設までのPC板の材令90日をもっと短縮できないか。
- iii) PC板表面に設けた波形（凹凸）のバラツキが多く、不良品の発生が目立った。製造技術の向上をはかるとともに、どの程度の精度を要求するのが明確にする必要がある。
- iv) PC板の吊金具は床版鉄筋の配筋時に支障になるので別な材料を考ええる必要がある。
- v) PC板の継目は無収縮モルタルでシールしたが、15mm程度に厚くしても作業荷重によるPC板のたわみ差でひびわれが発生する場合があるので、伸縮性のある材料を検討する

必要がある。

- vi) 主桁の現場継手とPC板との取り合い関係からPC板に切欠きを設ける必要があるが、図-9に示すような改良案（主桁とPC板の継目を一致させ両側にそれぞれPC板1枚分の敷設用プレートを取付ける方法）を提案したい。
- vii) PC板内の配力筋は省力化の観点から溶接金網に変更したい。

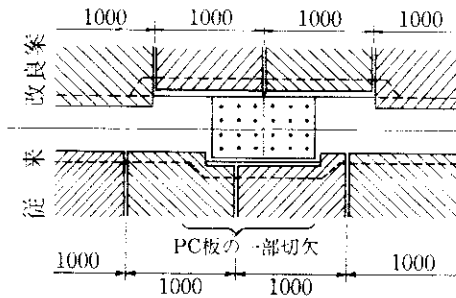


図-9 現場継手部の改良案

- (2) 主筋，配力筋の応力
- (3) 継目部の配力筋の応力

### 3-2-1 試験方法

両床版ともに中間支点上の床版に鉄筋計、歪ゲージ、変位計、熱電対を配置した。試験車（約20t）による載荷方法は図-10に示すように後輪を床版支間中央に載荷し、橋軸方向には5ケースを選定し、その内2ケースは後輪後が継目直上に、3ケースは後輪2軸の中心がPC板の中央となるようにした。RC床版においても全く同様にした。

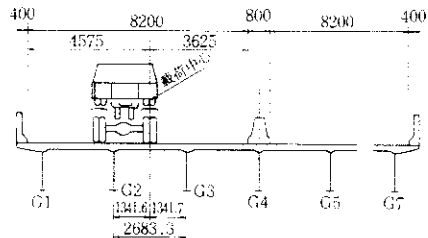


図-10 載荷位置図

## 3. 実橋での載荷試験

### 3-1 試験の目的

実橋でのPCC床版の挙動を把握する目的で、荒本第3工区内の7径間連続鋼非合成I桁橋を対象に下記の3項目の静的および動的試験を実施した。さらに従来のRC床版と比較検討するために隣接する3径間連続鋼非合成I桁橋においても同様の内容の試験を行った。なお、試験対象橋梁の諸元は表-4、図-5と同じである。

### 3-2 床版性能に関する試験

PCC床版は幅1mのプレキャスト板を鋼桁間に敷設しその上に現場打ちコンクリートを打設して合成したものであり、板の継目はあらかじめ挿入されたひび割れとして挙動するものと考えられる。この継目による不連続性のために、従来のRC床版と比較して応力集中及び異方性が問題となる。そこでこれらを解明するための静的載荷試験によって以下の項目の測定を行った。

- (1) たわみ及び継目の開き

### 3-2-2 試験結果と考察

- (1) PCC床版

たわみの計測結果を図-11に示す。床版主筋方向のたわみ形状は隣接床版パネルに載荷された車輪の影響を受けずにはほぼ対称な結果となっている。配力筋方向のPC板継目部のたわみ差は、最大5/1000mmだった。

PC板継目の開きは継目の直上に載荷されたケースで6.7/1000mmだった。この値は標点間隔50mmに対するものであり、継目の実間隔2mmに対してはほとんど無視できる程度である。

鉄筋ひずみの計測結果は、下筋の位置が全断面有効とした場合のほぼ図心位置に相当し、表-5に示す通り、小さな値になっている。

床版支間3スパンを連続板としてモデル化したFEM解析によって求めた計算値と比較すると、図-11に示す通り、たわみについては計測値が幾分大きい両者はほぼ一致している。鉄筋ひずみについては下筋の計算値が幾分小さいがほぼ一致した結果を示している。

- (2) RC床版



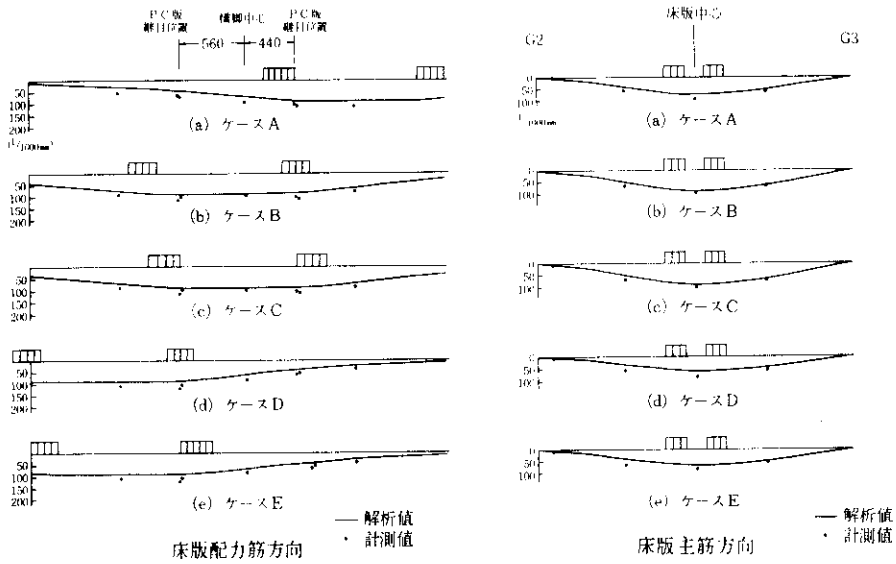


図-11 PCC床版たわみ図

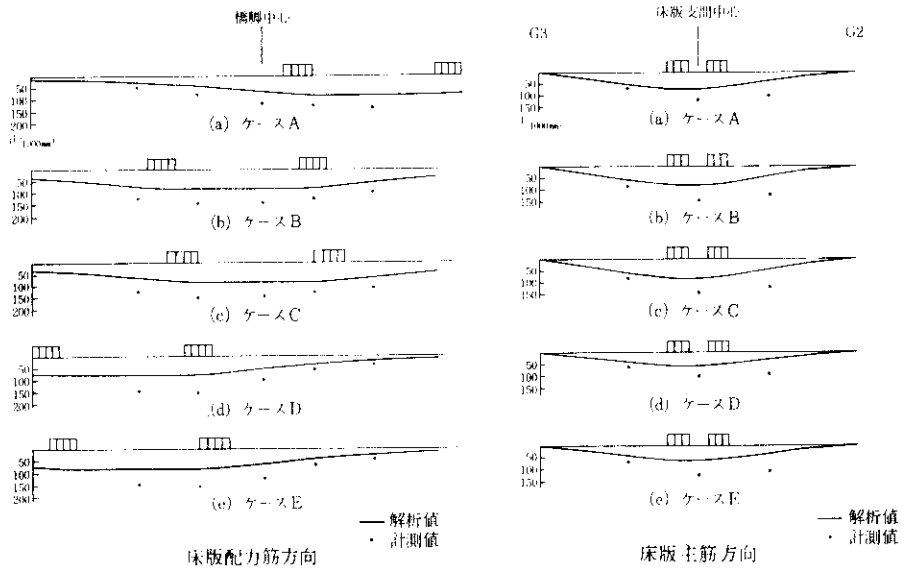


図-12 RC床版たわみ図

表-5 PCC床版の鉄筋ひずみ

(a) 主筋ひずみ (単位:  $\mu$ )

	支点断面 (G <sub>1</sub> 上)		支間断面		備考
	上筋	下筋	上筋	下筋	
ケースA	13.2	6.9	16.1	0.7	G <sub>1</sub> -G <sub>2</sub>
	19.1	4.0	16.6	3.0	
ケースC	19.9	17.3	16.5	0.3	"
	18.3	4.0	15.9	3.0	
ケースE	15.1	8.6	15.9	1.0	"
	16.1	3.6	15.3	2.9	

上段: 計測値の平均値  
下段: 計算値

(b) 配力筋ひずみ (単位:  $\mu$ )

	上筋	下筋	備考
	ケースA	1.8	
ケースC	2.0	0.4	"
	1.2	0.4	
ケースE	2.0	0.4	"
	0.7	0.9	
ケースB	1.8	0.3	FC板 目位置 (G <sub>2</sub> -G <sub>3</sub> )
	4.8	2.8	
ケースD	3.8	1.1	"
	4.5	1.7	
	8.8	1.1	

上段: 計測値の平均値  
下段: 計算値

たわみおよび鉄筋ひずみについてPCC床版と同様な比較をしたのを図-12、表-6に示す。たわみについては、計測値が解析値の約1.8倍となっている。しかしながら、両者のたわみ形状がほぼ相似であることから、この差は計算上の材料や断面特性によるものと思われる。すなわちヤング係数や床版の初期ひび割れによる剛性低下によると思われる。

表-6 RC床版の鉄筋ひずみ

(ケースC) (単位:  $\mu$ )

主筋方向	支間断面	上筋	下筋
		15.9	27.2
配力筋方向	支間断面	12.9	13.3
	支点断面 (G <sub>1</sub> 上)	6.4	4.1
配力筋方向	支間断面	1.5	2.5
	支点断面 (G <sub>1</sub> 上)	1.0	1.4

上段: 計測値の平均値  
下段: 計算値

(3) PCC床版とRC床版との比較

両者は、床版支間中央で等版厚であり、曲げ剛性の比は材料定数のみに関係する。計算に用いた曲げ剛性比 (PCC/RC) は1.26である。両者のたわみ計測値を床版支間中央で比較するとたわみ比 (RC/PCC) は1.28~1.57となっている。このような結果が生じたのは、RC床版の初期ひび割れによる剛性低下の影響と考えられる。たわみの実測値よりモーメント比 (配力筋方向/主筋方向) を求めると、PCC床版で0.40、RC床版で

0.36となる。このことよりPCC床版のPC板継目部の影響を考慮せずに等方性版としてRC床版と同様に断面力を算出してよいと思われる。

3-3 桁端部での床版性能に関する試験

桁端部の床版には伸縮継手付近の不陸のために活荷重による大きな衝撃力が作用する。このため従来のRC床版では、ハンチ部を打ちおろすことにより剛性を高めている。一方PCC床版ではハンチを有していないため打ちおろしを設けていないので静的および動的試験を行い床版の性状を比較した。

3-3-1 試験方法

両床版の桁端部付近にひずみゲージ、変位計および加速度を配置した。静的試験では図-13に示す $l$ を0.5、1.5、2.5mとした。動的試験では図-14に示す試験車落下法とタイヤ落下法の2つの方法による。なお横断方向の荷重位置については静的試験と同様である。

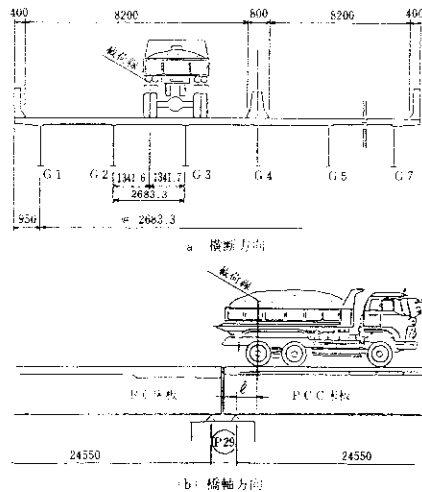


図-13 床版の静的荷重試験要領 (桁端部付近)

3-3-2 試験結果と考察

(1) 静的試験

たわみの計測結果と計算値の比較を図-15に示す。PCC床版の計測値は4辺単純版と3辺単純、

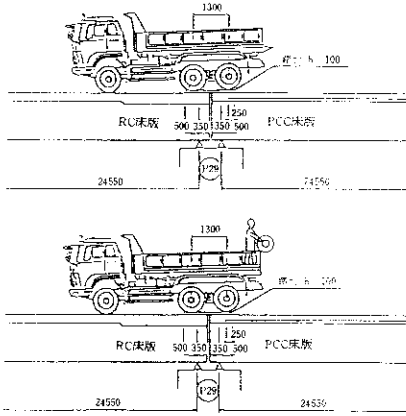


図-14 床版の動的載荷試験要領（桁端部付近）

1 辺固定版としての計算値の中間にあり、RC床版では計算値を上回る値を示している。両者の曲げ剛性比（PCC/RC）が0.44に対して、計測値のたわみ比（RC/PCC）は0.81～0.91になっている。このようにRC床版の計測値が大となったのは、初期ひびわれによる剛性低下の影響が考えられる。

(2) 動的試験

得られた加速度波形のパワースペクトル分析結果より、版振動の卓越振動数としてPCC床版で

48Hz、RC床版で47Hzを得た。なお両者の固有値解析結果でもほぼ同じ値（PCC床版：61Hz、RC床版：62Hz）を示し、両床版型式による差異は認められなかった。

3-4 床版に発生する2次応力に関する調査

PCC床版にはコンクリートのクリープ、乾燥収縮および床版の上下面の温度差に起因した2次応力が床版の支点付近に発生する。この2次応力の影響がどの程度なのかを明らかにすることを目的として行った。なお、RC床版についても同様の測定を行い比較検討した。

3-4-1 調査方法

鉄筋計による鉄筋ひずみおよび熱電対による温度の計測を行い、その経時変化を調査する方法を用いた。

3-4-2 調査結果と考察

(1) 温度の日変化による2次応力

モデルによる解析結果と計測値との比較を図-16、17に示す。この図より温度変化に伴う鉄筋ひ

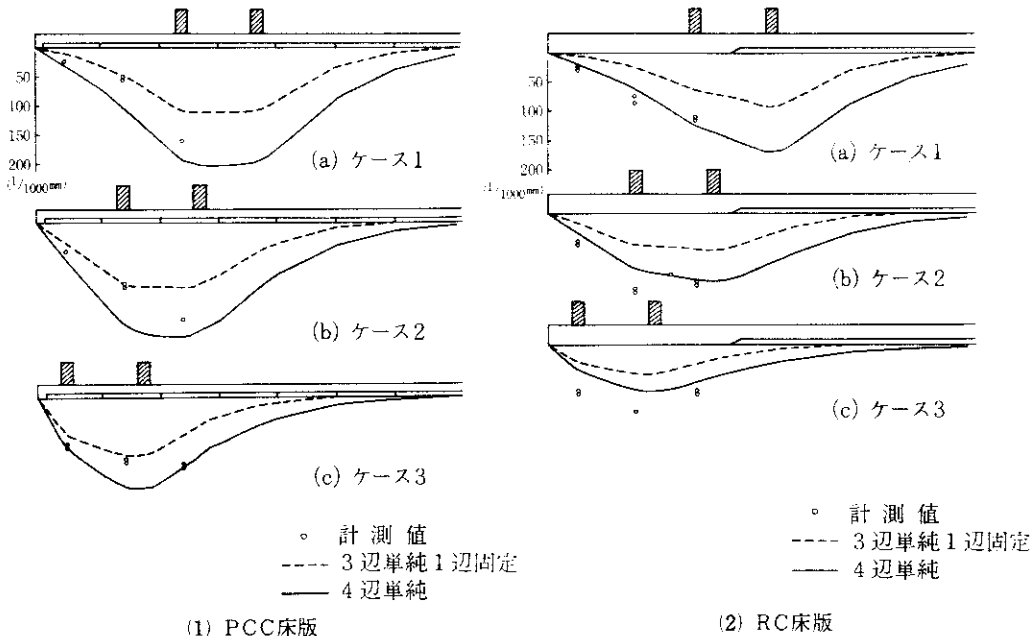
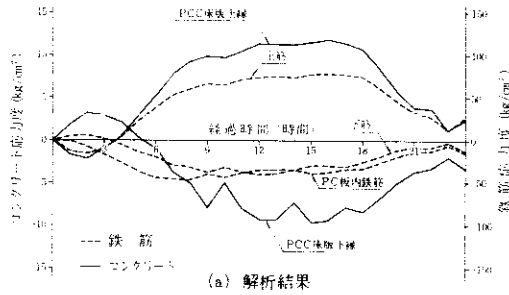
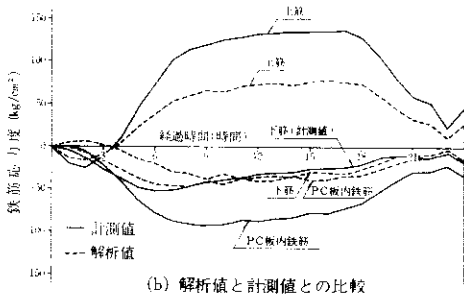


図-15 桁端部付近の床版たわみ図



(a) 解析結果



(b) 解析値と計測値との比較

図-16 PCC床版における日変化温度応力図

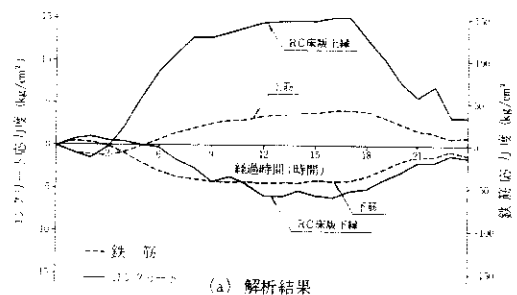
ずみの経時変化を定性的には表しているがその大きさに差が見られる。その原因として

- 1) 解析上の温度条件(各セグメント同一)および支承条件に起因する
- 2) 鉄筋の配筋誤差による
- 3) 鉄筋計等の計測器の温度に対する精度等があげられる。

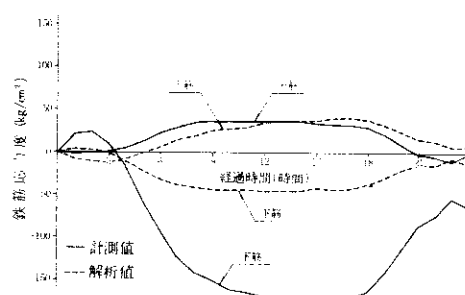
しかしながら両床版ともほぼ同様な挙動を示しており、床版上面に生じるコンクリートの引張応力は $15\text{kg/cm}^2$ 程度であり、床版型式の差異は認められなかった。

床版配筋筋方向についても、温度応力解析を行ったが、コンクリート応力度について次のような結果を得た。

- 1) PCC床版継目位置で $25.2\text{kg/cm}^2$ の引張応力が生じ、その他の箇所( $15.9\text{kg/cm}^2$ )に比較して大きな値となっている。
- 2) RC床版では最大 $18.4\text{kg/cm}^2$ とPCC床版継目に比較して幾分小さい引張応力を示して



(a) 解析結果



(b) 解析値と計測値との比較

図-17 RC床版における単変数温度応力図

いる。

- (2) コンクリートの乾燥収縮、クリープおよび温度変化に伴う2次応力

クリープ解析を段階的積分法により、また温度応力を弾性解析によって求めた床版鉄筋のひずみの解析値と計測値との比較は、必ずしも良い結果を示していないが、床版コンクリートの応力度について両床版を比較すると次のようであった。

- 1) 両床版ともコンクリートのクリープ、乾燥収縮による床版コンクリートの引張応力は、床版主筋および配筋筋方向とも小さいものであった。
- 2) 温度応力の2次応力に占める割合は、床版主筋および配筋筋方向とも大きく、両床版とも同様の傾向であった。
- 3) PCC床版の配筋筋方向のPC板継目位置では、 $20\text{kg/cm}^2$ 程度の引張応力が生じ、RC床版での $1.4\text{kg/cm}^2$ 程度と比較してやや大きな引張応力となっている。

## あとがき

RC床版の損傷問題に対処するために特にひびわれ耐力の優れたPCC床版工法を東大阪線では大規模に採用した。この特徴は供用後如何なく発揮されるものと期待している。この工法は耐荷力の他に品質の均一性や施工の安全性の向上などの特徴も有し、また各章で指摘された検討事項や留意事項に対して改良を加えることによって広範に採用されることを望んでいる。床版片持ち部に対する適用や曲線桁部への適用等も当面の課題であろう。

本工法については、土木学会においても「PC合成床版工法に関する研究小委員会」を設けて調査、研究を実施しており、その成果が待たれるところである。これを機会に普及に加速が加わることであろう。

最後にPCC床版の調査、研究あるいは東大阪線での設計・施行にあたって多大なる熱意をもって取り組んでこられた関係各位に対して敬意を表るものである。

## 参考文献

- 1) 日本材料学会：コンクリートの基礎性状に関する調査研究報告書、阪神高速道路公団委託（昭和57、3）
- 2) 日本材料学会：コンクリートの基礎性状に関する調査研究（その2）報告書、阪神高速道路公団委託（昭和58、3）
- 3) 日本材料学会：PC埋設型枠床版の耐荷性状に関する調査研究報告書、阪神高速道路公団委託（昭和57、3）
- 4) 今井、水元：RC床版の損傷防止とPCC床版、橋梁と基礎（昭和58、8）
- 5) 今井、園田、水元、正田：PC埋設型枠を用いた道路橋床版の特性、土木学会論文集第356号／1-3（昭和60、4）
- 6) 阪神高速道路公団：PCC（PC埋設型枠を用いた）床版設計要領（案）（昭和59、4）
- 7) 阪神高速道路公団：PC板（床版用PC埋設型

- 枠）の製作及び施工要領（案）（昭和59、4）
- 8) 阪神高速道路公団：大阪東大阪線荒本第3区、PCC床版載荷試験報告書（昭 61、3）
- 9) 伊藤、正田：海老江出路PCC床版の設計と施工、第16回技術研究発表会論文集：阪神高速道路公団（昭 59）
- 10) 正田：PCC床版の施工、第18回技術研究発表会論文集：阪神高速道路公団（昭 61）
- 11) 阪神高速道路公団PC構造物検討委員会：PC埋設型枠を用いた鋼道路橋床版の設計：施工、橋梁と基礎（昭 61、5）