

# 彙 報

第 27 卷 第 2 號 昭和 16 年 2 月

## 白新線信濃川橋梁井筒工事に就て

(昭和 15 年 4 月 4 日第 4 回工學會大會講演會に於て)

會 員 淺 原 重 壽\*  
准 員 原 口 正 一\*\*

要 旨 現下の資材不足時局に對應して施工せるプレコンクリート井筒工の施工記録である。

### 目 次

- |   |   |
|---|---|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 概 説             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 白新線と信濃川橋梁</li> <li>2. 信濃川の狀態</li> <li>3. 地 質</li> <li>4. 信濃川橋梁要項</li> </ol> </li> <li>2. 橋脚井筒の設計             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. プレコンクリート井筒</li> <li>2. 井筒長</li> <li>3. 砂埋戻井筒と底コンクリート施工中空井筒との比較<br/>附鐵筋コンクリート各種断面井筒との比較</li> <li>4. 砂埋戻井筒と底コンクリート施工中空井筒の安定度</li> <li>5. 井筒内部の砂埋戻</li> <li>6. 井筒コンクリート打繼目</li> <li>7. 井筒蓋及び軀體相互間の連絡</li> </ol> </li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>8. 結 語</li> <li>3. 施工及び諸假設備             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 工事進行速度</li> <li>2. 諸假設備</li> </ol> </li> <li>4. 井筒沈下及び各橋脚工費             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 掘鑿沈下</li> <li>2. 沈下速度と沈下費（直接費）</li> <li>3. 井筒の掘鑿沈下に對する單胴ホイスと複胴ホイスとの差異</li> <li>4. オレンジ・ピール・バケットの性能</li> <li>5. 水替掘鑿と沈下荷重</li> <li>6. 偏 倚</li> <li>7. 各橋脚工費</li> </ol> </li> <li>5. 試驗荷重</li> <li>6. 洗 掘</li> <li>7. 結 語</li> </ol> |
|---|---|

### 1. 概 説

#### 1. 白新線と信濃川橋梁（圖-1 參照）

目下建設中の白新線は越後線の白山驛と羽越線新發田驛とを結ぶ建設線である。將来越後線の改良と共に信越線柏崎驛と新發田驛とを直結し雪害多き現在線の複線として裏日本交通の重要幹線たるのみならず大陸との交通重要據點たる新潟港を包含する樞要なる線である。本橋梁は白山起點 2k 005 m 00, 信濃川河口を距る約 6 km の地點に在り。

#### 2. 信濃川の狀態（圖-1. 圖-2 參照）

本橋梁架設地點附近は流勢緩漫にして平水位 0.50 m. (東京灣中等潮位を 0.00 m とす) 最高水位と雖も 1.50 m 位である。潮汐の影響は殆どない。架橋地點の上流 100 m 位の所から上へ延長約 400 m 幅 100 m 位の大きな洲が存在して居る爲め水深は河の中央部淺く 0.30 m~1.00 m で沈泥である。左右兩岸に向ひ漸次深度を増し 3.00 m~4.50 m までになつて居る。河床を構成する砂粒が極めて細く水位 0.30 m 以上の變化を來せば相當程度の河床の變化を來して居る。水位の上昇流速並びに洗掘の關係に就ては後述する。

#### 3. 地質（圖-3. 圖-4 參照）

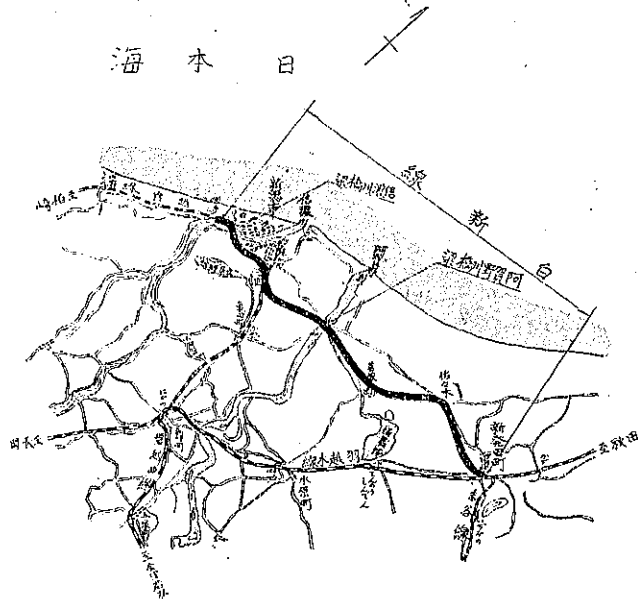
\* 鐵道技師 工學士 鐵道省長岡工事々務所    \*\* 鐵道技手 工學士 鐵道省長岡工事々務所

地質は電気地質調査の結果相當深い所迄大體一樣なる砂層であると推定されて居た。井筒沈下に際し掘露土砂に依り判明せる地質は此の推定を裏書きした。唯時々 30 cm 以下の砂交り粘土層が介在して居た。尙第 8 號、第 10 號橋脚位置には平水位から約 5.50 m の深さの所に玉石（最大徑 20 cm）を載せた粗梁沈床があつた。粗梁沈床の厚さ約 50 cm（玉石を含む）であつた。

4. 信濃川橋梁要項（圖-2 参照）

橋桁； 上路鋼桁 橋脚基礎； プレン・コンクリート井筒（井筒長 18.0m×12本, 10.0m×2本, 断面、圓形、外徑、4.50m, 内徑、2.50m 内厚、1.00m）工事施工方法； 直轄工事,

圖-1.



2. 橋脚井筒の設計

1. プレンコンクリート井筒

(a) 設計當時恰も支那事變第 2 年目に於て鐵鋼材節約の必要に迫られた。

(b) 架橋地點の地質は良好にして、相當深度迄細砂層より成り、外に砂交り粘土が介在する程度である。

以上の理由に依り全然鐵筋を挿入せずプレレン・コンクリートとし井筒双先にも沓を使用しない事とした。

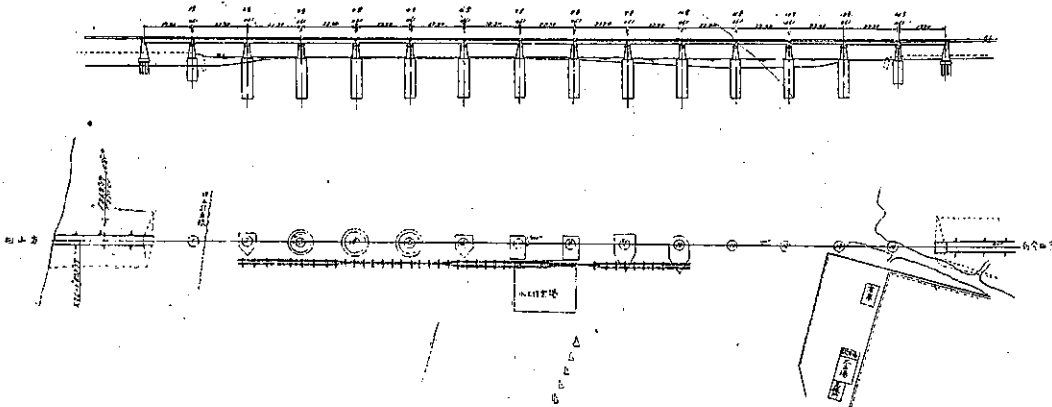
2. 井筒長

(a) 断面が相當大であるし、且河床を構成する地盤が細砂層である事に依り洗掘を受けるものと考へた。

(b) 信濃川筋は本邦に於ける一地震帯であるから耐震構造とすべきものと考へた。即ち以上 2 條件洗掘と地震とを考へて井筒長を決定した。

即ち洗掘状況は本橋梁架設地點より下流約 1k 700 m の位置にある萬代橋の洗掘状態を参考とした。萬代橋橋脚位置の水深測量の結果は次の如し。即ち右岸から 2 本目の橋脚に於て洗掘最も甚しく水深約 11.00 m であつた。萬代橋施工當時は水深 3.50 m 位だつたと想像される。之に依り本橋梁架設地點に於ける洗掘を 9.00 m と豫定し耐震設計に依り井筒長 18.00 m とした。

圖-2.



信濃川橋梁架設地點電気地質調査圖

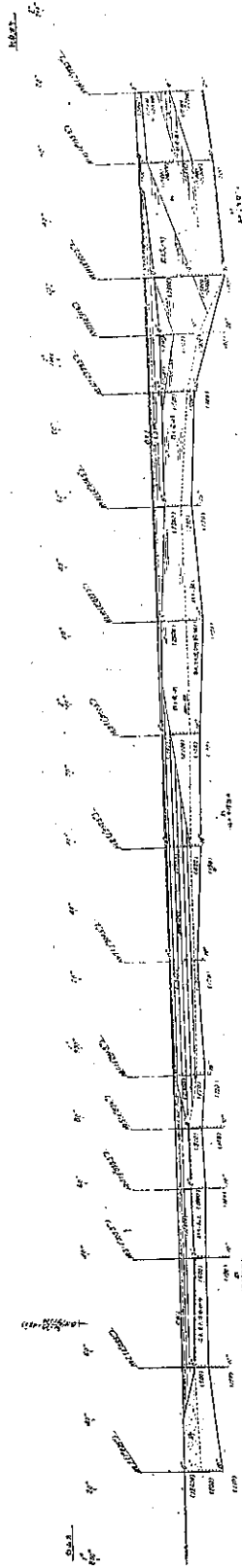
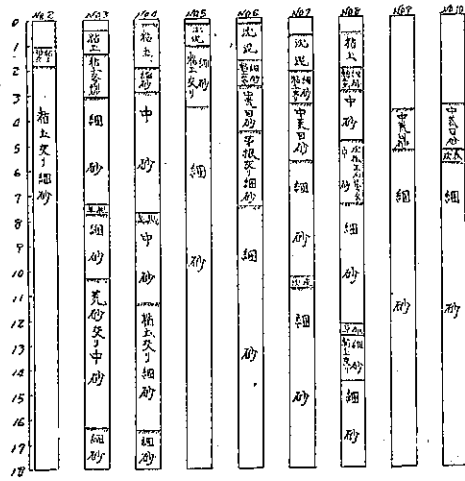


圖-4. 各橋脚箇所の地質 15. 3. 25



萬代橋に於ける洗掘に依る水深が 11.00 m なるに本橋梁橋脚に 於ては 9.00 m とせし理由。

- (a) 萬代橋架設地點は河の屈曲部に當つて居る事。
- (b) 白山浦即ち關屋（萬代橋上流約 3.5 km）から昭和橋（萬代橋上流約 1.2 km）に至る間の河狀整理が未だ行はれて居ない事。
- (c) 萬代橋橋脚の断面が本橋梁橋脚断面に比し大なる事。
- (d) 萬代橋橋脚附近を流れる河の流れが橋脚断面の橢圓の長徑に斜めして居る事。
- (e) 本橋梁竣工と同時に前記河狀整理が完成する事。若し洗掘が更に進み水深が 9.00 m 以上に及ぶ場合は蛇籠、洗床等で根巻するを必要とする。

3. 砂埋戻井筒と底コンクリート施工中空井筒との比較

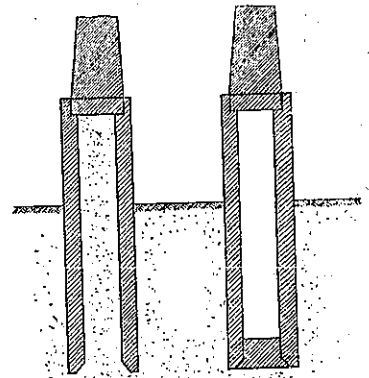
附 鐵筋コンクリート各種断面井筒との比較

設計當初の井筒構造は井筒底部にて 2.50 m の底コンクリートを施工し井筒天端に蓋コンクリートを打ち高さ

6.37 m の軀體を載する中空井筒であつたが工期工費を比較検討更に安定度を調べた結果底コンクリートを取止め掘鑿砂を井筒中に埋戻し井筒天端に達せしめ直接蓋コンクリートを打つ事に變更した。

砂埋戻井筒と底コンクリート施工中空井筒長は夫々 17.90 m, 17.60 m とした。これら井筒長決定の考へ方としては物部博士耐震學に依つた。尙工費の比較には井筒の長さの差に依つて生ずる差異をも考へに入れて比較した。

圖-5.



砂を埋戻したる基礎 底即コンクリート施工中空基礎

- (a) 砂埋戻井筒と底コンクリート施工中空井筒との工費比較 (表-1 参照)

表-1.

作業埋別	砂埋戻井筒 (井筒長 17.90 m)			底コンクリート施工中空井筒 (井筒長 17.60 m)			記 事
	数 量	単 價	金 額	数 量	単 價	金 額	
砂 利 戻	85.80 m <sup>3</sup>	円 0.500	円 42.900				m 17.90 と 17.60 との差 #
底コンクリート 型 枠 費				16.00 m <sup>2</sup>	円 15.200	円 243.200	
沈 下 装	6.30 m	円 11.160	円 3.348			円 15.000	
井筒側コンクリ ート装 計	3.30 m <sup>3</sup>	円 15.040	円 49.630			円 258.200	
			円 95.880				

井筒 1 本當差額 258.200 - 95.880 = 162.320 円

井筒 14 本 (橋脚全部) にて 162.320 × 14 = 2272.480 円

即ち約 2300 円の工費節約となる

(b) 砂利埋戻井筒と底コンクリート施工中空井筒との工期比較

井筒 1 本に付き算出せるものにして此の日数差は井筒の本数に倍するわけにはいかない。然し機械器具の轉用が幾らか宛伸び結局 1 ヶ月位は全體として工期延長となるだらう。

表-2.

作 業 別	砂 埋 戻 井 筒	底コンクリート施工 中空井筒	記 事
	日 数	日 数	
砂 埋 戻	2		井筒長さ 30 cm に對して 砂埋戻井筒にては型枠なし
埋戻砂の落着	4		
底コンクリート施工		1	
コンクリートの養生		10	
沈下及側コンクリート打	0.5		
蓋コンクリート型枠 計	6.5	11.5	

表-3.

種 別			砂 埋 戻	中 空	井筒設計條件
ブ レ ン ク 井 筒	外 徑 4.50 m	根 入 長	8.90 m	8.60 m	
	内 徑 2.50 m	井筒長	17.90 m	17.60 m	
		安定度	1.13	1.21	
鐵 筋 コ ン ク リ ー ト	外 徑 4.50 m	根 入 長	8.90 m	8.50 m	鐵筋コン リート重量 2.4 t/m <sup>2</sup>
	内 徑 3.30 m	井筒長	17.90 m	17.60 m	
		安定度	1.12	1.27	
	外 徑 4.20 m	根 入 長	8.90 m	8.60 m	
	内 徑 3.20 m	井筒長	17.90 m	17.60 m	
		安定度	1.07	1.19	
	外 徑 4.00 m	根 入 長	8.90 m	8.60 m	
	内 徑 2.80 m	井筒長 定安度	17.90 m 1.04	17.60 m 1.14	

表-4.

種 別	プレシコンクリート				鉄 筋				ク リ				ト											
	外径=4.50 m	内径=2.50 m	外径=4.50 m	内径=3.30 m	外径=4.20 m	内径=3.00 m	外径=4.0 m	内径=2.80 m	外径=4.50 m	内径=2.50 m	外径=4.20 m	内径=3.00 m	外径=4.0 m	内径=2.80 m	外径=4.50 m	内径=2.50 m	外径=4.20 m	内径=3.00 m	外径=4.0 m	内径=2.80 m				
	単 價	数 量	金 額	単 價	数 量	金 額	単 價	数 量	金 額	単 價	数 量	金 額	単 價	数 量	金 額	単 價	数 量	金 額	単 價	数 量	金 額			
側コンクリート	16,500	188.6	3,111,900	26,700	196.4	3,874,880	26,700	117.5	3,137,250	26,700	111.0	2,963,700	26,700	111.0	2,963,700	26,700	111.0	2,963,700	26,700	111.0	2,963,700	26,700	111.0	2,963,700
	14,000	11.5	161,000	25,000	11.9	297,500	25,000	10.2	255,000	25,000	9.1	227,500	25,000	9.1	227,500	25,000	9.1	227,500	25,000	9.1	227,500	25,000	9.1	227,500
埋 入	0,500	82.5	41,250	0,500	147.9	73,500	0,500	121.8	60,900	0,500	106.2	53,100	0,500	106.2	53,100	0,500	106.2	53,100	0,500	106.2	0,500	106.2	53,100	
小 差			3,314,150			3,746,380			3,453,150			3,244,800			3,244,800			3,244,800			-70,000			
側コンクリート		184.2	3,039,300		123.4	3,294,780		115.0	3,070,500		108.4	2,894,280		108.4	2,894,280		108.4	2,894,280		108.4	2,894,280		108.4	2,894,280
底コンクリート			161,000			297,500			255,000			227,500			227,500			227,500			227,500			
小 差			240,000			948,000			289,500			253,500			253,500			253,500			3,375,300			
小 差			3,440,300			4,500,000			3,616,000			3,176,000			3,176,000			3,176,000			-65,000			

(c) プレン・コンクリート井筒と鉄筋コンクリート井筒数種との井筒長，井筒根入長並安定度比較 (地震力に依り井筒長を決定した際の井筒の Statically Stability)

上表中砂埋戻井筒にては根入長 8.90 m 中空井筒にては 8.60 m に一致して居るが之は上記の設計条件にて計算せる結果大體夫々 8.90 m, 8.60 m になつたのである。尙井筒長は井筒根入長に洗掘に依る水深の 9.00 m を加へたものである。安定度とは垂直荷重と支持力との比を云ふ。支持力計算に當りて井筒の摩擦力は 1 t/m<sup>2</sup> として地盤支持力は 40 t/m<sup>2</sup> と推定した。洗掘に依る水深は平水位より 9.00 m とし此の間の土砂は無いものとして安定度を出した。鉄筋コンクリート井筒の鉄筋量は 1 立米につき 40 kg とす。

(d) プレン・コンクリート井筒と鉄筋コンクリート各種断面井筒との工費比較

表-4 は單に各井筒の製作費であつて沈下費を考へて居ない。プレシコンクリート井筒に於ては平均沈下費 12,000 円/m であるが自重がプレシコンクリート井筒より軽い鉄筋コンクリート井筒の沈下費は必然的にプレシコンクリート井筒より尙嵩んで來るであらう。

#### 4. 砂埋戻井筒と底コンクリート施工中空井筒の安定度

底コンクリートを施工せる井筒と底コンクリートを施工せざる井筒は平面基礎と凹状基礎との問題になるが之に關しては故關博士によれば支持力は凹状基礎の方が大で基礎地盤が標準砂の場合は 1.3 割碎石砂利にては 3 割増加するとの事であるが兎に角兩者の支持力の差異に關する理論的，數理的の判定は後日の研究に待つ事とし本井筒に就いては表-5 の様な事が大體云へ得られるのではなからうか。

#### 5. 井筒内部の砂埋戻

井筒内部の埋戻砂は井筒沈下に際して掘鑿した砂であるから，地盤と同一質のものである。而して井筒天端は平水位下 (30 cm) である。砂の性質として水にて飽和せる砂は完全に乾燥せる砂と殆ど同じ體積を有し膨脹率は零である。従つて埋戻

表-5.

砂埋戻したる場合	底コンクリート施工中空にした場合
1. 完全に底面全面の支持力を取る事が出来る	1. 完全に底面全面の支持力を取るには後日完全なる底コンクリートを打たねばならないが水中コンクリートとなるから充分の信頼を置き難く一般に双口丈の支持力を取らねばならぬ
2. 底コンクリートに代る蓋コンクリートは水中コンクリートにならず一般陸上コンクリートと同様に打つ事が出来る	2. 蓋コンクリートを打つ工費は砂埋戻より高くなる
3. 工費が廉くなる	3. 工期は長くなる
4. 工期を短縮する事が出来る	4. 施工は面倒である
5. 施工が容易である	

した砂は、井筒中で最大密度を有するものと見る事が出来る。故に砂の収縮は僅少であると豫想した。

砂の埋戻しは井筒内に水が満ちて居る状態にて井筒内面に一様に撒布し充分の日数をかけて埋戻砂が充分落着く様にする。埋戻しの最後にて砂利を敷き水中コンクリートとならぬ様亦抜き過ぎぬ様水を徐々に排出しつつコンクリートを打つた。斯くて大體蓋と埋戻砂との間に空隙を生じないと判断した。念の爲埋戻砂の上部にポストを立てた木製圓盤を埋め蓋コンクリートに孔を明けポストを通し約 20 日間様子を見たが全然沈下せる模様はなかつた。

6. 井筒コンクリート打継目

打継目には最大張應力  $6.5 \text{ kg/cm}^2$  に抵抗するため長さ 2.00m の 14 kg 古軌條を各断面に 8 本を挿入した(圖-6 参照)。

7. 井筒蓋及び軀體相互間の連絡(圖-7 参照)

井筒上部の蓋と接觸する切欠きの所は粗面とし井筒から軀體まで通ずる様 14 kg 古軌條 8 本を入れる事にして居たが井筒沈下に際しオレンジ・ビール・バケツトの操作に不便なので井筒と蓋との間に 1.50 m の古軌條 8 本蓋と軀體間に 1.50 m 8 本と 2 度に分けて入れる事とした。

8. 結 語

(a) 井筒の形状； 以上の結果井筒及び橋脚は圖-7~8 に示すが如き形状とした。

(b) 橋脚完成後の安全率； 本橋梁完成後の推定安全率は次の如くである。

荷 重； 活荷重	144.67 t
撃衝力	54.13
橋桁及び軌道材料の重量	39.59
橋脚軀體重量	83.90
橋脚井筒重量	440.40
埋戻砂	163.40
計	926.09

圖-6. 打継目用 14 kg 輕便軌條挿入圖

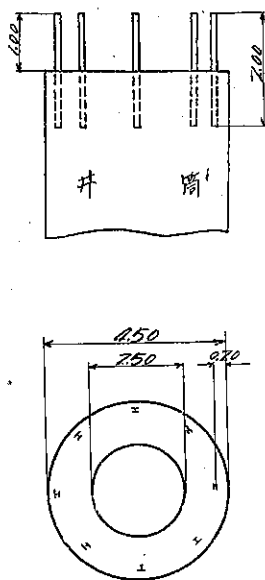
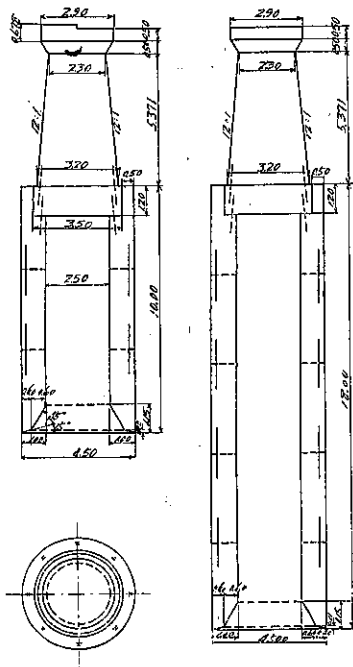


圖-7. 井筒長

10.00×2 (No. 1, 14) 18.00×12 (No. 2~13)



支持力(水深は平水位より 9.00 m とす)

摩擦力	=140.00
浮力	$15.9 \text{ m}^2 \times 9 \text{ m} \times 1 \text{ t/m}^3 + 15.9 \text{ m}^2 \times 9 \text{ m} \times 0.7 = 243.00$
底面支持力	=638.00
計	1 019.00

$$\text{安全率} = \frac{1 019.00}{926.1} \approx 1.1$$

上記中地盤中にある井筒の浮力を 70% に取つた事は河床地盤中に於ける浮力と云ふものが完全に水中にある場合と同一に考へられない事に依る。而してどの程度に採り得るかと云ふ事は未だ詳になし得ない。然し井筒内の水位が井筒沈下 18.00 m に到つても直ちに河の水位と等しくなると云ふ事、亦水替に依り簡単に井筒内に水が流入して来る事、地盤が殆ど純砂層なる事等に依り 100% 近くの浮力を取り得ると思つたが安全側に於て 70% に取つた。

### 3. 施工及び諸仮設備

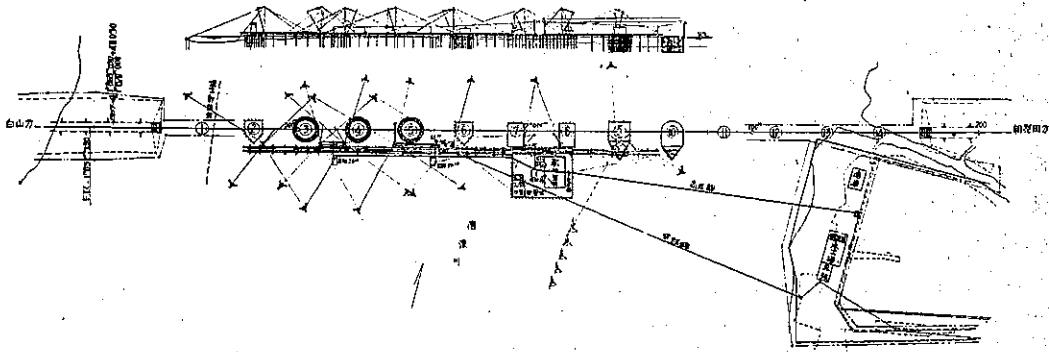
#### 1. 工事進行速度

最初のコンクリートを打つたのは第 8 號橋脚井筒で昭和 14 年 5 月 2 日、水上作業場築島着手は 3 月である。

14 年 12 月末には第 2 號橋脚から第 10 號橋脚迄完成したから水上作業場の着工からは 10 ヶ月に 9 本の橋脚を完成した事になる。亦最初の橋脚井筒の築島にかかつた日から算定すれば 9 ヶ月である。即ち約 1 ヶ月に 1 本の割合で井筒長 18.00 m 軀體高 6.37 m コンクリート總量約 240 m<sup>3</sup> (井筒 200 m<sup>3</sup> 軀體 40 m<sup>3</sup>) の橋脚を完成した事になる。

斯くの如き大なる進行速度を得た事は沈下掘鑿に使用した機械器具が井筒の形状並びに地質によく適合した事に依る。但し 15 年 1 月以降セメント不足で單に水上作業場及び第 2 號~第 10 號の築島棧橋の撤去のみを行ひ第 11 號以下の橋脚橋臺の施工が出来なく荏苒 3 月に至り更に 4 月になつて漸くセメントが入つた爲め本工事竣工迄最初の 1 ヶ年間の進行速度を維持出来なかつたのは残念であつた。

圖-9. 信濃川橋梁施工設備圖

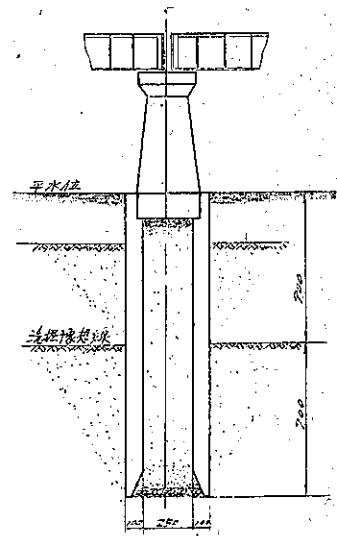


#### 2. 諸仮設備

クレーン; クレーン及び之に附帶するホキストは井筒工事が進行に連れて順次設置した。

井筒作業に對しクレーンはコンクリート打井筒の掘鑿沈下井筒積載荷重の運搬等の諸作業に使用するのである。

圖-8. 橋脚完成圖



クレーンのポスト及びブームは末口 24 cm の杉丸太を使用した。基礎は全部杭打し、荷重の最も掛る方向のステアー杭には土俵で根固めした。ブームの旋廻部分にはボールベアリングを入れた爲非常に圓滑に活動出来た。

ホキストはクレーン 2~3 組に 1 箇設備した。オレンジ・ビール・バケット操作用としては複胴式が有効である。15 才のオレンジ・ビール・バケットは自重約 1.5 t 砂を掘んだ時の重量約 2.5 t 故に 20~25 HP 捲揚速度 25 m/分位のホキストが最も適して居る。當工事では 20 HP 複胴ホキストは非常に有効であつたが僅か 1 臺よりなく他は 20 HP 単胴 1 臺 10 HP 単胴 1 臺であつた。10 HP では揚量が不足し(2 重×單)又は(2 重×2 重)の滑車を使用しホキストに加ふる荷重を軽減しなければならなかつた。

クレーンブームの旋廻には荷重時に 6.5 HP のホキストを使用し無荷重の時はブーム根元の滑車の取付位置を考慮しワイヤーを弛めれば自然に旋回する様にした。

#### 4. 井筒沈下及び各橋脚工費

##### 1. 掘鑿沈下(圖-10 参照)

井筒沈下の工法は井筒内部を掘鑿し沈下する方法を採つた。

大體に於て一般に行はれて居る法と差はない。掘鑿器具としてはオレンジ・ビール・バケットを使用した。沈下荷重は積載せず沈下が困難となる最終ロッドに於ては井筒内の水をポンプで抜いて浮力を減ずると共に双口附近の地盤を幾分弛めつゝ掘鑿し容易に沈下させた。此の點が幾分變つた方法である。此れに依り沈下速度一日平均 1.50 m. と云ふ好成绩を得た。即ち 1800 m の井筒が 12 日で沈下したのである。

最初の 1 ロッド, 2 ロッドは 1 日 2 m~3 m で非常に速く井筒長 18.00 m では根入不足になるのではないかと心配した。然し 4 ロッド 5 ロッド目即ち 10 m 以上になつてから沈下が難しくなり 15.00 m を越すとぐつと沈下速度が落ち掘越し 1.50 m~2.00 m 位でやつと沈下する程であつた。斯くの如く大なる掘越しを井筒沈下の最後に於て行ふは甚だ面白くなく沈下荷重の積載が之に代る工法が必要となつて來るのである。

##### 2. 沈下速度と沈下費(直接費)(圖-11, 12, 13 参照)

圖を見れば掘鑿用機械器具の性能に依り井筒沈下が如何に違つて來るか判然する事と思ふ。

沈下速度表中同とあるはオレンジ・ビール・バケット運轉回数。W は井筒 1 ロッドの自重である。

$\frac{m \cdot m}{時 \cdot W}$  は實働 1 時間當りの沈下を出し更に井筒の自重に依る割合を出したもので井筒のロッド長即ち其の時の井筒の重量の影響を均一にして第 1 ロッドと第 5 ロッドとの井筒の自重に依り生ずる沈下の差を除き地盤の締め具合を見んとせるものである。

圖-10. 掘鑿沈下説明圖

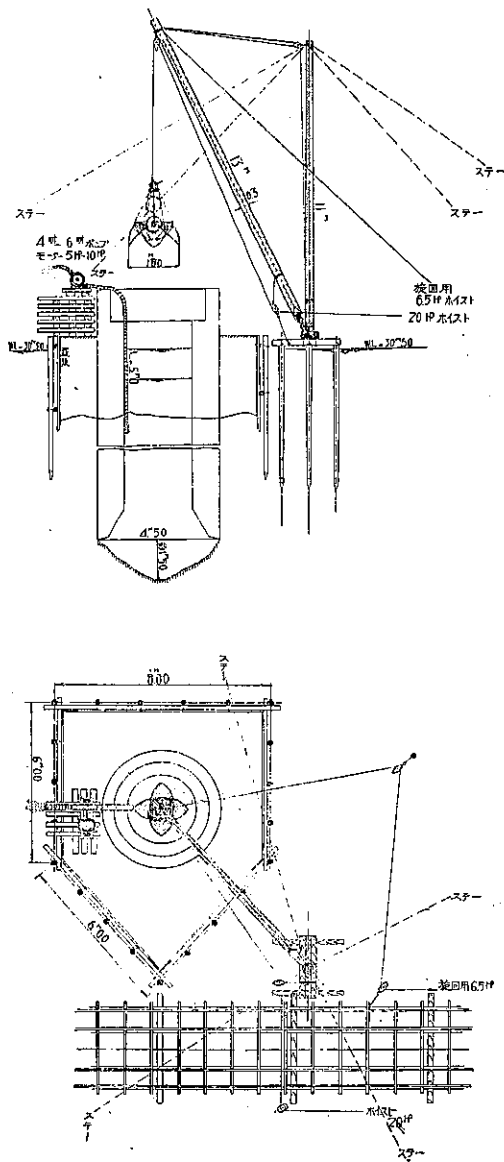




圖-11. 井筒沈下能率表

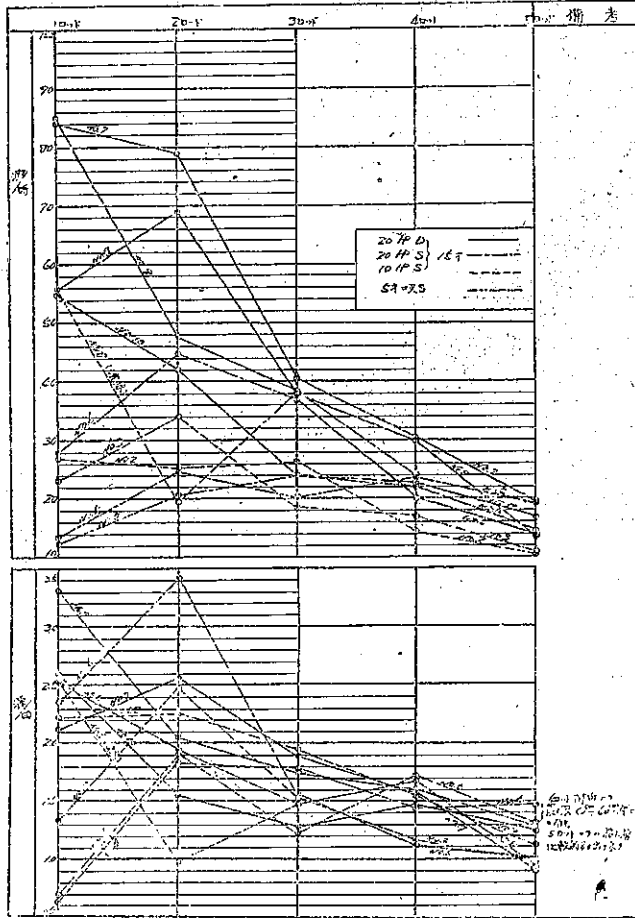
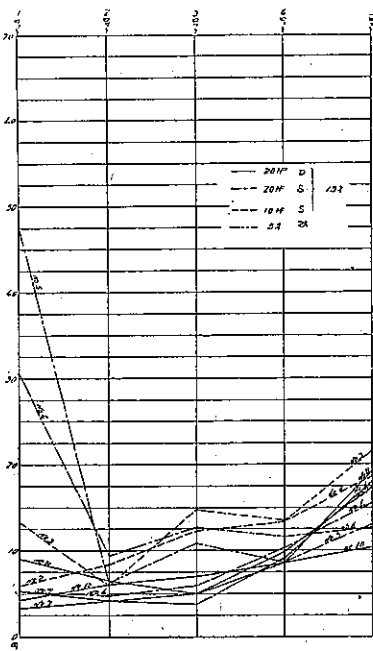


圖-12.

井筒沈下一米當直接費(沈下準備跡片付砂掘)



井筒沈下總金額(沈下準備跡片付砂掘)

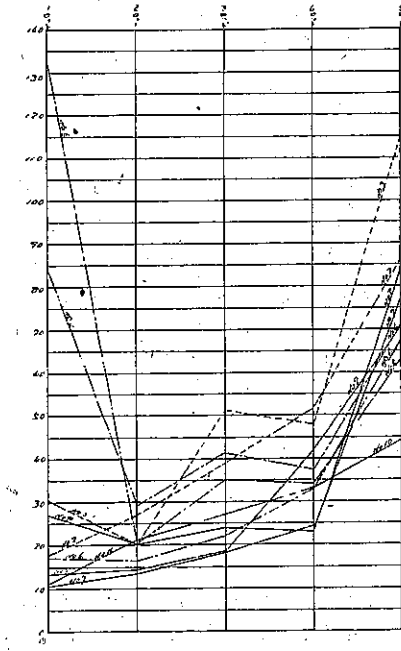


圖-13. 井筒掘鑿沈下進行表 (井筒 延長 18 m)

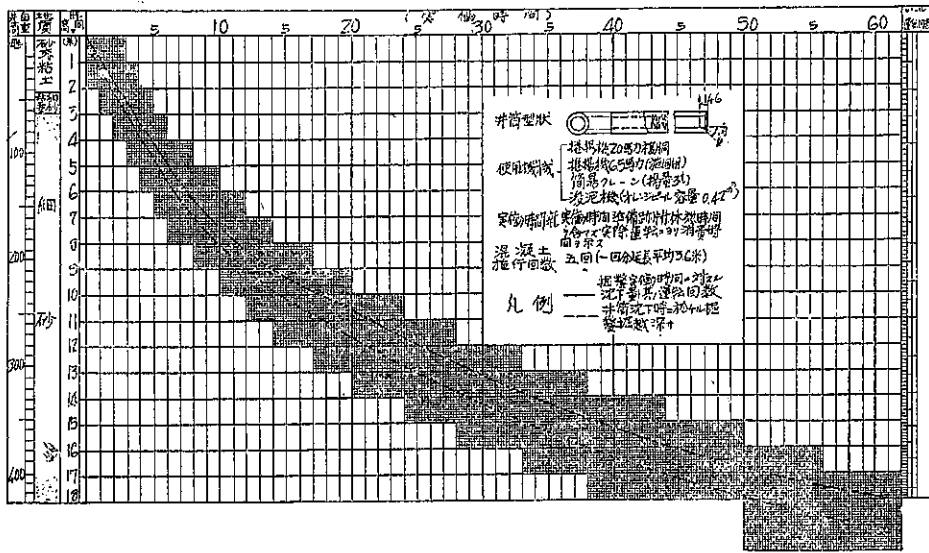


表-13 は上述の中、時間の代わりにオレンジビールバケットの運轉回數に依つて算出せるものである。  
 以上の諸表より最高最低及び平均を抜萃すれば表-6,7 の如し。

表-6. 沈下速度

最	大	最	小
第 9 號の第 1 ロッド	85 cm/時	第 2 號の第 5 ロッド	10.5 cm/時
〃	3.3 cm/回	第 7 號の第 5 ロッド	0.9 cm/回

平均 (複胴 20 HP ホキスト, 15 才オレンジビールバケット使用)  
 井筒深さ 0 m~10 m 15 m~18 m  
 沈下速度 85 cm/時~40 cm/時 40 cm/時~14 cm/時

表-7. 沈下費

最	大	最	小
第 8 號の第 5 ロッド	19.101 圓	第 7 號の第 1 ロッド	3.469 圓

平均 (複胴 20 HP ホキスト, 15 才オレンジビールバケット使用)  
 井筒深 0 m~10 m 15 m~18 m  
 2.50 圓~ 4.50 圓 4.50 圓~15.00 圓

註; 第 4 號第 5 號の第 1 ロッドは上述せる如くクレーンが間に合はず 5 才掘オレンジビールバケットにて 2 又を組み掘鑿した爲非常に能率が落ち費用が増加して居る。第 8 號は前に述べた如く第 2 ロッド目にて玉石にて抑へし粗朶沈床に當つた。第 3 號の第 1 ロッドは龜裂が入り補強した爲他の井筒と少々形が變つて來て居る。以上此の三者は沈下能率表、費用表に於て他の井筒の各ロッドと非常な相違を來たして居る。







に對して行つた。橋脚井筒の設計の項に於て述べた理由に依り試験荷重に依る沈下は 5 cm 以内の見込を付け砂埋戻を終り蓋コンクリートを打ち完全に井筒が出来上つた形に於て試験荷重を積載した。

井筒完成後は築島を撤去前であるから井筒天端迄土砂がある橋脚完成後或時期には 9.00 m 近くの水深になる事を豫定して設計したものである。従つて築島を撤去せずして試験荷重を掛ける場合は少くとも此の 9.00 m の深さに依り生ずる井筒周壁の摩擦力に打勝つただけの荷重を設計荷重以上餘分に加へなくてはならない。第 8 號橋脚にて沈下荷重を積載したから此の時の實驗に依り大體井筒周壁の摩擦力として 1.1 t/m<sup>2</sup> を得た。之の摩擦力は井筒長 16.00 m~18.00 m の平均であるから上半 9.00 m の摩擦力は更に少い事になるが安全側を採り 1.1 t/m<sup>2</sup> を其の儘採用した。

所要負荷重	
活荷重	144.67 t
撃衝力	54.13
橋桁軌道材料重量	39.59
軀體重量	83.90
井筒上半 9.00 m 分の摩擦力	140.00
計	462.00
積載せし荷重	
軌條 (30 kg) 1770 本	485.00
砂	12.00
計	497.00
試験荷重の安全率	$\frac{497.00}{462.00} = 1.1$

第 8 號は全荷重積載後 1 ヶ月半 (46 日) 放置した。荷重撤去後沈下を測定せし所 3.2 cm 沈下、狀況圖-16 の如し (表-11、圖-15、16 参照)。

圖-15.

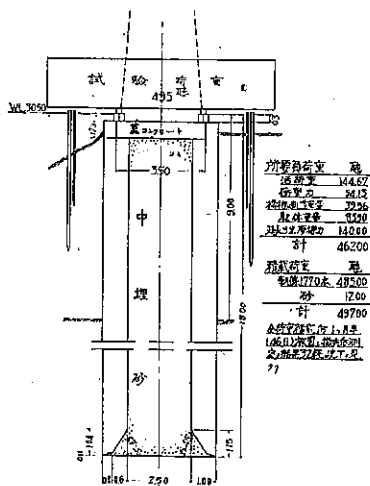


圖-16.

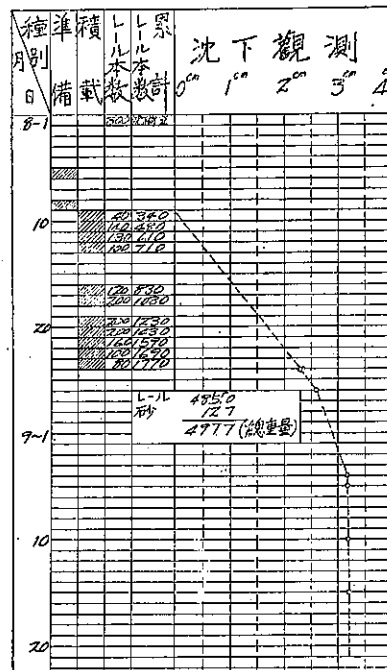


表-11. 試験荷重費

種 別	稱 呼	歩 掛						合 計	備 考
		並人夫	上人夫	女人夫	鳶人夫	舟人夫	潜水夫		
工費(積載)									
荷重運搬準備	人		0.3		0.9			1.2	
軌條運搬並積載	〃	53.6	17.9		39.9	4.5		115.9	
砂詰	〃		0.5	1.8		0.5		2.8	
荷重用軌條下端土砂均し	〃						1.0	1.0	
計	〃	53.6	18.7	1.8	40.8	5.0	1.0	120.9	
平均単價	圓	1.423	1.647	0.935	1.746	1.939	3.000		
金額	〃	76.273	30.799	1.683	71.237	9.695	3.000	192.687	

材 料 費	稱 呼	數 量	單 價 (円)	金 額 (円)	合 計 (円)
古レール 30 kg 9.14 m	本	1141.0		(23 327.550)	
古レール 30 kg 10.06 m	〃	329.0		(19 710.080)	
松栞角材 0.12×0.12×4.00	〃	4.0	2.460	9.840	
松 板 0.05×0.15×4.50	延 幅米	1.0	19.500	19.500	
鐵針金 No. 8	kg	5.0	0.336	1.680	
計				(43 037.630)	(43 037.630)
合 計				31.020	31.020
7 ton 積船借入料	艘	2.0	0.80		223.707

## 6. 洗 掘

本架橋位置は河口に近く而も上流約 40 km の大河津の分水路設置に依り洪水は来ない事になつて居る。大體河床を構成する土砂は其の流速に適合する粒子層より成つて居り流速が増加すれば洪水でなくとも洗掘されるに至るのは必然である。緩流河川の場合は流速が僅か増加しても大きく響く事が多い。即ち僅かの高水時にも非常に洗掘され一驚を吃したのである。圖-17 の如く水上作業場が洗掘された爲當初の 3 基の川倉を 5 基に増したのであるが結果は甚だ良好、自後洗掘は進まなかつた。

第 3 號~第 8 號の 6 本の橋脚井筒築島は上流の大きな砂洲及び水上作業場の陰になつて居る關係上洗掘される事はなかつた。之に反し第 9 號及第 10 號橋脚井筒築島は第 2 號~第 8 號の築島及び水上作業場等が出来た後である爲川幅を狭めて居り且此の 2 個の築島位置は河の流心に近い爲兩築島間の流速は平水時にも相當大であり 30 cm~50 cm の洗掘を記して居たが築造に際して秋季の雨期に入つた爲(日本海沿岸は秋季は雨が非常に多い)流速が激増し、平水時の 1.5 倍~2 倍最高 4 倍近くにもなつた爲非常に洗掘を受けた。第 10 號築島の如き 1 晝夜にして水深 3.50 m が 7.00 m になる等想像外の自然の方であつた(圖-18 参照)。

本現場に於て測定せし水位と流速を摘記すれば表-12 の如くである。

之に對し信濃川の本現場附近の河床を構成する砂粒の平均直径は 0.5 mm である。従つて本現場附近の河床が洗掘されざる爲の許容流速は、

Schaffernak	にては	約 40 cm/sec 以上
Fortier Scobey	にては	50 cm/sec~60 cm/sec
Etcheverry	にては	50 cm/sec

圖-17. 洗堀圖 (其の一)

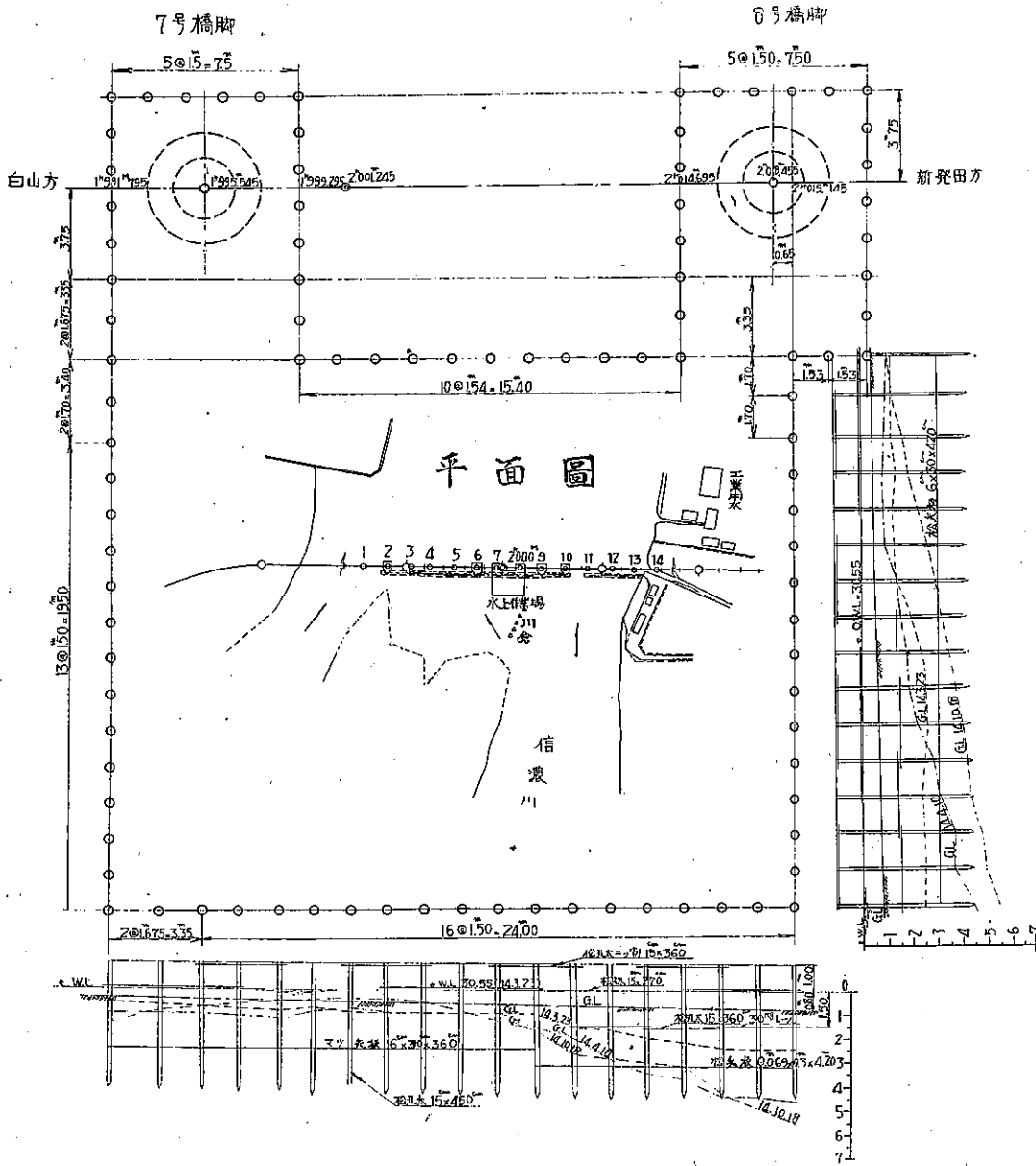
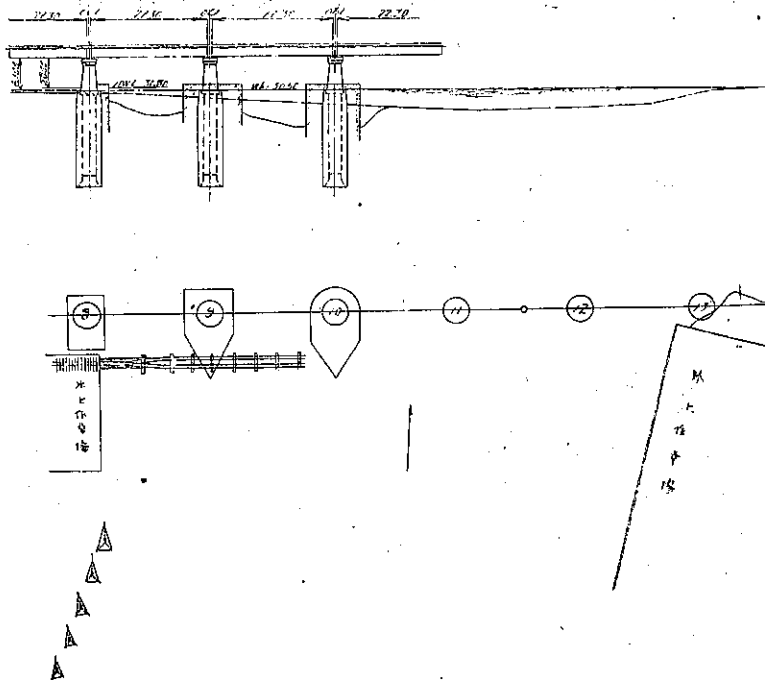


表-12.

水位 (標高)	各水位に對する最高流速	河底附近流速
平水位 30.50 m (水深 13.50 m)	60 cm/sec	30~50 cm/sec
高水位 30.70	90	60
30.90	120	60~70
31.10	140	70~80
最高水位 31.17 (14年12月)	150	約 90
最低水位 30.20 (14年7月)	50	20



圖-18. 洗堀圖 (其の二)



である。即ち本現場に於て水位が 20 cm 以上増加し河中に杭其の他の障害物を設置すれば簡単に洗掘されるのは自明であり前述せる如き萬代橋橋脚の大洗掘も亦敢えて驚くに及ばない。

## 7. 結 語

以上白新線信濃川橋梁井筒工事に就て其の設計施工方法に關して述べたるが尙本工事に付き氣付きたる點を要述する。

第一はブレン・コンクリート井筒を採用した事に就ての批評である。永い目で見ないと結果はわからないとも思はれるが然し現在の如き資材不足の時代に對應しては一つの當を得た考へではないかと思はれる。勿論種々ブレン・コンクリート構造物が時局に對應して考慮せられつつあるのであるが、之れ等の中には設計上若しくは施工上多少疑義のものもあるならんも本井筒の如きは完成後完全に水中に没し去るもので温度變化に依る内力も考慮する必要なく、只施工中の急激な沈下に依る衝撃に注意すれば良いのであるから地質に依りては敢へて鐵筋コンクリート構造物とする必要を認めない。工費工期の點から見ても有利である。

第二に井筒内を中空にして底部コンクリートを施すよりも砂の如き地質の場合には寧ろ底部コンクリートを廢止して同一資材を内部に埋め戻し上部には完全な蓋コンクリートを打てば安定上も充分であり且つ工費も低廉にすむしより有效な設計ではなからうか。

第三に本橋梁の如き地質の場合井筒沈下にはポンプに依る水替掘鑿を併用する事は沈下荷重をかけるより有效低廉でありサンドポンプの如きものがあれば更に有效ではなからうか。即ち掘鑿機械が最も能率に影響を及ぼすを以てよく研究の上使用すべきである。