

第 3 種輪荷重超過	48	29.5	} 37.5
第 2 種輪荷重超過	18	8.0	
計	163	100	

(4) 後輪と前輪との輪荷重の比は平均約 3.67 である。(構造令細則案自動車荷重中後輪と前輪との輪荷重の比は 3:1 である)。

(5) 貨物自動車車長 1 m 當り總重量平均は約 1003 kg となり車體幅員を 2.7 m と假定して構造物が平米當り受くる荷重を計算すれば約 373 kg となる。

兩羽橋井筒基礎工事概要

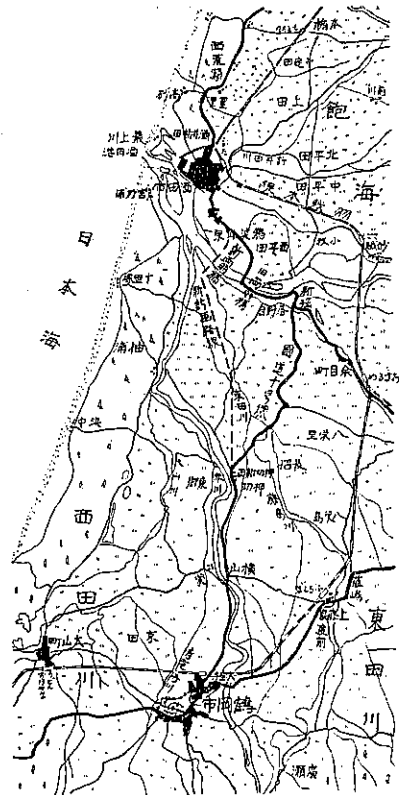
(本文に就ては西條宇助君の勞を煩はしたり、茲に感謝の意を表す。)

本邦 3 急流の一と稱せらるゝ最上川はその水源を福島縣界吾妻山に發し縣下一圓に環流して流路蜿蜒 240 km、その流域面積 7 500 km² 餘、沿岸には俳匠芭蕉翁によつて謳れたる凡百の景勝を映影し廣漠たる村山、庄内の 2 大沃野を貫流して酒田港に至り日本海に注ぐ。新計畫になる兩羽橋は河港より 4.5 km、舊橋より 1.2km の下流にして國道 10 號線酒田市東田川郡新堀村界に位す(第 1 圖參照)。

橋長は最上川改修計畫に伴ひ舊橋長を凌駕すること 393 m (現在橋長 321 m, 木造板橋全幅員 6.80 m,) 高水敷には徑間 21.30 m, 下路式鋼桁桁 8 連及び徑間 32.90 m. ポーリング鋼桁桁 8 連とし、低水敷には徑間 66.40 m, 鋼桁桁 4 連となす、その全橋長 714 m, 有效幅員 8.20 m, 總工費約 75 萬圓、國庫補助工事、3 箇年繼續事業として昭和 6 年 12 月より着手せり。新橋架換に伴ひ内務省の直營により國道の改修目下工事中にて從來庄内地方に特有なる婉曲且つ急屈曲なる路線を廢し、新橋より押切新田に至る約 8.4 km 間は殆んど直線にして縣下唯一の海岸郡邑酒田・鶴岡間を短縮すること當に 6 km (現在兩都市元標間里程 27.6 km) 道路有效幅員 9 m, 而してこれが竣功の曉には利用價値の變革は勿論經濟上及び軍事上に一大刷新を見るに至るや火を見るより明かなるべし。

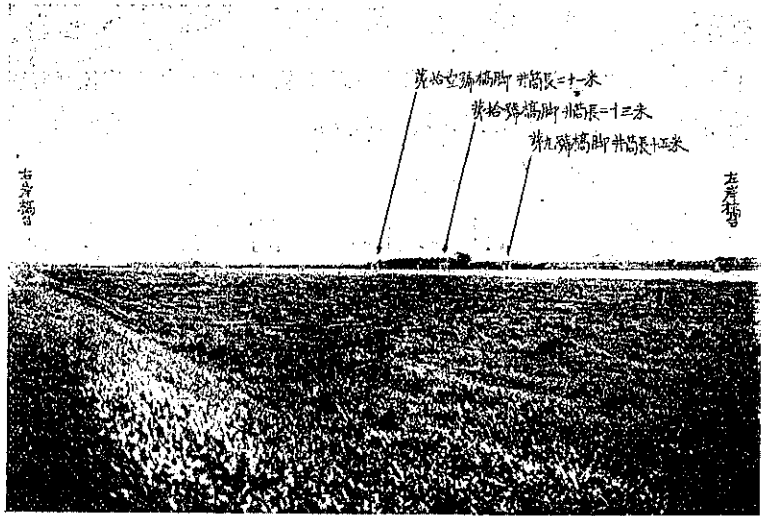
架橋地點附近の地形に關する沿革は適當なる文獻の存在するもの乏しく、從て往昔に於ける河心の移動地質の變動の經過は審かならざれども工事着手に先立ち新架橋地點のボーリングにより地質調査の示す處によればこの地方一般の地質と目撃せらるゝは褐色又は鼠色を帯びたる砂質粘土にしてその中間に數段に亘り腐植質土の交替を見る事實、橋脚床掘施工に當り現在地表より 6m~7m 附近に於て徑 1 m 内外の柳の樹根を多數採掘し、且つ 6m~15m に至るまで屢々沼氣の襲來に遭遇せるを見て、これ畢竟往時に於てこの地方一圓に何等か地殼の變動を醸成せる時代を想像するに難からずして、尙古の傳説を仄かに髣髴たらしむるに足るものあらん。

第 1 圖 兩羽橋及び國道改修計畫略圖

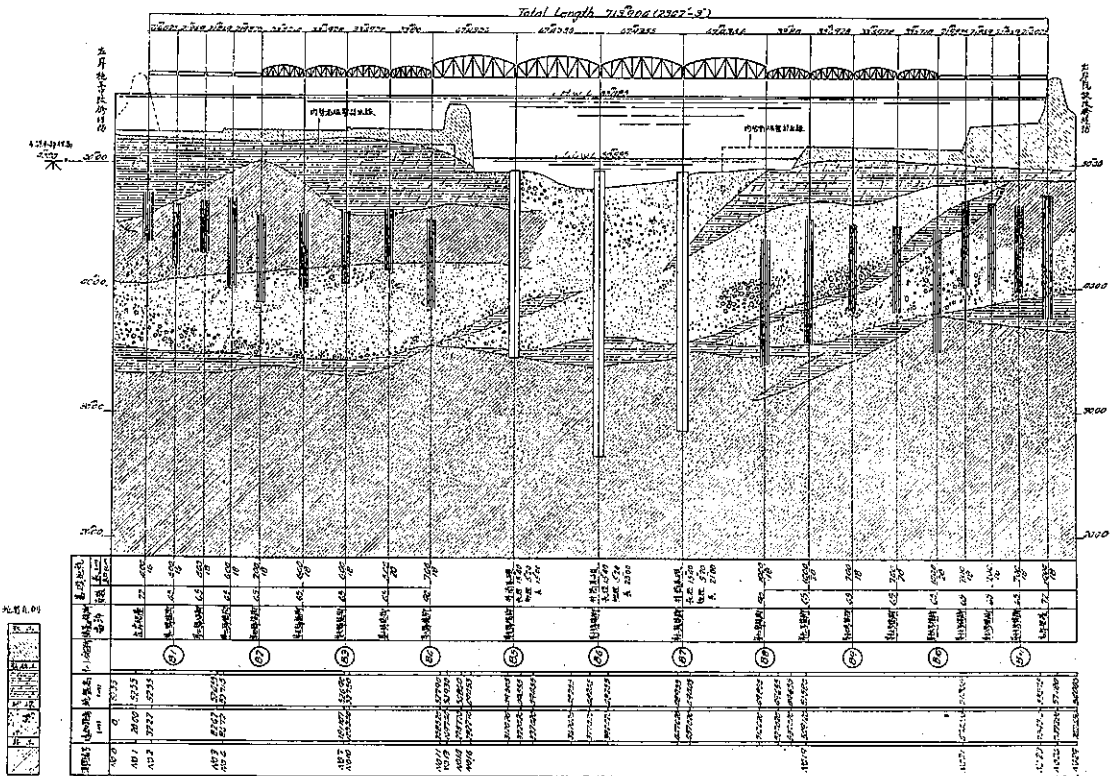


如斯堆積層と覺しき土質なれども左右岸高水敷部の橋脚は大體に於て第3圖の如き流砂礫層に於て基礎地杭を止むるを得て相當支持力の質績を擧ぐるに至難ならざりしも低水敷に屬する井筒基礎建造に當りては井筒根入12~13mに至るまでは殆んど無荷重沈下を繼續せる状態にて井筒コンクリート施工中と雖も15~20cmの瞬間沈下を惹起し人體に激衝せしめらるゝ如きこと數回に及び因に井筒一節の長さもその都度地層の状況を考慮して2m~3mに制限せざれば全く危險の状態に置かれ井筒本來の眼目たる表面摩擦抵抗のみによりてこの目的を達するは到底不可能なるが如く觀測せられ、如何にしてこれを完成するか實に薄氷を踏むの感に惘然せ

第2圖 兩羽橋下部工全景



第3圖 兩羽橋架橋箇所地質圖



しめられたり。先づこれ等井筒基礎施工状況を説明するに先立ち當初所要井筒根入決定に當り根據とせる概算式を茲に示せば

1) 井筒の支持すべき鉛直重量

種類	重量 (ton)	摘要
徑間 66 m 鋼構拵分	222.83	鋼材重量表に依る
床版鋪裝等	283.93	材料表に依る
橋脚軀體	325.56	"
井筒頭部床版	249.09	"
活荷重	278.02	第 2 種
計	1 359.43	
井筒の重量	1 378.07	長 21 m 分
合計	2 737.50	

- 2) 井筒周囲の土質は大部分砂質粘土層なるを以て安息角を 25° とす
- 3) 土質と井筒コンクリートの摩擦係数を 0.33 とす
- 4) 井筒底部に於ける耐重力は砂質粘土にして多少湿度あるものとして 10.0 t/m^2 と假定す
使用井筒断面は兩端に外徑 2.60 m, 半圓及び幅 5.20 m, 長 10.20 m の矩形の合成せる鐵筋コンクリート井筒にして厚 70 cm なり。底面積は 74.277 m^2
- 5) 井筒周圍長 36.736 m なり
- 6) 水の浮力は將來井筒内部にも填充せらるゝものとして井筒コンクリートの容積に相當する水量の 80% が浮揚力として作用するものと假定し浮揚力 574.0 ton とす。

以上によりランキン氏の公式に従へば

$$P = \frac{wl^2 B}{2} \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\phi}{2} \right)$$

式中 P : 井筒全周に働らく土壓力 (ton) l : 所要の井筒の鉛直長 (m)
 B : 井筒の全周圍長 = 36.736 m w : 土砂の重量(假定) = 1.6 ton/m^3
 ϕ : 土砂の安息角 = 25°

今摩擦係数を F とせば

$$\begin{aligned} FP &= F \frac{wl^2 B}{2} \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\phi}{2} \right) \\ &= \text{井筒上鉛直重量(井筒も含む)} - (\text{水の浮揚力}) - (\text{底面耐重力}) \\ &= 2 737.5 - 574.0 - 742.77 = 1 420.73 \text{ ton} \end{aligned}$$

この式より所要井筒長 l の値を計算すれば 15.16 m となる。

又地震時に於ける所要井筒長を計算すれば

(a) 井筒の重量(井筒長 21m に付き)

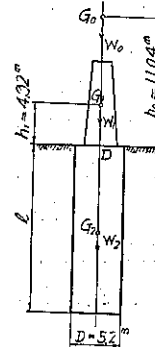
(1) 井筒床版	= 249.09 ton
(2) 井筒側	= 1 378.07 "
(3) 井筒の水重量	= 810.25 "
計	2 437.41

故に井筒長 1 m 當平均値 116.07 ton

(b) 上部工死荷重	= 506.76 "
活荷重	= 278.02 "
計	784.78 ton

(c) 橋脚軀體 = 325.56 ton

第 4 圖



令震度 $K=0.2$ として以上条件により井筒長を求むれば

	水平地震力 (ton)	D 点の周りの力率 (t.m.)
桁端荷重に因るもの(活荷重共)	$Kw_0 = 784.78 \times 0.2 = 157.0$	$Kw_0 h_0 = 157.0 \times 11.04 = 1733.3$
橋脚地上部に作用するもの	$Kw_1 = 325.56 \times 0.2 = 65.1$	$Kw_1 h_1 = 65.1 \times 4.92 = 320.3$
	$P = 222.1$	$M = 2053.6$

井筒地中部に作用する水平地震力強度を求むれば

$$Kw_2 = 116.07 \times 0.2 = 23.2 \text{ t/m.}$$

土砂の単位重量 = 1.6 ton, 安息角 = 25° とし物部博士著土木地震學第 77 圖により C' の値を求むれば $C' = 2.12$ なる故に

$$\begin{aligned} Cw &= D \times C' \times w \\ &= 5.2 \times 2.12 \times 1.6 \\ &= 17.6 \text{ t/m} \end{aligned}$$

所要井筒長 l を求むるために同書 (107) 式中にこれ等の値を入れれば

$$Cw l^3 - 3Kw_2 l^2 - 9Pl - 12M = 0 \dots (107)$$

$$17.6 l^3 - 3 \times 23.2 l^2 - 9 \times 222.1 \times l - 12 \times 2053.6 = 0$$

この 3 次方程式を解いて $l = 16.23 \text{ m}$ となる

若し活荷重を考慮せざる場合且つ $h_0 = 11.11 \text{ m}$ として上式同様にして所要井筒長 l を求むれば $l = 14.48 \text{ m}$ となる

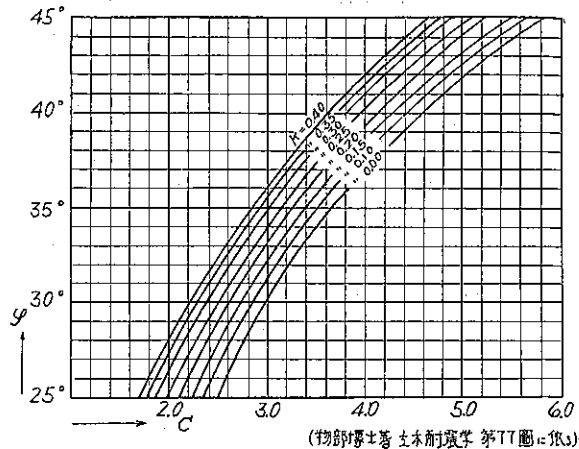
如斯き結果にして何れの算式に據るも井筒長は 15 m を以て最小根入たるを知るべく故に計置井筒長は出水の場合流水の障碍に固り河底の浚掘による餘裕並に慮外の災害に備ふる爲、長さを 21 m と定めたり。

1. 第 9 號橋脚井筒基礎施工に就て

第 9 號井筒長は當初 21 m の計畫なる處沈下作業實施に當り地表より 11.82 m の薄青風色砂礫層に至るまで

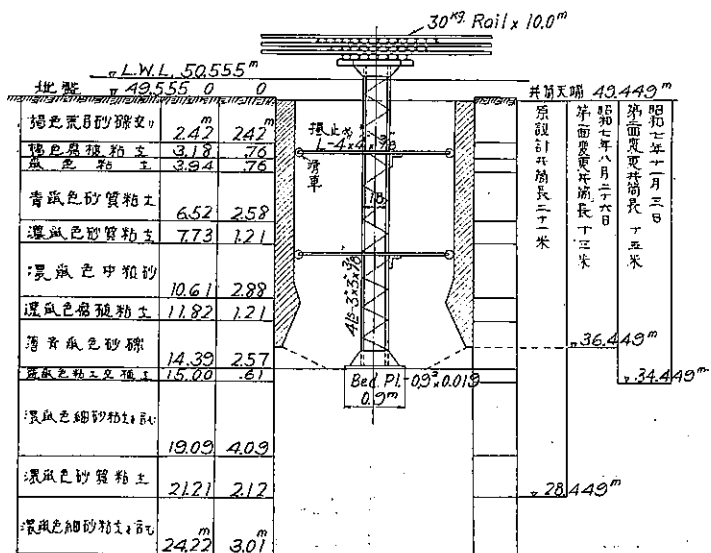
殆んど無荷重沈下を續行せる状況にして而も第 3 圖を見るにこの砂礫層を通過せば、概して以下上層部に類似の砂質粘土にして、この際徒に井筒根入を増加するも果してその効果を求めらるゝや否や甚だ疑問に存する處より寧ろこの砂礫層(大多數は荒目砂にして徑 3 cm~5 cm 大の小礫約 20% 程度に含有)に止むるを合理的にして且つ經濟的ならんとの見地より萬已むなきものとして井筒根入長を 13 m に定め、井筒尖端を該砂礫層(層厚 3.57 m)の中央部に止めたり。

第 5 圖



(物部博士著土木地震學第 77 圖に依る)

第 6 圖



然れ共この砂礫層直下に存在する藍鼠色粘土交り植土は、ボーリング地質標本の示す處に徴すれば多少土砂の收縮せるを見尚實地井筒内にて蓋掘をなし該土塊を採取検査するに非常に固結せられたる状態にあれど多量の腐植土を含有する處に鑑み將來この地層を通して地盤變動の懼れなきにあらず、以て地耐力検査するの必要を認め昭和7年9月30日工事に使用せるデリックのブームを改造して第6圖の如き試験塔を造り底部に90cm角、厚19mmの鐵板を取り付け30kg長10m軌條100本を積載して井筒中央部に於て腐植土直頭上に耐荷試験を行ひたり、勿論この試験方法は恰も杭打基礎地形施工に當り屢この疑問に遭遇する現象の如くに1本の地杭の支持力を以て基礎杭全員の支持力を處理するは杭の支持力範圍干涉上不合理なると同一理論の如くに考慮せられ、今茲に井筒内の小局部にこの試験方法を適用して至底面支持力成績を考査するは餘りに幼稚なる感なきにあらねど概略の成績を臆測するに當り適當の係數を加減してその一端を推量するに難からざるべし、今この方法による耐荷試験成績を示せば第1表の如し。

第1表 耐荷試験成績表

昭和7年		河底地盤より14.39m 藍鼠色粘土交り植土		30kg 軌條長10m. 100本		備 考
月 日	荷重掛始 時 間	荷重掛終 時 間	荷 重 (遞加軌條員數本)	沈下量 (mm)	遞加沈下量 (mm)	
9	30	P.M. 11-0	10	3	3	
10	1	P.M. 8-0		5	8	
		A.M. 3-0	22	15	23	設計荷重1359.43tonの半分に相當する軌條の重量なり
		4-0	29	58	31	
2	P.M. 9-0			15	96	
		P.M. 10-40	38	7	103	
	" 11-40			5	108	
		A.M. 0-10	(46)	20	128	設計荷重に相當する軌條の重量なり
	A.M. 1-10			17	145	
	" 3-0	" 2-0	56	13	158	
	" 4-30	" 3-30	66	10	178	設計荷重の1.5倍に相當する軌條の重量なり
	" 5-10	" 5-10	74	10	198	
3	P.M. 9-0			39	237	
		P.M. 9-45	83	8	245	
	" 10-45			9	254	
		P.M. 11-20	92	9	265	設計荷重の2倍に相當する軌條の重量なり
	A.M. 0-20			18	283	
		A.M. 2-45	100	18	301	設計荷重の2.05倍に相當する軌條の重量なり
		3-45		9	310	
4		P.M. 9-0		25	335	
		A.M. 4-20		4	339	
		" 5-0		2	341	
		" 6-0		0	341	

5	P.M. 9-0	3	344
	" 10-30	0	344
6	" 9-0	4	348
7	" 9-0	0	348
	A.M. 5-0	1	349
8	P.M. 9-0	4	353
	A.M. 5-0	1	354
13	P.M. 8-0	4	358

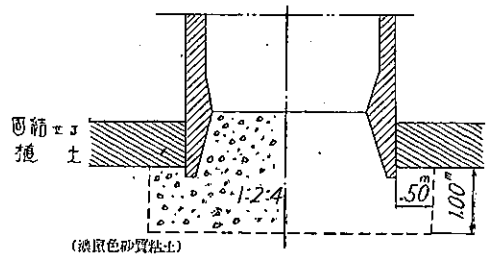
この間 4 日放置

但し表中軌條 46 本は井筒重量以外鉛直總重量 1 359.43 ton の試験塔底面積 90 cm 角に相當する比率荷重なり。軌條 1 本の重量 0.2946 ton, 鐵柱重量は 1.9 ton とす。

この試験成績に於て荷重終了後 10 日間放置の状況を觀察するに總沈下量 358 mm にして、この植土層厚の過半数を越え尙沈下を繼續するものゝ如し、これ畢竟植土の特質とも推察せられ地層の儘地下に存在するときは比較的形狀の變化を見ざれ共水中に曝露せられしにより 徐々に泥化し遂に地盤の安定を破壊する現象を呈せるものならん。

因に如斯地盤に構造物を建設するは將來事故を誘引する一大原因となるやも計り難く、由てこの植土下に於ける比較的砂の含有多量なる砂質粘土(砂 6, 細砂 2, 粘土 2)に變更するの已むなきに至り、昭和 7 年 11 月 2 日協議の結果、井筒長 2m の繼足をなし沈下終了を待つて昭和 8 年 2 月 10 日更に前回同様の方法を以て耐荷試験を行ひたり。

第 7 圖

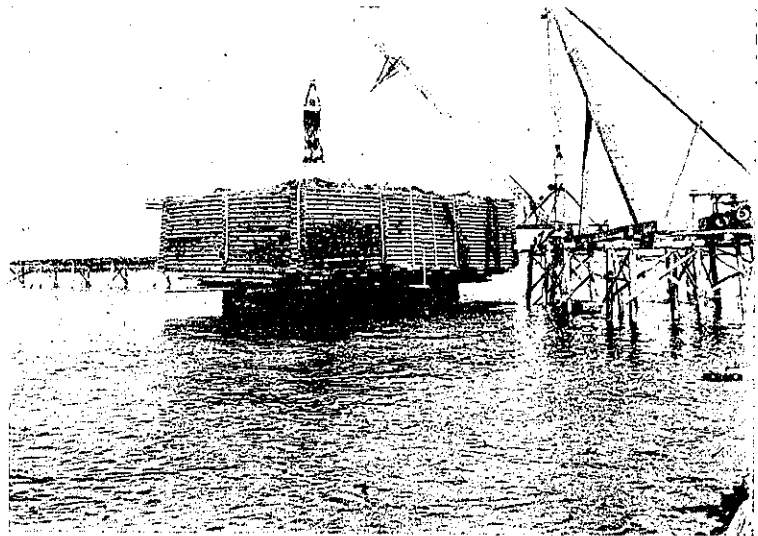


その結果を見るに荷重終了後11日間放置の沈下量 309 mm

にして前回より稍良好なるも尙危険の状態より脱せりと云ふべからず、この間セメント液基礎注入法、鐵筋コンクリート杭打工或は横桁挿入法等種々前後策物議せられしも根入 15 m の井筒内にて而も水中作業のこなれば

第 8 圖 第 9 號橋脚井筒荷重試験作業

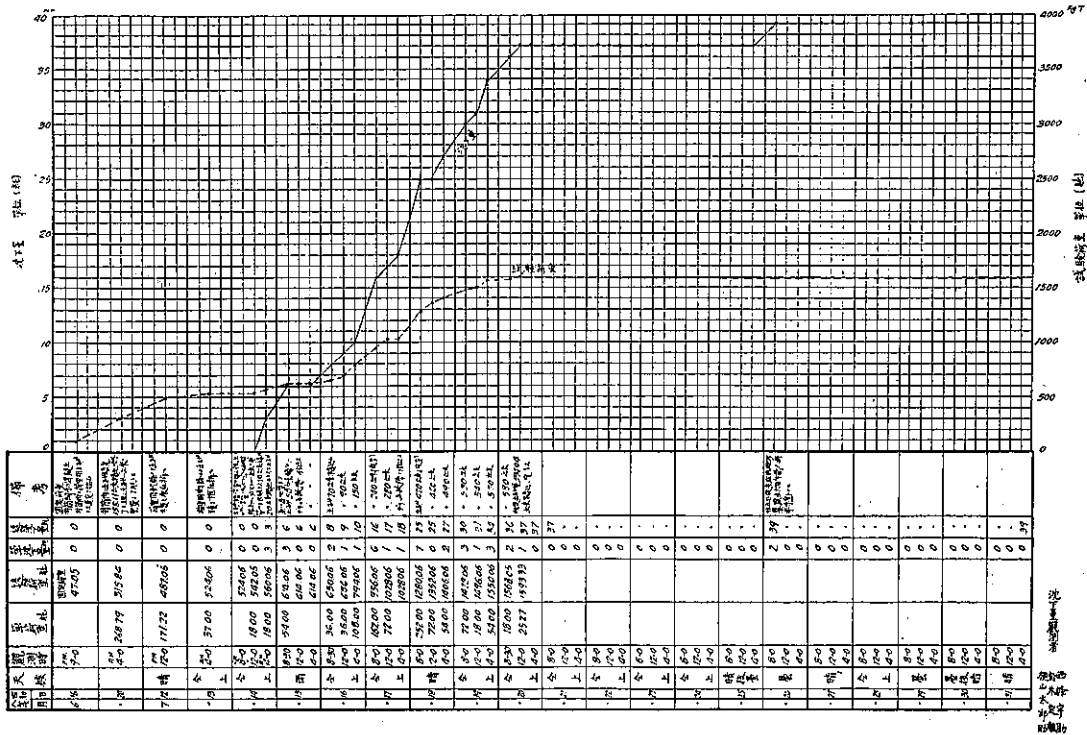
仲々その實現の困難にして徒らに空論に過ぎざるや贅言を待たざるなり、事態茲に迫り恰も溺者擱蘖の稚戯に等しく哄笑は免かれざれ共例の問題となりし固結せる腐植土の比較的粘着性を有するを奇貨としその直下に於て井筒双口外側に約 50 cm を限度に且つ深 1 m (第 7 圖)のこの砂質粘土層の切擴作業を斷行することに決し、尙この作業に備ふるためにその効果が果して幾何なるか疑問なれども現在假コンクリート締切の上に更に水面上 2 m



の高さまで締切を増し且つ水を填充して昭和8年3月4日間組及び内務省最上川改修事務所の潜水夫3名にて殆んど晝夜兼行を以て14日間を要しこの作業を遂行するに至れり。而してその結果を審かに検査せしむるに土砂の崩壊も極めて僅少にしてその成績の寧ろ僥倖なるに驚かされたり、着手以來茲に1箇年に餘る懊惱も聊か光明の一角に浴するを得、3月18日上司の了解の下に直ちに井筒基礎底詰コンクリートを施工するに至れり、この切擴作業中井筒の沈下全く無く井筒の重量は完全に表面摩擦のみにより支持せらるゝを確むるを得たり。

而して井筒以外鉛直荷重に對し井筒底面の支持力度實地に測定するの必要上且つ又將來記録の保存上極力上司の了解を求め5月31日これが荷重試験を行ふことに決定せり。

第9圖 第9號橋脚井筒荷重試験成績表



試験用荷重として内務省新潟土木出張所々管軌條 208 ton を公借し他は土砂を以て補充することにし第8圖の如き工法を以て設計荷重 1359.43 ton に對し實荷重 1593.33 ton を積載し沈下成績を觀測するに第9圖の如く39mmの沈下量を見、その後10日間放置してその結果を觀測するに殆んど零なるを見たり、これに據てこれを見るに井筒沈下作業繼續中は殆んど無荷重にて沈下せるを見しは勿論土砂の性質並に周圍の狀況に據るは言を待たざれ共少くとも本工事に於ては一部は慣性により沈下を促進せしめらるゝものと他は作業中井筒附近の土砂の攪亂とによりこれが助成せらるゝものと憶測するに難からず、即ち沈下作業中井筒外部に設置せるデリック臺の基礎杭又は築島の親柱等の漸次沈下するを見、又上層部の濃鼠色中粒砂が盛にガットに掴み出され或は井筒外部に取り棄てられたる金具及び木片等がやがて井筒内より發見せらるゝを見て井筒外側面を傳はり附近土砂の上層より漸次下方に移動せらるゝ現象を呈するものゝ如く觀測せられ爲に井筒側面に對し土壓力が充分に發揮するを阻害せらるゝ結果摩擦力の減退するものと想像せらる、而してこれが相當の時日を經過せば土砂の凝集が原形の狀態と

なるに伴ひ漸次強度を増加するものと推量せらる、事實非筒第2回變更により2m 繼足し、沈下作業に際しては現在まで無荷重沈下を續行せるに不拘その間約2箇月の放置に依り約400 tonの荷重を積載せざれば沈下作業の容易ならざる現象を見ても明かにこれが證明せらるゝものと考慮せらるゝなり。因に荷重試験實施に當りては沈下作業後相當の時日経過を待つてこれを施工せば即ち杞憂の一端を除去し得らるゝ結果に至るべく推量するに難からず。

第2表 第9號井筒長2m 繼足分沈下作業

昭和8年 月 日	荷 重 ton	遞加荷重 ton	沈 下 量 mm	遞加沈下量 mm	摘 要
1 4	57.8	57.8	0	0	第2回締切繼足コンクリート26.28 m ³ 施工
5		〃	0	0	同 上
15		〃	0	0	非筒双口土砂掘鑿
16		〃	0	0	同 上
20		〃	0	0	荷重用軌條147本積み始む
22	43.4	101.2	0	0	同上軌條積み終る
23	216.0	317.4	0	0	荷重用土砂120 m ³ 積み込む但し土砂は含水砂質粘土なるを以て1 m ³ の重量を1.8 tonとす
24		〃	80	80	非筒双口土砂掘鑿
25		〃	300	380	土砂掘鑿双口の尖端が腐植土交り粘土層に達し徐々に沈下す
26		〃	0	〃	土砂掘鑿を中止す
27		〃	50	430	非筒双口土砂掘鑿
28	43.2	360.6	0	〃	土砂掘鑿荷重用土砂24 m ³ を積み込む
29		〃	270	700	土砂掘鑿しつゝ沈下
30		〃	200	900	同 上
31	34.2	394.8	0	〃	土砂掘鑿中止荷重用土砂19 m ³ 砂を積み込む
2 1		〃	0	〃	土砂掘鑿しつゝ沈下
2		〃	0	〃	同 上
3		〃	0	〃	同 上
4		〃	0	〃	同 上
5		〃	250	1150	同 上
6		〃	0	0	同 上
7		〃	800	1950	同 上
8		〃	50	2000	同 上 午後1時沈下終了す
9		〃	0	〃	
1		〃	0	〃	

第9號井筒基礎の耐震計算

(1) 死荷重のみに因る場合

井筒斷面積

1. 圓環部 $\frac{\pi}{4}(5.2^2 - 3.8^2) = 9.90 \text{ m}^2$

2. 矩形部 $10.2 \times 0.7 \times 2 = 14.28 \text{ m}^2$

3. 間仕切部 $3.8 \times 0.5 \times 2 + \frac{0.5 \times 0.3}{2} \times 8 = 4.40 \text{ m}^2$

計 28.58 m²

∴ 非筒長平均重量 = 28.58 × 2.4 = 68.6 t/m

桁端に作用する荷重 (ton)

1. 上部構桁 = 208.94
 2. 高 棚 = 13.89
 3. 床版及び地覆 = 225.15
 4. 舗装工 = 58.80
- 計 506.76

非筒地中部に作用する荷重 (ton)

1. 非筒床版 = 249.09
 2. 非筒側 = 1029.00
 3. 非筒内浸水量 = 532.45
- 計 1810.54

故に非筒 1m 当平均重量

$$= 1810.54 + 15.0 = 120.7 \text{ t/m}$$

當箇所は中粒砂、礫及び砂質粘土なるを以て

安息角 $\phi = 30^\circ$, 土砂の単位重量 $w = 1.7 \text{ t/m}^3$ とす

震度 $K = 0.2$ と假定す

荷重種類	水平地震力 (ton)	0 点の周りの力率 (t.m)
桁端荷重に因るもの	$Kw_0 = 506.76 \times 0.2 = 101.4$	$Kw_0h_0 = 101.4 \times 11.11 = 1126.6$
橋脚地上部に作用する荷重に因るもの	$Kw_1 = 325.56 \times 0.2 = 65.1$	$Kw_1h_1 = 65.1 \times 4.92 = 320.3$
	$\Sigma P = 166.5$	$\Sigma M = 1446.9$

非筒地中部に作用する水平地震力強度 $Kw_2 = 120.7 \times 0.2 = 24.1 \text{ t/m}$

圖表より $C' = 2.61$

$$Cw = D \times C' \times w = 5.2 \times 2.61 \times 1.7 = 23.07 \text{ t/m}$$

計算に依る所要非筒根入長を lm とすれば (107) 式より

$$Cwl^3 - 3Kw_2l^2 - 9Pl - 12M = 0$$

即ち $23.07l^3 - 3 \times 24.1l^2 - 9 \times 166.5l - 12 \times 1446.9 = 0$

又は $l^3 + 3(-1.05)l^2 + 3(-21.65)l + (-752.61) = 0$

カルダン氏の解法に依りこの 3 次方程式を解て $l = 12.81 \text{ m}$. 使用非筒長を 15.0 m とす

今 e = 非筒に作用する水平力 (反力を除く) の合力の作用点の地面 0 より距離 (下方+) を示すものにしてその

値は $-\infty$ と $\frac{1}{2}l$ との間にあるものなり。

即ち
$$e = \frac{\frac{1}{2}Kw_2l - M}{P + Kw_2l} = \frac{\frac{1}{2} \times 24.1 \times 15.0^2 - 1446.9}{166.5 + 24.1 \times 15.0} = 2.40 \text{ m}$$

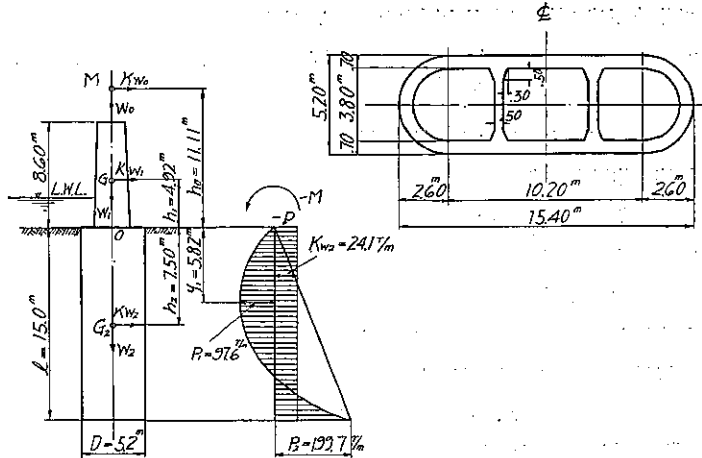
y_1 = 地面 0 より非筒の地中に於ける最大水平反力に至る距離

$$y_1 = \frac{\frac{3}{4}l - e}{2l - 3e} l = \frac{\frac{3}{4} \times 15.0 - 2.4}{2 \times 15.0 - 3 \times 2.4} \times 15.0 = 5.82 \text{ m}$$

地面 0 より y_1 なる距離に於ける最大水平反力を p_1 としこの點に於ける最大抵抗土壓力を q_1 とすれば

$$p_1 = \frac{\frac{1}{2}Kw_2l^2 - M}{2y_1 - \frac{3}{4}l} \times \frac{3y_1^2}{l^3} = \frac{\frac{1}{2} \times 24.1 \times 15.0^2 - 1446.9}{2 \times 5.82 - \frac{3}{4} \times 15.0} \times \frac{3 \times 5.82^2}{15.0^3} = 97.6 \text{ t/m}$$

第 10 圖



$$q_1 = Cwy_1 = 23.07 \times 5.82 = 134.3 \text{ t/m.}$$

$p_1 < q_1$ 故に安全なり

又井筒下端に於ける抵抗土壓力を p_2 とすれば

$$p_2 = \frac{Cw}{y_1} l(2y_1 - l) = \frac{23.07}{5.82} \times 15.0(2 \times 5.82 - 15.0) = 199.7 \text{ t/m.}$$

(2) 死荷重及び全活荷重に因る場合

桁端に作用する荷重

1. 死荷重 = 506.76 ton

2. 活荷重 = 278.02 "

計 784.78 "

井筒地中部に作用する荷重 = 1 810.54 ton

井筒長 1 m 當り平均重量 = 1 810.54 + 15.0 = 120.7 t/m

$$K = 0.2, \quad \phi = 30^\circ, \quad w = 1.7 \text{ t/m}^3$$

荷重種類 水平地震力 (ton) 0 點の周りの力率 (t.m)

桁端荷重に因るもの $Kw_0 = 7484.78 \times 0.2 = 157.0$ $Kw_0 h_0 = 157.0 \times 11.04 = 1733.3$

橋脚地上部に作用する荷重に因るもの $Kw_1 = 325.56 \times 0.2 = 65.1$ $Kw_1 h_1 = 65.1 \times 4.92 = 320.3$
 $\Sigma P = 222.1$ $\Sigma M = 2 053.6$

井筒地中部に作用する水平地震力強度

$$Kw_2 = 120.7 \times 0.2 = 24.1 \text{ t/m.}$$

$$C' = 2.61, \quad Cw = D \times C' \times w = 5.2 \times 2.61 \times 1.7 = 23.07 \text{ t/m}$$

活荷重を考慮せる場合計算に依る所要井筒根入長を l m とすれば

$$Cwl^3 - 3Kw_2 l^2 - 9Pl - 12M = 0$$

即ち $23.07l^3 - 3 \times 24.1 \times l^2 - 9 \times 222.1l - 12 \times 2 053.6 = 0$

この 3 次方程式を解いて $l = 14.36 \text{ m.}$

$l = 15.0 \text{ m}$ に決定し前と同様 e, y_1, p_1, q_1 及び p_2 を求めれば

$$e = \frac{\frac{1}{2}Kw_2 l^2 - M}{p + Kw_2 l} = \frac{\frac{1}{2} \times 24.1 \times 15.0^2 - 2 053.6}{222.1 + 24.1 \times 15.0} = 1.12 \text{ m}$$

$$y_1 = \frac{\frac{3}{4}l - e}{2l - 3e} = \frac{\frac{3}{4} \times 15.0 - 1.12}{2 \times 15.0 - 3 \times 1.12} \times 15.0 = 5.70 \text{ m}$$

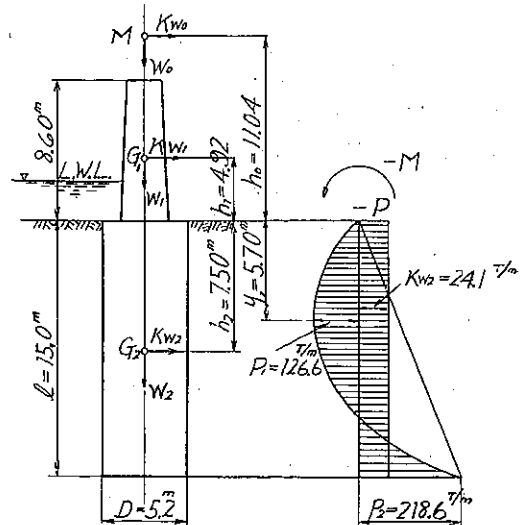
$$p_1 = \frac{\frac{1}{2}Kw_2 l - M}{2y_1 - \frac{3}{4}l} \times \frac{3y_1^2}{l^3} = \frac{\frac{1}{2} \times 24.1 \times 15.0 - 2 053.6}{2 \times 5.70 - \frac{3}{4} \times 15.0} \times \frac{3 \times 5.70}{15.0^3} = 126.6 \text{ t/m.}$$

$$q_1 = Cwy_1 = 23.07 \times 5.70 = 131.50 \text{ t/m}$$

$$p_1 < q_1 \quad \therefore \text{O.K.}$$

$$p_2 = \frac{Cwl}{y_1} (2y_1 - l) = \frac{23.07 \times 15.0}{5.70} (2 \times 5.70 - 15.0) = 218.6 \text{ t/m.}$$

第 11 圖



2. 第 10 號橋脚井筒基礎施工に就て

當箇所は地表下 10m 附近に至るまでは一般に褐色又は藍鼠色流砂礫層にして第 9 號井筒の如く不時沈下することなく徐々に沈下の状態を繼續し成績良好にして井筒一節の長さも 3.5m 程度とするも何等支障なかりしが以下腐植土及び砂質粘土層に至り沼氣の噴出夥しく且つ掘鑿土砂を檢査するに植土及び粘土の含有多量にして因に井筒一節の長さも 1.7~2.3m に短縮するにも拘らず、沈下作業も全く斷續的に施工せしむるの已むなきの危険状態に置かれ、この井筒沈下成績並に所定基礎地盤の状態を考慮せば計畫井筒長 21.0m では到底この目的を達する事不可能なる如く憶測せられたり。

因て沈下作業を中止しボーリング標本に依りその下層に存在する比較的砂の含有多量の如く見らるゝ藍鼠色砂質粘土の實地檢査するの目的の爲に昭和 7 年 10 月 30 日約 1.7m の壺掘を施せども深約 70cm に達すればボーリング標本とは全く相違の砂礫のみ掘み出され而もこれが崩壊せるが爲にそれ以上掘越しの到底不可能なる現象に困惑せしめられたり。

これ畢竟第 9 號井筒にて經驗せる現象の如く砂質粘土

の水に飽和せられたる状態の地質にては土砂の游離せられたる粒間を通じて上層部の砂礫の落下せるものゝ存在するものと推定するに難からざれども當箇所のように上層部に少くも厚 4.8m の植土含有の純然たる粘土層の存在する處よりこれを推測せば如何なる飽和状態を憶測するも如斯現象を誘引せるものと斷定するは餘りに誇張に失するの嫌いを免かれず、されどボーリング標本に比較すれば正しく砂礫層なりと斷定するも餘りに早計に失するの懼あり、何れと判定するや甚だ疑問に値する處にして 11 月 3 日協議の結果尙井筒 2m の繼足を施さばその結果最も安全ならんと思考せられしに依り、井筒基礎をこの藍鼠色粘土含有細砂層に定め 5 月 21 日井筒 2m 繼足沈下作業を終了せしめたり、而

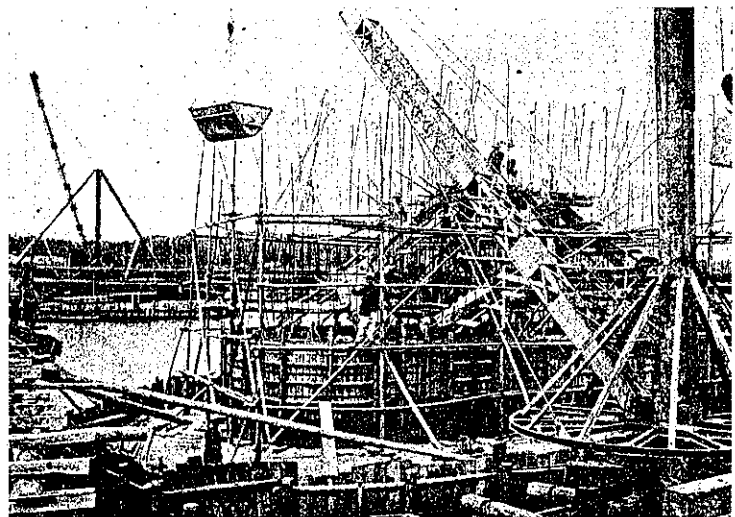
第 12 圖

L.W.L = 50.555^m

▽ 48.305 ^m 0 0		原設計井筒長 21.0 米 變更井筒長 27.5 米 昭和七年十月三日	
灰褐色中粒砂小礫層	1.52		1.52
藍鼠色砂礫	4.85		3.33
藍鼠色泥目砂	7.29		2.43
薄質藍鼠色中粒砂小礫層	10.61		3.33
鼠色細砂	12.12		1.51
藍鼠色粘土腐植物層	14.53		2.41
鼠色粘土	16.97		2.44
灰褐色砂質粘土	18.48		1.51
藍鼠色砂質粘土	21.42		2.04
鼠色細砂粘土と砂	24.20		2.79
上	24.85		6.5
鼠色砂質粘土	30.30		5.45

井筒天端 49.513^m
 28.513^m
 28.513^m

第 13 圖 第 10 號橋脚井筒第 1 ロット分コンクリート打作業



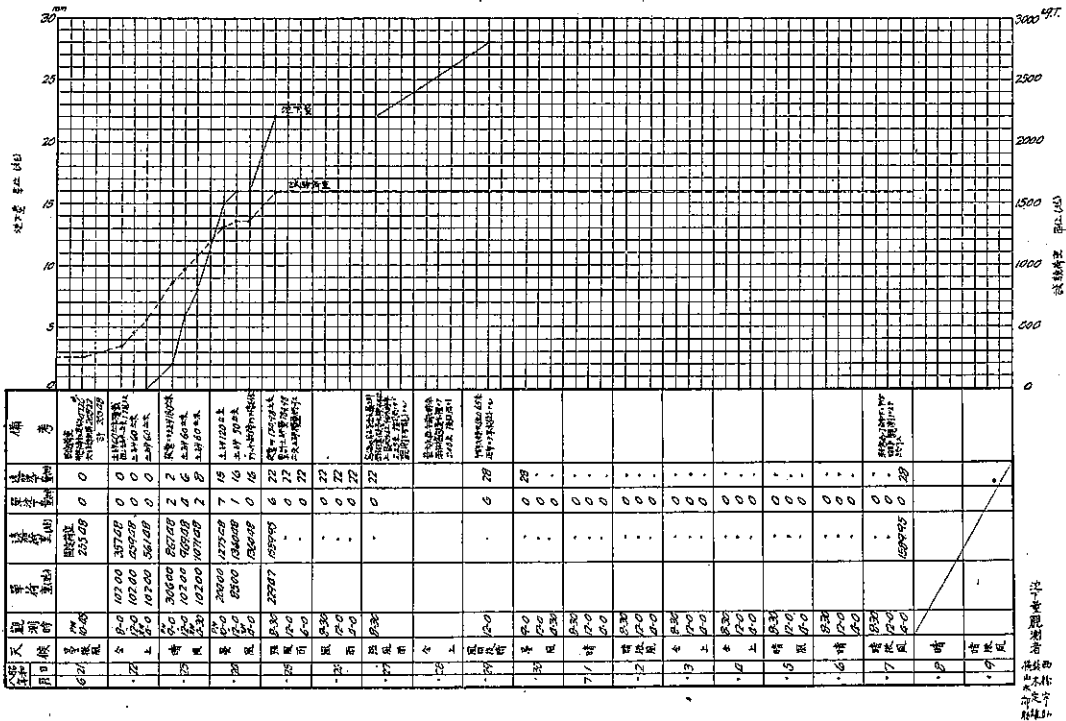
繼足沈下作業を終了せしめたり、而

して 6 月 7 日内務省 最上川改修事務所潜水夫を招じて井筒基礎附近の土砂深 60~70 cm 掘返し、その地質状況を審かに検査せしむるに一般に荒目砂にして少量の小礫を含み又所々に固結せる粘土塊の存在するを認めたり。

以上の検査により又井筒双口端に於て毫も粘土質の附着物なき處よりこれを憶測せば或は概して以上の如き地層なりと判定するも強ち過言にあらざるべし、而してこの地層を類似のものとなせば基礎としては可成優秀なるものと推定するに難からずして且つ井筒 2m 繼足沈下作業の成績を見るに第 9 號の場合と同様にその間相當の日月を經過せるにより約 460 ton の荷重を積載して沈下せる状況よりこれを見て最早杞憂を除去せしむるに足るものと推定し 6 月 8 日上司の了解を求め直ちに井筒底詰コンクリートを施工せり。

而して 6 月 21 日第 9 號井筒と同様の工法により設計荷重 1359.43 ton に對し 1589.95 ton の實荷重を積載して荷重試験を施工せる結果第 14 圖の如くに 38mm の沈下を見たるに過ぎずしてその後 7 日間放置の状態を觀測するにその成績零にして第 9 號より遙かに好成績を擧ぐるに至れり。

第 14 圖 第 10 號橋脚井筒荷重試験成績表



第 3 表 第 10 號井筒長 2m 繼足沈下作業

昭和 8 年 月 日	荷重 (ton)	遞加荷重 (ton)	沈下量 (mm)	遞加沈下量 (mm)	摘要
5 13	175.0	175.0	0	0	荷重用軌條 737 本積込む
14	165.0	340.0	80	80	荷重用土砂 97 m³ 積込む
15	65.0	405.0	70	150	同 38 m³ 積込む
16	55.0	460.0	1090	1240	同 32 m³ 餘積込む 午後より土砂掘鑿しつゝ沈下
17	〃	〃	360	1600	土砂掘鑿しつゝ沈下

18	〃	0	〃	同上	午後より停電にて休止
19	〃	400	2000	同上	午後5時沈下終了す
20	〃	0	〃		
21	〃	0	〃		

3. 第11號橋脚井筒基礎施工に就て

當箇所は井筒施工中最も好成绩にして地表より13m附近まで無荷重沈下を繼續せると雖もその後は200ton~500tonの荷重を積載せざれば沈下も容易ならざる状況にて、而して所定根入21.0m井筒基礎地盤を密かに検査せしむるに一般に荒目砂にして且つ上層部より落下せるものと覺しきも小礫の存在する處より基礎地盤として何等苦慮すべき餘地なきものと憶測せられしも尙將來の安全を期するため昭和7年12月12日第9號井筒に於て施工せると同様な工法にて底部に90cm角、厚19mmの鐵板を取り付けたる試験塔にて30kg長10m軌條100本を積載してその沈下成績を觀測するに下記成績表の如く92mmの沈下量を見るに過ぎずして、その間昭和8年1月5日並に1月8日の2回に於て暴風雨に遭遇せる結果をも加算せられし事を考慮せば強ち不結果に終りしものと言ひ難くこの成績を詳細本省へ報告しその了解を求め2月14日井筒基礎底詰コンクリートを打つに至れり。

第15圖

L.W.L. = 50.555^m

42.955 ^m	0	0	井筒天端 49.449 ^m
褐色及砂多量の泥炭	2.22	2.43	設計井筒長さ二十一本
青灰色砂	3.33	.91	
褐色及砂小礫多量			
灰褐色粘土層極薄	6.06	2.73	
	6.67	.67	
濃鼠色砂質粘土	6.97	.30	
青灰色中粒砂			
濃鼠色砂質粘土	11.21	4.24	
薄青灰色中粒砂	11.52	.31	
濃鼠色砂質粘土	12.73	1.21	
褐色及砂多量の泥炭	13.23	.75	
褐色及砂多量の泥炭	14.24	.76	
褐色及砂質粘土	15.15	.91	
濃鼠色細砂質粘土	16.52	1.37	
褐色砂質粘土	18.18	1.66	
褐色及砂多量の泥炭	24.24	6.06 ^m	
			28.449 ^m

第4表 耐荷試験成績表

適用箇所 河底地盤より20.5m 濃鼠色細砂

荷重 30kg 軌條長 10m 100本

昭和7年 月日	荷重掛始 時間	荷重掛終 時間	荷重 (選加軌條 負數(本))	沈下量 (mm)	選加沈下量 (mm)	備	考
12 12	A.M. 3-0			0	0		
		A.M. 4-0	10	2	2		
15	P.M. 10-0			11	13		
		A.M. 2-0	23	6	19		
		〃 3-0		9	28		
16	P.M. 8-30			2	30		
		〃 2-35	33	2	32		
		〃 3-35		0	32		
17	〃 8-30			0	32		
		P.M. 11-40	(46)	9	41	設計荷重に相當する軌條の重量なり	
	A.M. 0-40			2	43		
		A.M. 2-30	56	2	45		
		〃 3-30		1	46		

18	P.M. 10-0		2	48	
	A.M. 5-0		4	52	
19	P.M. 10-0		0	52	
	A.M. 5-0		0	52	
20	P.M. 9-0		0	52	
	A.M. 0-0	69	2	54	
	" 2-0		3	57	21日より最上川大増水の爲観測中止す
24	" 9-0		9	66	
	P.M. 10-30	79	0	66	
	P.M. 11-30		0	66	
	A.M. 2-0	92	9	75	設計荷重の2倍に相當する軌條の重量なり
	" 5-0		0	75	
27	" 10-0		10	85	
	" 1-30	100	0	85	
	2-30		0	85	
28	P.M. 10-0		0	85	
昭和8年 1 5	" 11-0		5	90	暴風雨の爲観測中止
	A.M. 3-0		0	90	
6	P.M. 8-0		0	90	
7	" 10-0		0	90	
8	" 7-30		2	92	暴風雨
9	" 10-0		0	92	
10	" 10-0		0	92	

第 16 圖 兩羽橋地點最上川水位表

