

喜連高架橋 (DW 工法) の設計および施工について

藤 沢 宣 義*
 寺 西 逸 郎**
 吉 川 紀***
 牧 豊†

1. ま え が き

大阪の都心部から、大阪市南東部の市街地を縫って日本道路公団の近畿自動車道松原インターチェンジに連結する大阪府道高速大阪松原線は、阪神高速道路公団によって 10 年の歳月をかけ、昭和 55 年 3 月に供用開始の運びとなった。

この道路は西成区山王から、駒川、平野、瓜破などを経て、松原市大堀町に至る延長 11.2 km の全線高架の道路で、市街地内の用地を効率的に利用し、沿線住民の利便を考えて地下鉄谷町線や関連街路と一体構造となるよう設計されているが、この道路が完成すると整備の遅

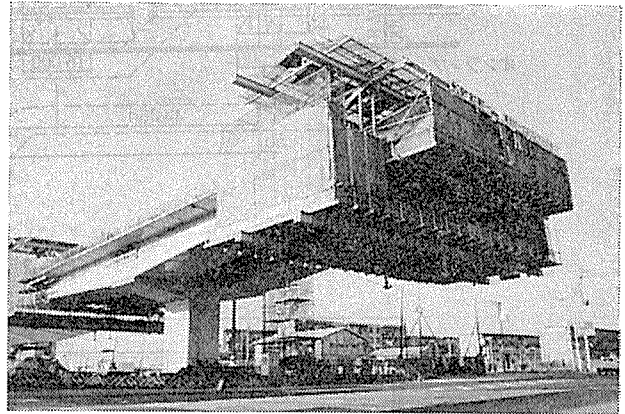


写真-1 張出し架設中の橋体

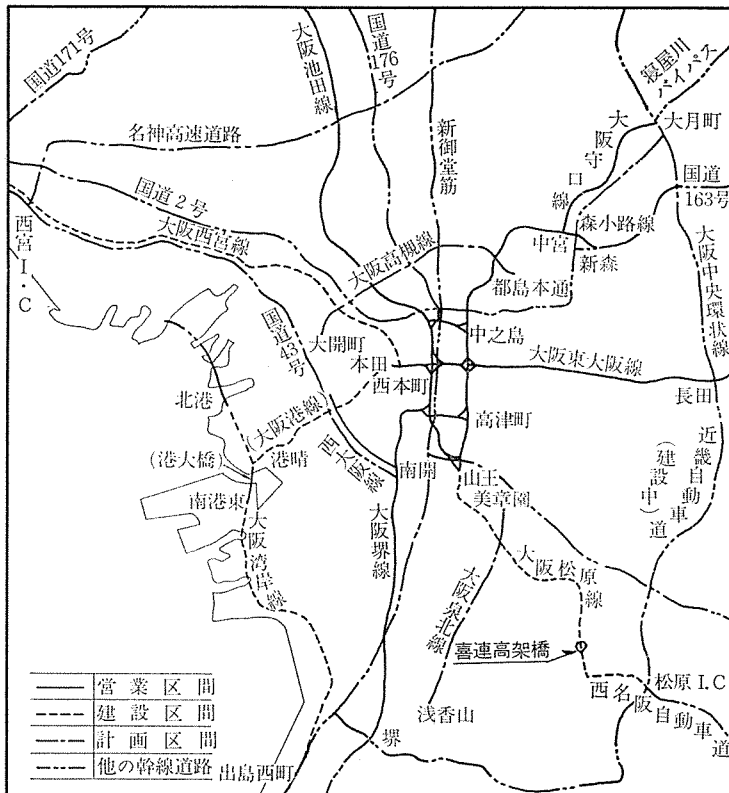


図-1 位置図

れていた大阪市南東部の交通、物流事情が好転し、併せて名古屋、伊勢方面へも大層便利になるものと期待されている(図-1)。

そして、阪神高速道路の現在の営業キロ数の 92.1 km が、この大阪松原線が開通することにより 100 km 台を突破する記念すべき路線でもある。

今回報告する喜連高架橋は大阪松原線高架橋の一つで、府道大阪中央環状線と大阪南港を結ぶ、主要な道路である敷津長吉線と立体交差する橋梁である。

敷津長吉線は 1 日の車両通行量が 62 000 台もあり、大阪市内の交通混雑箇所の一つに挙げられているが、この付近は学校、商店、民家が密集している地域でもあり、建設時および完成後の交通騒音を避けるため、そして今後のメンテナンスも考慮して本橋はコンクリート構造で計画されたが、敷津長吉線を跨ぐためには 60 m の径間が必要であり、支保工形式の架橋方法を採用した場合は、一般交通に重大な支障を起こす恐れもあるので、フライフォルバウすることとなり、その工法としてディビダーク工法が採用された(写真-1)。

2. 構造概要

* 阪神高速道路公団第 1 建設部設計課長(当時)
 ** 阪神高速道路公団第 1 建設部松原工事事務所長(当時)
 *** 阪神高速道路公団本社工務部設計課
 † 富士ピー・エス・コンクリート(株)大阪支店技術部長

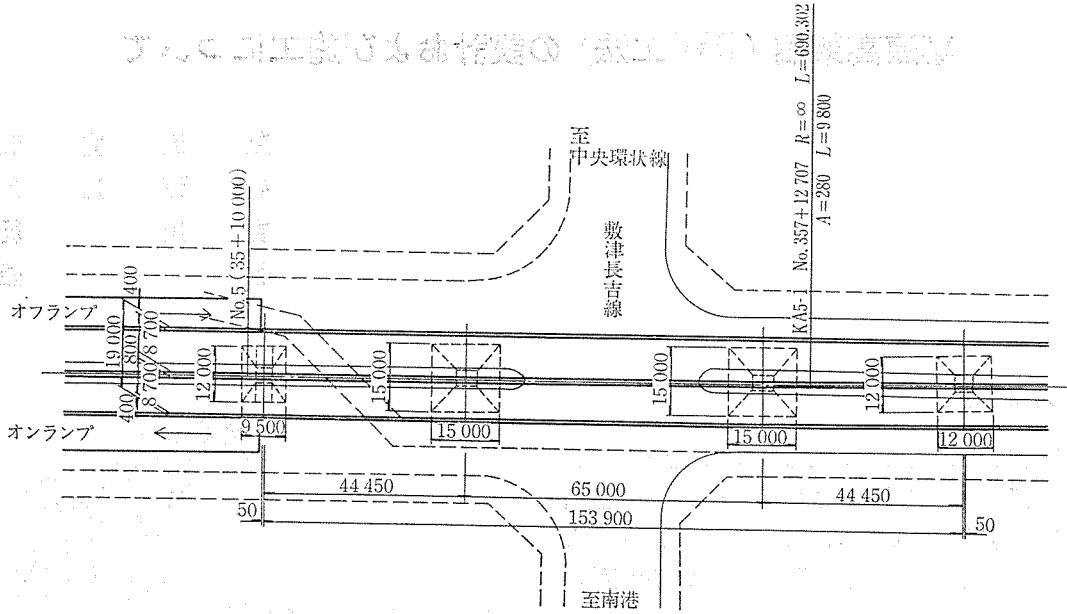


図-2 一般平面図

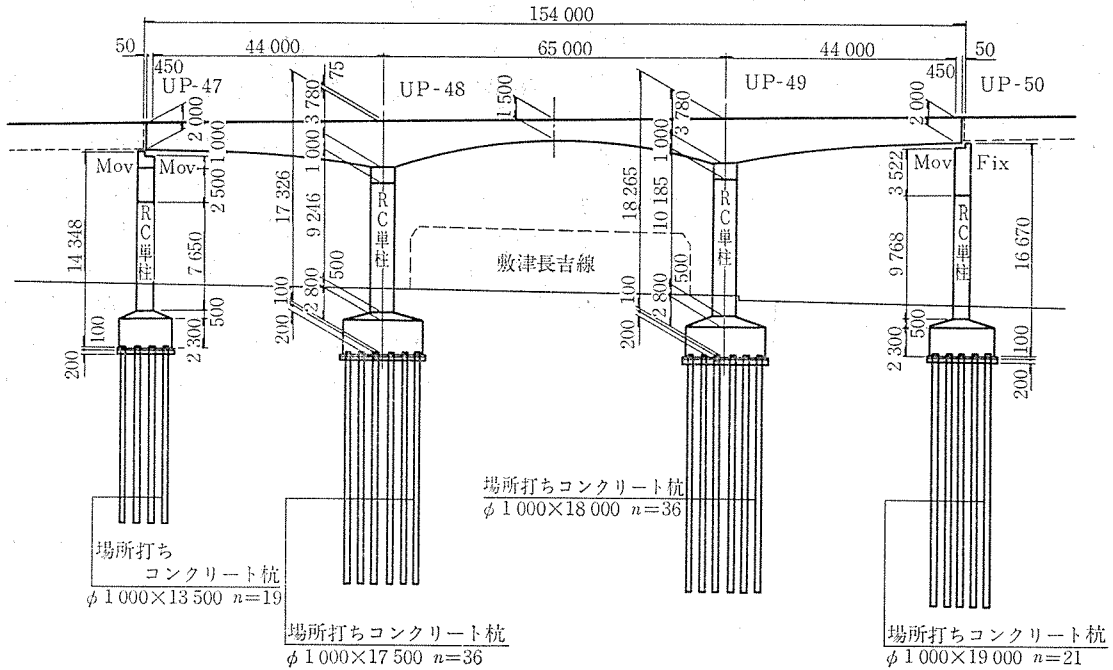


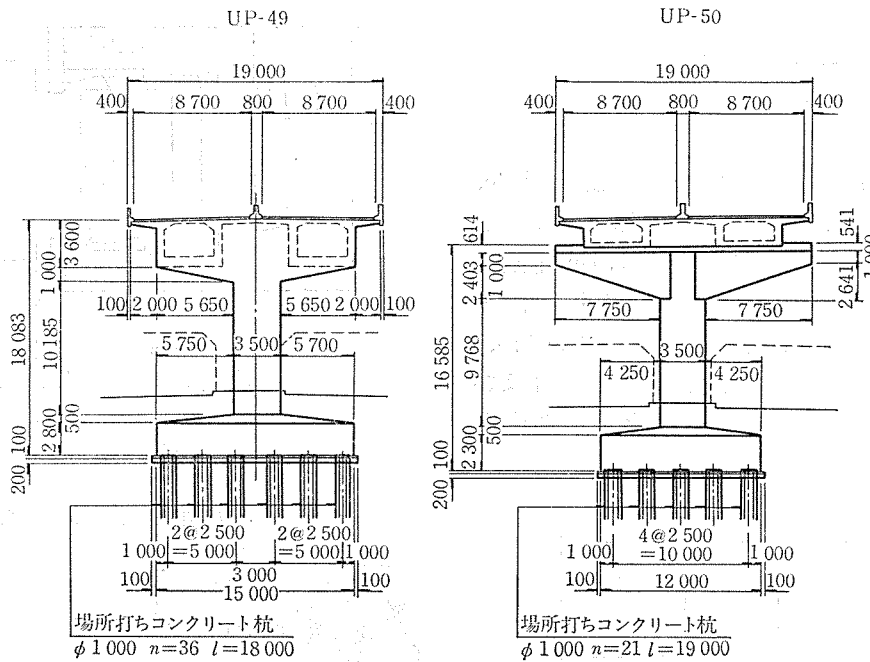
図-3 一般側面図

所在地：大阪市平野区喜連町瓜破1丁目
 路線名：大阪府道高速大阪松原線
 橋長：154m
 径間割：44.5m+65m+44.5m
 幅員：19.0m
 形式：上部構造 PC 3 径間連続 2 箱桁有鉸ラーメン橋
 下部構造 場所打ち杭基礎，RC 単柱 4 基
 荷重：TL-20
 工事期間：自昭和 51 年 3 月 至昭和 54 年 3 月
 工事費：約 5 億円

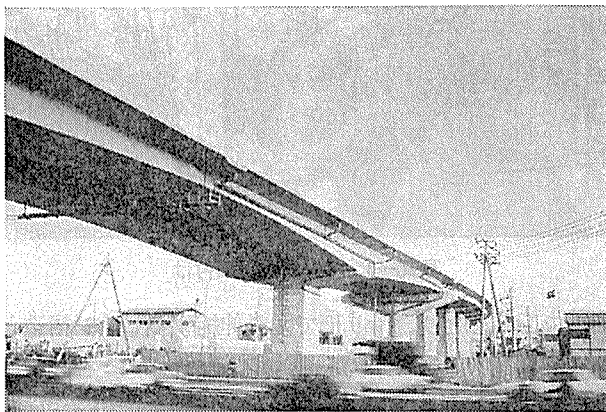
所要資材：上部工 コンクリート 2 749 m³
 鉄 筋 199 t
 P C 鋼 棒 142 t
 下部工 コンクリート 4 406 m³
 鉄 筋 495 t

本橋の架橋地点，UP 48 付近には本線出入ランプが設けられていて，その両側ランプの内側本線真下に大阪市都市計画街路新庄大和川線が入ってくるので，橋脚は街路との取合いの関係で4基とも，RC 単柱の設計となっている。

基礎は，直径 1m，長さ 14m~18m の場所打ち杭



図—4 一般断面図



写真—2 完成写真

(112 本) を使用し、上部構造は中央にヒンジを設けた 3 径間連続ラーメン構造で 2 箱桁とし、橋脚 UP 48, UP 49 は、橋脚の梁と上部工の支点上横桁とを一体構造としたため、2 箱桁を単柱で受けるという我が国でも数少ない構造となった。

3. 設 計

3.1 設計条件

(材料の強度および許容応力度)

コンクリート：

設計基準強度	$\sigma_{ck} = 400 \text{ kg/cm}^2$
許容曲げ圧縮応力度	
部材圧縮部	$\sigma_{ca} = 140 \text{ kg/cm}^2$
部材引張部	$\sigma_{cat} = 180 \text{ kg/cm}^2$
許容曲げ引張応力度	
部材圧縮部	$\sigma_{cat'} = 15 \text{ kg/cm}^2$

部材引張部 $\sigma_{ca'} = 0 \text{ kg/cm}^2$

許容斜引張応力度

設計荷重作用時

せん断による応力度 $\sigma_{Ia} = 9 \text{ kg/cm}^2$

せん断+ねじりによる応力度 $\sigma_{Ia'} = 12 \text{ kg/cm}^2$

破壊安全度検討時 (許容値)

せん断による応力度 $\sigma_{Iaa} = 20 \text{ kg/cm}^2$

せん断+ねじりによる応力度

$\sigma_{Iaa'} = 25 \text{ kg/cm}^2$

破壊安全度検討時 (最大値)

せん断による応力度 $\sigma_{Imax} = 40 \text{ kg/cm}^2$

せん断+ねじりによる応力度

$\sigma_{Imax'} = 50 \text{ kg/cm}^2$

PC 鋼棒：SBPR 95/120 $\phi 26 \text{ mm}$ (B種 2号)

引張強度 $\sigma_{pu} = 120 \text{ kg/cm}^2$

降伏点応力度 $\sigma_{py} = 95 \text{ kg/cm}^2$

鉄 筋：SD 30

許容引張応力度 $\sigma_{sa} = 1800 \text{ kg/cm}^2$

許容引張応力度 床 版 $\sigma_{sa} = 1400 \text{ kg/cm}^2$

腹鉄筋 $\sigma_{sa} = 3000 \text{ kg/cm}^2$

震 度：

水平震度 $K_H = 0.25$

温度変化： $\pm 15^\circ\text{C}$

温 度 差：桁の上下縁の温度差 5°C

PC 鋼棒のレラクセーション：3%

コンクリートのクリープ係数： $\phi = 2.0$

コンクリートの乾燥収縮度： 15×10^{-5}

破壊安全度： $1.3D + 2.5D$

報 告

弾性係数：

PC 鋼棒 $2.05 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$

コンクリート $3.5 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$

3.2 設計要旨

本橋の構造系は、図-5 に示すとおりで、橋脚 UP 48, UP 49 と主桁とは剛結され、中央径間中央にはヒンジを設けた構造となっている。桁高は中央 1.5m, 橋脚上 3.5m, 桁高変化は Sin 曲線を使用した。主桁の断面は、図-6 に示すごとく 2 箱桁の断面となっているが、応力解析には棒としての設計を行った。また床版およびウェブは、主桁箱形断面をラーメン構造として応力検討を行った。

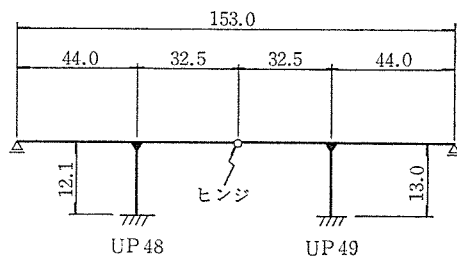


図-5 構造系

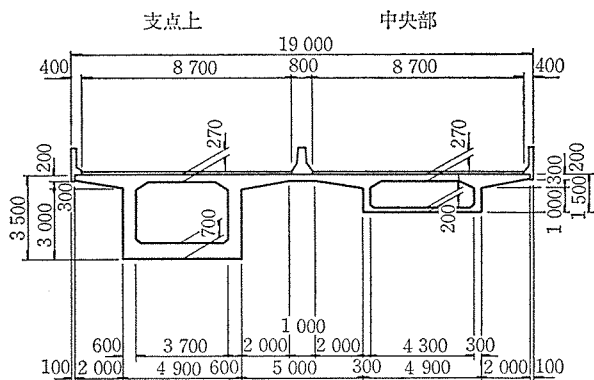


図-6 主桁断面図

本橋も今迄に数多く施工されたカンチレバー工法と同様であり特筆すべき事項はないが、本工事の最も特色のある点は、中央ヒンジ部である。

3.3 中央ヒンジ

本橋は都市内高速道路の高架橋であるため、美観の関係から中央部にヒンジを設けて中央部の桁高を抑えている。ヒンジについては従来種々の方法が考えられてきたが、桁に活荷重あるいは温度荷重が働くとそのつどヒンジ部には回転または滑動の変位を生じ、それに伴う摩擦音が発生するか、ヒンジの接触部が摩耗してわずかな空隙ができ、車両通行時に異状音が発生することが考えられる。今回新しく採用した方法は、ヒンジの中にスライディングプレートを組み込み、ベアリングプレートとの円

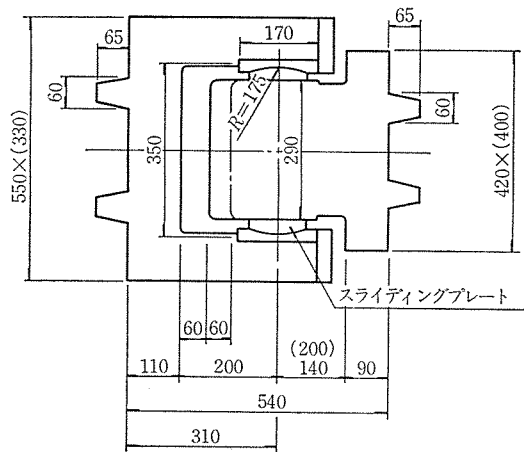


図-7 中央ヒンジシュール側面図

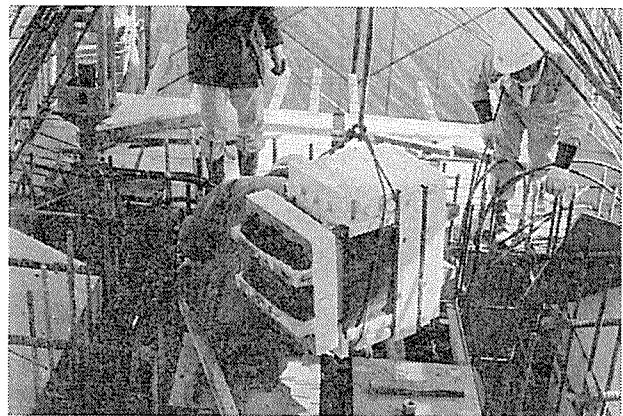


写真-3 中央ヒンジ取付け

弧面で回転をとり、滑り面で滑動伸縮するヒンジ構造となっており（図-7、写真-3）、本橋設計時に種々検討して決定したもので、完全なヒンジ作用を行うと同時に、騒音防止にも役立つものと考えている。

3.4 中央ヒンジ支承の機能

中央ヒンジ支承の機能としては、伸縮に対する許容移動量としては ± 約 50 mm, 回転に対する許容角変位としては約 9° までとれる設計となっている。

(1) 設計条件

荷重： $R=32.2 \text{ t}$

摩擦力： $F=\mu R=0.1 \times 32.2 \text{ t}=3.22 \text{ t}$

伸縮量： $\pm 50 \text{ mm}$

回転角度： 9°

(2) ヒンジ支承の材質

凹沓, 凸沓：SC 46

スライディングプレート：S 45403+PTFE

支圧板その他：SS 41

カバー：クロログレーンゴム+SS 41

(3) ヒンジ支承の据付け方法

ヒンジ支承は、前述のごとく伸縮量および角変位に対

して制限があるため、

- 1) 橋面死荷重による回転変位
- 2) クリープによる回転変位
- 3) 活荷重による回転変位
- 4) 計画あげ越し量に対する施工時の実測量

を考慮して、中央ヒンジの設置はクリープ等終了時にヒンジの凹凸の相対角変位が零度となるように配慮した。

伸縮量については、

- 1) 温度差および温度変化による変位
- 2) コンクリートの乾燥収縮による変位
- 3) コンクリートのクリープによる変位
- 4) 荷重による変位

を考慮してセット量を決定した。

本橋の場合

支保設置後の最大伸び量：19.5 mm

支保設置後の最大縮み量：20.1 mm

で、セット角度は上向きに 2°00' で据付けを行うこととした。ヒンジ支保は主桁ウェブ位置に 4 箇所、PC 鋼棒 φ 26 mm で緊張定着する方法をとった (図-8)。

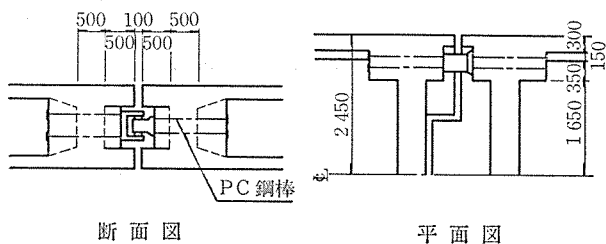


図-8 中央ヒンジシュール取付け図

4. 施 工

施工は支保工を用いた場所打ち部分と、フォルバウワーゲンを用いる部分とがある (図-9, 写真-4)。

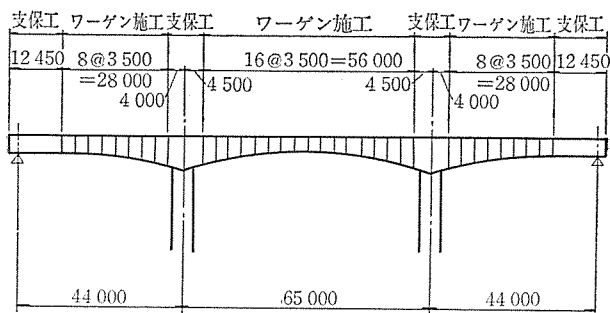


図-9 施工概要図

柱頭部 8.5m 区間は、四角柱、H鋼による場所打ち部であり、また側径間 12.45m 区間はビティ支保工を用いた場所打ち部分である。その他の 3.5m ブロックの部分がフォルバウワーゲンを用いたカンチレバー部分である。

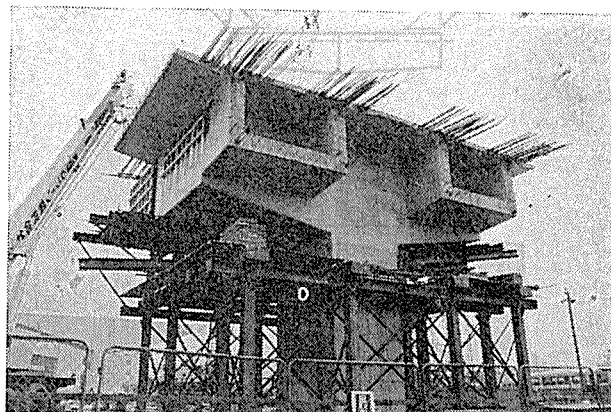


写真-4 柱頭部の施工

4.1 あげ越し量の計算

あげ越し量の決定は次の項目について計算した。

- 1) 主桁コンクリート自重
- 2) プレストレス
- 3) 上部工静荷重
- 4) ワーゲン荷重
- 5) その他の静荷重
- 6) クリープ
- 7) 脚柱の沈下

特にクリープたわみは下記の考え方で計算した。

$$\sigma\phi = (\sigma_{d0} + \sigma_{d1} + \sigma_p) \phi + \Delta\sigma_{pt} (1 + K \cdot \phi)$$

上式中

σ_{d0} : 主桁自重によるたわみ

σ_{d1} : 上部工静荷重によるたわみ

σ_p : 初期プレストレスによるたわみ

$\Delta\sigma_{pt}$: コンクリートのクリープ、乾燥収縮および鋼棒のレラクセーションによる減少量により生ずるたわみ

ϕ : クリープ係数

K : 定数

そして、平均クリープ係数、クリープの進行度については、ディビダーク工法設計施工指針 (案) (昭和 41 年 7 月) / 土木学会 / 第 54 条により一応試算を行い、また現在迄に発表された文献の実験値や、実橋との比較計算等を参考としたが、いずれもほぼ似通った値を示しているため、本橋の場合は実効率 50% で $K=0.7$ 、クリープ係数 (ワーゲン撤去後クリープが開始するものと考え) として、 $\phi=2.1$ を採用した。

施工計画高の決定については、前述のあげ越し量の計算に加えて、フォルバウワーゲン自体の弾性変形を考え併せ、かつ図-10 のごとく、各施工段階のたわみの変化を全格点につき、開発したプログラムを用い電算にて求め、管理した。特に本橋施工に当たっては、現場に端

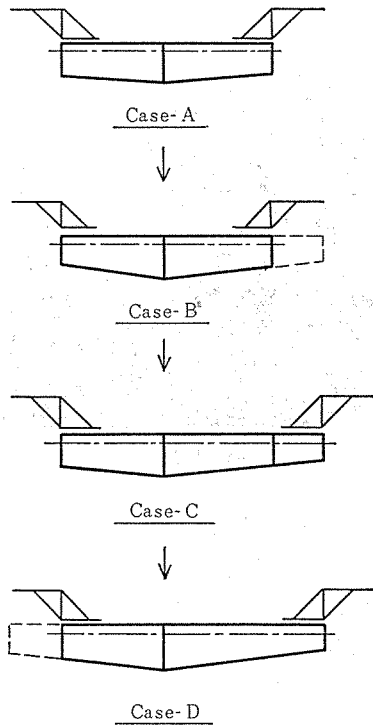


図-10 あげ越し計算を行った施工段階図

末機を持ち込み、種々のケースに対処できるようにした。

ケースA

橋体ワーゲンとも対称の状態

ケースB

右側1ブロックコンクリート打設

ケースC

右側1ブロック緊張ワーゲン前進

ケースD

左側1ブロックコンクリート打設

上述のごとくたわみの計算を行った結果、中央径間先端の最大たわみは、本橋の場合、95.9 mm となった。

4.2 施工状況

施工は勿論下部工4基を先行してはじめたが、市の共

同溝工事、市道の移設による地下埋設物の移動等と出会いとなり、下部工事の実際の着工は昭和52年1月となった。上部工事は下部工の終了、共同溝工事の終了を待って、昭和53年3月に開始し、昭和54年2月に全工事を完了した。

上部工事は図-11のごとく、まず柱頭部コンクリートを打設し、その上に左右に張り出すフォルパワーゲンをのせて3.5mを1ブロックとして全断面(2箱

工程	日数	1	2	3	4	5	6	7	8	9
コンクリート打設		■								
養生			■	■						
緊張					■					
グラウト									(適時に行う)	
前進据付け					■					
型枠SET						■	■			
鉄筋							■	■	■	■
PC鋼棒								■	■	■

図-12 ワーゲン標準工程

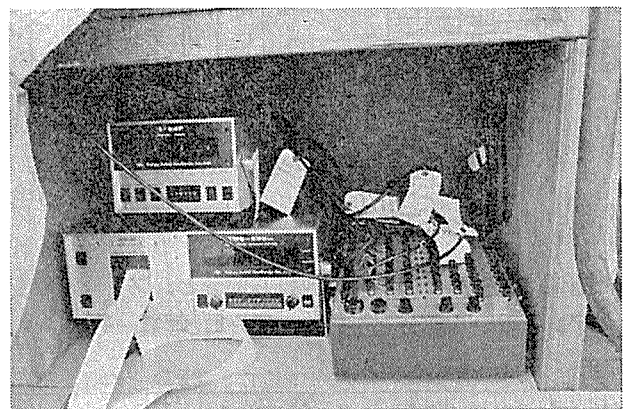


写真-5 温度測定

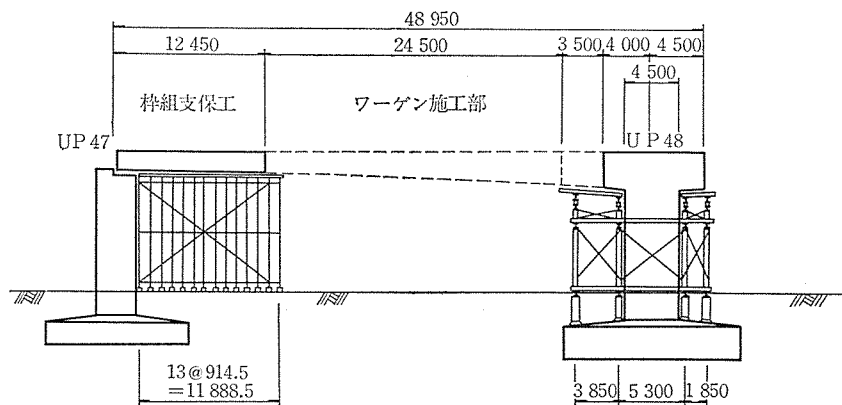


図-11 柱頭部および側径間の施工

桁)同時に打設し前進したが、ワーゲンは4フレームを1組として使用し2組用意した。能力は150t中型ワーゲンである。1サイクルの工程は9日間(図-12)で、片側8ブロック、合計32ブロックをワーゲン施工し、側径間12mはビティ支保工を組み、橋体工を完成した。柱頭部は部材断面が大きくコンクリート打設量が350m³にもなるので、硬化時の発熱量を測定し(写真-5)、規定以上の発熱が生じないように養生し温度管理を行った。

5. あとがき

本橋は6万2千台もの車両交通のある街路上に架橋するだけに、工事管理については勿論のこと、安全管理についても細心の注意をはらって施工する必要があり、ワーゲン移動は、すべて夜間作業となった。本橋が無事故で全工事を完了できたことは関係者各位の努力によるものと深く感謝する次第である。

【昭和54年12月13日受付】

◀刊行物案内▶

プレストレスト コンクリート構造の高層建築設計例

本書は、プレストレストコンクリート構造の普及発展のため、1977年10月より11月に至り、日本建築学会関東支部と当協会が共催して行った建築のPC技術講習会に使用されたテキストであります。

内容は15階建のオフィスビルを想定し、構造体の設計に当ってはできるだけ実際に建てる場合に無理のない、経済的で、かつ工法的にも特に難しい点のないようなものを選んであります。

若干余分があります。ご希望者は料金を添え、下記へお申し込み下さい。

体 裁：B5判 63頁

頒布価格：1,000円 送 料：200円

申 込 先：社団法人 プレストレスト コンクリート技術協会