

# 講 演

第 25 卷 第 12 號 昭和 14 年 12 月

## 勝 鬨 橋 に 就 て

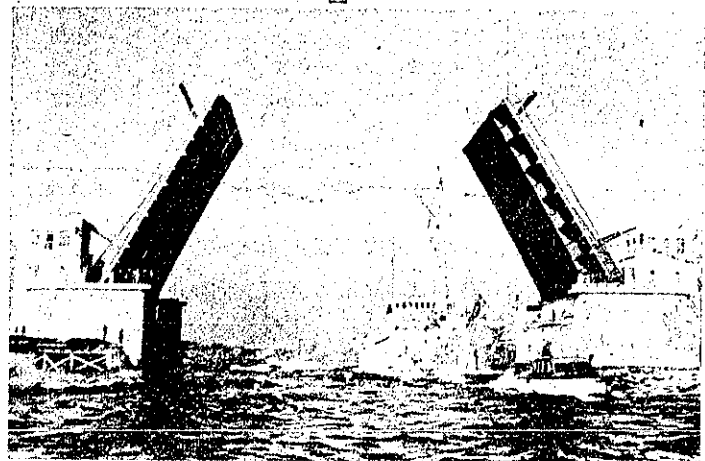
(昭和 14 年 10 月 20 日土木學會創立 25 周年記念講演會に於て)

會 員 安 宅 勝\*

### 1. 概 説

本橋は荒川最下流に位置し京橋區小田原町より同區月島に至り橋長 246 m 有効幅員 23 m とし兩側徑間各 86 m は solid rib tied arch で中央徑間 44 m はシカゴ型 2 葉跳開橋 (simple trunnion double leaf bascule) である (圖-1, 2)。

本橋は東京港修築事業の一部として築港の水陸連絡施設として又月島に通なる埋立地區開發の使命を有する重要橋梁である。總工費は大約 4,000,000 圓にて工事はこれを四期に分ち昭和 8 年 6 月第一期工事を起工して以來現在第四期工事 (築地側々徑間架設及前後道路工事) を實施中で竣工は昭和 14 年度一杯の見込である。中央可動徑間は現在既に運轉中であつて 1 日 5 回の定時運轉をなし毎回運轉時間は 20 分である。運轉時刻は次の如くである。



夏期 (自 4 月 1 日至 9 月 30 日)

午前 5 時 30 分 (入港) 同 8 時 30 分 (出港) 午後 0 時 (入出港)  
午後 3 時 (入港) 午後 6 時 30 分 (出港)

冬期 (自 10 月 1 日至 3 月 31 日)

午前 6 時 30 分 (入港) 同 9 時 30 分 (出港) 午後 0 時 (入出港)  
午後 2 時 (入港) 午後 4 時 30 分 (出港)

simple trunnion bascule 即ち廻轉軸 (trunnion) によつて可動葉を支へ對重によりて自重を balance せしめる型式は跳開橋としては構造最も單純なものでそれだけに運轉機構の簡單な點は大なる利點であるが、缺點としては可動葉を藏する橋脚なり橋臺なりの寸法が大となることである。

本型式の跳開橋は神戸市高松橋に實施されその報告も増田淳氏により本誌第 16 卷 第 5 號に詳細に發表されており又その計算法に就ては可動橋に関する書物に明記してあるから重複を厭ひその記述を省略する。本橋の設計に參照した書籍を蛇足ながら二三掲記すると次の如くである。

1. Hool & Kinn: Long Span and Movable Bridges.

\* 工學士 東京市技師 東京市土木局河川課勤務。

2. Hovey: Movable Bridges 2-vol.
3. Hotopp: Bewegliche Brücken.
4. Hawranek: Bewegliche Brücken.
5. Electrical Equipment on Movable Bridges: Technical Bulletin No. 265 Oct. 1931 U.S. Dept. Agriculture, Washington D. C.

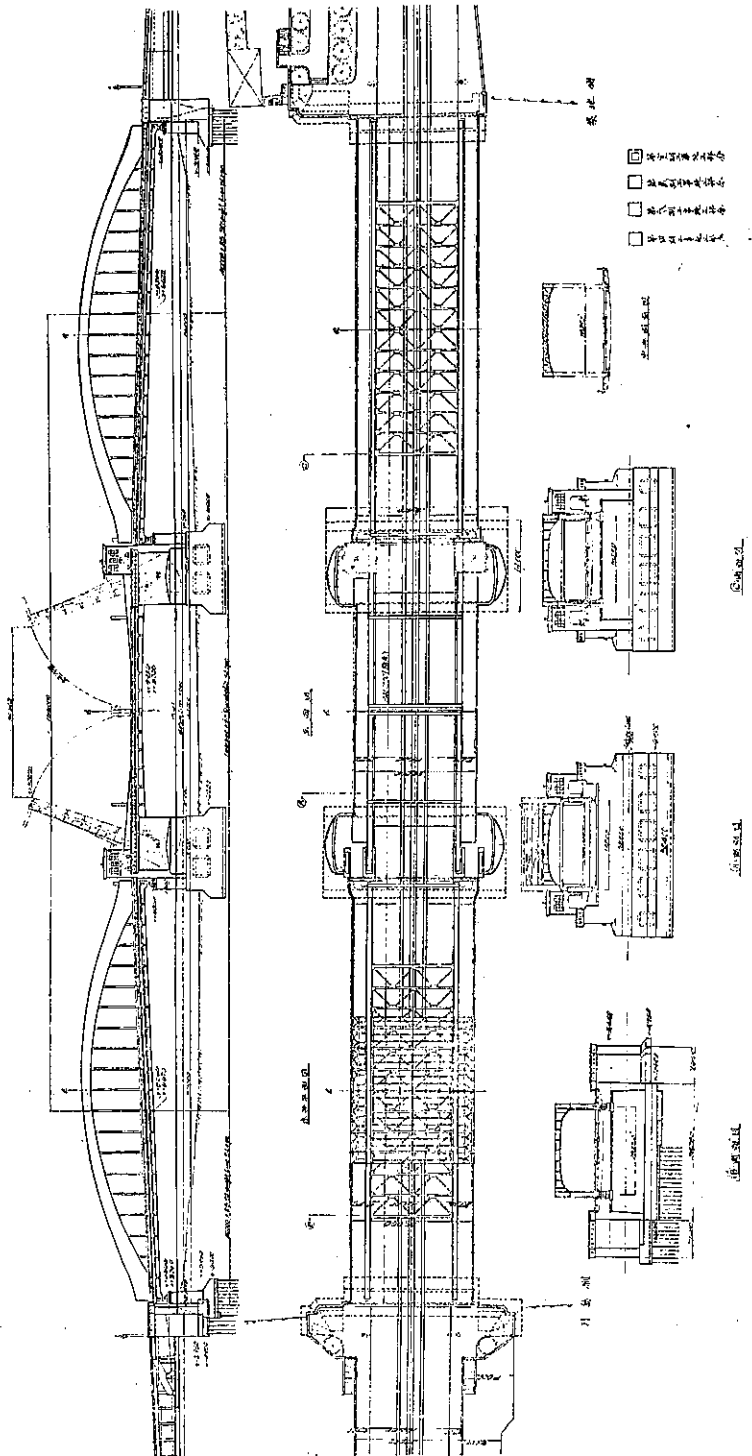
上述せる如く 1 葉 (single leaf) の跳開橋は本邦には本型式のものが神戸、釜山等にあるが 2 葉の跳開橋は本橋を以て嚆矢とする。

### 2. 本橋の特質

可動区間の構造概要は 圖-3, 4 の如くである。主桁は廻轉軸(trunnion)より尖端まで 25.3m を有し心々 18.8m の box girder でその後部は半径 7.2m の扇形をなしこれに重錘桁 (counterweight girder) 及運轉用の rack を取り付けてある。可動葉の鋼材重量は 2 葉にて約 1300ton である。

主桁は 圖-3 に示す如く廻轉軸 (trunnion shaft), 活荷重沓 (live load shoe) shear lock 及 rear lock によりて支持されたる突桁である。滿載荷重が中心の shear lock に對して對照に載荷されたる

圖-3  
主桁



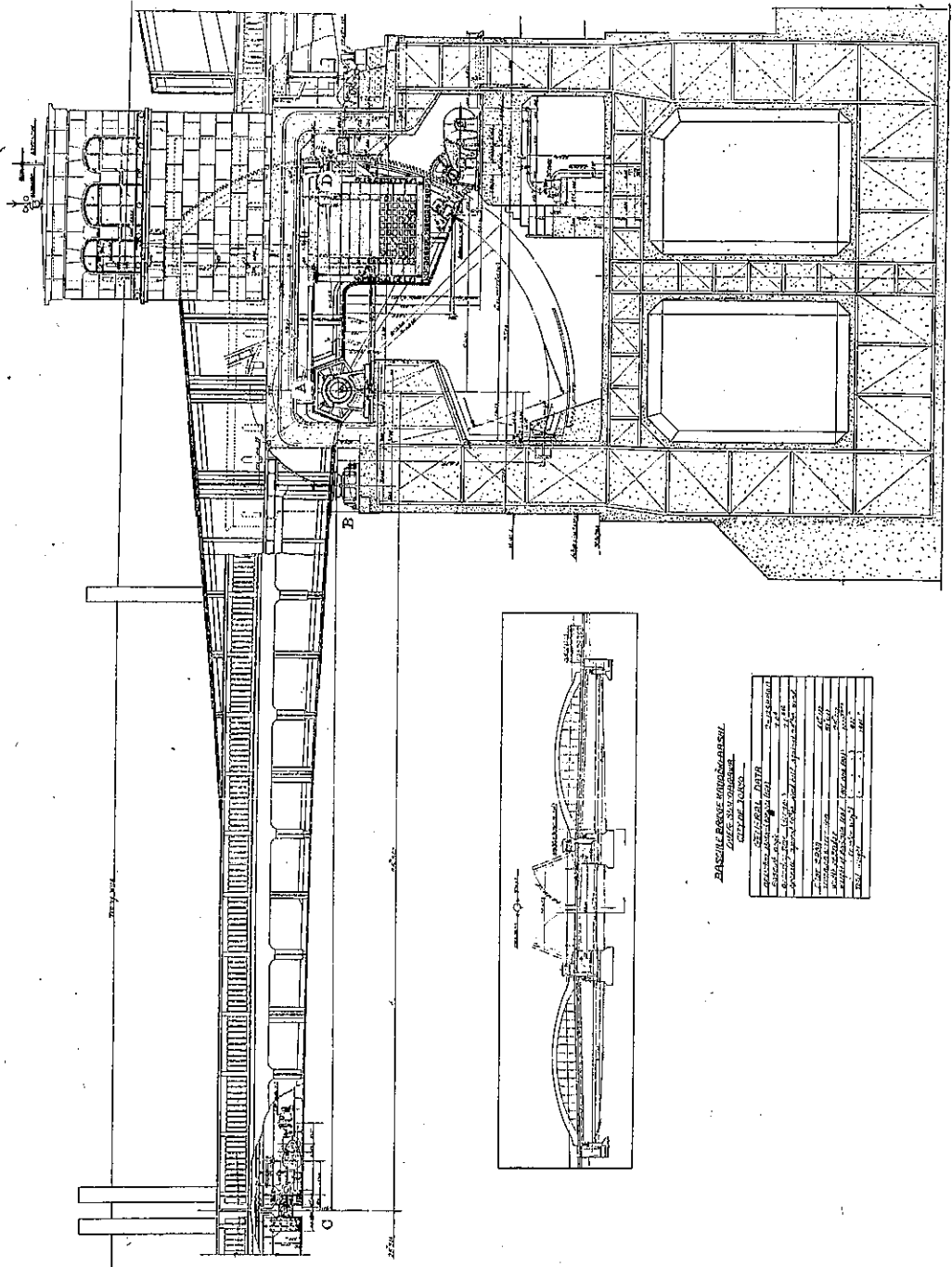


圖-3.

BRIDGE SPECIFICATIONS

BRIDGE SPECIFICATIONS	
BRIDGE NAME	勝岡橋
BRIDGE TYPE	鋼橋
BRIDGE LENGTH	100.00
BRIDGE WIDTH	10.00
BRIDGE HEIGHT	15.00
BRIDGE AREA	1000.00
BRIDGE VOLUME	15000.00
BRIDGE WEIGHT	15000.00
BRIDGE COST	1000000.00
BRIDGE DATE	1910
BRIDGE DRAWN BY	佐藤 清
BRIDGE CHECKED BY	佐藤 清
BRIDGE APPROVED BY	佐藤 清
BRIDGE SCALE	1/100
BRIDGE SHEET NO.	1
BRIDGE SHEET TOTAL	1

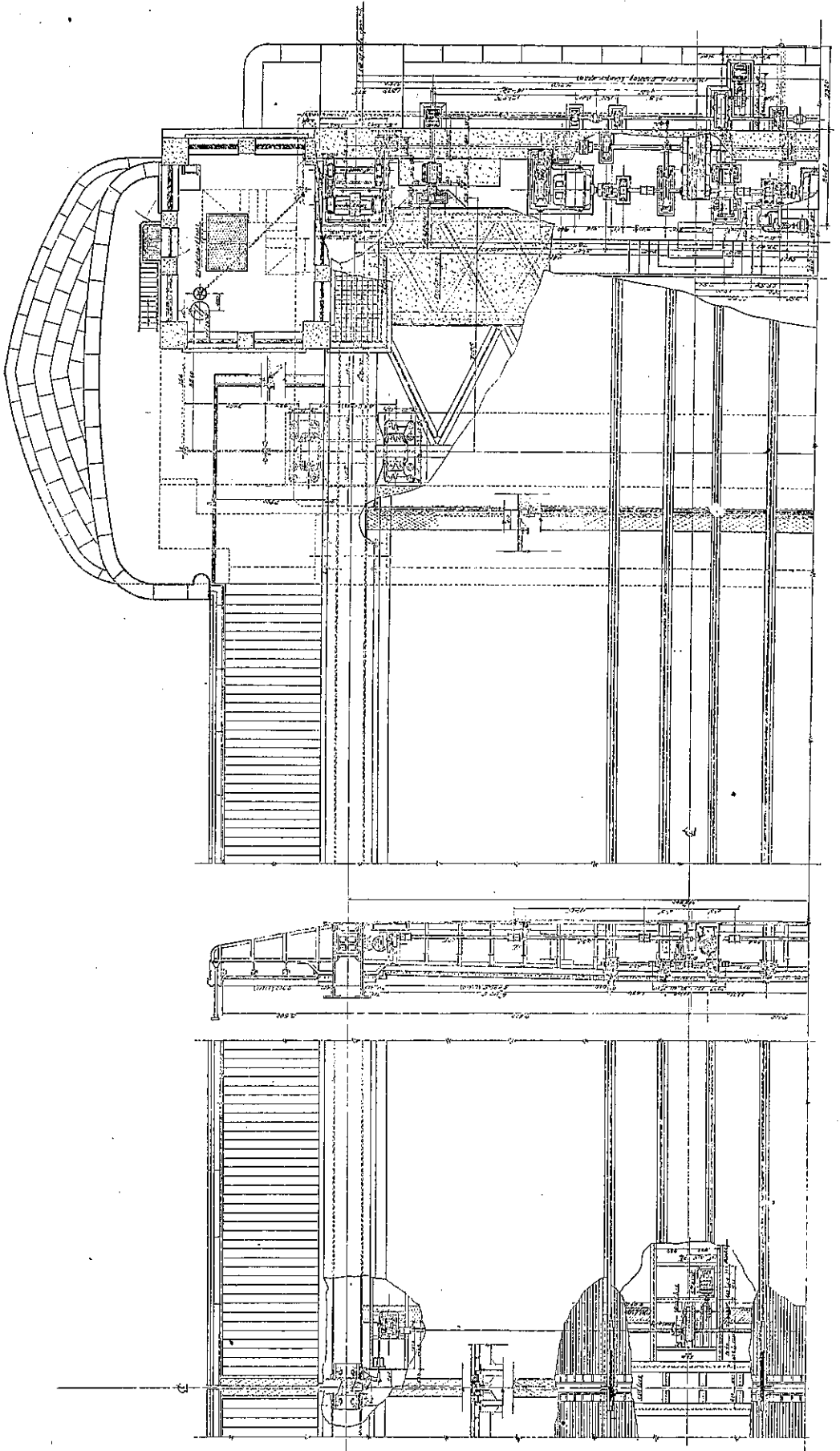
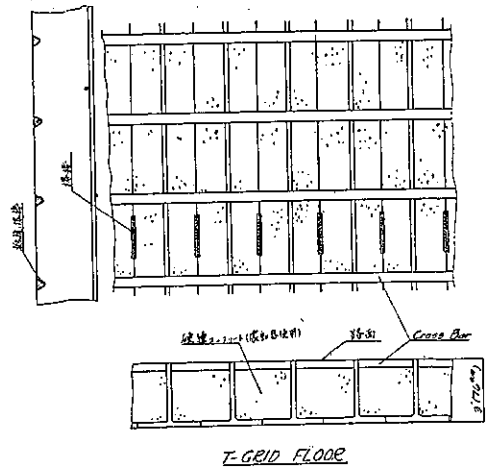


図-4

場合は shear lock には shear が生じないから主桁は突桁として計算し得る譯であるが非對稱荷重の場合は各可動葉の尖端に shear を生ずる結果不靜定構造となる。活荷重に依つて廻轉軸に negative reaction が生ずると trunnion shaft の軸承 (bearing) の構造が困難となるのであるが可動葉の重心は廻轉軸には  $\gamma$ -一致してゐる關係上、本橋に於ては活荷重による negative reaction は死荷重による positive reaction と balance して negative とならず済んだのである。

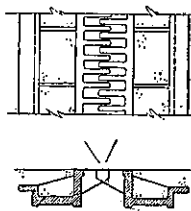
床部は普通敷板張りなのであるが、これでは重荷重に堪えぬ上床部の rigidity が得られるので T-grid と稱する特殊の床を使用した。これは高 2吋 吋乃至 3吋 の T 型鋼を 圖-5 の如く並べこれに横棒を熔融せしめ空所にコンクリートを填充して橋面を形成するもので横棒は路面の磨耗を防ぎ兼ねて應力分布の用をもなすものである。本構造は米國 Truscon 會社の特許品で本邦に於ても實用新案第 18551 號となつてゐる。本橋に使用した分は厚さ 3 吋及 75mm のものである。之は出來上りの重量も 300 kg/m<sup>2</sup> 程度で敷板張りの構造と大差なく然も鋪裝を省き得て厚みを小に出來て好都合である。唯難を云へば填充したコンクリートの強度と鋼材の強度が balance しない點である。コンクリートは固練りを使用し vibrator を以て施工するやう指定してはあるが鋼材をも少し節減する餘地があるやうである。最近は uni-grid と稱する改良型が販賣されて居る模様である。

圖-5.



床切れ目 床切れ目即ち floor break は可動葉の尖端に於けるものは特殊の考慮を有する。即ち路面に間隙を作らぬこと、溫度變化による可動葉の伸縮に應ずる餘裕あること、可動葉がいつれの一方よりも自由に開き得ること等の要件を満足する必要がある。この目的を満足する最も常識的な構造としては 圖-6 の如きものが挙げられる。これは本橋に於て當初設計したものであり、米國等に於ては一般普通の工法であるが内地

圖-6.



に於ては特許に制限されてゐるのは遺憾である。

本橋に採用したる構造は 圖-7 (a), (b) の如きもので芋狀の鑄物 A は B 點を軸とし發條 C によりて D 點に於て他の leaf の同様の鑄物と密着し、溫度變化に應じて板 E の下を、路面に切れ目を生ずることなく伸縮し得。

圖-7 (a).

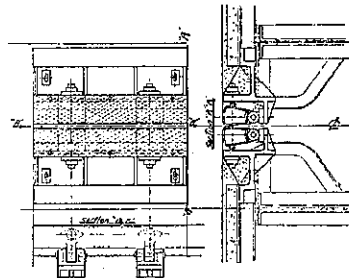


圖-7 (b).

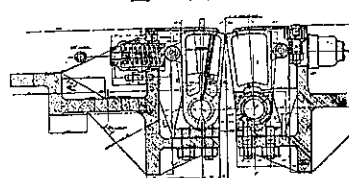
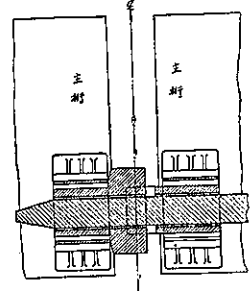
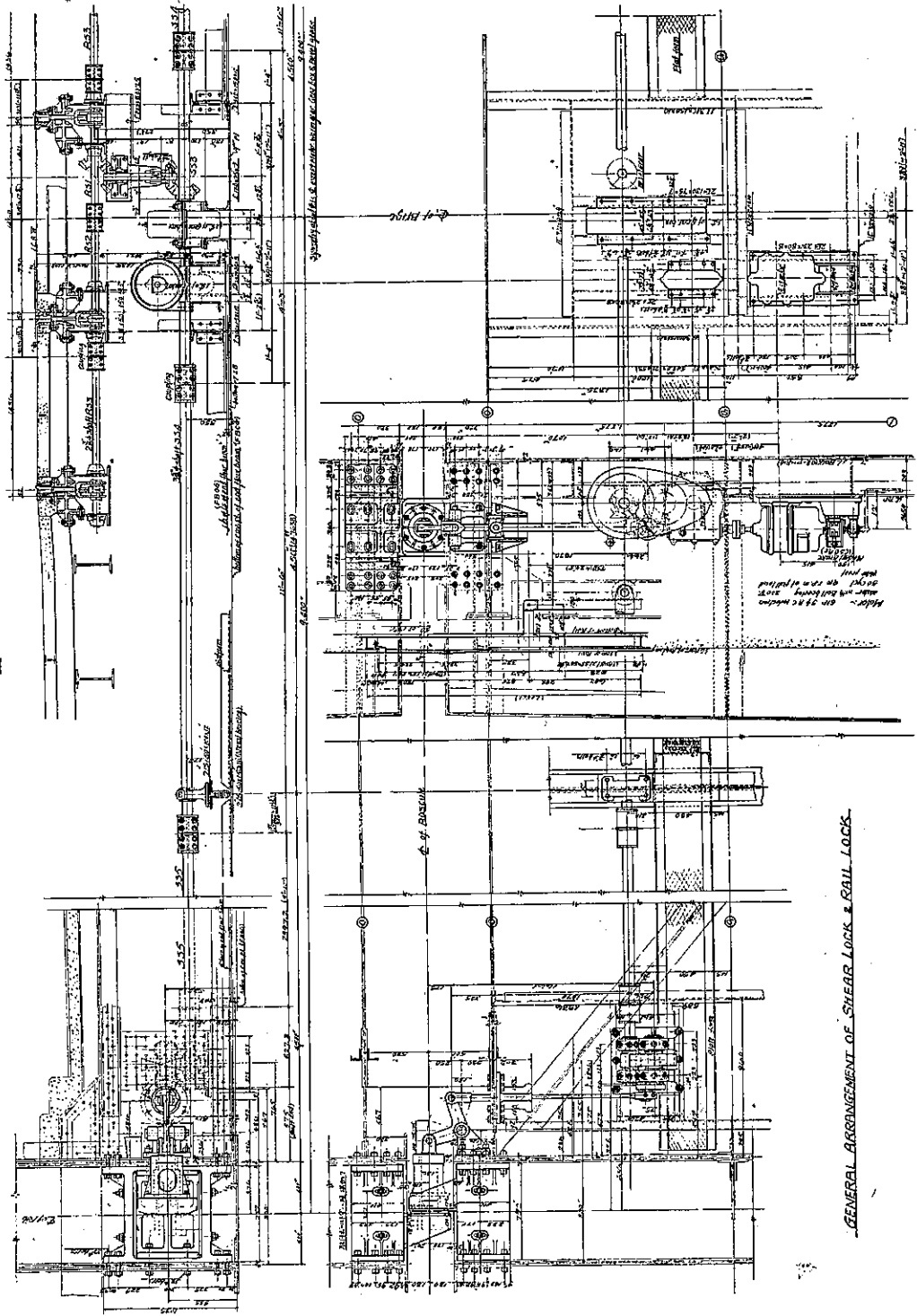


圖-8.



shear lock shear lock の目的は不平均の荷重により可動葉の尖端に於て路面が喰ひ違ふのを防ぐために設けるもので従來の設計に於ては橋梁

圖-9.



GENERAL ARRANGEMENT OF SHEAR LOCKS & RAIL LOCKS

の縦の方向に主桁をその先端に於て連結する圖-8の如きものが用ひられて居た。これは主桁の撓みにつれて lock pin も曲げられてこゝに無理を生ずるから餘り好しい構造ではない。本橋に於てはこれを改造し lock pin を主桁に直角に挿入し shear lock の部に於て主桁先端の連結を hinge 状となすやうに工夫した(圖-9 参照)。

圖中左下は plan, 右下は側面圖である。これは瀧尾技師の考案になるものである。

茲に特許に就て一言して置くことも可動橋の設計に關する注意としては決して無駄ではないと思ふ。米國に於ける可動橋の特許は現在殆ど時効によりて無効なる由であるが内地には意外なる特許が存在して可動橋設計の障害となる場合があるから注意を要する。上述の瀧尾氏の特許の如きは單にこの種の考案が特許に障げられて使用困難となるのを防止せんとする趣意に他ならぬのである。

可動橋の現存特許として注意すべきは 2 葉跳開橋に於て一つの leaf を他の leaf に無關係に上げうる爲 shear lock 又は floor break に施す detail に關するもので相當に廣範圍のものである。

**重心調整** 可動葉の重心調整には特に意を用ひた。重心位置を廻轉軸に略々一致せしむることは運轉の正整を期する上に於て極めて重要であることは論を俟たない。又廻轉軸の摩擦係數を測定することも必要である。從來の施工に於ては計算の結果に基いて重心位置を定め其の後の調整は主として運轉動力の消費量からその重心位置の變移を推定したに過ぎない状態であつたが、本橋に於ては橋體の引き揚げ降しを行ひ張力計及壓力計を用ひて重心位置の確保に勉めた。

この計畫の詳細に就ては拙稿本誌第 23 卷第 10 號「跳開橋の重心調整に就て」を参照され度し。可動葉構成部材、就中コンクリートはその重量を豫定重量と一致せしむる必要があるので鐵材、木材等は大小となく總て計量しその重量を報告せしめた。コンクリートは出來上りの重量を指定し施工中時々重量試験を行ひ、水量、骨材等は一々計量して使用する方針を取つた。又重錘(counterweight) 構成材中銑鐵塊及鉛塊はすべて重量を指定して注文した。設計當初の豫定重量と實測重量との比較は次の如くである。

可動葉 (1 葉) 總重量	豫定値*	978.152 t	實測値	981.575 t
重錘重量	豫定値*	969.308 t	實測値	971.002 t

重錘は一葉に付き 971 t でこれは廻轉軸後方の主桁扇形部分に於て設けた重錘桁中に收納する。重錘はパンチ屑コンクリート、銑鐵塊及鉛塊である。

パンチ屑コンクリートは實験値によれば

1 立米の重量 5477 kg で 1 立米當りの所要材料は

パンチ屑 (徑 24 mm 70%, 徑 22 mm 30%)	4581.6 kg
砂	372.4 "
セメント	360.5 "
水	162.3 "
計	5476.8 kg

重心調整は次の如く實施した。即ち重心調整用の特殊の鋼製槽を作りこれを可動葉の先端に取り付け winch によつて捲き揚げ降しを行ひ wire に取り付けた動力計(capacity 5000 kg) のものにより張力を測定し揚げ降しの張力が一定値即ち廻轉軸の摩擦による値のみを示すやうになるまで重心を調整するのである。張力測定用の動力計は能力が小であるからいきなり試験をしたのでは動力計を破損する恐れがあるから、強め壓力計(寫眞)を主桁架設用の足場上に備へ付けて壓力を測定しこの値が零に近くなつた所で引張り試験を實施したのである。壓

\* 築地側 leaf の値なり

图-10

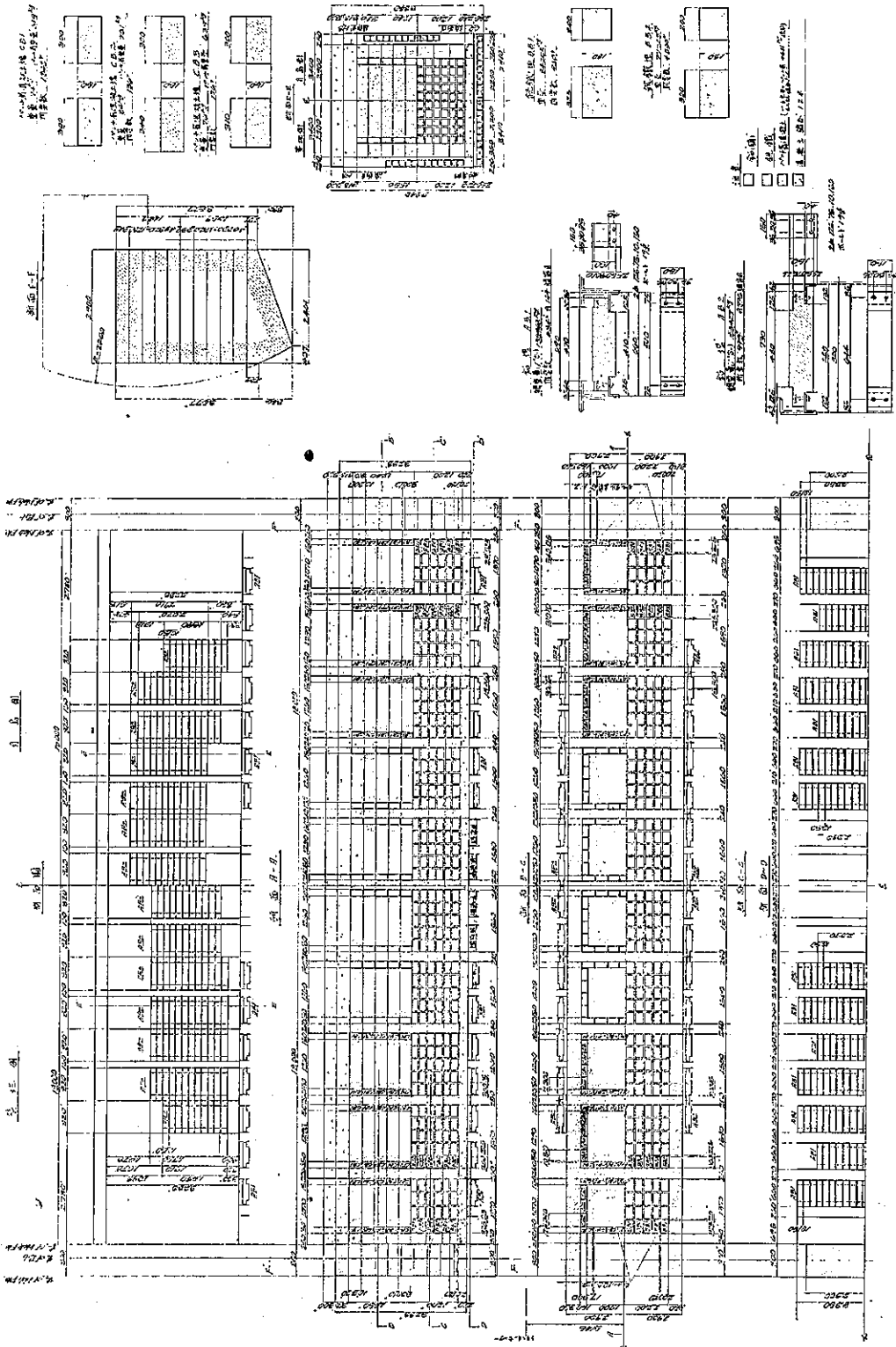




圖-11.

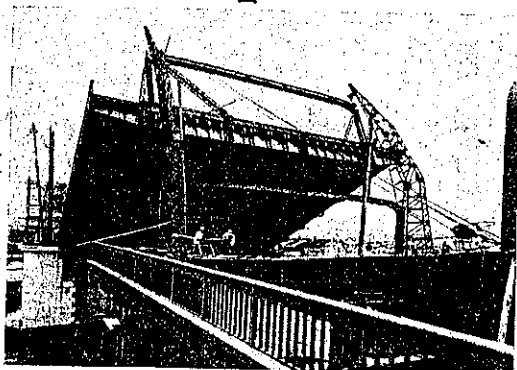


圖-12.

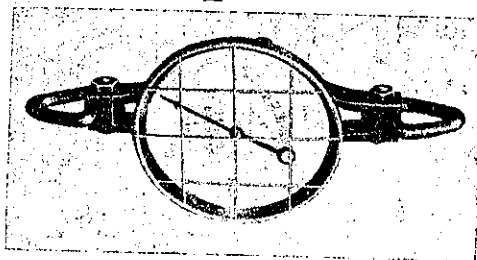
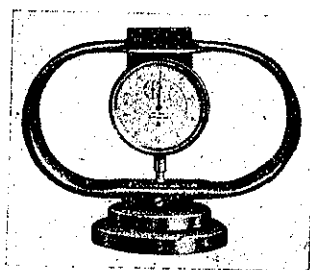


圖-13.



力計の能力は 20 000 kg のものを使用した。可動葉の尖端即ち廻轉軸より 25.8 m の距離にて引き揚げ降しをなすに要する引張り力は一葉に對し start の際 2500 kg running friction として 1 700 kg を得た。この場合に gear は driving pinnion を除き他は全部外してあつた。

これを廻轉軸の摩擦係數  $f$  に換算すると

starting friction  $f=0.12$       running friction  $f=0.08$

となる。所が運轉用の gear を全部嚙ませてモーター軸を連結して揚げ降しを行ふと引張力が俄然増大し motor 2 基の内 1 基のみを連結したときに start の引張力は 5 900~6 300 kg に達し 2 基を連結したときには 9 000 kg に達しても動かず試験機の能力が一杯になつて試験を中止した。

これに依つて見るに風壓を受けぬ場合に可動葉を運轉する動力を計算するに普通は單に廻轉軸の摩擦のみを考慮して馬力の計算をして居る様であるが、gear の馴染具合、特にモーター及 gear の慣性が無視出来ないことが判る。即ちモーター軸で 500 廻轉のものを gear で落して最後の可動葉の rack に於ては僅かに毎分 1/6 廻轉にするのであるから廻轉軸の廻りの慣性モーメントに可動葉の各構成部分を換算して見ると次の如くなる。

1-leaf	13 944 000 kgm <sup>2</sup>
4 th gear	44 000 "
3rd gear	105 200 "
2nd gear	812 000 "
1st gear	2 250 000 "
2-motors and mag. brakes	39 400 000 "
1-hand brake	24 200 000 "
1-thruster brake	
total	80 754 000 kgm <sup>2</sup>

即ち慣性の主要部分を示めるものは可動葉のみでなく、可動葉は mass は大であるが速度小なる故、慣性的には餘り大なる役割をなして居らぬことが判る。

運轉設備 運轉設備\* は各葉の總重量 1 950 ton (重錘重量 950 t を含む) を廻轉軸承 2 基にて支持せしめ 50 kg/m<sup>2</sup> の風壓に抗して 1 分 10 秒にて橋體を 70° まで開き猶 75 kg/m<sup>2</sup> の風壓に對して橋體を安全に支持し得る構造である。

運轉動力としてはディーゼル機關を用ひて自家發電式に行ふ方法も當初考慮したのであるが結局電力の供給を

受けて運轉する方法を取つた。電流を交流にするか直流にするかに就ては種々議論のある所であるが結局直流の方が速度の正密なる調整をなすに有利であるといふことになりこれを使用した。

機械設備としては各橋脚内に直流電動機 125 HP 各 2 臺を備へ、電動機の廻轉數は毎分 500 にてこれを 5 段に減速\* し終局の廻轉比は 1 : 2350 となつてゐる。

制動装置としては各葉毎に magnetic brake 2 基, thruster brake 1 基 hand brake 1 基を備へ電流が切れたときは自働的に操作する方式となつてゐる。

附屬設備としては shear lock 運轉設備 (7.5 HP 誘動電動機使用) 及 rear lock 運轉設備 (7.5 HP 誘動電動機使用) air buffer 等を備へてゐる。air buffer は 1 葉に 2 組を備へ開橋及閉橋の際の衝撃を緩和する作用をなすのである。猶別に橋脚内部の雨水又は滲透水を排除するために 3 HP 誘動電動機に直結した渦巻ポンプを設置した。

電氣設備としては電源は市電氣局より交流 3300 V 3 相 3 線式を 2 系統より受電し萬一 1 系統が停電したときは自働的に切り換へ得るやうになつてゐる。受電電力は最大 400 kW である。

動力設備としては築地側橋臺地に變電所を設け茲に高壓 3 相交流誘動電動機に直結せる直流發電機 2 組を設置する。直流發電機は 470 V 容量 250 kW である。發電した電流は水底ケーブルによつて各橋脚の機械室に配給する。

運轉方法はワードレオナード式と稱し發電機の電壓を加減して加速又は減速をなすと共に橋の兩葉の傾角を自働的に略々同一に保持せしむる装置を有してゐる。速度調整のため發電機の勵磁電流を加減するために發電機に附屬して速度調整用電動發動機 (7.5 HP 5 kW) を備へてある。

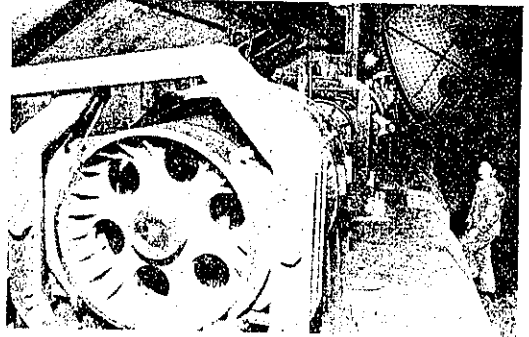
直流主電動機の起動は諸準備完了の上、開橋又は閉橋の引鉤を引くと發電機界磁制御用電動機が起動し發電機電壓は上昇し、かくて直流電動機は起動し發動機界磁制御器は所定の位置に至り停止し直流電動機は常速に入り各葉が所定の角度に至るに及び自働的に減速するやう限動開閉器が操作し再び發電機界磁制御器により發電機電壓は下降し直流電動機は減速し、或る一定の遲速度にて進行して停止する。

之等の操作は信號燈其の他すべて押鉤の操作で一定の順序を踏み自働的に行はれるが又手動操作も出来るやうになつてゐる。

設置せる主要電動機類の數及規格は次の如くである。

- |                |            |
|----------------|------------|
| 1) 跳開橋閉閉用直流電動機 | 各橋脚に 2 基   |
| 型 式            | 全密閉式防滴型    |
| 勵磁方式           | 他勵磁分捲補極線輪付 |
| 定 格            | 30 分       |
| 電 壓            | 440 V      |
| 廻 轉 數          | 500 毎分     |

圖-14.



\* 詳細は 動力 第 12 卷 1 號 飯村三六 勝岡橋可動橋電氣設備に就て } 參照  
 オーム 昭和 13 年 3 月 同 上 同 上

## 2) 變電所内 電動發動機 2 組

## (イ) 直流發電機 1 組の組成は

型 式 開放型

勵磁方式 他勵磁分捲式補極並に補償線輪付

容 量 250 kW

定 格 30 分

電 壓 470 V

廻 轉 數 950 毎分

## (ロ) 直流勵磁機

型 式 開放型自勵磁複捲式

定 格 30 分

容 量 25kW

廻 轉 數 950 毎分

電 壓 230 V

## (ハ) 高壓三相交流誘動電動機

型 式 開放捲線廻轉子型

容 量 400 HP

電 壓 3300 V

定 格 30 分

廻 轉 數 1000 毎分