

# 光明池大橋（コンクリート中路式バランスドアーチ橋）の設計・施工

西 口 幸 男\*  
橋 場 盛\*\*  
石 川 真 一 郎\*\*\*

## 1. ま え が き

光明池大橋は、大阪府和泉市の泉北丘陵の南端に位置する光明池ニュータウン内にあり、光明池によって分断される住区を連絡橋と、緑地公園内の散策路および地域のモニュメントとして架設された。

光明池ニュータウンは、住宅・都市整備公団が開発を行ったもので、ニュータウン内に府下でも最大級の農業用ため池、光明池（45 ha）を有している。

計画にあたり、光明池およびそれをとりまく緑地公園との調和を主眼におき、特に景観、施工性、メンテナンスを考慮して橋面高さ、中央部拡幅等を決定した。

本報告は、光明池大橋の設計、施工および応力測定の概要を述べるものである。

## 2. 工 事 概 要

工事名称：光明池大橋築造工事

工事場所：大阪府和泉市光明台一丁目

橋 格：歩行者専用橋

橋 長：157.6 m

構造形式：上部工 中路式バランスドアーチ橋

下部工 橋台 直接基礎

アーチ基礎 杭基礎

施工方法：アーチリブ セントル施工

床版 アーチリブからの吊支保施工  
工および支柱式支保工施工

工 期：昭和58年6月14日～昭和59年9月30日

施 主：住宅・都市整備公団関西支社

設 計：（株）オリエンタルコンサルタンツ

施 工：住友建設（株）

## 3. 設 計

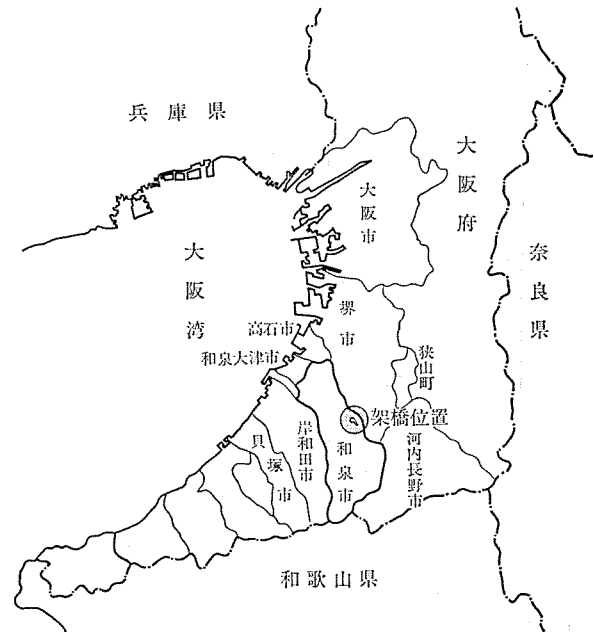
### 3.1 構造概要

本橋は、自然景観との調和および歩行者に対する印象を考慮し、また基礎への負担を極力少なくするために、

\* 住宅・都市整備公団関西支社（前光明池宅地開発事務所所長）

\*\*（株）オリエンタルコンサルタンツ大阪支社技術第2部

\*\*\* 住友建設（株）土木部設計第三課



図—1 架橋位置図

橋体重量の軽減につとめている。

構造的には、コンクリートの圧縮部材としての特性を生かした RC 構造のアーチリブに、斜材・鉛直材と PC 部材の床版を引張部材として組み合わせた一種のタイドアーチ橋で、アーチリブ、斜版の3部材により水平力に対して内的にバランスさせ、外的には3径間連続構造となっている。したがって、長大橋でありながら個々の構成部材を薄く、また橋体重量を軽減することができ、さらに、常時には基礎に水平反力が生じないために、下部工の負担も少ない。

表—1 数量表

種 別		単 位	下部工	上部工	架設工
コ ン ク リ ー ト	$\sigma_{ck}=210 \text{ kg/cm}^2$	m <sup>3</sup>	953		
	$\sigma_{ck}=400 \text{ kg/cm}^2$	〃		1160	
	$\sigma_{ck}=180 \text{ kg/cm}^2$	〃			450
鉄 筋 (SD 30)		t	88	187	
P C 鋼 材	12T 12.4	〃		25.0	
	φ 32	〃		3.3	5.0
	F 360	〃			8.6
鋼管杭 φ 800		m	1218		
アーチセントル		t			290

側 面 図

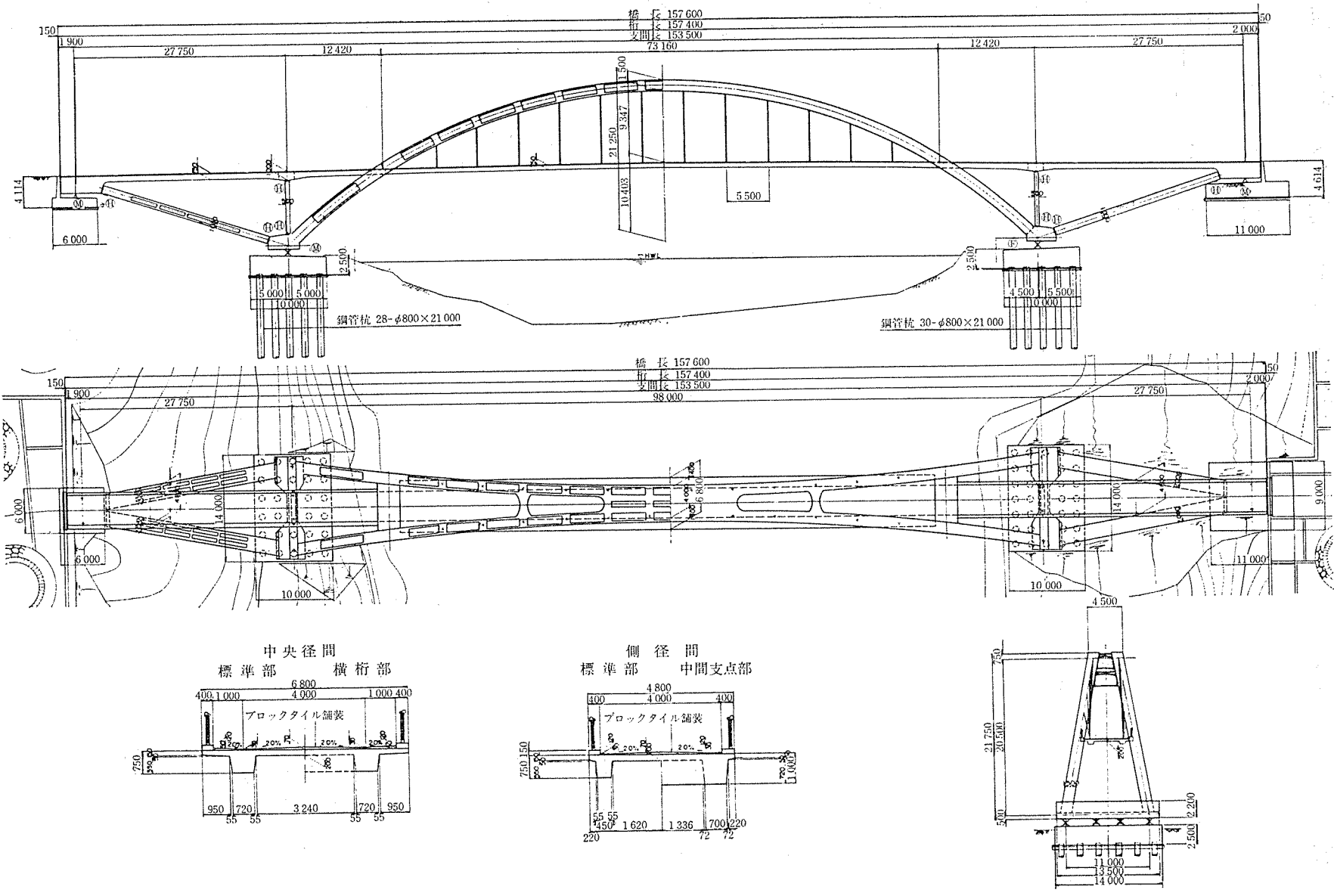


図-2 全体一般図

### 3.2 設計条件

構造形式：コンクリート中路式バランスドアーチ橋

橋 長：157.600 m

支 間：27.750+98.000+27.750=153.500 m

有効幅員：4.0~6.0 m

横断勾配：2%（両勾配）

縦断勾配：2%（放物線勾配）

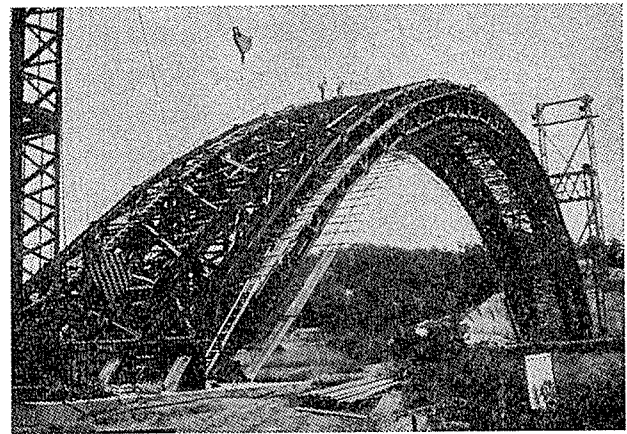
平面線形：直線

設計に考慮した荷重

- ① 死荷重 コンクリート体積×2.5 t/m<sup>3</sup>
- ② 活荷重（群集荷重） 床版 500 kg/m<sup>2</sup>，主構 350 kg/m<sup>2</sup>，地震時 100 kg/m<sup>2</sup>
- ③ 作業荷重 W=300 kg/m<sup>2</sup>
- ④ 温度変化 t=±15°C
- ⑤ 風 荷 重 300 kg/m<sup>2</sup>
- ⑥ 地震時慣性力 設計水平震度 K<sub>h</sub>=0.20

使用材料

- ① 上部工コンクリート 設計基準強度  $\sigma_{ck}=400\text{kg/cm}^2$   
クリープ係数  $\varphi=2.6$   
乾燥収縮度  $\varepsilon_s=20 \times 10^{-5}$
- ② 下部工コンクリート 設計基準強度  $\sigma_{ck}=240\text{kg/cm}^2$
- ③ PC 鋼材 主ケーブル 12 T 12.4 (SWPR 7 A 150/175)



写真—2 アーチセトル

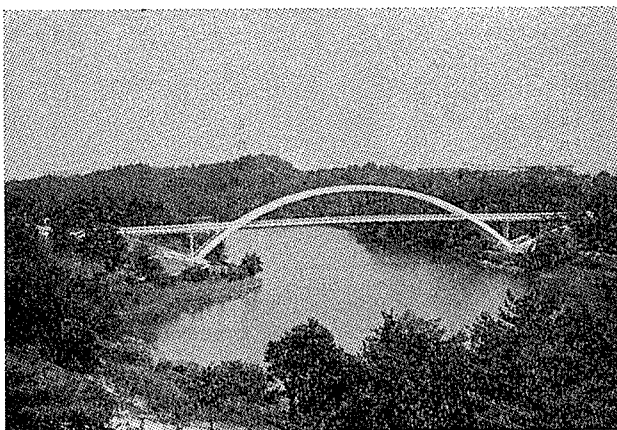
- 横締め材  $\phi 32$  (SBPR 95/120)
- 吊 材  $\phi 32$  (SBPR 95/110)
- レラクセーション 5%（鋼より線）  
3%（鋼棒）

- ④ 鉄筋 SD 30

### 3.3 設計概要

構造解析は、施工順序に従って変化する構造系を追って、順次断面力の算出を行っている。

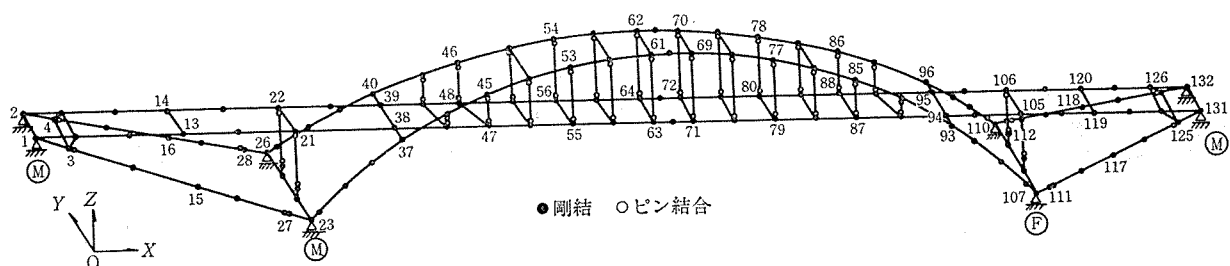
施工順序としては、池内への立入りができないので、斜吊工法でアーチセトルを架設し、セトル上でアー



写真—1 完成写真

	構 造 系	作 用 荷 重
①		<ul style="list-style-type: none"> <li>○アーチリブ自重</li> <li>○作業荷重</li> <li>○床版用吊支保工荷重</li> <li>○中央径間床版自重</li> <li>○側径間床版支保工荷重(一部)</li> <li>○側径間床版支保工自重(一部)</li> </ul>
②		<ul style="list-style-type: none"> <li>○側径間床版自重</li> <li>○床版プレストレスing</li> <li>○作業荷重撤去</li> <li>○吊支保工、支保工荷重撤去</li> </ul>
③		<ul style="list-style-type: none"> <li>○仮固定解放</li> <li>○橋面荷重</li> </ul>

図—4 構造系，作用荷重図



図—3 構造系モデル図

チリブの施工を行った。

この時点で  $P_1$  可動沓を仮固定しているため、 $P_1$   $P_2$  のアーチ基礎間に仮設タイケーブルを張り渡し、施工時の水平力が基礎工に作用しないようにした。

解析には、立体骨組解析および平面骨組解析を用い、各段階の応力解析を行った。

施工時構造系としては、次の3つを選定した。

- ① 構造系 1 アーチリブが完成し、 $P_1$  可動沓を仮固定した2ヒンジアーチ構造
- ② 構造系 2 斜材、床版を施工し、床版プレストレスを導入するまでの構造
- ③ 構造系 3 床版プレストレスを導入し、仮固定を解放した構造

### 3.4 アーチリブ

アーチリブの形状は美観的配慮より、投影面上で単円

( $R=68.8\text{ m}$ ) とし、面外に約  $10^\circ$  傾斜させたものである。この傾斜角については、建築限界を確保し、かつ歩行者に圧迫感を与えないように配慮した。断面形状は高さ、幅とも  $1.5\text{ m}$  の中空平行四辺形断面とし、自重の軽減を図った。

#### (1) 施工時の照査

施工時の検討としては、下記の施工状態で曲げモーメントに対する照査を行った。

- i) 中央径間床版コンクリート打設前
- ii) 中央径間床版コンクリート打設時
- iii) 床版コンクリート打設完了時
- iv) 床版プレストレッシング時
- v) 作業荷重撤去時
- vi) 仮固定沓解放時

照査は平行四辺形断面を矩形断面とみなし、かつ側面鉄筋を無視し、軸力-抵抗曲げモーメント曲線図( $N-M_r$ )を用いて行った。

#### (2) 設計時の応力照査

軸力と軸曲げモーメントに対する中空平行四辺形断面のコンクリート、および鉄筋の応力度の照査は、次の2ケースに分けて各荷重組合せに対して行った。

i)  $|\sigma_{cmin}| \leq 0.35 \sigma_{cmax}$  の場合、鉄筋換算断面(全断面有効)を用いてコンクリートの最大応力度のみを照査する。

ii)  $|\sigma_{cmin}| > 0.35 \sigma_{cmax}$  ( $\sigma_{cmin} < 0$ ) の場合 RC 断面として、コンクリートおよび鉄筋の応力度を照査する。

ここに、 $\sigma_{cmin}$  : コンクリート最小応力度  
 $\sigma_{cmax}$  : コンクリート最大応力度

せん断力およびねじりモーメントに対しては、各々の最小補強鉄筋量を次のように定めて、抵抗せん断力および抵抗ねじりモーメントを求め、この値を超える

プレストレストコンクリート

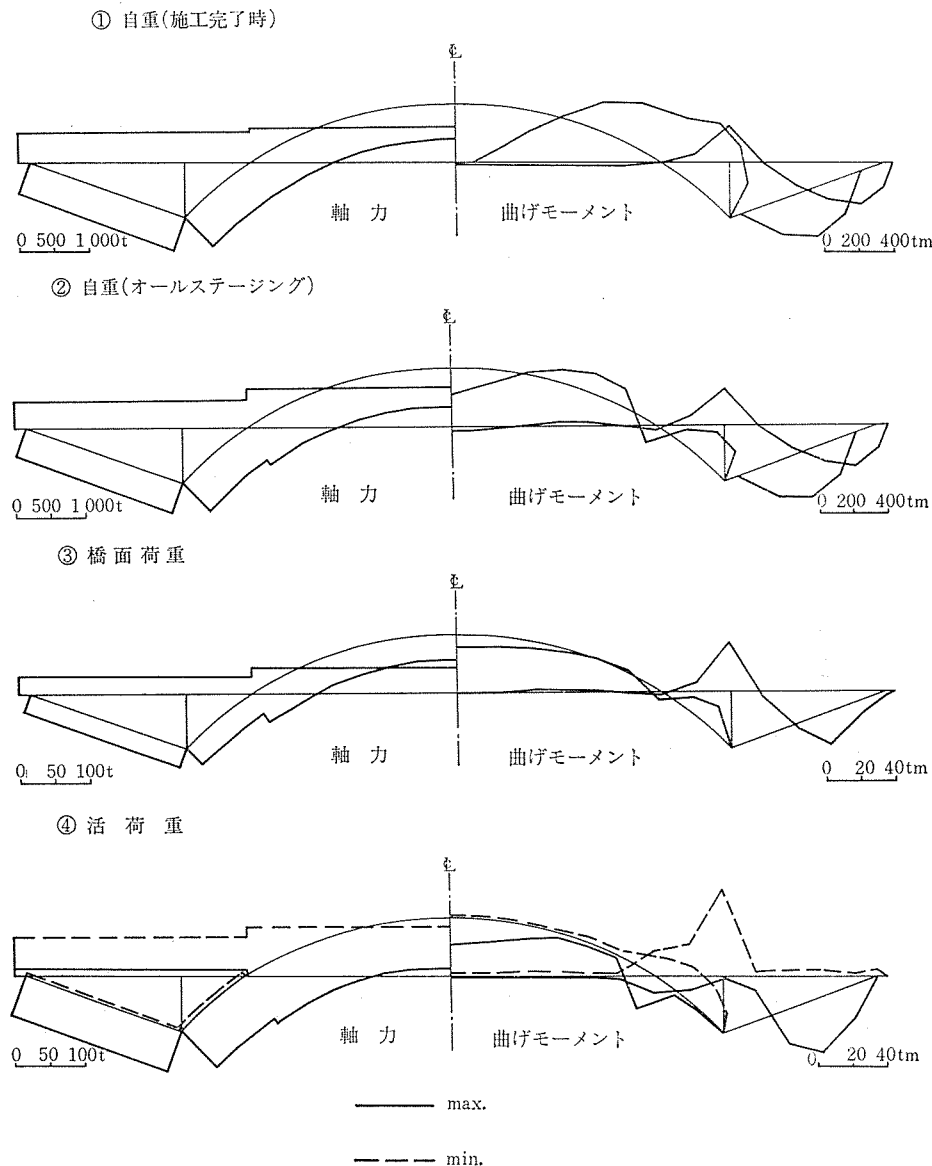


図-5 断面力図

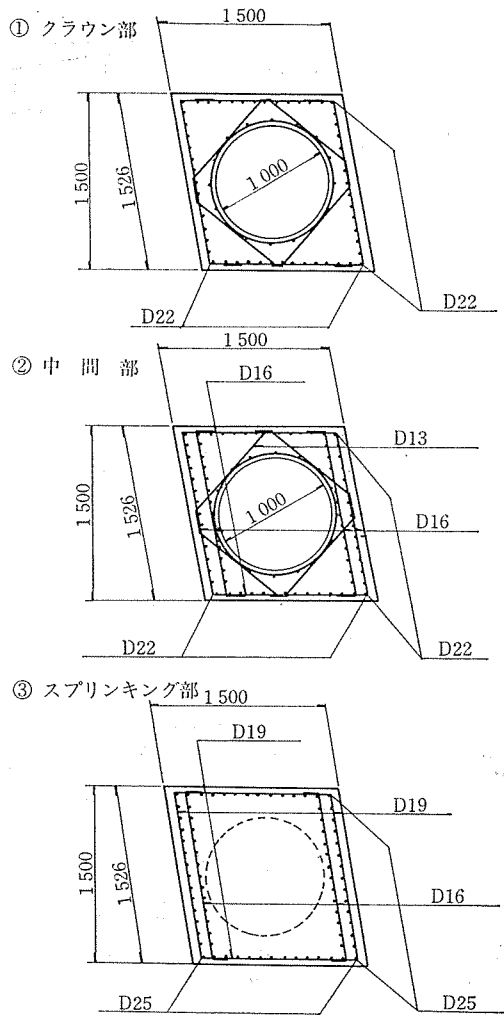


図-6 アーチリブ断面配筋図

断面についてのみ必要補強鉄筋量を算出して配筋した。

せん断力に対する最小鉄筋量  $A_w$

$$A_w = 0.0015 b_s \quad (0.0015 h_s)$$

ねじりモーメントに対する最小鉄筋量  $A_{wt}$

$$A_{wt} = D 13 \text{ etc } 300$$

ここに、 $b, h$  : アーチリブの幅、高さ

$s$  : 横方向補強筋のピッチ

### (3) 終局時耐力の照査

軸力  $N$  および二軸曲げモーメント  $M_y, M_z$  を受ける RC 断面の終局耐力の照査は、非常に煩雑な計算を必要とする。ここでは、軸力一定のもとでの  $M_y, M_z$  の相互作用曲線を求め、作用断面力が安全域にあることを確認する方法をとった。

せん断力、ねじりモーメントに対する照査は、一般的な方法によって行った。

### 3.5 斜 材

斜材は、アーチリブの変形を拘束する重要な部材であり、水平力の伝達をスムーズに行うために、直接スプリングングに取り付ける構造とした。断面形状は、2.0×

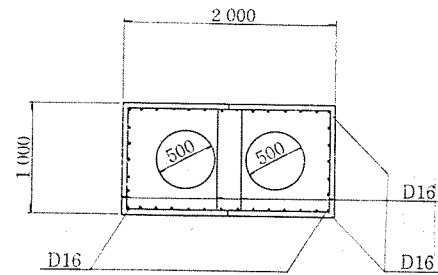


図-7 斜材断面配筋図

1.0 の矩形断面とし、 $\phi 500$  のボイドを2本入れ中空断面とした。斜材の両端は、メナーゼヒンジとした。

### 3.6 床 版

床版は、景観的にスレンダーなイメージを出すために、支柱上で桁高 1.0m とした以外は 0.75m の等桁高とした。

床版形式は2主桁形式とし、ウェブ幅は、中央径間でウェブ内に吊材を定着させるため外側に拡幅し、床版ケーブル (12 T 12.4) を床版全長にわたって直線的に配置できるようにした。また、幅員の変化 (4.0~6.0m) に対しては、張出し床版の長さを各径間で変化させた。

端部の斜材との結合部付近は、カウンターウェイトのために充実断面とした。また、床版に生じる軸引張力に対処するために、プレストレス (床版ケーブル) を導入した。

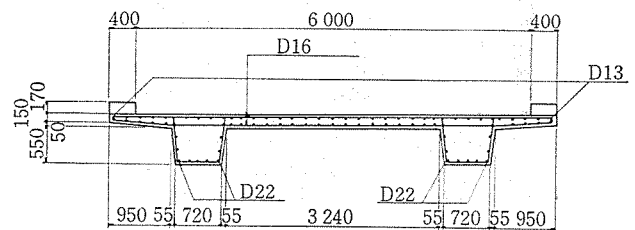


図-8 中央部床版断面配筋図

### 3.7 吊 材

床版はアーチリブより吊り下げた構造で、吊材としては  $\phi 32$  mm ゲビンデスターブ (SBPD 95/110) を用いた。被覆管として、ステンレス管 ( $\phi 50$  mm) を用い、グラウトにより防錆を行った。

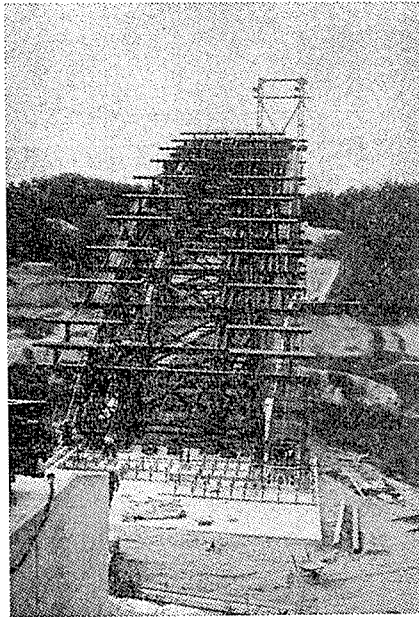
### 3.8 支 承

アーチスプリング部の沓として、 $P_1$  可動脚には BP-A 850 t 沓、 $P_2$  固定部には 850 t ピン沓を用い、 $A_1, A_2$  橋台部には、せん断ピン型ローラー沓を用いた。

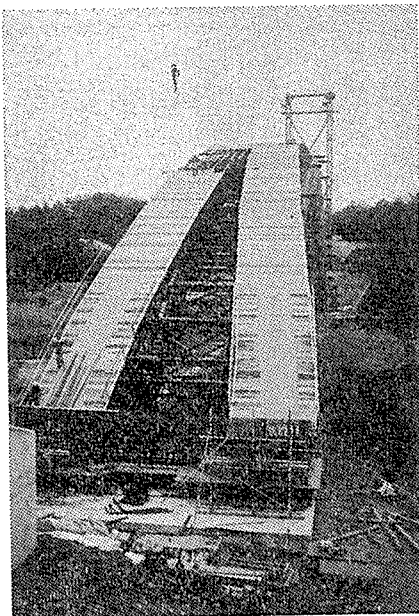
## 4. 施 工

### 4.1 施工概要

架橋地点が池上であり、水質、環境保全より光明池内への立入りができないため、セントルおよび吊支保工に



写真—3 アーチリブ支保工



写真—4 アーチリブ型枠

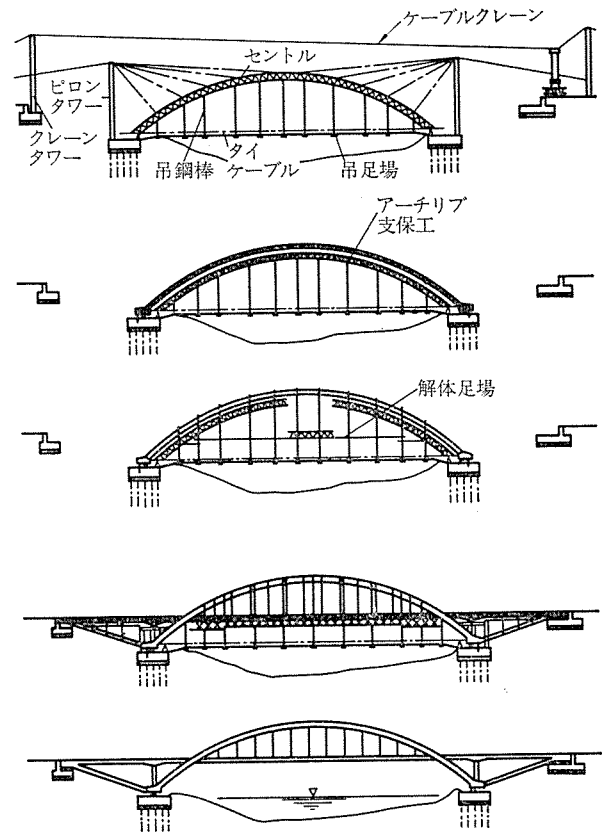
よる空中施工を行った。まず、斜吊工法でアーチセントルを架設し、セントル上でアーチリブの施工を行い、アーチリブが完成した時点でアーチセントルを解体した。床版は、完成したアーチリブからの吊支保工と、陸上部の支柱式支保工で施工した。

施工中はアーチスプリングを仮固定し、アーチリブを自立させ、水平力に対しては、アーチ基礎間に仮設タイケーブル (SEEE-F 360) を張り渡し対処した。

#### 4.2 アーチセントル工

アーチセントルは、H形鋼をトラスに組み合わせた三角主構を基本にして、アーチ状にしたものである。

地組を完了した約 10 t のセントル材をクレーンヤ-



図—9 施工順序図

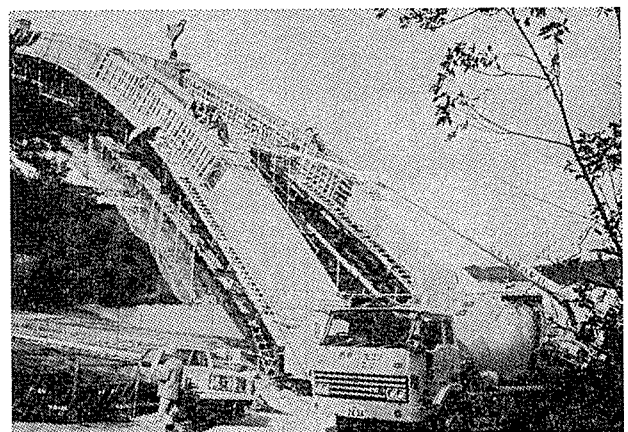
ドまで運搬し、長さ 9 m、幅 8 m、重量約 22 t のブロックに組み立て、これをケーブルクレーンで所定の位置まで運搬し、斜吊工法で架設した。

アーチリブが完成した時点でアーチセントルを解体するが、直下が池であるため以下の要領で行った。

完成したアーチリブよりセントル解体用吊足場を設け、その上に大ブロックで降し、単位ブロックに解体した。この単位ブロックをケーブルクレーンと複胴ウィンチを使用して、解体ヤードまで運搬した。

#### 4.3 タイケーブル

アーチセントル架設完了時点で、セントル自重の水平反力は  $P_1$ 、 $P_2$  アーチ基礎に作用する。この反力および



写真—5 アーチリブコンクリート打設

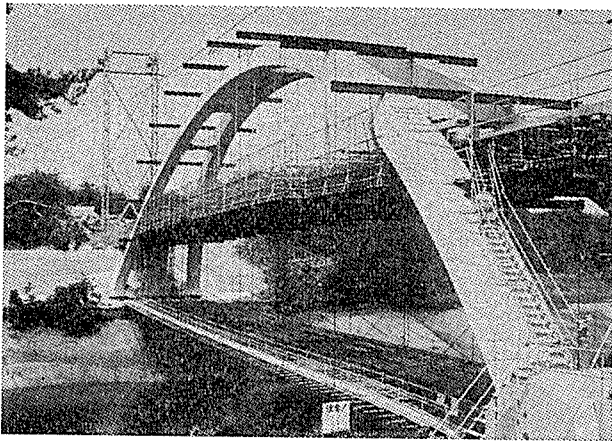


写真-6 床版部、吊支保工、タイケーブル

将来のアーチリブコンクリート重量による反力に対処するため、 $P_1$ 、 $P_2$  アーチ基礎間にタイケーブルを架設した。

タイケーブルは、SEEE ケーブル F-360 を使用し、アーチ基礎上のアンカーに定着し、施工段階を追って緊張力を調整した。

#### 4.4 アーチリブ工

アーチセトルより単管支柱およびH形鋼により支保工を組み、五寸角、H形鋼、ペコビームを使用して型枠受台とした。高さ調整は、ジャッキと工場製作したH形鋼で行った。

コンクリート打設は、橋軸方向に7ブロックに分け、各ブロック間には 80 cm の目地を設け打設した。

打設は、クラウン部を最初に、以後はスプリンキング部より順次クラウン部に向かって、左右対称に2台のポンプ車で行った。また、コンクリートには流動化剤(NP-20)を使用した。目地部は、端面をチップングした後、無収縮コンクリートを打設した。

#### 4.5 床版工

床版は、陸上部は支柱式支保工、池上部はアーチリブからの吊支保工により行った。吊支保工は、セトルの解体足場を使用した。

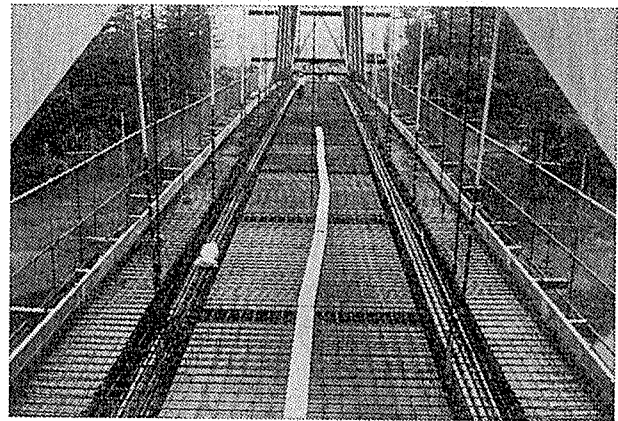


写真-7 床版配筋

ケース	測定位置	年月日	状 況	設計値	実測値
1	アーチセトル	58.12.2	アーチセトル組立後	①	①
2	"	59.1.24	クラウン部コンクリート打設後	②	②
3	アーチリブ	59.3.2	アーチ支保工解体後	③	③
4	"	59.6.14	床版コンクリート打設後	④	④
5	"	59.9.25	橋面工完了後	⑤	⑤

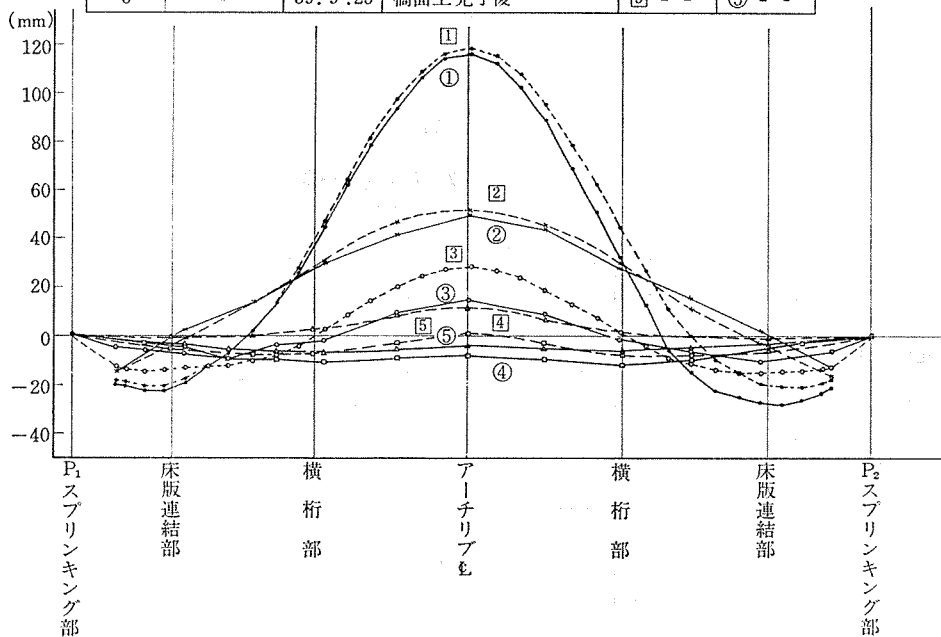


図-10 アーチリブ変位値

床版主桁には、フレシネーケーブル(12 T 12.4)を1主桁当り8本配置している。挿入はプッシングマシンを使用した。

コンクリート打設は、アーチリブとの連結横桁を打設後、中央径間部、側径間部と対称にポンプ車2台で打設した。養生後、180 t フレシネージャッキ2台を用い、両引き緊張で床版にプレストレスを導入した。

その後、タイケーブルを解放し、スプリンキング部の仮固定を撤去した。

## 5. 応力測定

### 5.1 概 要

本橋は歩行者専用道路橋であるが、架設方法が複雑で構造系が施工段階ごとに

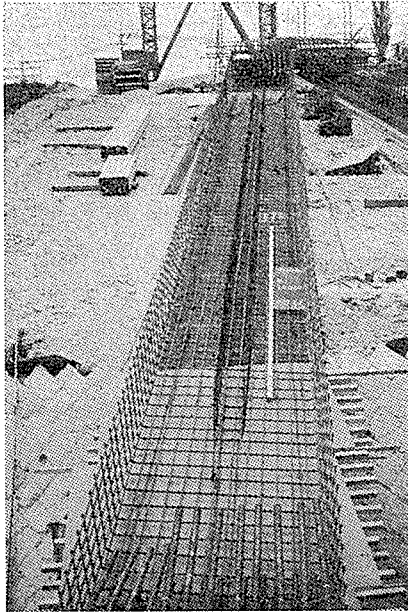


写真-8 斜材配筋

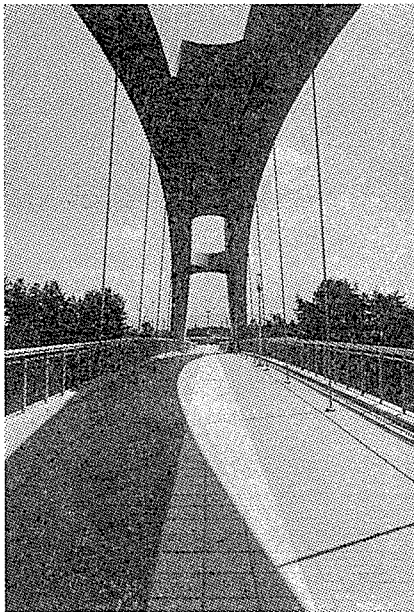


写真-9 橋面

変化する、世界でも類を見ないコンクリート中路式バランスドアーチ橋である。したがって、施工時の安全性の確認および完成時の挙動の把握を目的とし、施工時、完成時の部材応力、変位の測定を行うこととした。

主要構成部材に、鉄筋応力計、熱電対、ストレインゲージを取り付け、各施工段階ごとに測定を行った。コンクリートについては、静弾性係数を測定した。

### 5.2 測 定

鉄筋応力計、熱電対、ストレインゲージによる測定は、以下の時期を選定した。

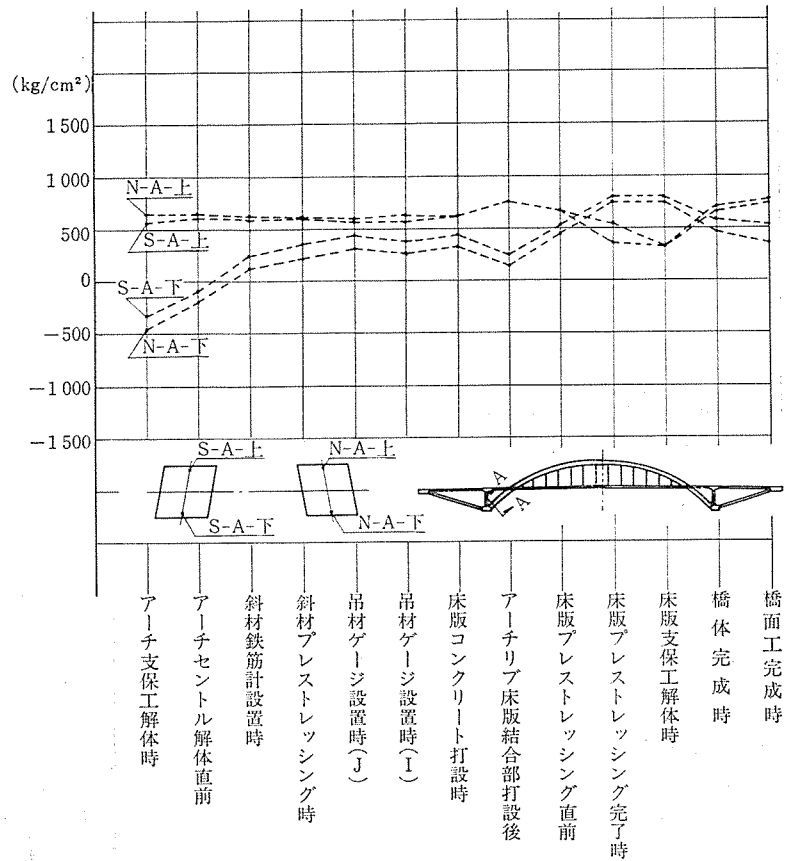


図-12 A点鉄筋計応力度図

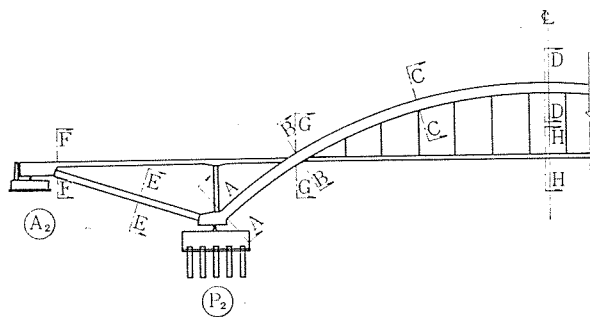


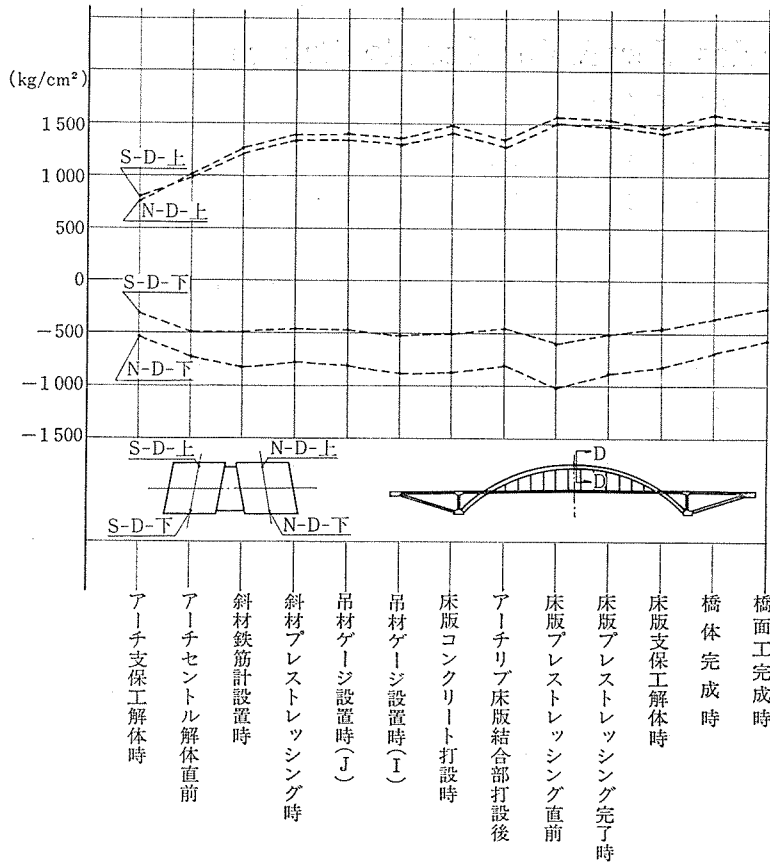
図-11 測定位置図

表-2 測定内容一覧表

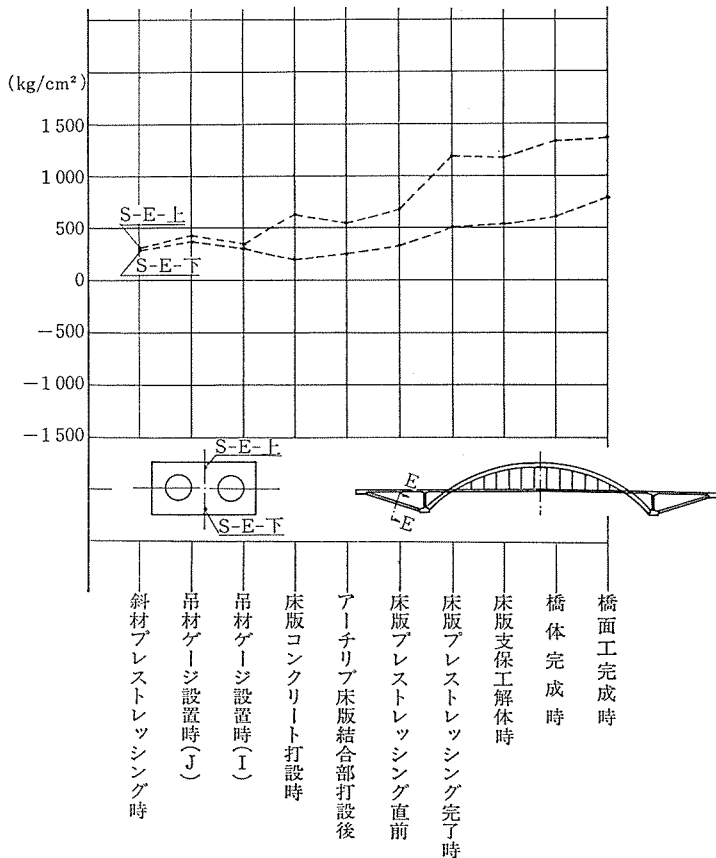
時期 断面	アーチ 支保工 解体時	斜材プレ ストレッ シング時	床版プレ ストレッ シング時	橋 体 完成時	竣工時	備 考
A-A	○◎	—	○◎	○◎	○◎	2か所 ×2リブ
B-B	○	—	○	○	○	"
C-C	○	—	○	○	○	4か所 ×2リブ
D-D	○◎	—	○◎	○◎	○◎	2か所 ×2リブ
E-E	—	○	○	○	○	2か所 ×1部材
F-F	—	—	○	○	○	2か所 ×1断面
G-G	—	—	○	○	○	"
H-H	—	—	○	○	○	"
I-I	—	—	∥	∥	∥	1か所 ×2部材
J-J	—	—	∥	∥	∥	"

○: 鉄筋計      ◎: 熱電対      ∥: ストレインゲージ





図—13 D点鉄筋計応力度図



図—14 E点鉄筋計応力度図

- i) アーチセントル解体時
- ii) 斜材プレストレス時
- iii) 床版プレストレス時
- iv) 橋体完成時
- v) 竣工時

### 5.3 考 察

アーチリブ、床版に設置した鉄筋計の測定値は、いずれも許容値内におさまっており、施工時および完成時の安全性を確認することができた。しかし、コンクリートのクリープ、乾燥収縮等の影響により測定値にばらつきが見られ、実際の作用断面力による鉄筋の応力度を表わしているとは言い難い。今後の課題である。

### 6. あとがき

本橋は、洪積粘土地盤を有する緩やかな丘陵地に架設されたコンクリートアーチ橋という、前例のない分野のさきがけとなるもので、RC、PCを使い分けた部材構造や、橋梁直下の貯水池を侵さぬ空中施工等、今後の設計・施工にあたって配慮すべき要点を明確にすることができた。

本報告が、今後のコンクリートアーチ橋の設計・施工にあたり、多少とも参考になれば幸いである。

【昭和 60 年 9 月 2 日受付】