

瀬田川大橋架設工事報告

奥野多喜夫*
田原保二**

田の唐橋)の上流約 500 m の地点である。

1. まえがき

国道 1 号線、瀬田川大橋の架設工事は、昭和 32 年 8 月着工して以来順調に進捗して、昭和 34 年 3 月竣工し、右岸側取りつけ部の石山高架橋などとともに開通した。

本橋の架設地点は図-1のとおりで、旧橋瀬田橋(瀬

2. 工事概要

- (1) 橋名 瀬田川大橋(一等橋)
- (2) 河川名 瀬田川
- (3) 位置 滋賀県栗太郡瀬田町(左岸)
大津市石山町(右岸)

(4) 上部構造

巾員 9.5 m, 橋長 221.76 m, 全支間 221.0 m (37.70+44.80+56.00+44.80+37.70), 中央 3 径間連続, 側径間単純, 2 本主桁の鋼桁桁橋 4 支

点, 縦断勾配 1/350 放物線, 横断勾配 1/50 放物

線, 桁高 1.950 m (連続桁中間支承部 2.550 m)

全鋼量 552 t (262 kg/m²)

鉄筋コンクリート床版(平均厚 17 cm)

アスファルト舗装(トベカ式厚 5 cm)

(5) 下部構造

井筒基礎 中空小判型鉄筋コンクリート 6 基

図-1 瀬田川大橋位置図

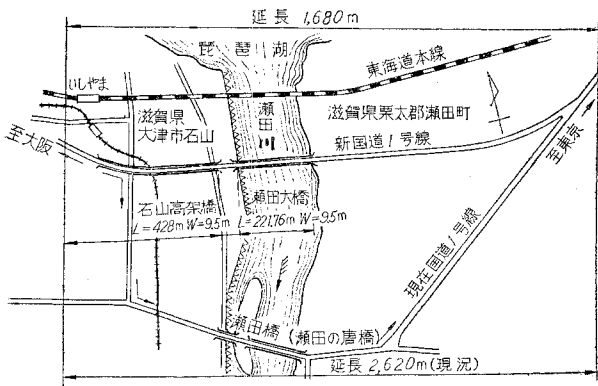


図-2 瀬田川大橋側面図

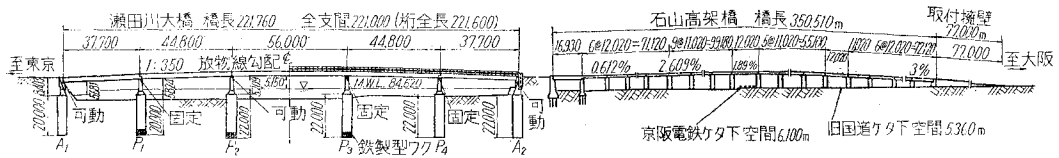
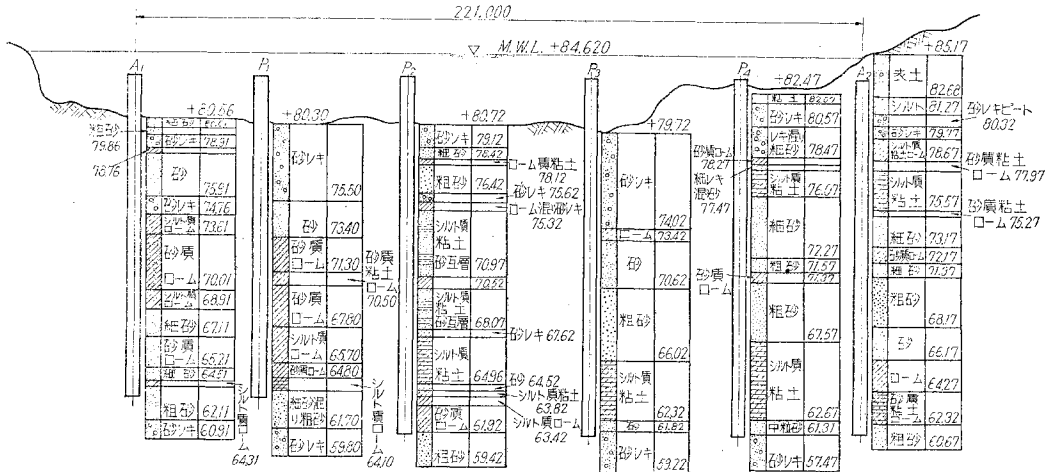


図-3 地層図



* 正員 建設省近畿地建, 大津国道工事事務所長

** 正員 日本道路公団調査役

(長さ 22 m 4 基, 長さ 20 m 2 基)

橋台 鉄筋コンクリート 2 基 (高さ 8.403 m)

橋脚 鉄筋コンクリート 4 基 (高さ 5.824 m 2 基, 高さ 5.217 m 2 基)

(6) 石山高架橋

巾員 9.5 m, 橋長 350.51 m, 径間 16.85 m 1 連, 12.00 m 14 連, 11.00 m 15 連プレストレスト コンクリート桁, コンクリート舗装 (厚 10 cm), 曲線半径 320 m, 曲線長 169 m, 片勾配 3%, 縦断勾配最大 3%

石山高架橋は, 旧国道, 京阪電鉄石坂線, 都市計画湖岸道路などと立体交差する。図-2 は高架橋の側面図を示したものである。

(7) 土質

架橋地点の土質は 図-3 に示すとおり, 河床の砂礫層より深部のシルト層は, 古琵琶湖層の一部で古期洪積層に属し, かなりの圧縮強さを示した。成層状態はきわめて複雑で, 各層の厚さは各井筒ごとに, 大巾に変化している。

3. 施 工

工事施工中の主要な事項について, その概略をのべる。

(1) 鉄製型わく

写真-1 鉄製型わくの組立

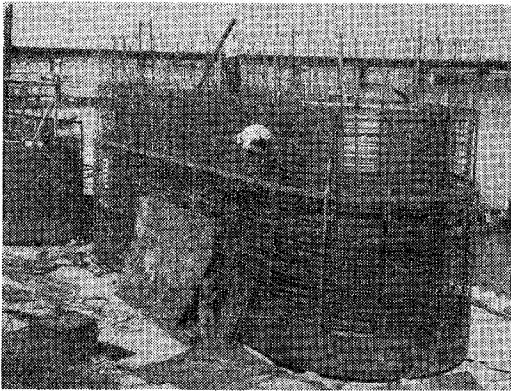
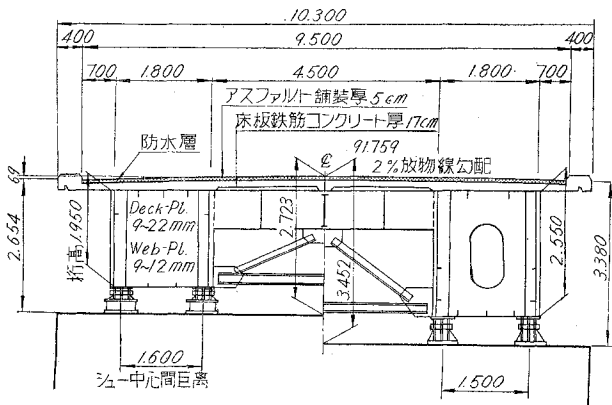


図-4 鋼箱桁断面図



橋脚井筒 4 基のうち, 3 基は水深 4 m 以上の箇所であるので, 鋼矢板による築島工と比較し, 鉄製型わく沈設工法 (高さ 5 m, 骨組は L-50×50×6 および L-100×100×7, 内外型わく板は 1.6 mm および 2.3 mm 厚の鋼板) を採用し, 工期の短縮, 工費の節減をはかった。鉄製型わくは 写真-1 のように組立てたものを進水して所定の位置に曳航してすえつけた。

(2) 井筒沈下

送気式沈下法によつた。送気管は内径 20 mm, 水平間隔 1.5~2.5 m に配置した。送気圧は 6~8 kg/cm² である。

送気工法は上層の細砂層では非常に有効であつたが, 堅固なシルト質粘土層に入ると沈下は停滞した。このため途中から荷重載荷を主とし, 送気を従とする工法によつた。最大載荷は 600 t に達し, 他は 400 t 前後であつた。

(3) 井筒グラウト

井筒の沈下完了後, 井筒周辺, 底版の安定をはかるため, 送気管を利用した周辺部グラウトと, 底版コンクリートを通しての底版グラウトを行つた。このセメント使用量は前者 7.2 t, 後者 9.6 t が最大であつた。

(4) 井筒載荷試験

1 号橋脚井筒は他に比べて根入長が短かく, かつ沈下作業が最も難工し, いきおい井筒周辺から底部にわたり地盤がかなり乱されていると考えられたので, 沈下完了後, 底版コンクリート打設前に載荷試験を実施した。

井筒にかかる最大荷重は 772 t になるので, 試験荷重として 800 t を載荷した (古レール, コンクリートブロック, 土砂を使用)。載荷後ダイヤルゲージにより沈下を観測した。7 日間の沈下量は 1.60 mm であつたが, そのうち送気を 3 回くり返した (タンク容量 1.2 m³, 圧力 8 kg/cm², 約 30 秒) 結果, さらに計 89 mm 沈下した。

(5) 桁製作

本橋は 2 本主桁の格子構造として土木研究所で設計されたもので, 図-4 は箱桁の断面を示したものである。

現場継手はすべてリベット接合とし, その他は工場溶接とした。

箱桁の組立は上フランジプレートを下側にし, ダイヤフラム, ウェブプレート, 下フランジプレートの順に取りつけ仮りづけをし, ウェブプレートと上フランジプレートとをすみ肉溶接したのち 180° 回転し, 下フランジプレートとウェブプレートとのすみ肉溶接を行つた。このとき, 溶接ひずみを拘束するため, 上フランジプレート上に約 17 t の載荷を行つた。

くし形伸縮継手は, 25×770×9 950 および 32×

図-5 桁架設図

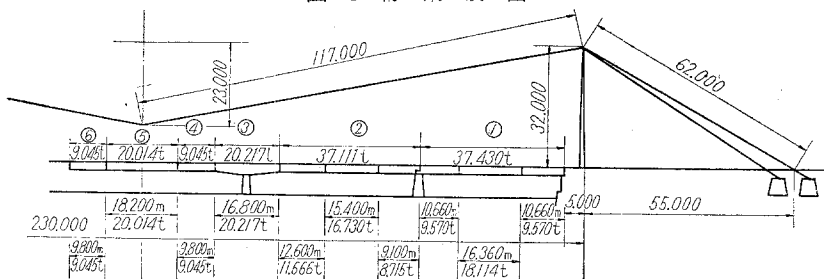


写真-2 単純桁の架設

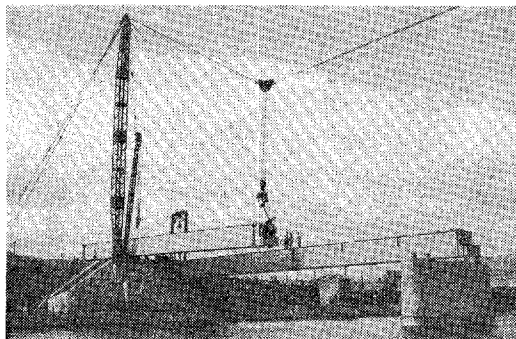
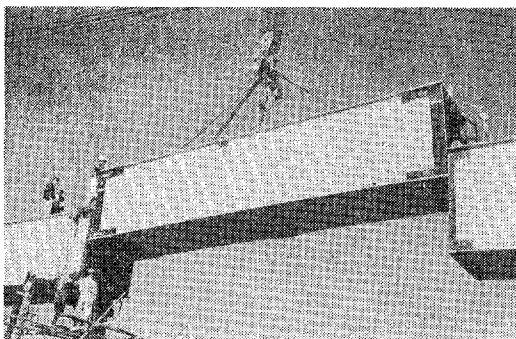


写真-3 連続桁中央径間ブロックの架設



810×9600 鋼板をモノポールにより切断製作した。

(6) 桁架設

図-5 のように、単純桁は3パーツ、連続桁は11パーツとして搬入し、両岸取り付け道路上でリベット締めをして、前者は1ブロック、後者は7ブロックとしたが、ブロックの最大重量は約38t になった。

架設はケーブル工法によつたが、連続桁中央径間ブロックはステージング上に吊り下げて架設した。

写真-2 および写真-3 は架設中の状況を示したものである。

(7) 塗装

桁塗装は3回塗りとし、外面はアルミニウムペイント(シルバー)、内面は白色ペイントを上塗りに使用した。

(8) 高欄

高欄には、鋼管φ165.2×5、ミゾ形鋼2-250×90×9

を用い、塗装はアルミニウムペイント塗りとした。鋼重は110 kg/m である。

(9) 所要鋼材重量

鋼重は表-1 にかかげるとおりである。

表-1

種別	単純桁 t	連続桁 t	合計 t	概 要
主 桁	156.892	318.081	474.973	
床 組	17.634	33.147	50.781	
その他	1.510	9.882	11.392	伸縮継手、スラブ アンカーをふくむ
支 承	5.432	9.727	15.159	
計	181.468	370.837	552.305	262 kg/m ²

4. 下部応力測定

下部構造の設計に関する具体的資料を求めること、および本橋下部構造の性状を調査するため、次の実験を行った。

- (1) 井筒に生ずる静ひずみの測定
- (2) 井筒に作用する間げき水圧の測定
- (3) 橋台背面に作用する土圧の測定
- (4) 下部構造の振動実験

(1)は3号、4号橋脚井筒について着工とともに開始し、(2)は1号橋脚井筒がある程度沈下してから開始した。(4)は3号、4号橋脚完成直後実施した。(3)は左岸橋台について測定した。

ひずみの測定にはカールソン型ひずみ計、間げき水圧の測定にはカールソン型水圧計、土圧測定には同じくカールソン型土圧計を用い、図-6 および図-7 の位置に取りつけた。振動実験には機械式振動計を使用した。

図-6 第4号橋脚ひずみ計取り付け図

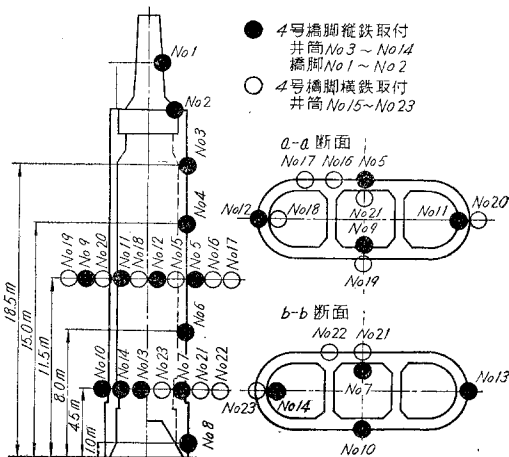
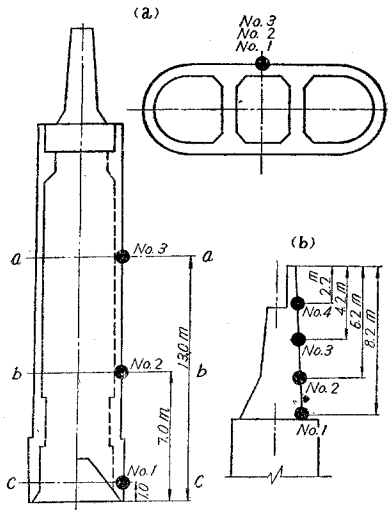


図-7 間げき水圧計および土圧計取り付け図



本測定の結果を要約すると次のとおりである。

(1) 躯体静ひずみの測定

井筒構造物を沈下させてゆくときに、計算では算出されない大きな応力ないしは、ひずみが発生されることが推測される。これらを確認するため、カールソン型ひずみ計（共和無線 CS-10 D）を4号橋脚井筒に23個、3号井筒に8個、計31個を鉛直方向と水平方向の鉄筋に溶

接し、コンクリート打設とともに測定を始め、井筒の沈下期間中原則として1日2回の測定を続けた。この結果の一部を図-8~10に示す。ここで正は引張り、負は圧縮を表わす。カールソン型ひずみ計による温度測定ではコンクリート打設後1週間でコンクリート内部の温度は常温に復しているの、測定ひずみはコンクリート打設後1週間の値を基準点とした。4号井筒の沈下状況は図-11に示す。

上記のようにかなり長期間測定を続けたが、コンクリートの打設、型わくの取りはずし、掘削および沈下作業などの工事の悪条件のために、接続コードの故障を生じたりして測定不能となつたひずみ計も少なくなかつた。もともと計器自身にも長期観測には問題があつて、測定値にも確かな信頼がおけるとはいいがたい。

井筒全長22mの自重による応力は 5.28 kg/cm^2 であり、鉄筋量もさほど多量でないので室内実験で求めたコンクリートの弾性係数 $E_c=25 \times 10^4 \text{ kg/cm}^2$ を用いると、 $\epsilon=21 \times 10^{-6}$ となる。図に示した測定値はこれを越えてその最大は $200 \sim 300 \times 10^{-6}$ に近い。

井筒コンクリートは地上で打設され、沈下されるのでコンクリートは湿潤膨張する。その量は $100 \sim 200 \times 10^{-6}$ 程度といわれる。一方自重応力によるクリープも相当なものと考えられ、上記の測定値を裏づけるには今回は十分な結論に達しなかつた。

図-8 測定ひずみの結果（第4号橋脚）

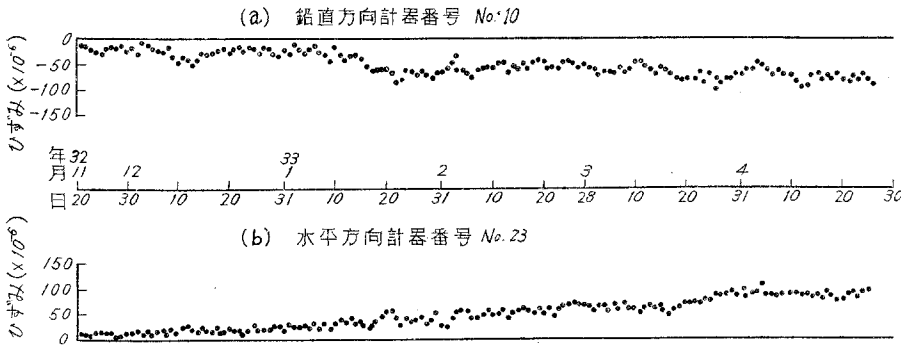
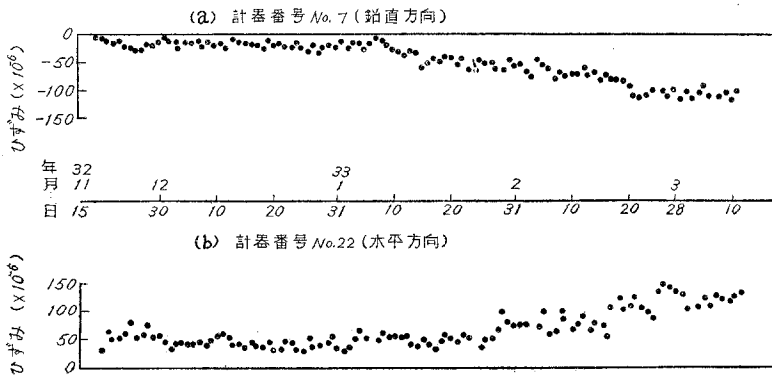


図-9 測定ひずみの結果（第4号橋脚）



水平方向のひずみの値も鉛直方向の値と同程度になつていて、周辺土圧の影響のほか、コンクリート自身の膨張収縮の影響が当然入つていると考えられる。

なお測定資料から温度を算出してみると、必ずしも妥当な値が与えられると

は限らないので、測定ひずみの中には多分に計器自身の誤差が入つているものと考えねばならない。しかし結局自重、周辺土圧より算出される計算ひずみよりも、実際にはかなり大きなひずみが生じることがわかる。

(2) 間げき水圧の測定

下部構造の設計において浮力をいかに取扱うか、明示されていないようである。こうした点を明らかにするために、井筒側

図-10 測定ひずみの結果 (第4号橋脚)

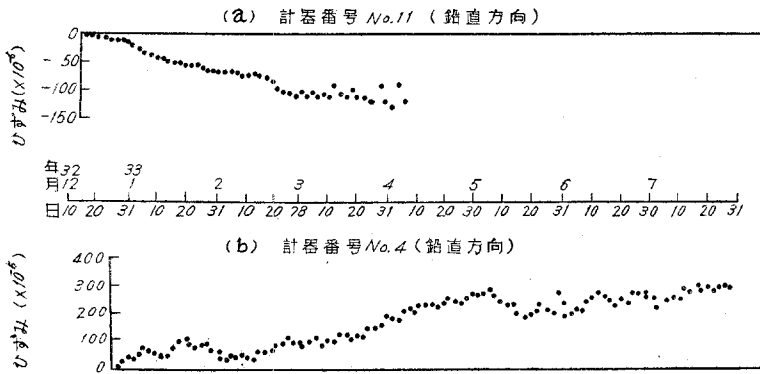
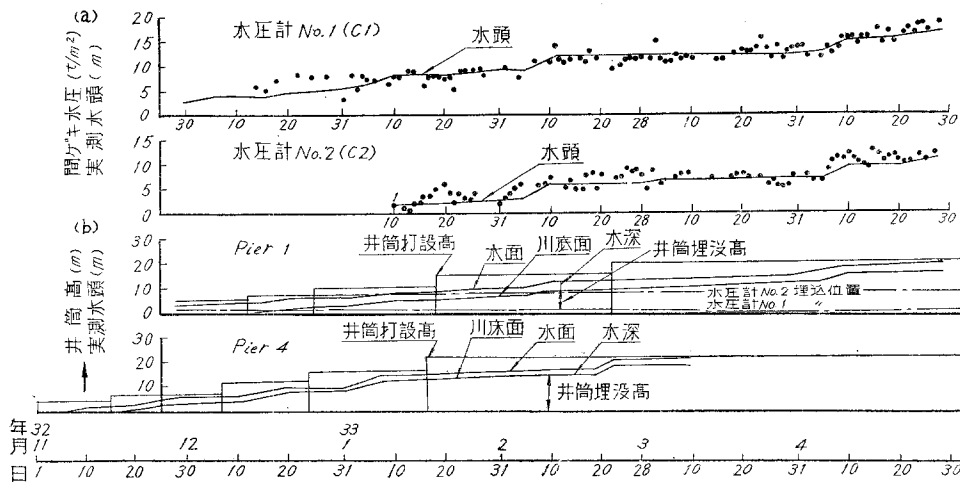


図-11 第1号橋脚井筒の間げき水圧および水頭の測定結果



面に作用する基礎地盤中の間げき水圧を測定した。図-7 (a)に示すように3個のカーソン型間げき水圧計(共和無線KK製)を設置した。躯体のコンクリート打設前に、計器の受圧面が躯体の外面に一致するように設置し、井筒沈下開始と同時に原則として1日2回の測定を行い、図-11の結果を得た。ここに実線は水面から水圧計までの深さ、すなわち全水頭を記した。

各測点と実線すなわち間げき水圧 (t/m^2) と実測全水頭 (m) とはかなりよく一致している。これは井筒外面に作用する土中の間げき水圧は全水頭に等しいとみなしてもよいことを示したものであろう。したがって井筒構造に対する浮力についてはなお検討の余地もあるが一応100%を考慮しても大過ないといえよう。

(3) 橋台背面土圧の測定

左岸橋台背面にカーソン型土圧計(共和無線KK製)を取りつけ土圧を測定した。現在なお観測を続けている

表-2

土圧計番号	1	2	3	4	摘要
地表面よりの深さ Hm	8.2	6.2	4.2	2.2	砂利混り砂
土圧 t/m^2	4.60	4.39	3.51	2.25	

が、表-2の測定値がえられた。

土圧計そのものの精度にも十分信頼できぬ点があるが、ここに見られた測定値より見ると土圧は番号4,3までは急速に増加して大きな値を示しているが、番号2,1と深くなるにつれて増加率は次第に減じている。

(4) 振動実験

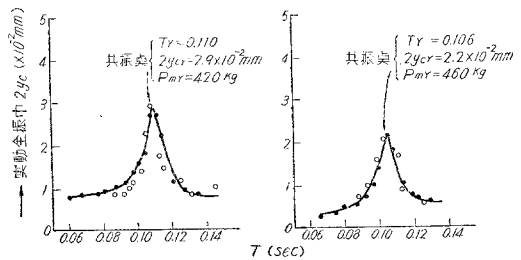
3,4号橋脚の頂部中央に設置した起振器で加振し、橋脚頂部中央の振動を測定した。水平振動計(固有周期0.5 sec, 対数減衰率0.63 幾何倍率175)の記録振巾を倍率で除し、

図-12の共振曲線を得た。

次に共振曲線から各共振点における特性値、すなわち共振周期 T_r , 共振全振巾 $2y_{cr}$, 共振

図-12 第4号橋脚共振曲線

振動計: 機械式 $T_0=0.5 \text{ sec}$, $\delta_0=0.63$, 倍率=175
(a) 橋軸に平行方向 (b) 橋軸に直角方向



点加振力 P_{mr} を求めて、それぞれ図中に記入した。ここに共振点加振力は

$$P_{mr} = m r \cdot \omega_r^2 = 41.4 \text{ kg/g} \times 3 \text{ cm} \times (2\pi/T_r)^2 = 50/T_r^2$$

m : 偏心重錘の質量, r : m の重心と回転中心との距離, $\omega_r = 2\pi/T_r$, $g = 980 \text{ cm/sec}^2$

さらに共振曲線から橋脚の対数減衰率 δ を算出、また共振点における単位加振力当りの共振振巾 y_{cr}/P_{mr} を算出する。

振動実験の結果を表-3に示し、近接の国鉄東海道線瀬田川橋の測定値を併記する。

表-3

橋脚名	基礎地盤	橋軸に平行方向			橋軸に直角方向		
		T (sec)	δ	y_{cr}/P_{mr} (mm/t)	T (sec)	δ	y_{cr}/P_{mr} (mm/t)
P_3	粘土, 砂	0.10	0.30	0.036	0.11	0.33	0.029
P_4	粘土, 砂	0.11	0.26	0.035	0.11	0.29	0.024
国鉄瀬田川橋梁 P_9	粘土, 砂	0.10	0.35	0.063	0.10	0.35	0.054

表-3 より見ると、橋軸直角方向の固有周期 T は平行方向のそれと同等、もしくはむしろわずかながら大きいのが予想に反しているが一応妥当な数値であろう。

対数減衰率 δ は、0.26~0.33 で、国鉄瀬田川橋梁の値の0.35に近似しているが、粘土質地盤のため他の砂、砂利地盤の橋脚の場合よりは小さいようである。

単位加振力当りの橋脚頂部の共振振幅 y_{cr}/P_{mr} は、この値が小さいほど橋脚は共振点において水平方向に振れにくいことを表わしている。本橋で実測した数値では橋軸平行方向ではかなり小さいが、直角方向では予想ほどに小さくはない。

以上 T , y_{cr}/P_{mr} 値を総合すると本橋脚は橋軸平行方

向および直角方向ともに十分の剛度があるようである。

なお、本井筒は従来の多数の実例よりも壁厚20%、主鉄筋を30%程度減少させたのであるが、起振器程度の外力に対しては異常は認められないので、井筒断面のこの程度の節約は支障のないものと考えられる。

5. 上部応力、たわみ測定

本橋の竣工と同時に、中央径間連続ケタ部分の応力、たわみ測定試験を行った。その詳細は、瀬田川大橋の載荷試験にまとめて本誌に報告する。

本橋の下部応力測定には、京都大学 後藤助教授の御指導を受けたので付記して感謝の意を表する。

コンクリートハンドブック

近藤泰夫・坂 静雄編 [内容見本進呈]

本書は高踏な理論をわかりやすく、多くの実験資料、施工例、試験方法を取入れて、すぐに役立つよう解説している。 ★A 5判 750頁 価 1800円 円50

工業材料規格便覧

—セメントコンクリート—

日本材料試験協会編

本書はセメント、器材、コンクリート、セメントコンクリート製品に関する新しい規格を網羅した現場技術者の必携。 ★B 6判 600頁 価 600円 円50

河川工学

建設省 河川局長 山本三郎編

現場に適した最新の内容をもち、具体的にしかもきわめて平易に河川工学全般を解説した第一線技術者・学生の好伴侶。 ★A 5判 530頁 価 1350円 円50

実用砂防工学

尾張安治著 価750円 円50

建設機械施工法

斎藤義治著 価680円 円50

水理地質学

蔵田延男著 価650円 円50

構造地質学

榎山次郎著 価550円 円50

粘土とその利用

末野梯六・岩生周一編 価1700円 円50

応力測定法

応力測定技術研究会編 価1900円 円50

フォーサイス微分方程式

粟野・末岡・石津訳 上巻 750円
下巻 450円

★工学書関係図書目録進呈★

朝倉書店

東京都新宿区東五軒町・振替東京 8 6 7 3