

速谷高架橋の設計と施工

尾 原 健 一 郎*
 栗 川 明**
 松 永 完***

1. ま え が き

我が国において、鉄筋コンクリート床版の施工の作業の単純化、急速施工、安全施工等の合理化を主目的として、プレキャスト PC 版が埋設型枠として最初に使用されたのは昭和 46 年である。以来これまでに、鋼桁・PC 桁で 9 橋の施工実績があるが、当初の主目的よりさらに進めて、鉄筋コンクリート床版の損傷に対しての構造面での改善策として、プレキャスト PC 版を床版型枠として使用するだけでなく現場打ちコンクリートと一体化させ PC 合成床版とする工法の調査・研究が進められている^{1)~5)}。

PC 合成床版の特長としては、以下のものがあげられる。

- 1) プレキャスト PC 版は工場で作製され、良好な品質管理の下に製造され、信頼性が高く、耐荷力のばらつきも少ない。
- 2) プレキャスト製品であるので、クリープ・乾燥収縮の影響を小さくすることができ、初期ひびわれを防止することができる。また床版下縁部はプレストレストコンクリート構造物に近い挙動を示し、過大な荷重が作用してひびわれが生じても、荷重が除かれればひびわれは閉じる等、耐力が高い。
- 3) 足場作業、型枠作業を簡略化することができ、省力化・安全施工をはかることができる。
- 4) 床版型枠の組立、解体、転用が不要となり、急速施工が可能となり、熟練作業員も減らすことができる。

速谷高架橋では、施工面積約 9 000 m² の PC 合成床版が施工された。以下にその設計、施工について概要を報告する。

2. 工 事 概 要

* 日本道路公団広島建設局西広島工事事務所構造工事区工事長

** オリエンタルコンクリート(株)速谷高架橋工事事務所所長

*** オリエンタルコンクリート(株)大阪支店工務部設計チーム担当課長

本工事は、大阪府吹田市と山口県山口市を結ぶ山陽自動車道が、広島県佐伯郡廿日市町上平良地内を通過する工区の高架橋工事である。

工 事 名：山陽自動車道，速谷高架橋（PC 上部工）
 工 事

路 線 名：山陽自動車道

橋 長：432.0 m

支 間：2@26.05 + 4@ (26.05+26.00+ 26.05) +
 2@26.05

有効幅員：2@10.25

構造形式：PC 2 径間連結合成桁橋

PC 3 径間連結合成桁橋

工 期：自昭和 59 年 11 月 16 日

至昭和 61 年 7 月 8 日

3. PC 合成床版の設計

3.1 設 計 概 要

PC 版は、床版コンクリート打設時における版自重、後打ちコンクリート荷重および作業荷重 ($w=150 \text{ kg/m}^2$) に対して単純版として抵抗できるように断面とプレストレスト量を決定した。

後打ちコンクリートとの一体化は、PC 版上面に凹凸をつけることにより考慮し、凹凸をつけることにより、平均付着強度は 10 kg/cm^2 以上あることが実験で確かめられている¹⁾のでジベル筋は配置しなかった。

PC 版は幅 1 m であり、橋軸方向には不連続であるが、継目部のわずかな部分が断面減少となっているだけで、せん断力を介してたわみは連続するので等方性版として評価し、曲げモーメントの算定にあたっては、「設計要領第二集」の算式に準拠して求めた。

ただし、PC 合成床版では、床版ハンチを設けることができないので、PC 版支点部で床版断面が急変することを考え FEM 解析を行い、その結果に基づき、正の曲げモーメントに対して割増しを行った。

3.2 PC 合成床版の設計

3.2.1 断面形状

PC 合成床版の断面形状を図-1 に示す。

3.2.2 PC 版の設計

PC版の断面図を 図-2 に示す。

PC版は、自重・後打ちコンクリート荷重・作業荷重に対してフルプレストレスとなること、および合成後の設計荷重作用時のPC版下縁の曲げ応力度(図-3)が過大とならない(-15 kg/cm²程度)ように設計した。

3.2.3 FEMによる解析

通常のRC床版(図-4)およびPC合成床版(図-5)の2ケースについて、集中荷重、等分布荷重を載荷した場合の比較検討を行った。

(1) 通常のRC床版

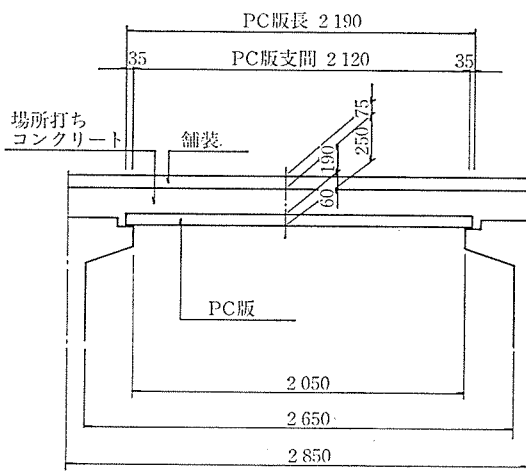


図-1 PC合成床版断面図

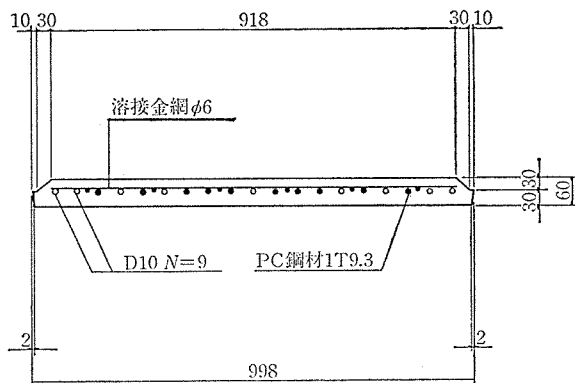


図-2 PC版断面図

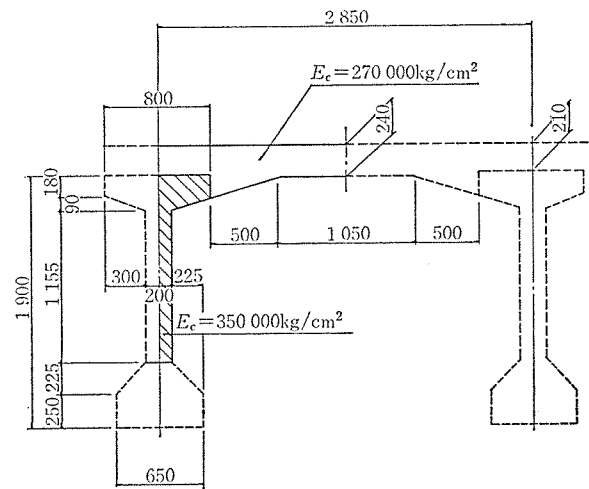


図-4 計算モデル(RC床版)

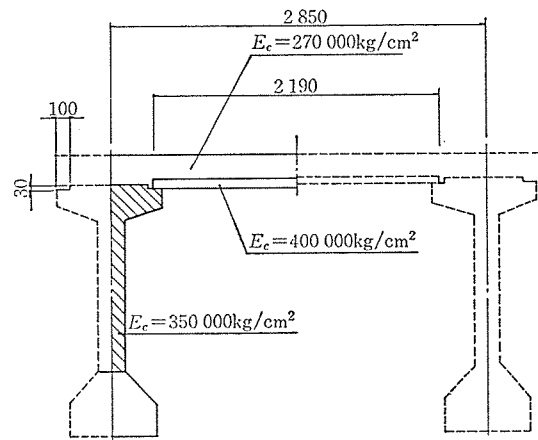


図-5 計算モデル(PC合成床版)

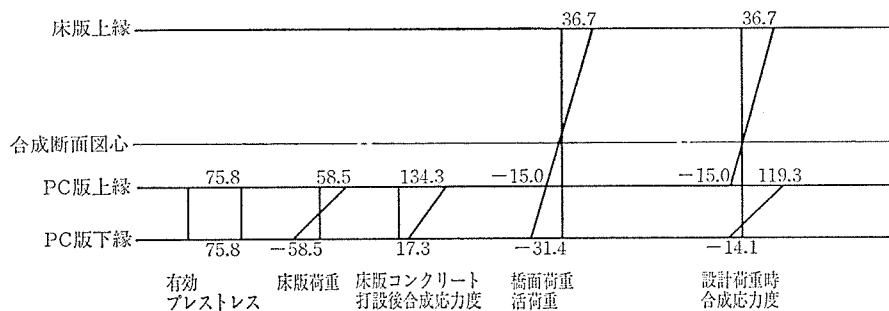
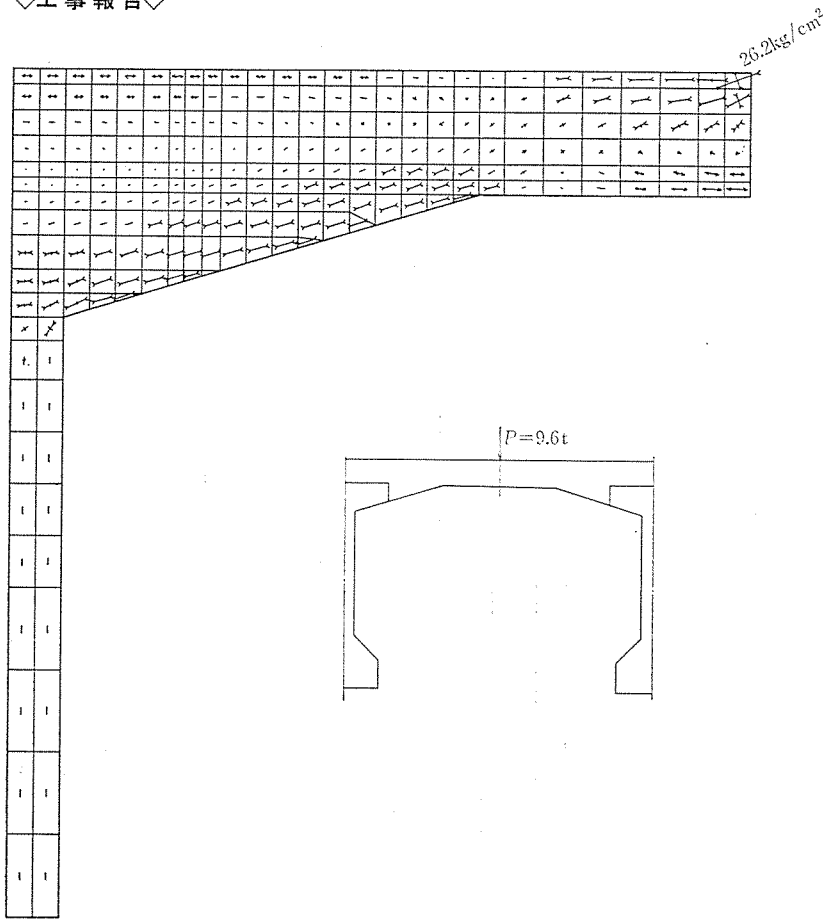
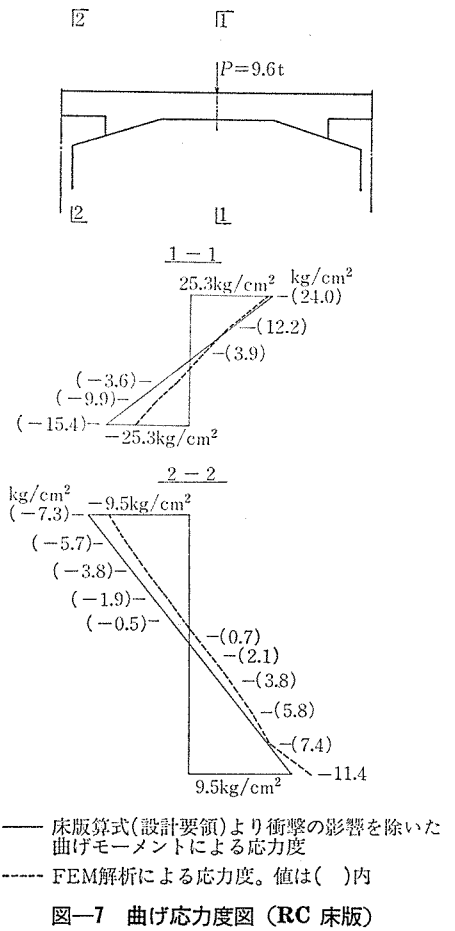


図-3 曲げ応力度の合成

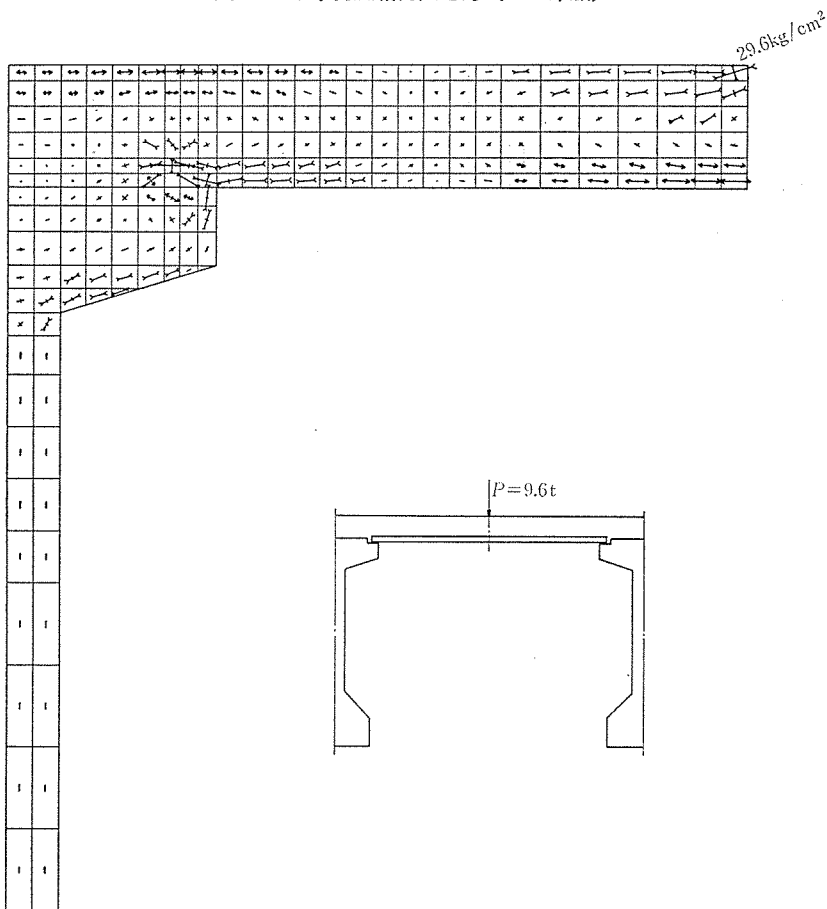
- i. 支間中央に集中荷重を載荷した場合(図-6)も等分布荷重を載荷した場合も主応力の流れはスムーズである。
- ii. 支間中央部の上下縁の直応力度は計算値より小さい値(図-7)となる。
- iii. 支点部の上下縁の直応力度は下縁部で計算値より大きい値(図-7)となる。



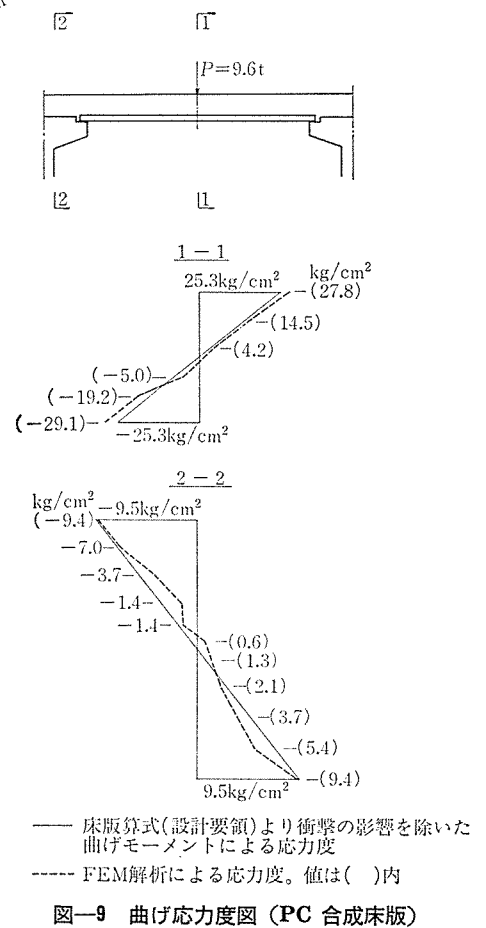
図—6 集中荷重載荷直応力 (RC 床版)



図—7 曲げ応力度図 (RC 床版)



図—8 集中荷重載荷直応力 (PC 合成床版)



図—9 曲げ応力度図 (PC 合成床版)

(2) PC 合成床版

- i. 支間中央に集中荷重を載荷した場合(図-8)も等分布荷重を載荷した場合も PC 版支点付近で、主応力の流れに乱れが見うけられるが、すべて圧縮応力度であり値も小さく問題はないと考えられる。
- ii. 支間中央部の上下縁の直応力度は計算値より 15% 程度大きい値(図-9)となる。
- iii. 支点部の上下縁の直応力度は、計算値より小さい値(図-9)となる。

以上の検討結果に基づき、橋軸直角方向支間中央の曲げモーメントを 15% 割増しする。

$$M_l = (0.12l + 0.07)P \cdot K \cdot 0.9 \cdot K'$$

ここに、 $P = 8.0 \times 1.2 = 9.6 \text{ t}$

K : TT-43 の割増し $K = 1.06$

K' : 割増し係数 $K' = 1.15$

3.2.4 合成床版の設計

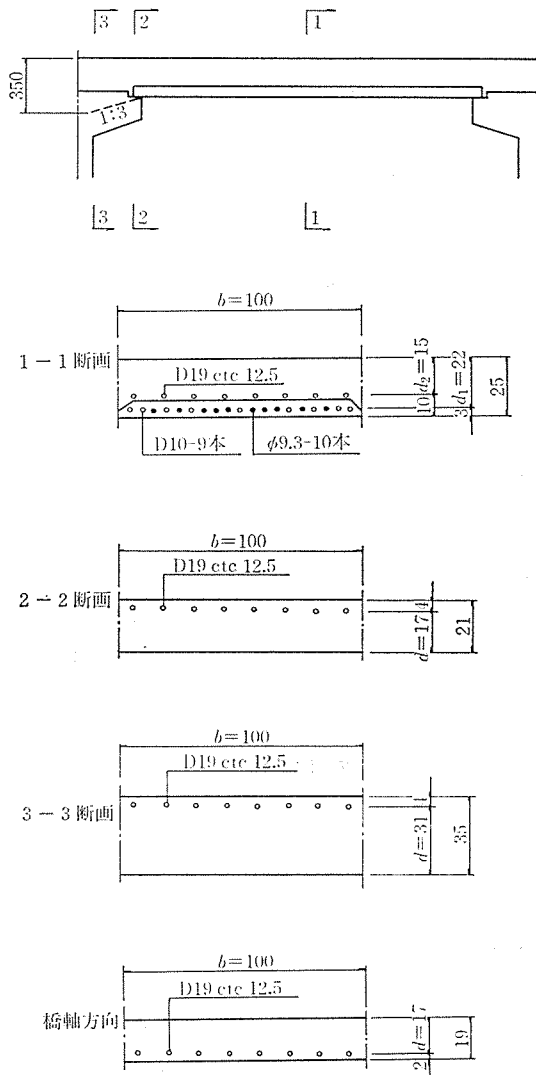


図-10 合成床版の配筋

(1) 合成床版の配筋

合成床版としての配筋を 図-10 に示す。

(2) 応力度

- 1-1 断面 $\sigma_{s1} = 556 \text{ kg/cm}^2$ $\sigma_{s2} = 1\,225 \text{ kg/cm}^2$
 $\sigma_c = 58.6 \text{ kg/cm}^2$
- 2-2 断面 $\sigma_s = 1\,110 \text{ kg/cm}^2$
 $\sigma_c = 64.3 \text{ kg/cm}^2$
- 3-3 断面 $\sigma_s = 903 \text{ kg/cm}^2$
 $\sigma_c = 35.8 \text{ kg/cm}^2$
- 橋軸方向 $\sigma_s = 1\,129 \text{ kg/cm}^2$
 $\sigma_c = 51.8 \text{ kg/cm}^2$

4. 施 工

4.1 PC 版の製作

PC 版は、通常のプレテンション部材と同様の手順で工場で作製した。通常のプレテンション部材と異なるのは、専用の打設機を使用し、PC 版の上面に凹凸をつけることである。

製作の流れは 写真-1~7 により示す。

4.2 PC 版の据付け

4.2.1 仮設備工

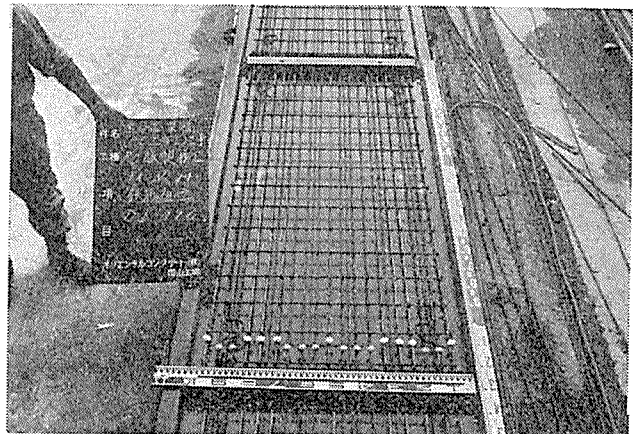


写真-1 PC 鋼材配置、鉄筋配置



写真-2 吊り金具 (凹凸成形後に起こす)

◇工事報告◇

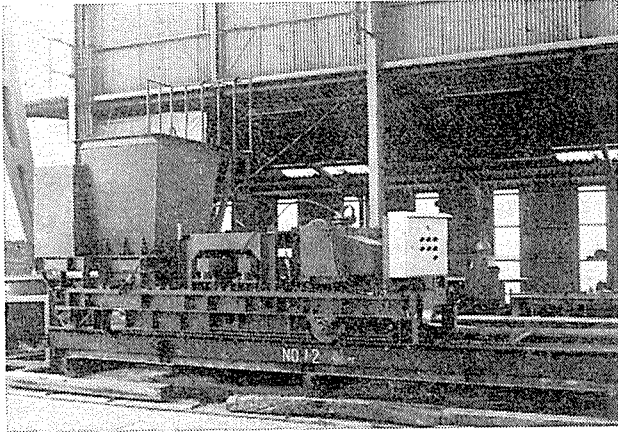


写真-3 コンクリート打設機

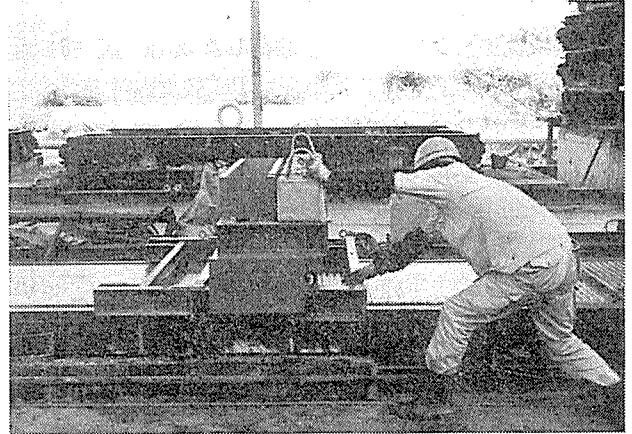


写真-6 凹凸の成形

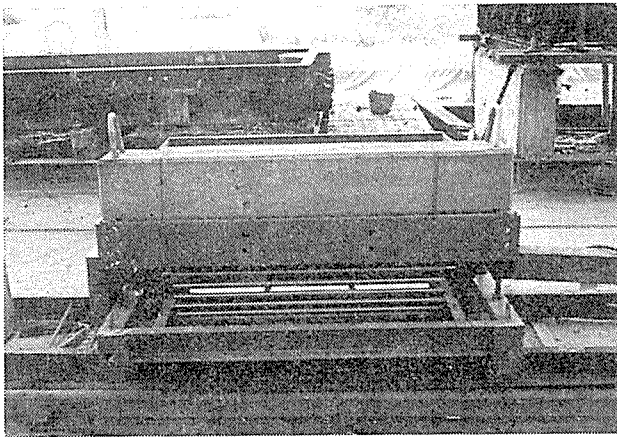


写真-4 凹凸成形機

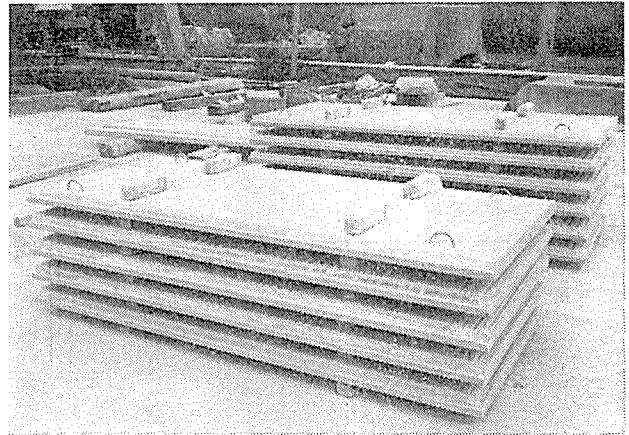


写真-7 PC版の保管(積重ねは最大12段)

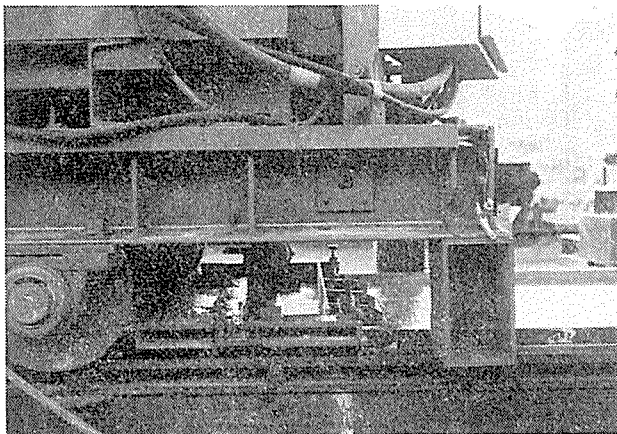


写真-5 コンクリート打設

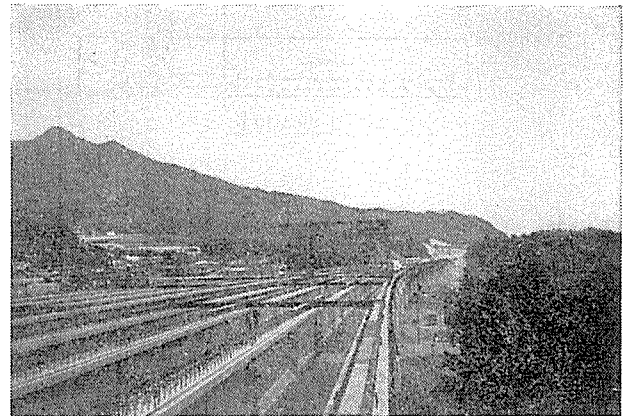


写真-8 門型クレーン

主桁架設後、耳桁上のジベル筋の上に足場板を並べ、その上に軌条を敷設し、門型クレーン(2.5t吊)を設置した(写真-8)。

4.2.2 PC版の吊上げ

工場で製作されたPC版は、二次製品としての検査終了後、トラックにて現地に搬入した。標準PC版(998×2190×60)の重量は328kgで、桁上への吊上げは、門型クレーン(写真-9)と、トラッククレーンを併用

し行った。桁上での仮置き台としてH鋼(250×250×5000)を6本使用し、一度に2径間分仮置きした(写真-10)。

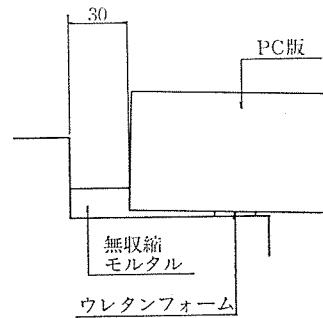
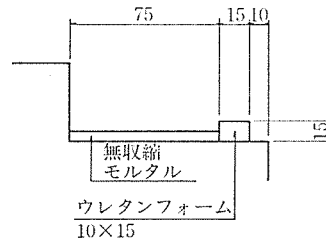
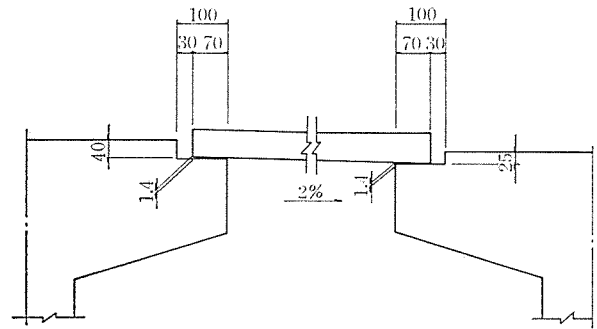
4.2.3 PC版の据付け

主桁の切欠き部の清掃を行い、ウレタンフォーム(10×15×2000)を切欠き部に貼付する(写真-11)。

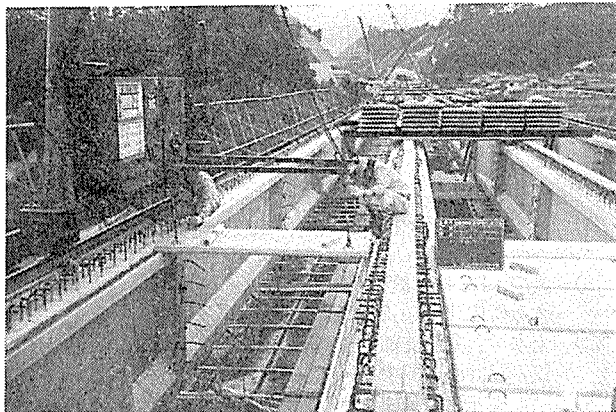
次いで、PC版と主桁の接合部になじみをつけるため無収縮セメントペースト(W/C=48%、小野田エクスパン混入)をジョロで5mm程度流し込み、固まる前に



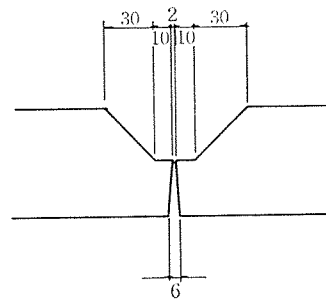
写真—9 PC 版の吊上げ



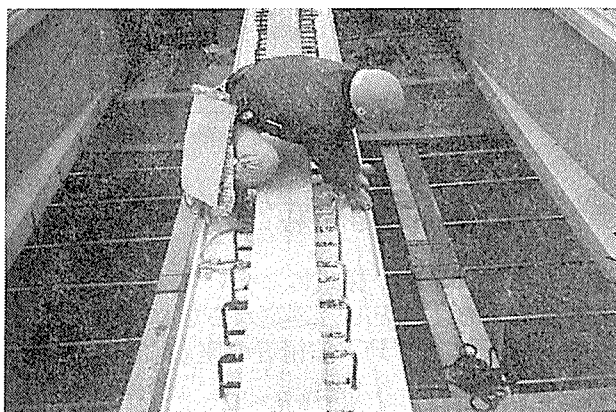
図—11 PC 版据付け詳細図



写真—10 PC 版の据付けおよび PC 版仮置き状況



図—12 PC 版継目部詳細



写真—11 ウレタンフォームの貼付

PC 版を門型クレーンにより据付ける (写真—10)。PC 版の重みで、ウレタンフォームと無収縮モルタルは 1 mm 程度に圧縮され、PC 版は主桁上に隙間なくセットされる (図—11)。

4.2.4 目地工

PC 版相互の継目部 (図—12) は、接着材 (小野田エフェクト) を塗布し、硬めの無収縮モルタルを敷き、隙間を無くしたあと無収縮モルタル (プレユーロックス使用) をジョロで流し込む (写真—12)。主桁と PC 版端部とのあき 30 mm の間も無収縮モルタルを流し込み PC 版の据付けを終わる (写真—13)。

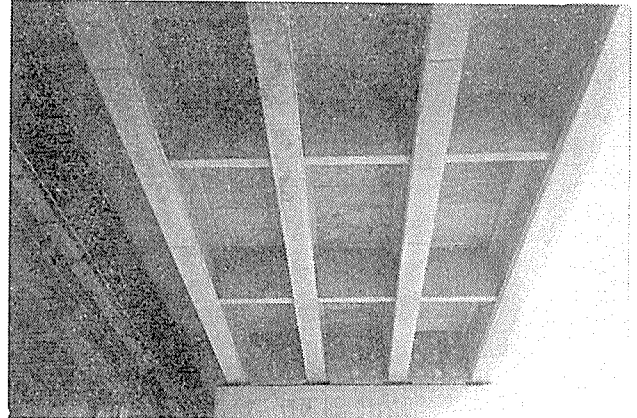
4.3 横組・床版工

PC 版施工後、横桁の施工を行い、次いで床版の施工を行った。張出し床版部については、従来どおりの施工とした。床版完成後の下面の状況を写真—14 に示す。

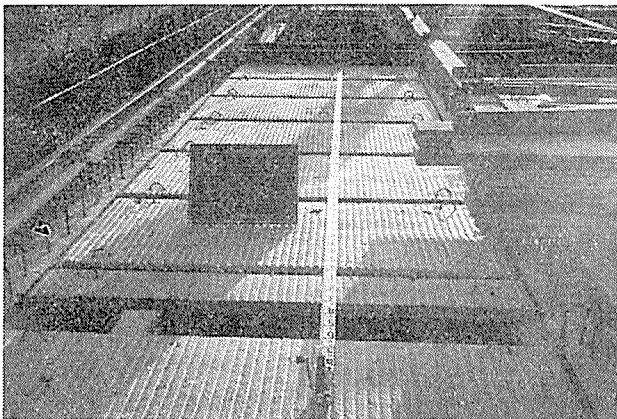
◇工事報告◇



写真—12 継目部無収縮モルタル打設



写真—14 床版下面



写真—13 PC版の据付け完了

5. あとがき

PC 合成床版の採用による床版の耐荷力の増加、施工の省力化・急速化・安全化・合理化等の長所は、これまでの調査・研究・施工により広く認められているが、経済性等の面からその施工実績はあまり多くない。現在

は、開発当時とは建設工事における労務費の占める割合も変わってきており、床版の損傷に対する維持管理にかかるコスト等を考慮すると、通常の RC 床版との経済性の差はほとんどなくなっている。

PC 合成床版の調査・研究は、現在も多方面にわたり進められており、より明確な設計法・合理的な施工法が確立され、PC 合成床版が広く採用されるのは、そんなに先のことではないと思われる。

参考文献

- 1) 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（昭和 57.3）
- 2) 渡辺：PC 板埋設型枠の利用による新省力・迅速施工に関する研究（昭和 58.3）
- 3) 土木学会関西支部：道路橋鋼およびコンクリート合成床版の設計法に関する研究（昭和 59.5）
- 4) 阪神高速道路公団：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（昭和 61.5）
- 5) 佐々木、氏家、鈴木、上田：小中台高架橋における PC 板合成床版の設計施工、橋梁（昭和 55.5）

【昭和 61 年 6 月 17 日受付】

◀刊行物案内▶

プレストレストコンクリート構造物設計図集（第 2 集）

本書は協会設立 20 周年行事の一環として、前回発行した設計図集の様式にならい編集した、その第 2 集です。協会誌第 10 巻より 21 巻に亘る巻末折込付図を主体とし、写真ならびに説明を付し、その他参考になる PC 構造物についてとりまとめた設計図集で、PC 技術者の座右に備え付けるべき格好の資料と考えます。

希望者は代金（現金為替または郵便振替 東京 7-62774）を添え、下記宛お申し込みください。

体 裁：B 4 判 224 頁

定 価：9,000 円（会員特価 7,000 円） 送 料：1,000 円

内 容：PC 橋梁（道路および鉄道）74 件、PC 建築構造物 25 件、その他タンクおよび舗装等 10 件

申 込 先：（社）プレストレストコンクリート技術協会

〒102 東京都千代田区麹町 1-10-15（紀の国やビル）電話 03 (261) 9151