

報 文

濃尾大橋橋脚工事におけるケーソンの 移動匡正について

准 員 本 多 博*
准 員 青 木 亮**

ON CORRECTING THE DISPLACED AND DAMAGED CAISSON FOR BUILDING PIERS OF "NŌBI BRIDGE"

(JSCE June 1955)

Hiroshi Honda, C.E. Assoc. Member, Ryō Aoki, C.E. Assoc. Member

Synopsis: This report contains the details how to repair and correct, economically and with ease, the displaced and damaged caisson, in case when disfects where made before caisson is not covered with slab.

This is to be done as follows:

Reinforced concrete grillage beam are fitted to the place where slab is to be made. Section of grillage beam is calculated by the assumption of "3-point support" as it is practically in this case. Clacked chamber wall is reinforced by lining the wall with a inner wall.

要旨 本文は作業室スラブ施工前に偏倚損傷を生じたケーソンの移動匡正に当り刃口頂部に礎着し、三点支承として求めた方格桁の利用により容易に移動をなし、また損傷刃口部は内刃口補強をなし経済復旧をなしたことを述べたものである。

1. 緒 言

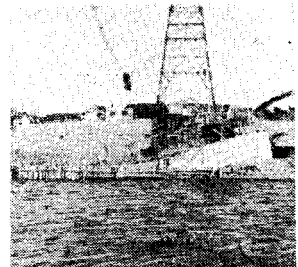
本稿は一宮市と大垣市を結ぶ県道の木曾川に架設される全橋長 777.7 m、有効巾員 7.5 m の突桁式鋼構橋で、昭和 27 年度より特定道路整備事業として着工し目下工事中のものである。本報告は左岸流心寄の第 9 号橋脚基礎潜函が出水による洗掘のため沈下移動し刃口中央部に亀裂を生じたため方格桁及び内刃口補強

をなし匡正を施した概要を述べたものである。

2. 被害状況

築島高は過去 10 ケ年の 11 月より 2 月における水位状況より推定し +6.27 m とし、2 月 25 日に潜函作業室のコンクリート打ちを開始したが、刃口部を降り天井コンクリート数バ

写真—1



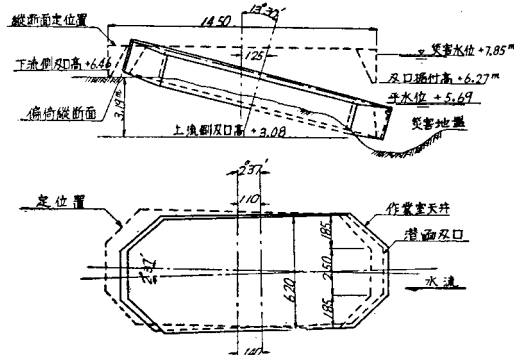
ッチを打つたとき、コンクリート運搬用ケーブルクレーンが故障し、構造物の性質上継続打設を計ろうとしたが水上作業のため困難なので、クレーンの急速修理

をすることとしてコンクリート作業を中止した。翌 26 日午後からの降雨は山間部に 70~100 mm の雨量をもたらし気温の影響をうけ異常の融雪があり、翌 27 日には +7.85 m の増水となり築島面及び上流周辺に土俵保護を行つたが役に立たず 図—1 のごとく上流側に 1.02 m 移動し、側面で 13°30'、平面で 2°37' の偏倚をして、中央側面には突桁の彎曲力の作用により両側に 2 カ所ずつ鉛直方向に亀裂を生じ、作業室の機能を失うに至つたのである (写真—1 参照)。

3. 復旧計画

このような状態の作業室を復旧する方法として (a) 破壊して新設する。

図—1 偏 移 図



* 愛知県濃尾大橋建設工事事務所長

** 同上

- (b) 上流双口面まで掘下げ水平として水中コンクリート打ちをして掘削により匡正する。
- (c) 双口部方格桁で補強し上下、水平移動を行い内双口を設け龜裂箇所を補強する。
- (d) 吊上げ機械で上流側を吊上げ、水平移動を行い内双口を設けて龜裂箇所を補強する。

の4案を考え種々検討したが工期、経済上有利かつ力学上支障ないものと認められた(c)案をもつて実施することに方針を定めた。

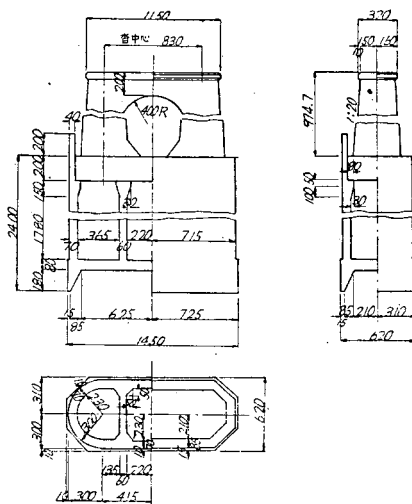
上流刃口は平水位以下 2.61 m にあり平水位以上に上げようとするに構造上刃口部横(長手)方向に彎曲張力を与えることは面白くないため、刃口部の補強を必要とする。この補強方法として異例の被害であり力学的にも複雑なので頭を悩ませたものである。

橋脚下部は図-2のごとく作業室は長さ 14.5 m, 巾 6.2 m の亀甲型で天井高 1.8 m, 天井厚 0.9 m, 躯体は長さ 14.3 m, 巾 6.0 m の小判形で、厚さ 0.6 m の隔壁で3室に分たれ、高さ 19.3 m, 床版は厚さ 2.0 m の構造を有するもので、この天井の隔壁位置に縦桁(短手)を作り下流側はサドル支承として上流側は桁でジャッキを受けさせ、この2本の桁と刃口を一体とするため刃口上面に横桁(長手)を作り、II形状にしたものである(以下全体の桁を方格桁と呼ぶ)。

これを検討すれば

- (a) 隔壁下天井は平水位にあれば施工は容易である。
- (b) 隔壁下であるため損傷した場合補強が容易である。
- (c) 空地のため作業が容易である。
- (d) 横桁支点は3等分点にあり単一桁としては不利であるが、方格桁として考える場合約合がとれる。

図-2 橋脚基礎寸法図



- (e) 横桁と刃口部との連結は刃口鉄筋で完全にできる。
- (f) 方格桁には継鉄筋を埋込んでおけば使用後床版として活用しうる。

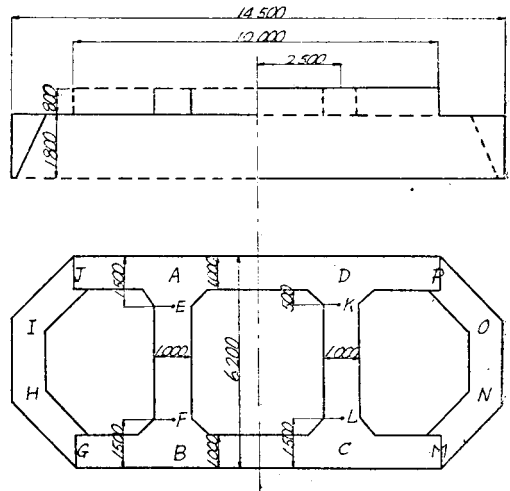
等の利点を有するものである。

次に作業室は潜函の最も重要な部分で、気密と強度を必要とするものであるから、亀裂を生じた刃口部の補強には既設損傷刃口と内刃口とを一体とするよりも内刃口と床版とを一体となし、全周にわたり内刃口コンクリートを床版と同時に施工することとした。

4. 方格桁の設計

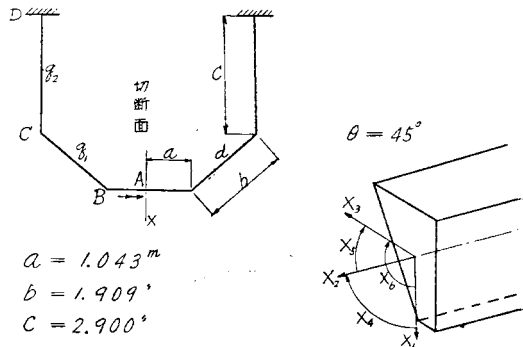
補強桁は図-3に示す JP, GM, AB, DC, で E, F, K, L を支承とする, ジャッキを K, L に据えて扛上するが, 作業時の両支承が異なることを考慮し支点は3点と考えた。計算式誘導の方法として外側は A, B, C, D を固定端とする C 形突桁と考えて端に生ずる応力を算出し, この応力を外力として中央部の方格桁の応力を算出することとした。

図-3 方格桁の構造



(1) 突桁の応力計算及び断面 荷重は自重による等分布荷重とし活荷重としては上流側に土砂堆積によ

図-4 突桁の不静定力



る土圧を考慮した。

切断面Aにおける不静定力 X_1 、 \dots 、 X_6 を撰べば構造物、荷重がともに対称であること、構造物に生ずる軸応力は考えないことより、A断面には X_1 なる不静定モーメントのみが作用する。従つて X_1 に関する仕事式より最小働の理論を用いて各点に作用する諸応力は次のように求められた。

図-8 応力図

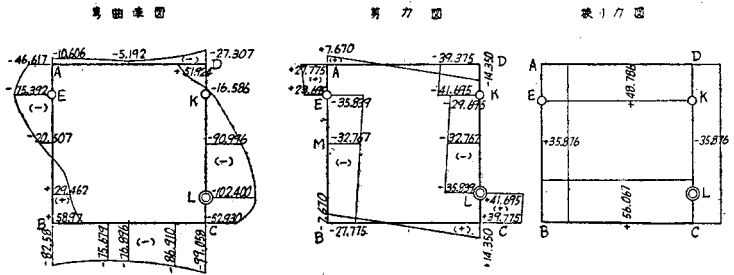
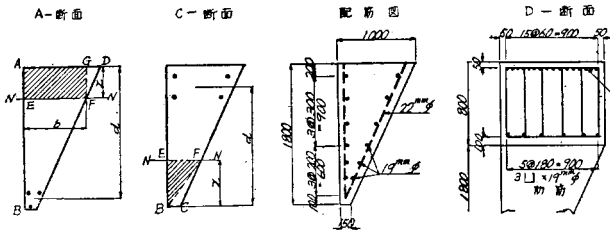


図-5 突桁部断面



上流側

$$\begin{aligned} X_1 &= M_A = +8.413 \text{ tm} \\ M_D &= -63.181 \text{ tm} \\ T_{CD} &= -3.135 \text{ tm} \\ S_D &= +25.425 \text{ t} \end{aligned}$$

下流側

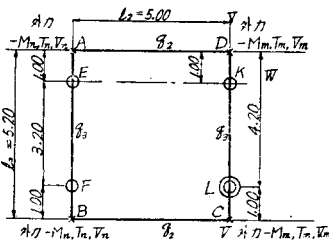
$$\begin{aligned} M_A &= +5.918 \text{ tm} \\ M_D &= -46.482 \text{ tm} \\ T_{CD} &= -2.130 \text{ tm} \\ S_D &= +20.105 \text{ t} \end{aligned}$$

断面決定：補強桁のない ABC 部材について既設刃口構造の検算を行い補強桁のある CD 部材については補強桁のみで受持つ仮定で断面を決定した。

(2) 方格桁

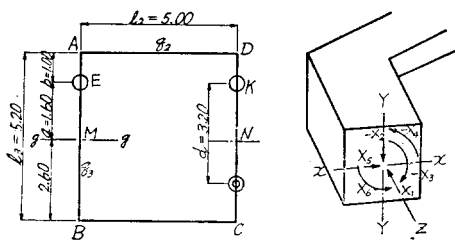
図-6 方格桁の荷重

の応力計算及び断面 荷重として自重による等分布荷重と突桁部よりもたらせられる A, B, C, D の格点荷重を考える。また



$$\begin{aligned} \text{全重量 } W &= Z \cdot V_n + Z \cdot V_m + Z \cdot l \cdot q_2 + Z \cdot l_3 \cdot q_3 \\ &= 155.068 \text{ t} \end{aligned}$$

図-7 不静定力



支点は E, F, K, L の 4 点であるが、K, L 点でジャッキアップする場合、同時に均一上昇を計ることは至難なためと、土圧の不安定なる状態から推定してジャッキ 1 台ずつを動かして扛上する計画とした。従つてその場合支点は 3 点としおのおのの反力は $R_E = 65.534 \text{ t}$, $R_L = 77.534 \text{ t}$, $R_K = 12.000 \text{ t}$ となる。

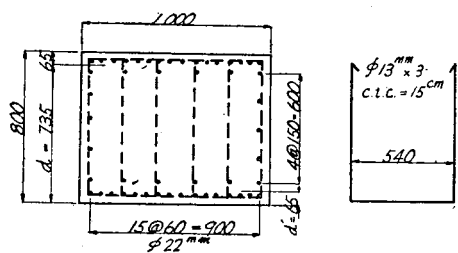
図-7 で A-B の中

点 M の切断面に働らく不静定力を $X_1 \dots X_6$ と撰び各断面の彎曲率及び捩りを求めると図-8 のごとくになり断面は図-9 に示す。応力計算は省略する。

写真-2



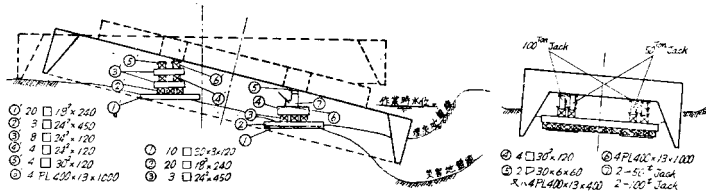
図-9 断面-L



5. 作業方法

減水を待つて打かけの天井コンクリート取こわし、鉄筋、型枠の取はずしを行うとともに、刃口軀体は 13° の傾斜をなすのでその滑動を防ぎ、地盤の耐力の増加を計り、またサンドルの掘付を容易ならしめるために埋戻し作業をした。続いて補強桁を早強セメントで施工したが補強桁は移動匡正後は天井の一部となるものであるが鉄筋の組立に当つてスラブ鉄筋及び後述する内刃口鉄筋に相当する位置に挿筋をして継鉄筋をなしうるようにした。

図-10 扛上図

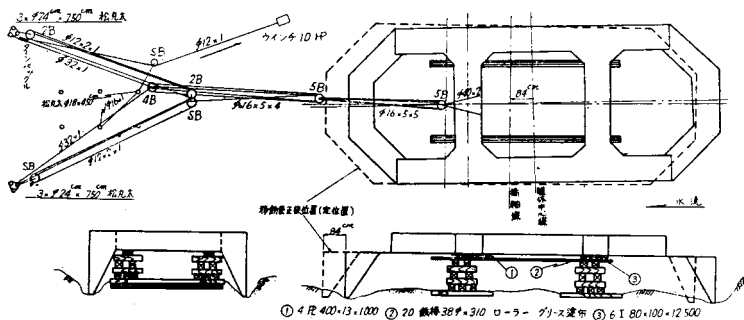


(i) 垂直移動 支承構造は 図-10 のごとくサ

ドルを組んだのであるが 77 t, 65 t の支点反力に耐えさせるために支承面積の拡大を計り許容地耐力 15 t/m² として決定した。ジャッキはサドル及び桁の間に鋼矢板の切断片をはさみ、めり込みや損傷を防ぎ一支点に 100 t と 50 t の油圧式ジャッキを据えた。扛上には 100 t を使用しその扛上寸法 30 cm であるので据換えの間の支承としてかつ扛上の補助として 50 t を使用することとした。下流側刃口下は掘削をして上流側の扛上にもない抵抗を生じないようにした。

かくして準備が完了するや扛上作業を開始したのであるが、初めはロッドは埋戻した軟弱地盤のため地盤のひずみに費やされ、ついで地盤の安定にもない躯体は扛上した。しかるにサドルは平水位以下にあり作業至難なため途中で 2 回埋戻しを行いサドルを上げ、陸上作業でできるようにした。扛上にあつては両ジャッキは一致作業をさせ、4 点支承となるように注意しました作業中刃口各部の異状を見まわつた。

図-11 横移動図



(ii) 横移動 可動設備としては 図-11 に示すごとくサドルの上に I ビーム 3 本をおき、コロとして φ 38 mm の棒鋼を並べ、上下に鋼板を入れたきわめて簡単なものとし、I ビーム、コロは下流側に余裕をとり移動にさしつかえないようにした。牽引設備と

写真-4

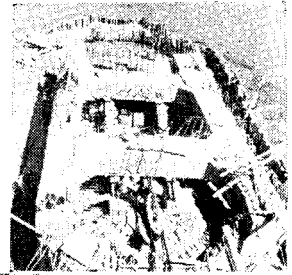
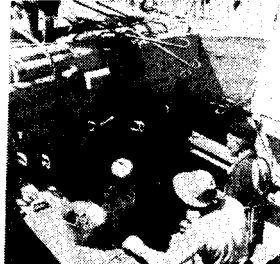


写真-3



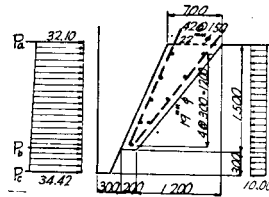
写真-5



しては下流側桁を横荷重にも耐えさせる設計をしてこれに 32 mm ワイヤを用い、桁の中心に巻きつけ 図-11 に示すごとく滑車のワイヤを用い 9 × (4+2) = 54 倍に下げ 10 t ウインチで引張つた。

コロの摩擦係数を 0.1 とし滑車の効率を 0.7 とすれば牽引力は 0.41 t を要する。これに対しウインチの歯車能率を 0.8, 電動機の能率を 0.85 とすれば牽引能力は 1.0 t で十分である。刃口大引用ワイヤの方向は新位置の桁中心点を通るようにして、その調節はアンカーの一端に設けたタンバックルで行つた。牽引にあつては再度刃口部全周にわたり土砂のすき取りをし荷重は自重のみとして牽引したのである

図-12 補強刃口



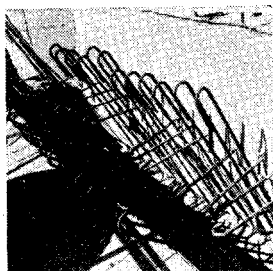
が、ウインチの巻方の不整、ワイヤの伸びの不同、ウインチマンの運転技術等の条件からくる不等速移動、などにもかかわらず牽越及び偏位匡正するための斜移動の加減については予定どおりできた。

6. 刃口補強

移動完了後、下流側サドルは解体したが、上流側サドルは出水を考慮し、そのままとしてセントルの組立をした。破損刃口の亀裂は垂直に入っているのは固定端を有する突桁として作用する部分で、天井のなかつた状態で垂直荷重を受けたためであるから天井と一体にせしめれば強度上は大した心配はないと考えられ、従つて気密という点を重要視した。

断面において内刃口高は掘削の難易、刃口地耐力の及ぼす沈下能力の影響等を考慮して 0.30 m 高め、厚さは旧刃口も当然働らきうるから最小のものとしたのであるが、沈下作業中において他の橋脚となんら差異を認めな

写真-6



かった。

7. 結 言

復旧方法として破壊して新設すれば最も簡単で確実であるが、技術者としてあまりにも稚拙で恥ずべきことと考えあまり例を見ない不安定な構造物の状態をかえりみず敢行したもので、一応成功を収めたものと考えている。

(昭.29.10.25)

水に飽和された土の振動圧力

正 員 工学博士 松 尾 春 雄*
准 員 大 原 資 生**

SEISMIC EARTH PRESSURE DUE TO SATURATED SOILS

(JSCE June 1955)

Dr. Eng., Haruo Matsuo, C.E. Member, Sukeo Ōhara, C.E. Assoc. Member

Synopsis The authors studied seismic earth pressure due to saturated soils on high retaining wall by model test, and discovered the existence of two kinds of water pressures which are produced by pore water of the back fill soil.

The one is the water pressure due to settling down of the back fill soil, and the other is the normal seismic hydraulic pressure.

要旨 岸壁裏込めが水に飽和されている場合についての振動実験を行い、地震時、岸壁背面に振動土圧のほかに裏込め間隙水により生ずる2種の水圧が働らくことを知った。

1. 緒 言

筆者の一人は過去にこの種の実験的研究を行ったが、今度、九大に新しく振動台を設置したので、これを使つて約1年間実験を続けてきたが、ここには飽和砂に関する実験結果を報告する。

2. 実験装置及び土圧計

振動台は 図-1 に示すような 両側よりバネで支えられた倒立振り子型のもので、バネの固定端を前後に移動させて振動周期を変化するようになっている。

土圧計及び土圧測定装置については、 図-2.3 に示してあるが、0.05 mm 厚の 磷青銅膜の土圧によるひずみを、薄膜に接着した抵抗線ひずみ計によつて測定し、その変化の状態は電磁オシログラフに記録される。土圧計の受圧面の径は 3 cm であつて、膜の変位量は直接測定した結果、中心部で 1 g/cm² 当り 5/1 000 ~ 2/1 000 mm であつた。

膜の変位が土圧の測定値に影響を及ぼすことは十分

* 九州大学教授 工学部土木教室
** 九州大学助手 同

図-1 振動台総組立図

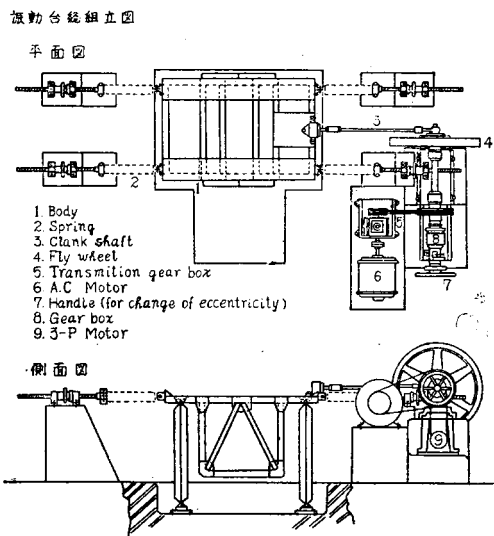
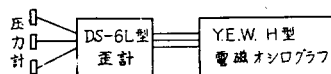


図-2 測定装置系統図



考えなければならぬが、実験当初はこの程度の変位ではわずかの誤差であろうと考えて実験を行った。し