

# 鉄道橋としての長径間鉄筋コンクリート 拱橋の設計に就て

(昭和 13 年 7 月 16 日土木学会第 2 回年次学術講演會に於て)

准員 岩 永 義 美\*

## 1. 緒 言

鉄筋コンクリート拱橋を鉄道橋として最初に採用せるは大正 13 年頃東京改良事務所に於て施行せる東京—上野間高架線神田川拱橋 (径間 33m, 拱矢 6.10m) であつたが、其の後殆ど利用されなかつた。

其の事由の一つとしては活荷重の大なる事と基礎地質の不良箇所の多い事及其の架設施工困難なることである。

表-1. 鉄道建設線に施工せる鉄筋コンクリート拱橋 (單線 25 m 以上) 一覽表

種 類	線 名 稱	單 位	四 國一	北 海 道一	東 北一	四 國一	中 部一	九 州一	中 部一
			窪 川 線	音 更 線	今 坂 線	窪 川 線	只 見 線	日 影 線	只 見 線
			第 2 領 地	第 3 音 更 川	眼 鏡	元 谷	第 4 平 石 川	網 之 瀬	第 2 只 見 川
径 間 × 拱 矢	m	?	25 × 7	32 × 7	34 × 6.8	支 間 35 × 8.75	38.3 × 9.5	45 × 9	支 間 60 × 10
活 荷 重			KS-15	KS-15	KS-12	KS-15	KS-15	KS-15	KS-15
無 鉸 拱 型 式			開 腹 式 連 続	閉 側 式	同 左	開 腹 式	閉 側 式	開 腹 式	閉 側 式
軌 道 狀 況			直 線 水 平	直 線 2/1 000	直 線 25/1 000	同 左	20/1 000 曲 線 300 m	直 線 25/1 000	16/1 000 曲 線 500 m
拱 軸 線			二 次 拋 物 線	変 懸 垂 曲 線	—	変 懸 垂 曲 線	同 左	同 左	同 左
拱 環 厚 拱 頂 起	cm		70 120	80 160	100 270	75 170	90 200	70 155	120 270
拱 幅 員	m		3.5	3.0	3.5	3.5	3.8	3.5	4.0
主 鉄 筋 径	mm		22	25	メラン式	22	25	28	38
コンクリートの拱環許容応力其他	kg/cm <sup>2</sup>		60	60	50	50 50	60 50	80 50	55
鉄骨重量	t		60.300	24.800	鉄骨 28.6 鉄筋 17.0	22.400	46.300	51.795	105.000
コンクリート容積	m <sup>3</sup>		722.60	201.50	420.00	282.90	503.50	363.60	1 156.000
鉄 筋 量	kg/m <sup>3</sup>		92	132	175	115.9	106	143	146
架 設 方 法			木 製 拱 架	同 左	同 左	同 左	鉄 製 拱 架	カンチレバー エレクション	—
着 竣 手 功			10. 11 12. 6 豫定	11. 7. 2 11. 11. 9	9.6 9.12	11. 9 工 事 中	11. 7. 24 同 左	11. 7. 20 12. 3. 10	—

\* 鉄道技手 工学士 鉄道省建設局工事課勤務

と思はれる。然し近年コンクリートの技術が長足の進歩をなし、其の強度も上昇して前記事情を補ひ得るに到り、鉄筋コンクリート拱橋を鉄道建設線路に架設せるもの數多有る様に成つた。今後も山間鉄道の建設と共に鉄筋コンクリート拱橋の利用が益々増加されるものと考へられる。

今茲に最近施工されたもの及近き將來施工せんとするものを擧ぐれば表-1. の如くである。

## 2. 第3只見川拱橋の設計に就て

第3只見川拱橋は川口線會津若松起點 49 km 055 m にある。スパンの長大なるにとゞまらず、桁下高さ大なる點に於て設計施工に相當の困難を伴ふものである。

本拱橋は河底より施工基面迄 55 m あり、目下スパン 84 m、拱矢 36 m のものと、スパン 102 m、拱矢 30 m のものとを比較設計中にして孰れにしても本邦最大の鉄筋コンクリート拱橋となる。尙河底からの高さ大にして、且つ激流の爲其の架設法も木製足場に依る普通の施工法は殆ど不可能に近く、特殊の施工法となることは必然である。

以下同拱橋の設計に就て其の概要を簡単に記述しやう。

### 1. 地 質

若松方は石英粗面岩、川口方は集塊岩層で支圧力は 200 t/m<sup>2</sup> 以上ある見込なり。

### 2. 鉄筋コンクリート拱橋を採用したる理由

本橋梁に鉄筋コンクリート拱橋を採用した理由は一般鉄筋コンクリート橋梁の特徴たる材料の調達容易、耐久性、保守の簡易化等の理由の他に鉄材節約の爲である。

### 3. 設 計 要 旨

本拱橋設計要旨は次の如し。

活 荷 重	KS-15
衝 撃 係 數	$\frac{45}{4(45+l)}$ (拱に對して)
制 動 荷 重	活荷重の 20 %
雪 荷 重	雪の重量 0.75 t/m <sup>2</sup> 深さ 2 m
温 度 変 化	±15°C
許 容 応 力	コンクリート $\sigma_c = 75 \text{ kg/cm}^2$ (地震力以外の荷重總てを考慮す) 鉄 筋 $\sigma = 1200 \text{ kg/cm}^2$

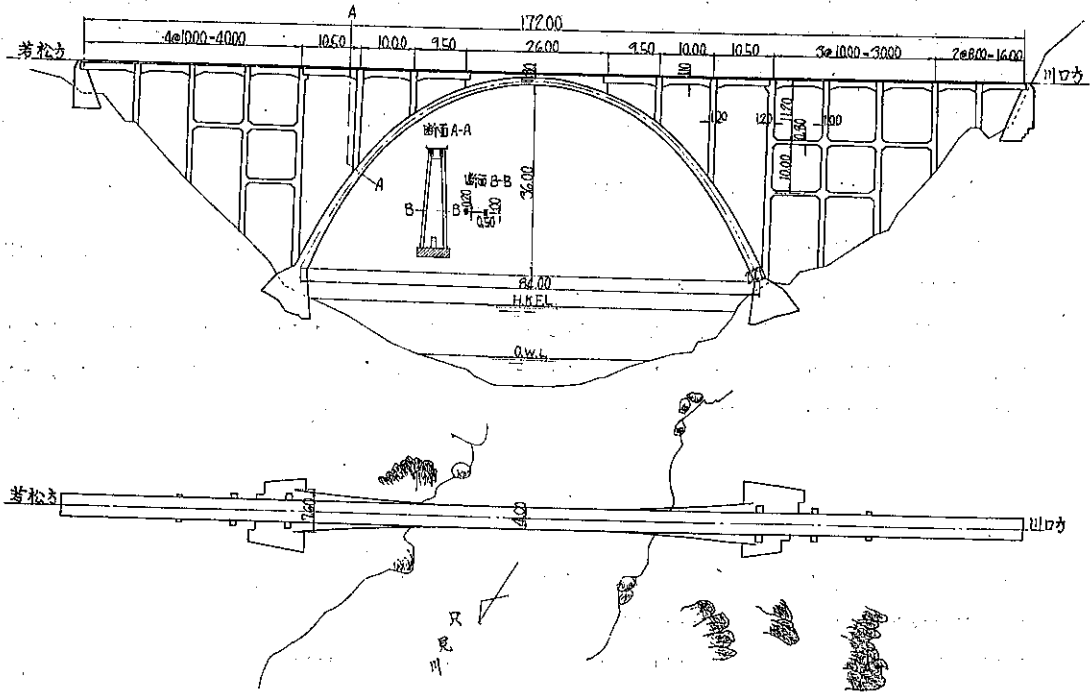
### 4. 84 m 拱 橋

本拱橋の概略寸法を摘記すれば、スパン 84 m、拱矢 36 m、幅員拱頂に於て 4 m、拱起に於て 7.6 m (バター 1:20) で拱軸線は変垂曲線 ( $m=4.324, \frac{y_0'}{f}=0.19$ )、拱環寸法は拱頂で 1.30 m、拱起點で 2.27 m である (図-1)。

拱橋型式は開腹式無鉸拱で、拱矢比は  $\frac{1}{2.33}$  で相當高い拱であるから、横方向の安定を増す爲拱頂で幅員 4 m とし、1:20 のバターをつけた。拱軸線の決定には次の様な方法を探つた。拱軸線は変垂曲線 (transformed catenary)  $y = \frac{f}{m-1} (\cosh \xi k - 1)$  を採用し、 $m$  を決定するには先づ  $m=3.5, \frac{y_0'}{f}=0.20$  と假定し、拱を設計し、各部の死荷重を計算した。次に死荷重の推力線を描き、此の推力線に最も近似的な変垂曲線を求めた。その結果  $m=4.324, \frac{y_0'}{f}=0.19$  と決定した。

拱環寸法は拱頂點に於て 1.30 m とした。之は從來の實例に比べて非常に薄いが、拱軸線が死荷重の推力線と殆ど一致して居るので、斯くの如く薄くてよいのである。

図-1. 第3只見川橋梁一般図



次に各部の断面を決定するには次の公式によつた (図-2)。

$$\frac{J_s}{J \cos \varphi} = 1 - (1-n)\zeta$$

茲に  $J_s$ : 拱頂に於ける断面二次モーメント

$J$ : 各部の断面二次モーメント

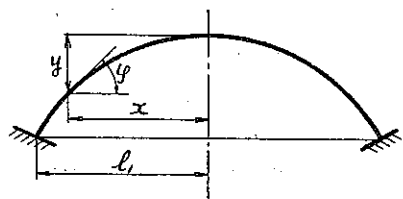
$\varphi$ : 拱軸線が水平となす角

$$n = \frac{J_s}{J_k \cos \varphi_k}$$

$J_k, \varphi_k$ : 夫々拱起に於ける断面二次モーメント及拱軸角

$$\zeta = \frac{x}{l_1}$$

図-2.



$n$  の値は 0.25 と決定した。此の値は此の程度の拱矢比と死荷重活荷重比では経験上適当な値である。

応力計算は總て Strassner 氏の表を使用した。

拱頂、拱起に於ける曲げモーメント及軸方向力は 表-2. の如くである。

表-2.

鉄筋量は拱頂に於て断面の 0.62%, 拱起に於て 0.57% である。主鉄筋は 25 mm である。

	拱 頂	拱 起
$M$	445 tm	2 423 tm
$N$	791 t	2 140 t

上方構造 桁の断面は T 型桁とし、スパン 10 m の 3 スパン連続桁として計算した。制動荷重は總て拱頂側の端で取る様にした。之は制動力を柱でとらんとせば制動力は最短柱に集中し、非常に大きな曲げモーメントを生ずるからである。

柱は 100×50 cm<sup>2</sup> の 2 本の柱を厚さ 20 cm の壁で繋いだ形とした。之は 2 本の柱を梁で繋ぐ場合に比し、横方向の荷重に對して非常に強くなるからである。尙長い方の柱は兩端固定とし、短柱は下部を鉸とした。之は長い

方の柱は高さ 18 m で可撓性大であるから二次応力が生ずることは少ないが、短柱では此の二次応力を出来る丈少なくする爲に下部に鉸をいれたのである。

側径間 側径間は繫梁を用ひたラーメンとし、制動力は拱の上方構造と同様の理由から橋臺でとる様にした。

5. 102 m 拱 橋

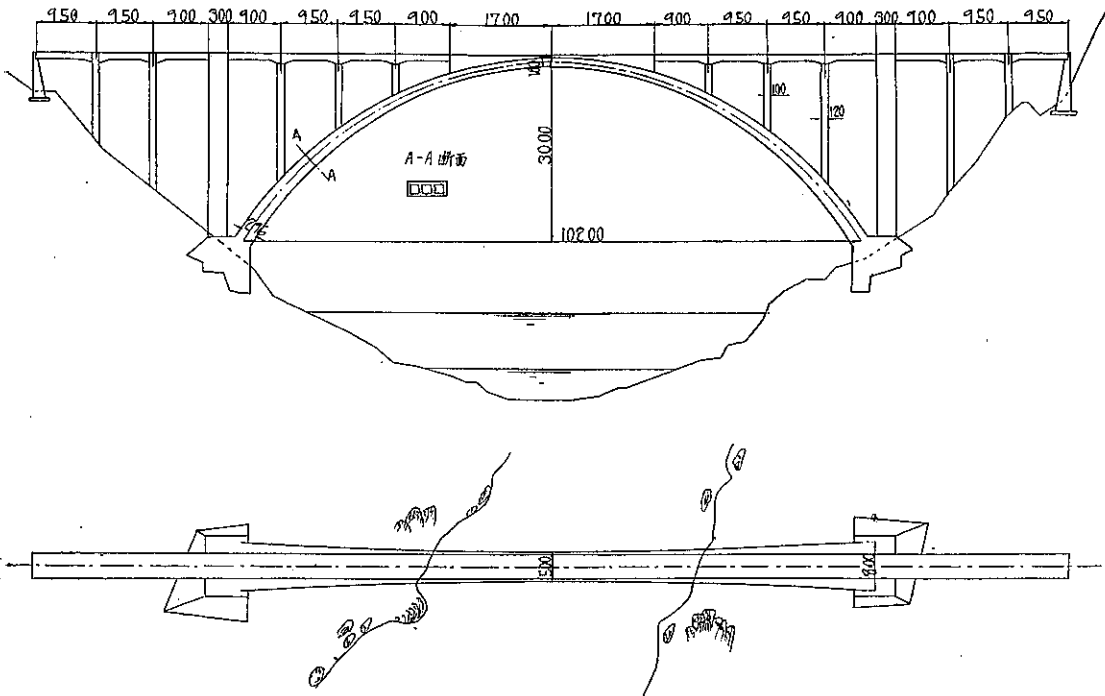
本拱橋の概略寸法はスパン 102 m, 拱矢 30 m, 幅員拱頂に於て 5 m, 拱起に於て 8 m (バター 1:20) で拱軸線は死荷重の推力線と完全に一致せしめた。拱環は函形とし拱頂で厚さ 1.80 m, 拱起で 2.96 m である (図-3)。

拱橋型式は開腹式無鉸拱で拱矢比は 1:3.4, 横方向の安定度を増す爲 1:20 のバターをつけた。拱軸線を決定するには、先づ変曲線によつて拱を設計し、死荷重の推力線を描いて拱軸を補正した。

拱環は重量を減ずる爲肉の厚さ 50 cm の函形とした。

拱環寸法は拱頂で厚さ 1.80 m で従來の鉄道橋に比し非常に小である。之は拱軸線が死荷重の推力線と完全に一

図-3. 第 3 只見川橋梁一般図



致して居ること、函形断面を用ひて拱環重量を著しく減じた爲である。拱頂拱起に於ける曲げモーメント及軸方向は表-3. の如し。

上方構造 桁の断面は T 型桁としスパン 9.50 m, 4 スパン連続桁とした。制動力は 84 m 拱と同様に拱頂側の端でとつた。

柱は 100×60 cm の 2 本の柱を 20 cm の壁で繋いだ形とし、二次応力を減少せしめる爲上下兩端を鉸とした。

表-3.

	拱 頂	拱 起
M	966	3540
N	1602	2600

鉄筋は断面の 0.8% 程度で主鉄筋は 25 mm である。