

波羅密橋の設計・施工について

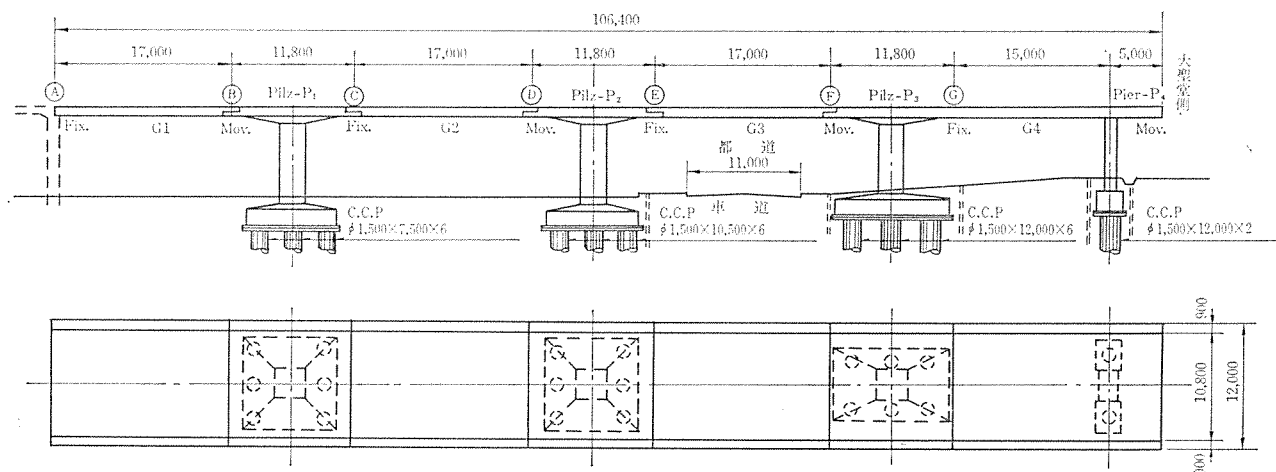
小林 由樹 雄*
藤 田 昌 勝*

まえがき

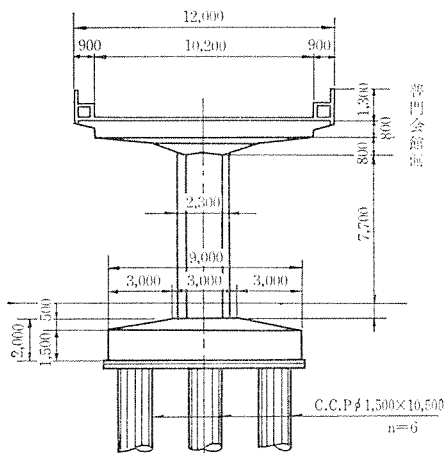
この橋梁は、波羅密橋といわれ、立正佼成会普門会館側と本郷通りをまたぎ既設大聖堂とを結ぶ連絡誇道橋である。この波羅密橋は、ヨーロッパとくに西ドイツにおいてよく用いられ、数年前より、わが国においても、高架橋構造の有望な形式の一つとして注目されているディビダーク P C 鋼棒を使用した本邦初のピルツ (Pilz) 工法による高架橋であり、隣接する建築物、普門会館およ

大聖堂との意匠上の関係ならびに橋梁下空間の有効的利用等により、採用することになった。この工法は通称 (Pilz・キノコのカサ) と呼ばれ、1本の橋脚より四方にキノコのカサのごとく版を張り出した構造で、それぞれの版と版との間は吊床版で連結された構造であり、桁高が低い等の理由により、スマートな造形美、工費の節減、および一本足等の理由により版下空間の利用等の長所があり、合理的な高架橋構造物として今後ますます建造されると思われる。

図-1 一般図



Pilz P₂ 断面図



* (株) 銭高組

現在4月28日に開通式を終え、参観者の大聖堂、普門会館との通行に寄与している (図-1)。

1. 工事概要

工事名称：立正佼成会連絡橋誇道橋“波羅密橋”新設工事

工事場所：東京都杉並区和田 2-4-11 から 2-6 間
立正佼成会内

橋 長：106.4 m

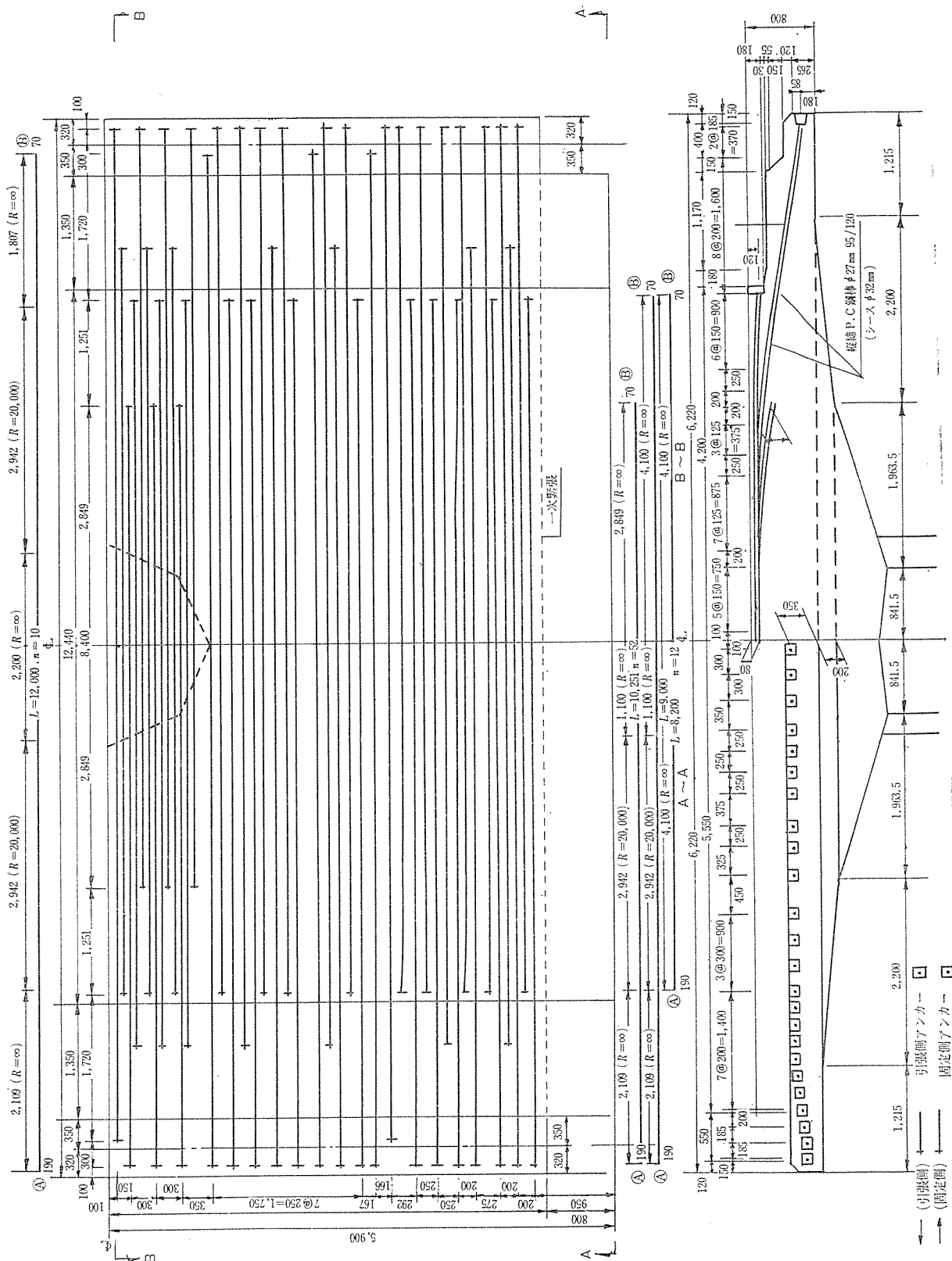
橋 格：2 等橋

スパン割：17.0+11.8+17.0+11.8+17.0+11.8+
15.0+5.0 m

幅 員：12.0 m (有効幅員 10.2 m)

設計荷重：TL-14

図-2 (a) 縦締め鋼棒配置図



構造：ピルツ構造およびP.C中空吊床版
 形式：ディビダーク式P.C橋
 基礎工：φ1.5m 揺動式オールケーシング場所打コンクリート杭
 工期：昭和43年9月1日～昭和44年6月31日
 施工主：宗教法人 立正佼成会

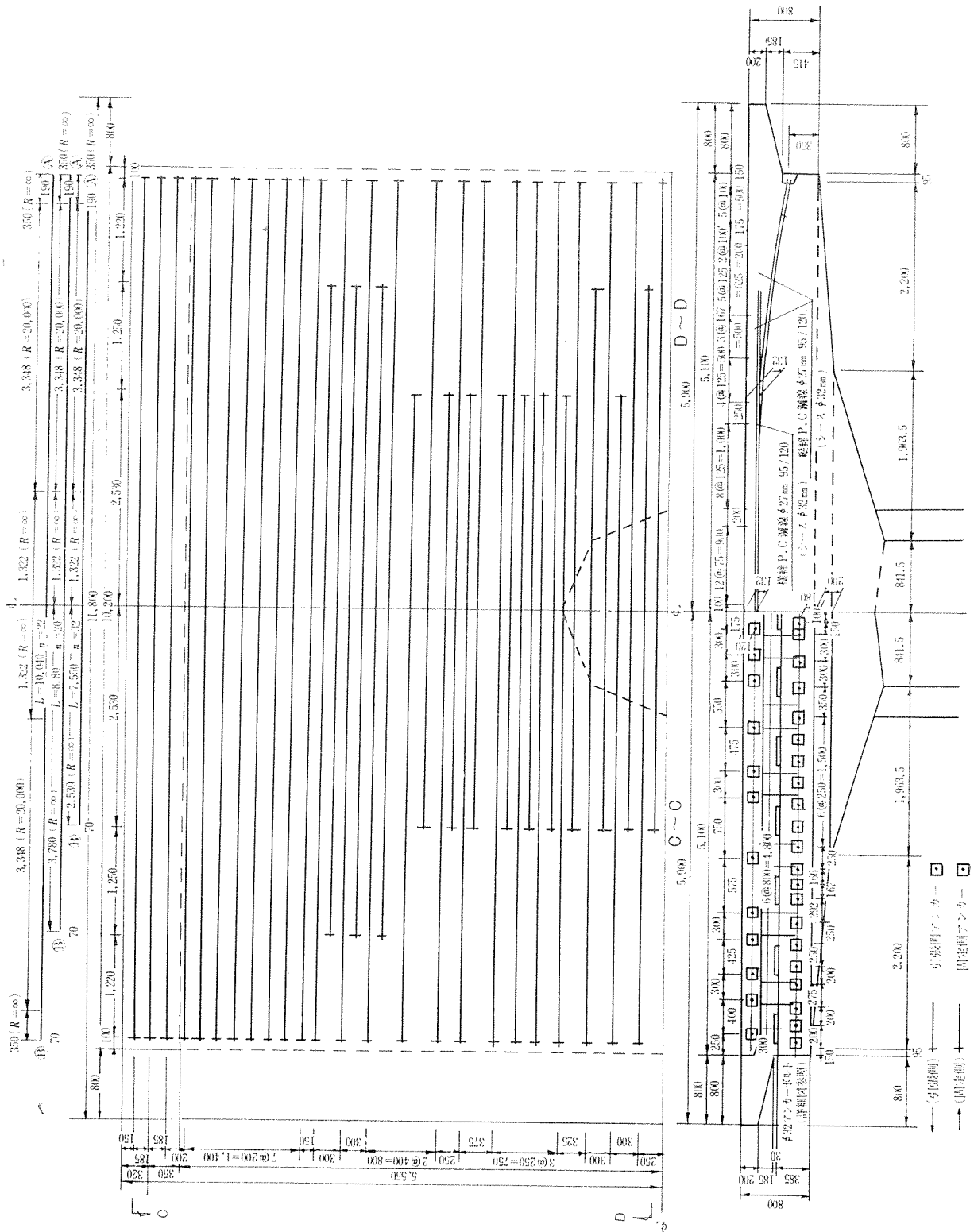
施工：株式会社 銭高組

2. 設計調査

(1) 地理条件

本橋は、特に周囲の建築物との意匠上の調和および、版下空間を参観者の通路ならびに庭として利用するた

図-2 (b) 横締め鋼棒配置図



め、建築意匠者と数回協議のうえ橋脚を橋軸線に平行な八角形とし、また版は中間で勾配に変化を持たせた。橋脚高は大聖堂側プロムナード、本郷通り路上高等を考慮し桁下7.70 mとした。本郷通りの上の吊床版架設には、杉並警察署と協議のうえペコガーダー架設に一夜 (PM 9:00~AM 5:00)、払いに一夜の許可をもらい、交通は

大聖堂プロムナードの上をとおすことにした。スパン割は、本郷通りが 17.0 m あるためそれを基準にし決定した。

(2) 地質条件

数回にわたるボーリングデータにより、N値 100 以上の非常に安定性のある礎層が深さ 10.0 m 前後にある

ので、この礎層に杭先端を 1.5 m 入れるように杭長を決定した。

3. 設計概要

(1) 上部工について

構造形成は 図-1 に示すように 10.2 m × 11.8 m のピルツ構造にスパン 17.0 m の P C 中空吊床版を乗せ、それぞれの両端に 80 cm の高圧、低圧ケーブルおよび花壇を入れる張出し部を持つ構造であり、ピルツ部の版厚は、橋脚上で 1.6 m、先端においては 80 cm と変化している。ピルツ部の縁応力は、自重、静荷重、活荷重によって外側から内側へ向かって増大する構造である。この縁応力の状態に従って P C 鋼棒 (SBPC 95/120 φ 27 mm) を 図-2 のように配置する。

a) ピルツ部について ピルツ版の断面力算出には、格子桁理論を利用している。本橋では 図-3 に示すように U 方向 (橋軸), 7 @ 1.590 m, V 方向 (橋軸直角) に 7 @ 1.430 m に分割して、7 本の U 方向桁, 7 本の V 方向桁を格子状に剛結して柱上の 4 点を支承と考えて計算している。

初期の段階では、ピルツを橋軸方向、橋軸直角方向のそれぞれに対して 1 本の桁と仮定し、その桁のモーメントを全断面、あるいは適当な有効幅で受持つものとして設計されたものもある。しかし、このような設計方法によると部分的にかなり実際の応力状態と異なったものが算出されるようである。したがって、薄版理論によって解析しなければならないことにした。

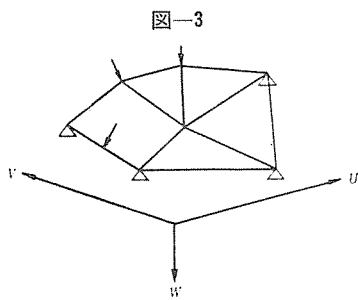


図-3

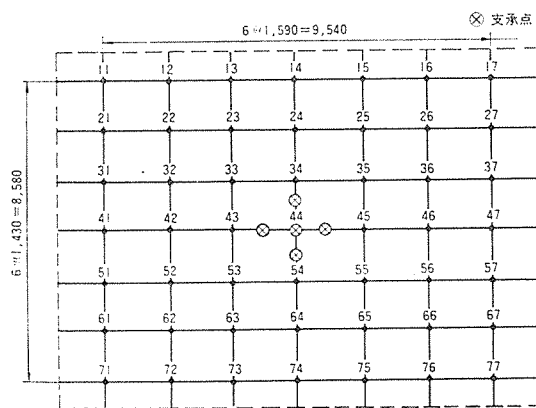


図-4

ピルツは一般に脚柱と頂版の接合部で最も厚く、周辺で最も薄くなるようなピラミッド型の変断面構造であるから、このような変断面の版を解く実用的な方法としては、有限要素法、あるいはピルツ全面を格子桁と仮定して解く方法などがあげられる。

1) 格子桁による影響線の計算: 図-4 のように直交座標 u, v, w , をとり, u, v 面を構造面にとれば, 各節点の変位は u, v 軸交わりの回転, w 平面へのたわみ (それぞれ x, y, w で表わすと) に分けられる。同様に材端断面力と u, v 軸まわりのモーメント (X, Y), w 方向のせん断力 (w) を考え, これらを x, y, w で表わすと,

格点のつり合い式

$$\Sigma X = M_x: \text{格点に作用する外力としての } u \text{ 軸まわりのモーメント}$$

$$\Sigma Y = M_y: \text{格点に作用する外力としての } v \text{ 軸まわりのモーメント}$$

$$\Sigma w = P: \text{節点に働く鉛直集中荷重}$$

より, x, y, w に関する連立方程式が得られる。

すなわち,

$$\begin{bmatrix} a & d & f \\ d & b & e \\ f & e & c \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ w \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} M_x \\ M_y \\ P \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} X \\ Y \\ W \end{bmatrix}$$

ここで,

x, y, w は格点の変位量を表わす列ベクトル

M_x, M_y, W は部材上の荷重による荷重項

左辺, 係数行列は, いわゆる Stiffness Matrix であり, 各節点の位置 (u, v) および, 剛度 (曲げおよびねじり) によって決定される。

一般に Sub Matrix の作成はまったく機械的に行なうことができ, 電子計算機によるプログラミングが容易である。本橋設計においては, ピルツ本体の解析には電子計算機 (パロース, 5500) を利用した。

① INPUT DATA

格子格の寸法および剛度:

W_s : 桁自重

SLAB: 床版

PVT: 舗装 0.207 t/m²

WCI: 内側地覆荷重 2381 t/m²

WCZ: 外側地覆荷重 2381 t/m²

WHI: 内側高欄荷重 50 kg/m

WHZ: 外側高欄荷重 50 kg/m

B, C : 地覆内側の座標 $V = \pm 5.250$ m

B, H : 地覆外側重心位置 $V = \pm 5.502$ m

u, b : L-等分荷重 0.350 t/m²

L, D : L-線荷重 3500 t/m²

i : 衝撃係数 0.327

② 桁の断面性能計算

各格子点の断面性能は、その桁幅で区切られた断面について、断面積、断面1次モーメントを求め、平均厚さを用いて断面係数を求めている。ねじり剛性は、その断面をさらに2~3個に分割し長方形と考え、 $\sum rbh^3$ で求めている。

2) 荷重の載荷方法 :

① 桁自重

版厚が変化するため、それぞれの格子の格間ごとの等分布荷重と考え、縦桁に作用させる。

② 静荷重

舗装荷重(等分布荷重)は、縦桁だけに作用させ、その他の荷重(地覆、高欄)は横桁に集中荷重として作用させる。

③ 吊床版からの荷重

吊床版反力を橋軸方向に7等分して、各7本の縦桁に集中荷重として作用させる。

④ 活荷重(TL-14)

④ 橋面全面に分布荷重を載荷し、主載荷重を車道の外縁に載荷した場合。

⑤ 橋面全面に分布荷重を載荷し、主載荷重を片側車道の内縁に載荷した場合。

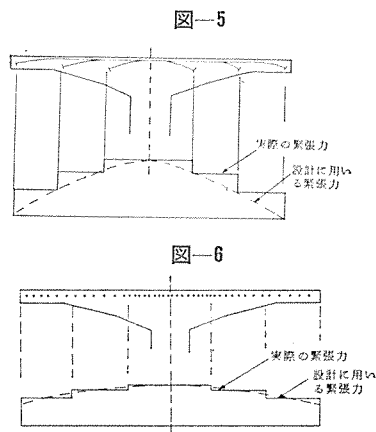
⑥ 橋面全面に分布荷重を載荷し、主載荷重を片側車道の中心に載荷した場合

以上の3 caseの載荷をする。

3) 各点の設計断面力の計算 : 橋軸方向ならびに橋軸直角方向と格子桁のため格点では左右に異なった断面力が求められるが、この左右両者の断面力を平均して、その格点の断面力とする。

4) 設計に用いるPC鋼材の緊張力 : PC鋼材が鋼材軸方向にピルツ頂版の中央が版縁に向かい数段階に定着されている場合、設計計算に用いる緊張力は図-5に示す曲線と仮定する。

また、PC鋼棒の配置間隔が変化している場合、単位幅あたりの緊張力は階段状に変化するが、設計計算に用いる単位幅あたりの緊張力は、その合力が、実際の緊張力と等しくなるような、なだらかな曲線となるように仮定する(図-6参照)。



5) 偏心モーメントによる2次モーメント : 偏心モーメントによる2次モーメントは、格子桁に偏心モーメントを内力荷重(P_i)として与え、モーメントの補正を行なう。

6) 応力度の検討 : 応力度および破壊安全度は、各点の橋軸方向、橋軸直角2m方向の方向についてのみ検討を行なったが、最近“ピルツ高架橋研究班”の研究の結果、ピルツ対角線上における主モーメントの大きさが、荷重による主モーメントの増分の方が、プレストレスによる主モーメントの増分より大きくなる場合が多いので主モーメントの検討ものちに行なった。その結果、原設計のとおりで十分に安全であることを確認した。

7) 橋脚付近のせん断力の検討 : ディビダーク設計施工指針によると、「コンクリートに作用する最大せん断力が支点上において生じた場合のせん断力に対する設計断面は、支承位置(桁下面)より桁の図心軸までの距離に等しいだけ、支点から離れた断面とする。」

この場合、U-82点(V-83点)を支点とみなせば、せん断力に対するその設計断面はU-32点(V-40点)となる。したがって、せん断力を検討する際U-82点は除外することになる。

8) 破壊に対する安全度の検討 : 版の破壊状態は複雑で、一つの断面が降伏したとしても全体の構造の崩壊に直接つながるのではなく、ある断面全体にわたって降伏が生じたときに崩壊が始まるものと考えられる。ピルツ頂版のようなものは、一つの断面のある方向に対する最大荷重状態が必ずしも他の近接断面の最大を与えるものでないため、各断面の最大荷重状態で検討し、安全を確かめる。また、プレストレス偏心モーメントによる2次モーメントは不利な組合せとなるよう考慮する。

ある荷重状態で直交する2方向のモーメントが求められている場合に主破壊モーメント(M_u)の大きさおよび方向(α)は次式で求められる。

$$M_u = \frac{M_x + M_y}{2} I \sqrt{\left(\frac{M_x - M_y}{2}\right)^2 + M_{xy}^2}$$

$$\tan 2\alpha = \frac{2M_{xy}}{M_x - M_y}$$

$$M_y = 1.3Md_y + 2.5Ml_y + [M''p_x]$$

または、

$$M_y = 1.8(Md_y + Ml_y) + [M''p_x]$$

$$M_{xy} = 1.3Md_{xy} + 2.5Ml_{xy} + [M''p_{xy}]$$

または、

$$M_{xy} = 1.8(Md_{xy} + Ml_{xy}) + [M''p_{xy}]$$

M_u : 主破壊モーメント

M_x : 主破壊モーメントを求めるためのxまたはy方向の曲げモーメント

M_{xy} : 主破壊モーメントを求めるためのねじりモーメント

α : 主破壊モーメントの x 軸のなす角

Md_x : 断面応力度の検討の場合に用いた x または y 方向の死荷重による曲げモーメント

Md_{xy} : 同上の状態における死荷重によるねじりモーメント

Ml_x : 同上の状態における活荷重による x または y 方向の活荷重による曲げモーメント

Ml_{xy} : 同上の状態における活荷重によるねじりモーメント

$M''p_x, M''p_{xy}$: プレストレス 偏心モーメントによる 2 次的な曲げモーメントおよびねじりモーメント

抵抗モーメント (M_R) は、破壊面を主破壊モーメントに直角な面とし、各方向は PC 鋼材および鉄筋による破壊面に直角な分力を張力として計算すればよいが、簡単には、それぞれの PC 鋼材および鉄筋に直角な破壊面に対する抵抗モーメントを求め、次式により求められた値を M_R としてよい。

$$M_R = M_{Rx} \cos^2 \theta_x + M_{Ry} \cos^2 \theta_y$$

ここに、

M_{Rx} : PC 鋼材および鉄筋 (x) に直角な破壊面に対する抵抗モーメント

$\cos \theta$ (x) : PC 鋼材および鉄筋 (x) と主破壊モーメントとのなす角の方向余弦

設計計算の場合と同様、全格点について主破壊モーメントを求めて安全率を求める方法は、きわめて繁雑であるので、ここでは、橋軸方向および橋軸直角方向について、所定の安全率があることを確かめたのち、主モーメントによる応力を検討した格点についてのみ、主破壊モーメントの検討を行ない、安全度を確認した。

b) ゲルバヒンジ部の検討 ピルツ頂版の断面急変部は一般に上面にあるため、ここにひびわれが生じた場合には、雨水の影響などにより構造物の耐久性が減少し、強度上安全性が問題になる。

また、この部分には断面急変による集中応力のみならず、構造形態によっては PC 鋼材を定着する必要が生じ、その定着方法、配置によっては、ここに局部的な応力が発生することもある。

したがって、これらの影響をも考慮して、実際の応力状態がフルプレストレスになるように断面急変部の設計を行なった。

また、鉄筋コンクリートとして次の項目に関し検討を行ない安全を確認した。

- ① 腹部の切断に対する安全度
- ② 桁高は 45° の傾斜線に沿って漸次変化するものと仮定して、この桁高の減少する区間の各垂直断面における曲げ応力度の検討
- ③ 同区間の斜め引張応力度の検討
- ④ 垂直断面におけるコンクリートの曲げ引張応力度の検討

c) アコーディオンエキスパンジョイント 波羅蜜橋

において画期的なことは、伸縮継手に PC アコーディオンジョイントを採用したことである。橋梁においては、一般に伸縮継手は必ず必要とするが、走行性および耐久性に難点があり、橋梁架設上の一つの大きな欠点とされている。現在種々の形式が開発施工されているが決定的なものはまだなく、多種多様な形式が施工されている。このような現状に PC アコーディオンジョイントの採用は、この種の伸縮継手の普及に寄与するものと思われる。

PC アコーディオンジョイントは、ピルツ版と吊床版の伸縮継手構造で、図-7 に示すような特殊アコーディオン型のブロック伸縮継手を使用し、版のクリープ、乾燥

図-7 伸縮継手ブロック詳細

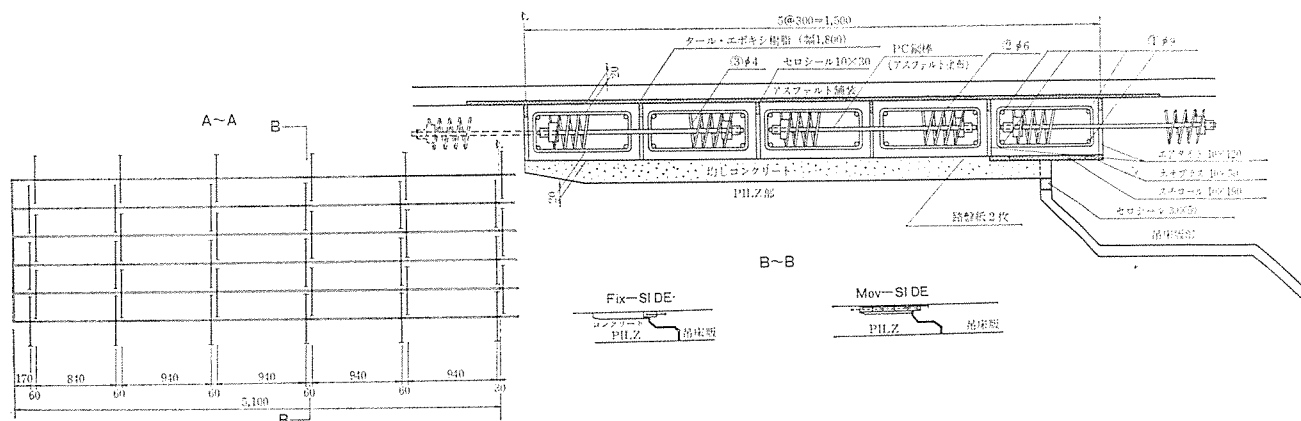
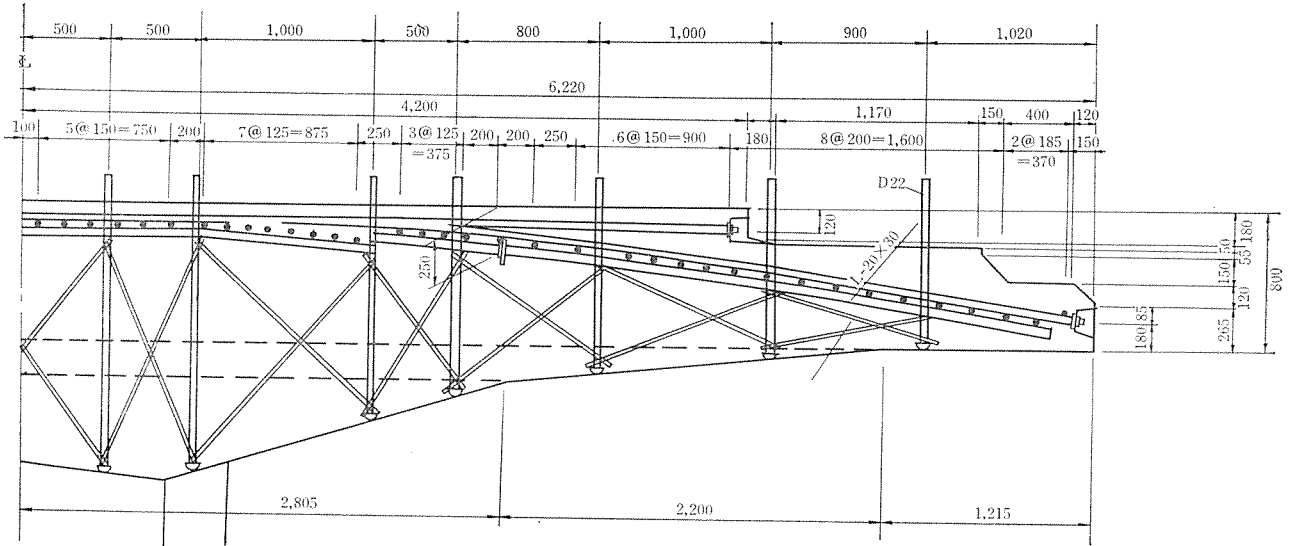
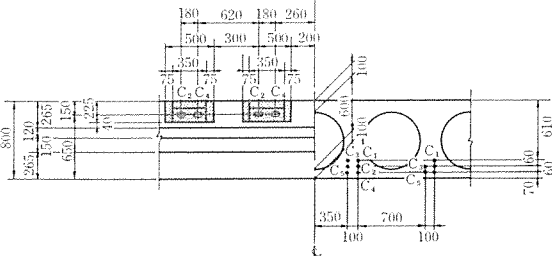


図-8 PC 鋼材受台



断面図
支点断面 中央断面



収縮、温度変化による伸縮を弾性的に吸収する。したがって、従来の橋面舗装と異なり、路面は継目なしの施工ができ走行性が非常に良好である。

ピルツ版と吊床版を連結するために、PC鋼棒(φ11 SBPC 110/125)を95cm間隔に配置する。このPC鋼棒にはクリープ、乾燥収縮、温度変化によって自動的にプレストレスが働き、この際生ずる最大ひらき(計8.0mm)は伸縮継手構造により5カ所の継目に等分に配分される。したがって、配分されるひらきは1.6mmとなり、このひらきの約半分はコンクリートのクリープおよび乾燥収縮によるもので、約3年後には終了する。残りの約半分のひらきは温度降下時に起こるが、アスファルトは塑性特性を持っているので舗装にはクラックは生じない。

(2) 吊床版について

吊床版部は図-8に示すように桁高80cm、幅員10.2mの円筒型わくφ600、スパン17.0mに張出し部80cmがついている一方固定、一方可動のヒンジで、ピルツ端部に結合された版構造である。版構造の解析にはいろいろな方法があるが、本設計には単純一方向版としてOLSENの表より曲げモーメントを分配している。

計算には、主版のみを断面と考へ、片持部荷重は主版の縁端に作用する鉛直力と曲げモーメントであると考えて計算を行なう。PC鋼棒の配置は普通の単ばりと同様に支点付近で曲げ上げる。また、中間および支点付近では横鋼棒を配置する。

(3) ピルツ部施工時の計算

本橋施工時に、ピルツ両端からの反力が加わらないときがある。

吊床版反力によるピルツ部引張応力度に対し、橋軸方向にPC鋼棒(SBPC φ27mm)が24本配置されているが、このPC鋼棒に所定の緊張力を与えると、ピルツ上部において、許容圧縮応力度を超過することになり、この24本のPC鋼棒は当然、吊床版架設後に緊張しなければならない。したがって、橋軸方向は1次緊張(所定のコンクリート圧縮強度の出たとき)にPC鋼棒19本、2次緊張24本とに分けて緊張する。なお、橋軸直角方向はPC鋼棒37本をすべて1次緊張時に行なう。

また吊床版施工上、ピルツ端部片側のみ吊床版よりの荷重が加わる時期があり、ピルツ本体にアンバランスの荷重が加わるので、この反力を地盤よりベコサポートを建てこれを補助支柱として、アンバランスのモーメントが起らないようにする。

4. 施工概要

すでに完成を見たピルツ上部および吊床版について施工の概要を施工順序に従って述べると、まず下部躯体(フーチング、橋脚・写真-1,2)完成後、山砂で埋戻し転圧を行ないパイプ足場支保工を組み立てた。支保工の組立てについては、地盤沈下のないように十分注意した(その結果コンクリート打設後の沈下測定で平均5mm程度の沈下を見た)。型わくには、耐水ベニヤ(厚さ12

写真-1 基礎工事中

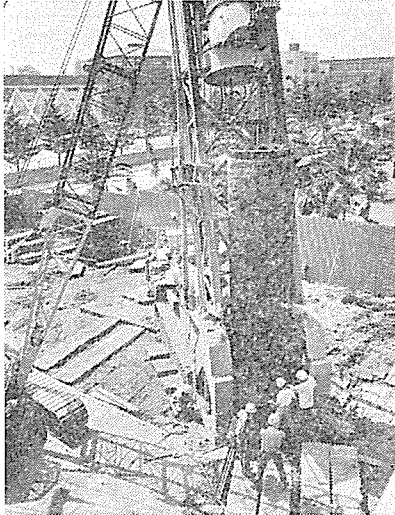
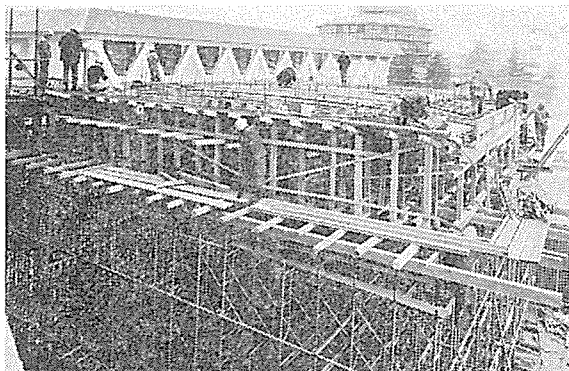


写真-2 Pilz P₂ 脚柱コンクリート打設



写真-3 Pilz 上部 PC 鋼棒配置



mm に表面ストロン樹脂加工) を用い、大組みとした。鉄筋を組立て、約 7t の PC 鋼棒をピルツ上に餅網状に配置し、さらに配力筋およびゲルパーヒンジ部の鉄筋を配置して早強 $\sigma_{28}=350 \text{ kg/cm}^2$ のコンクリートを打設した(写真-3, 4, 5)。

施工にあたっては、特に問題点をあげると、生コンクリートの運搬に要する時間の変動と、これに伴うワーカ

写真-4 Pilz 上部 PC 鋼棒配置

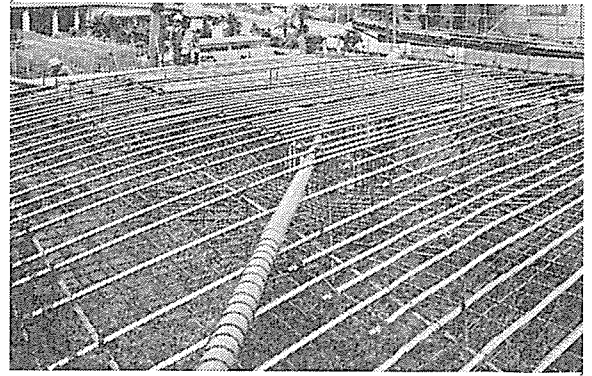


写真-5 Pilz P₂ No. 81

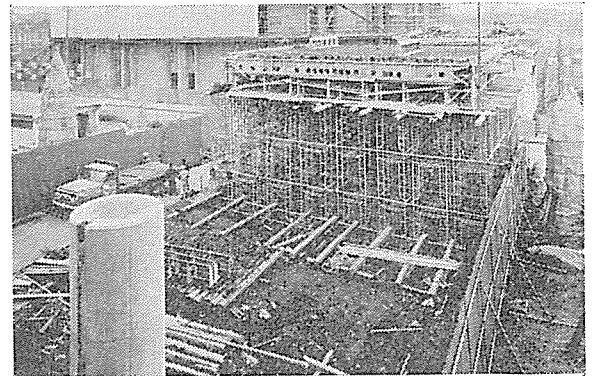


表-1 ピルツ上部橋体工実施工程表

工種	日数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
地盤転圧整地		■																						
支保工				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
型枠工				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
型わく工																								
PC工																								
コンクリート工																								
コンクリート養生																								
PC緊張工																								
グラウト工																								

ビリチーの変化、コンクリートの打込み、締固めに関連して PC 鋼棒定着端部の形状、補強鉄筋の配置等に問題があった。これらについては後に述べる。

(1) 工程について

ピルツ上部橋体工のサイクルの平均的工程は表-1 に示すようになる。

(2) コンクリート(橋体コンクリート)

a) コンクリートの配合 コンクリート用骨材は荒川、利根川産を用い、混和剤(分散剤)はプラストクリートRを使用し、圧縮強度・骨材の最大寸法・スランプおよび空気量の範囲については、日本道路公団土木工事共通示方書にもとづいて、表-1 に示す示方配合を定めた。

表-2 コンクリートの示方配合

コンクリートの種別	σ_{28} (kg/cm ²)	粗骨材最大寸法 (cm)	スランプの範囲(mm)	空気量の範囲 (%)	単位水量 (kg)	単位セメント量 (kg)	W/C (%)	S/A (%)	単位細骨材量 (kg)	単位粗骨材量 (kg)	単位混和材量 (kg)
class P ₃	350	25	3~8	2~4	142	350	40.6	36	680	1 230	1.40

b) コンクリートの練り混ぜ、打込み ビルツ頂版の1回のコンクリート量は約 250 m³ となり、コンクリート打込みには、石川島コンクリートポンプ (PTC-30 TP 型, 6 in) で、時間 15 m³ ピッチで圧送された。スランプ 4~5 cm 程度のコンクリートを圧送することは在来のポンプ車では不可能であったが、この 6 in のポンプ車の出現で可能となった。

生コンクリートは混雑のはげしい環状7号線(運搬距離約 13 km)を利用せざるを得なかったため、しばしば起こる突発的交通停滞の影響で 40~50 分を要することが少なくなく、コンクリート施工に種々の困難な問題が発生した。すなわち、鉄筋・PC鋼棒量の多い主桁コンクリートおよび、ゲルバーヒンジ部のワーカビリチーについては、スランプ値 6~8 cm が最も適当と考えられるが、前述の運搬時間の遅延により、打設時のスランプが 4~5 cm に低下することがあり、これによるコンクリートの排出・打設所要時間の遅れがさらに後続の作業に波及することになる。特に早強コンクリートを使用しているため、スランプの低下がいちじるしいので、混和剤としてプラスクリートRを使用しそれを防いだ。また、特にプレストレストコンクリートは、早期にプレストレスを導入する関係上、早強ポルトランドセメントを用い、セメント量も多く、その上ビルツ頂版は柱頭部で桁高 1 600 mm にもなるマスコンクリートになるため発熱量が多くなり、コンクリート温度が高くなる。断面のコンクリート硬化中の温度差があまり大きくなるとコンクリートの内部応力が大きくなり、ひびわれを生ずる危険性が大きくなる。

本橋梁は時期的に冬期にビルツ部のコンクリートを打設したため、温度測定によると内部温度が約 54~55°C 程度にしかならなかった。しかし、夏期施工ともなるとコンクリート温度は 60°C を越える恐れがあるため、適当な混和剤の使用により単位セメント量の減量および材料のプレクーリング等を行ない、打込んだコンクリートの最高温度が 60°C 以上にならないように考慮したほうが良いと思う。

(3) PC 鋼棒組立て・配置

ビルツ頂版部のPC鋼材は、一般に上部全面にわたって配置される(写真-7, 8)。このため、その配置高さは、かなり広範囲にわたって一様に狂いやすく、その狂いはコンクリートに導入されるプレストレスに大きく影響する。したがって、PC鋼材は、その量に応じて受台

写真-6 Pilz 部 完成

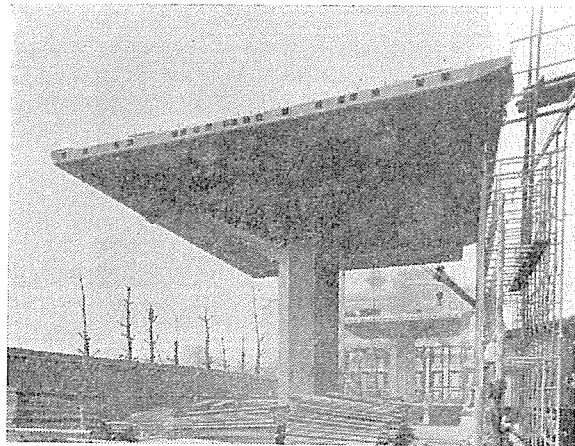


写真-7 G₂ PC 鋼棒組および円筒型わく取付け

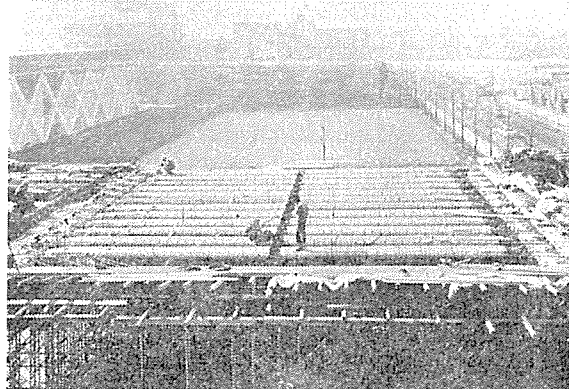
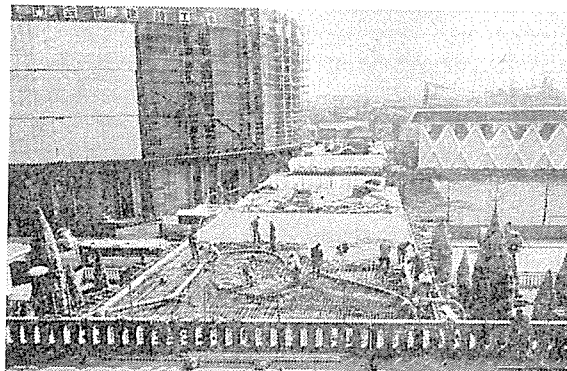


写真-8 G₂ コンクリート打設



を作ってそれに支持させる。当現場では受台として L-30×30×4 を使用した。PC鋼棒の定着部およびカッ プラー継手部には、コンクリートペーストが入らないようにビニールテープ、NS ビンデにて密封した。

PC鋼棒の配置には、前述の架台にシースおよび定着 具を傷つけないよう十分に注意し、結束線にてピッチを 確保した(写真-9)。

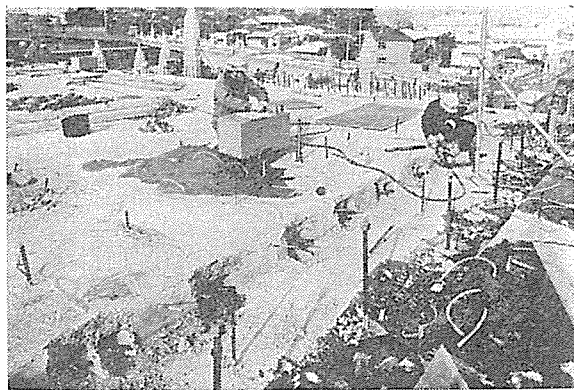
表-3 主桁コンクリートの圧縮強度測定値

設計強度 σ_{28} (kg/cm ²)	目標強度 σ_r (kg/cm ²)	測 定 値			
		供試体数(個)	平均値 (kg/cm ²)	標準偏差 (kg/cm ²)	変動係数 (%)
350	420	18	457	10.6	4.3

写真-9 G₀ペコガーダー架設養生完了



写真-10 G₀緊張作業中



(4) PC 緊張作業

プレストレスはコンクリートの強度が 250 kg/cm² に達したのちに行なうものとし、各桁ごとに圧縮試験用テストピース (φ15 cm) を採用し、現場放置して、導入時の強度の確認を行なったが、打設後 3 日で所要の強度を得ることができた。導入緊張力は 1 次緊張において 37.1 t~41.0 t、2 次緊張では 36.2 t~40.0 t で有効緊張力は 32.7 t~33.4 t となり、吊床版では、導入緊張力は 40.1 t、有効緊張力は 32.2 t となる (写真-10)。

緊張作業をするに際しては、そのつど作業前にダイナモメーターで圧力計の読みをチェックし、目盛り誤差の調整を行なった。また、伸び量に関しては、ラチェットになる読みと、ユーバースタンドメッサーによる鋼棒の伸び量を計り、所要の緊張力を導入するようにした。1

表-4 1 バッチあたりのグラウト配合表

水セメント比	水	セメント	ポゾリス No.8	アルミニウム粉末
45%	22.5 kg	50 kg	125 g	5 g

次緊張については、コンクリート打設時より緊張作業までの時間が短いので所要の圧力で所定の伸び量が得られたが、2 次緊張においては、コンクリート打設時より約 1 カ月放置したため、圧力計の読みが所要の圧力に達しても、伸び量の少ない状態が多く、プルロッドにキャップを装着し、大ハンマーで数回打撃を与え、摩擦力を減じ所定の伸び量を与えるようにした。

(5) グラウト工

使用グラウトの配合と、バッチあたりの重量は、表-4 のとおりである。グラウト試験結果は、

コンシステンシー	9 sec
ブリージング率	3 時間後 3%
膨張率	0.6%
圧縮強度	7 日 193 kg/cm ²
圧縮強度	28 日 295 kg/cm ²

である。

工期的に寒中施工になるため、水セメント比の小さい 45% のグラウトを用い、注入路周辺の温度を注入前に 10°C 以上にしておかなければならないので注入前に温水を通し、シース内の洗浄と同時にシース内の温度を高めた。また、グラウト中の塵や異物は注入中の閉そく事故の主原因になるから、ミキサーに投入する前に 2.0 mm ふるいですべて材料をふるいに通し、セメントミルクをミキサーからグラウトポンプに移す前にもふるいに通した。

あとがき

本工法は、最初に述べたように本邦最初のピルツ橋で設計上にもねじれ計算、頂版の分割数、疲労試験など未解決の点も含み、新技術開発のために皆様の卒直なご批判とご支援をお願い申し上げます。

1970.8.20・受付