

彙 報

第 21 卷 第 1 號 昭和 10 年 1 月

佐賀線筑後川橋梁可動装置の設計に就て

坂 本 種 芳*

1. 概 説

筑後川可動橋は、昇程の高い點乃至昇降速度の大なることに於て、本邦第一のものとなる許りで無く、河底の地質が軟弱なため、可動装置に特殊の装置が用ひられて居る。

2. 設計及び製作

橋梁部分及び信號装置の設計は、鐵道省の官房研究所第四科及び第五科に於て、可動装置は同工作局機械課に於て夫々分擔したもので、製作は、横河橋梁製作所大阪工場に於て一括請負ひ、そのうち機械部分を大阪安治川鐵工所に、電氣部分を東京明電舎に依託製作せしめた。

3. 可動橋の機能

可動桁支間	24 m
可動桁重量（枕木及び軌條を含む）	48 ton
昇降距離	23 m
昇降速度（高速）	毎分 20 m
（低速）	“ 4 m
昇降に要する時間	各 1.2 分
固定操作（ロッキング）に要する時間	6 秒
電動機（桁昇降用）	10 馬力 2 臺
（固定用）	3 馬力 1 臺

4. 桁可動装置

大體の構造は、第 1 圖及び第 2 圖に示す様に、昇開徑間の兩側に水面上高さ約 35 m の鐵塔を樹て、其の一方に捲揚装置を設け、之から鋼索を導いて可動桁に連ねて昇降せしめるものである。

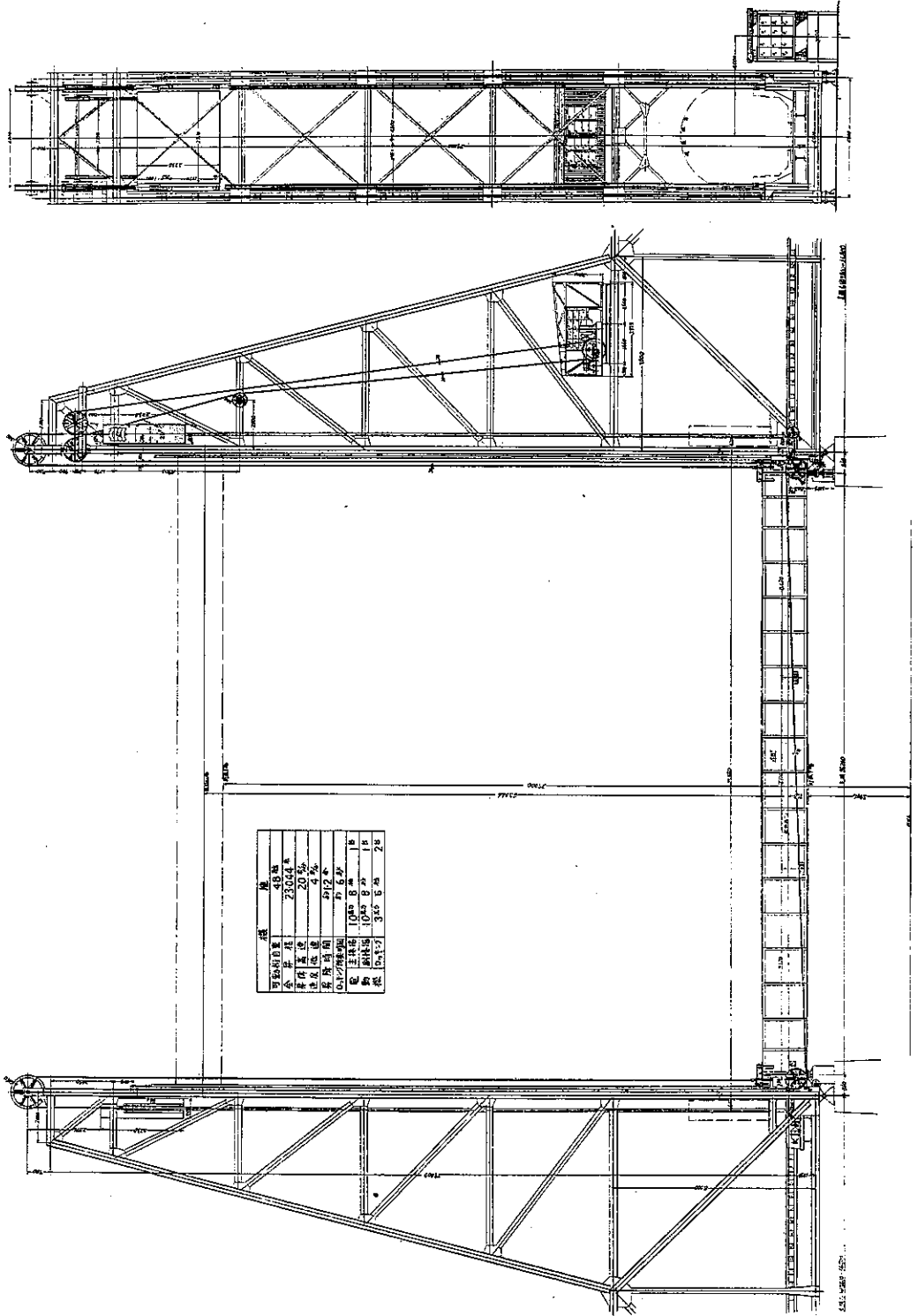
次に、左右の塔の内側に、各 20 ton のコンクリート製平衡重を設け、塔上部の滑車を涉つて各單獨に鋼索を以て夫々可動桁の兩側に連結して桁の大部分の重量を釣合はせる外、更に捲揚機側の平衡重の上位に 8 ton の鑄鐵製副平衡重を置き、捲揚機のドラムに連結するもので、斯くして可動桁は、直接及び間接に完全に平衡の状態に置かれる。

捲揚索は、前述の通り、可動桁の一端を吊るものであるから、桁を常に水平の状態に保たしめるために別に平衡索なるものが用ひられる。これは、捲揚機側鐵塔の基礎上から垂直に導いて桁の兩端に裝置された滑車を經て反對側の鐵塔の上部に固定される。この平衡索の長さは一定不變であるから、最初の取付方さへ宜しければ、桁は常に水平の状態を保つて上下される譯である。

此の片側捲揚式は、本橋の設計に當つて考案されたものであるが、平衡索は、桁の外側に各 2 本宛單獨に置か

* 鐵道技手 鐵道省工作局機械課勤務

第 1 圖 昇開橋動カ装置一般圖

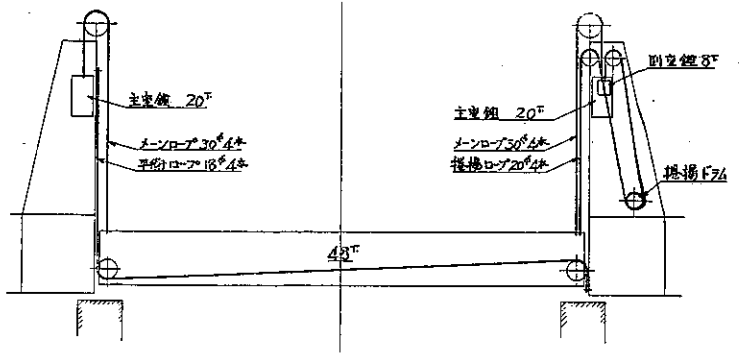


れ、其の負擔する荷重は、可動桁と主平衡重との差即ち 8 ton の 1/2 であるから、各條當り 1 ton である。この荷重は、索の破斷力の約 1/17 に當り、而もこれは、起動及び停止の瞬間を除いては殆ど變化を受けないものであるから、其の延伸率は極めて僅少で、桁は昇降に際して常に水平の形を失することは無い。

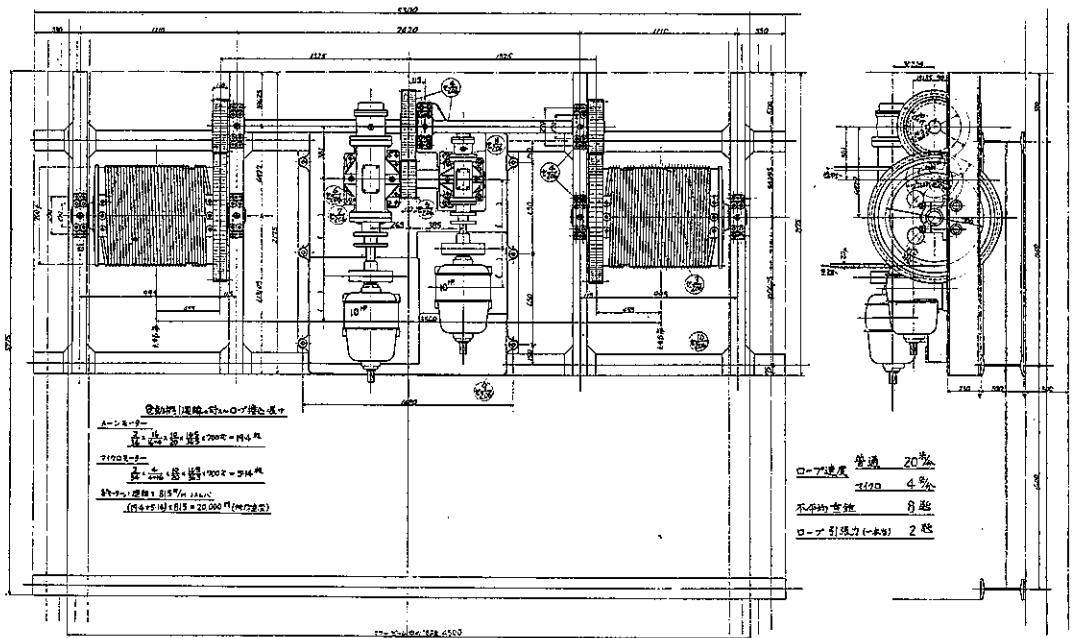
次に、昇降距離は、今日迄に類を見ない程大きいものであるから、随つて昇降速度も非常に速いことが要求され、毎分 21m である。この速度は、通常鐵道停車場などで手小荷物の運搬に用ひられるエレベーターの速度に匹敵するものであるが、エレベーターは、總て捲揚機の制動機に依つて徐々に停止するものであるから、停止の際に可動部の受ける衝撃は極めて僅少で問題にならないのであるが、可動橋の場合は、必ず橋臺にあたつて停止するものであるから、この速度は、橋の上下用としては非常に大きいものである。

それで斯様な高速度のまま、直接橋臺上に衝てることは到底出來得ない。仍て、捲揚機は特殊の構造とし、2個の電動機を使用して高低 2 様の速度を出さしめる所謂マイクロドライブ式を採用したものである（第 3 圖参照）。

第 2 圖 ロープ・ダイアグラム



第 3 圖 捲揚機組立圖

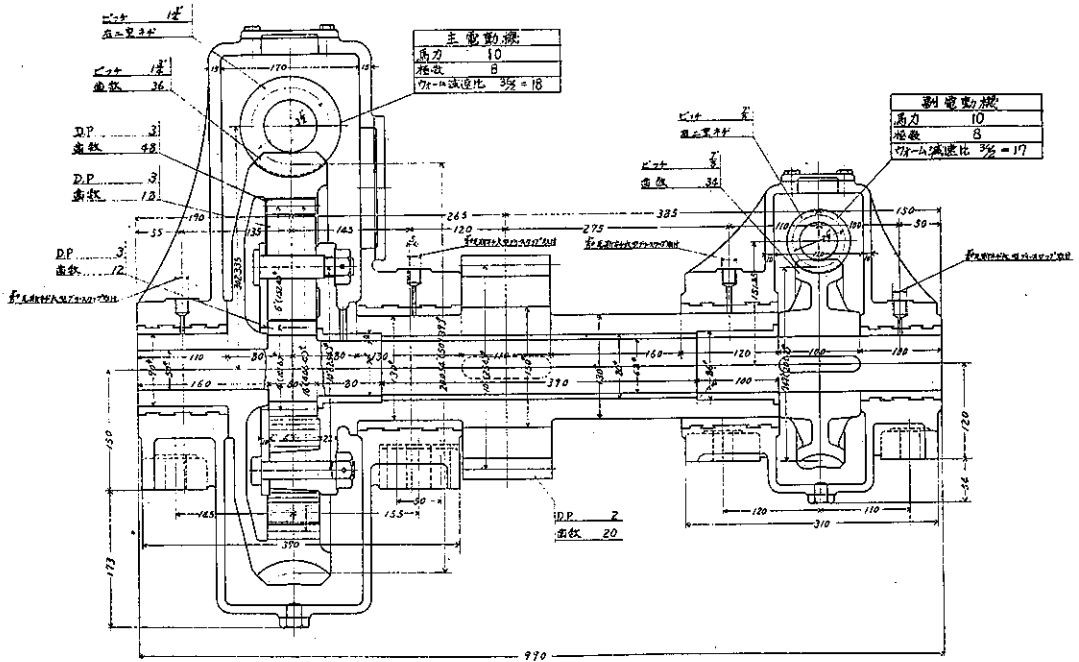


斯くて、可動桁の昇降程の大部分は 2 個の電動機を並行運轉して最大速度を以て之を驅動し、唯桁が下降して橋臺に接觸する直前に於てのみ自動的に一方の電動機を停止し、之と關聯して作用する電磁制動機に依つて徐々に桁の速度を低下して全速の 1/5 即ち毎分 4m の速度を以て靜かに橋臺上に載る様に計畫したものである。

凡て可動物體が、他のものに接觸してその運動を停止する場合に生ずる衝撃は、可動體の有する速度の 2 乗に比例するものであるから、此の場合も、速度を 1/5 にすることに依つて衝撃を 1/25 に緩和することが出来る。

猶ほ、可動桁が橋臺上に接觸すると同時に、正確に捲揚機を停止することは甚だ困難であるから、接觸後も其の儘捲揚機の運動を少しく繼續して、捲揚用ロープが常に十分に弛んだ處で停止する様にしてある。この場合は、捲揚機は單獨に不平衡荷重 8 ton を巻き揚げるのであるが、速度が全速の 1/5 であるから、消費動力は僅少で、10 馬力で充分である、(第 4 圖はマイクロ・ドライブ・ギヤの縦断面圖である)。

第 4 圖 減速齒車裝置断面圖



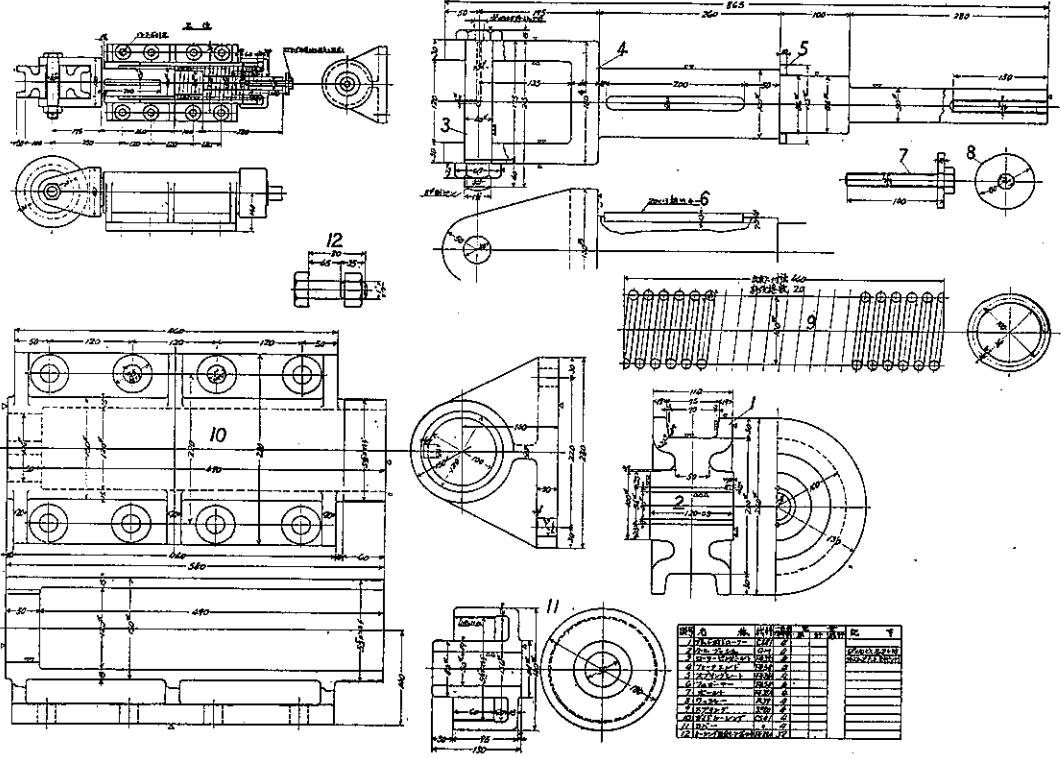
次に可動桁の上下用ガイドであるが、本橋は昇程が非常に高いから、將來基礎の一方沈下に依る鐵塔の傾斜に備へるために、特に鐵塔のガイド・レールに案内されるローラーは特別の構造としてある。即ち第 5 圖に示す様に、内部に發條を箆挿して之を自由に伸縮せしめ、上下の位置に於て約 300 mm の差に對して其の儘支障なく昇降せしめ得るものであり、其の取付ボルトを締め替へることに依つて更に大なる變化にも應ずることが出来る仕組である。

猶ほ、可動桁が下降して停止位置前 1m の處で、別に設けてある精密なガイド・レールに依つて前後左右共正しく調へられて橋臺上に載る様になつて居る。

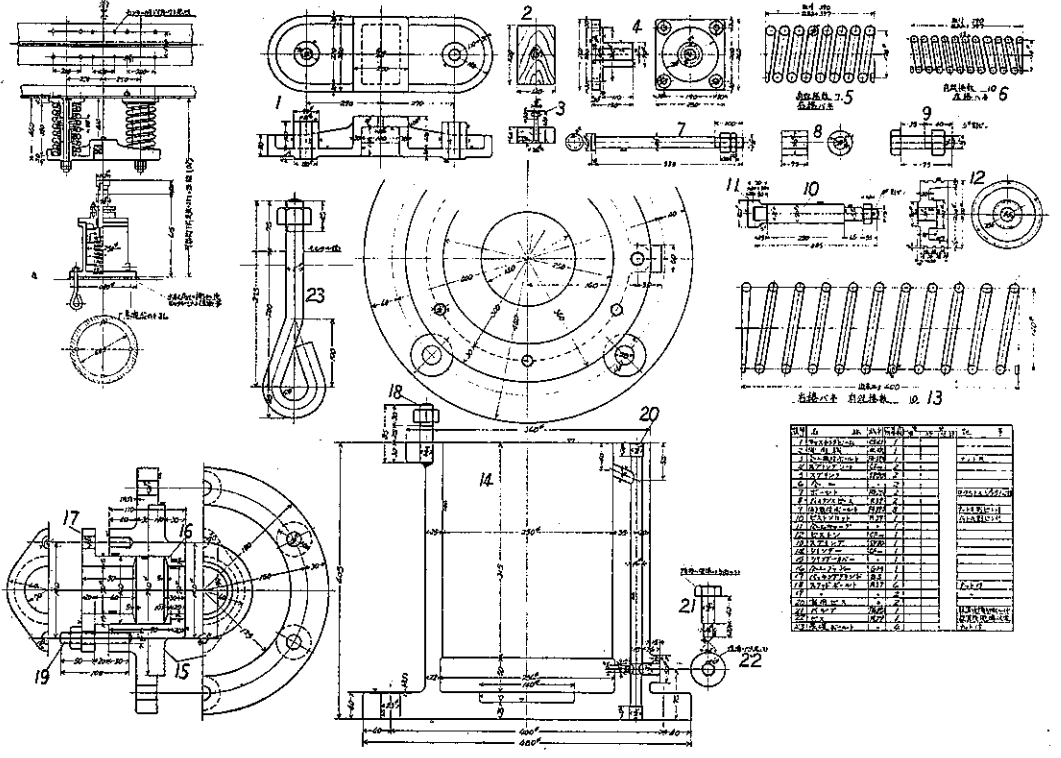
次に、電氣的自動制御設備故障のため、可動桁が高速の儘橋臺に衝きあたる場合の衝撃を緩和するため、第 6 圖の様な強力の發條と、油入緩衝器とを組合せて萬全を期してある。

猶ほ、本橋に於ては、幸ひ電力の配給宜敷きを得て年中無休なるを以て、別にガソリン・エンジン等の補助動力

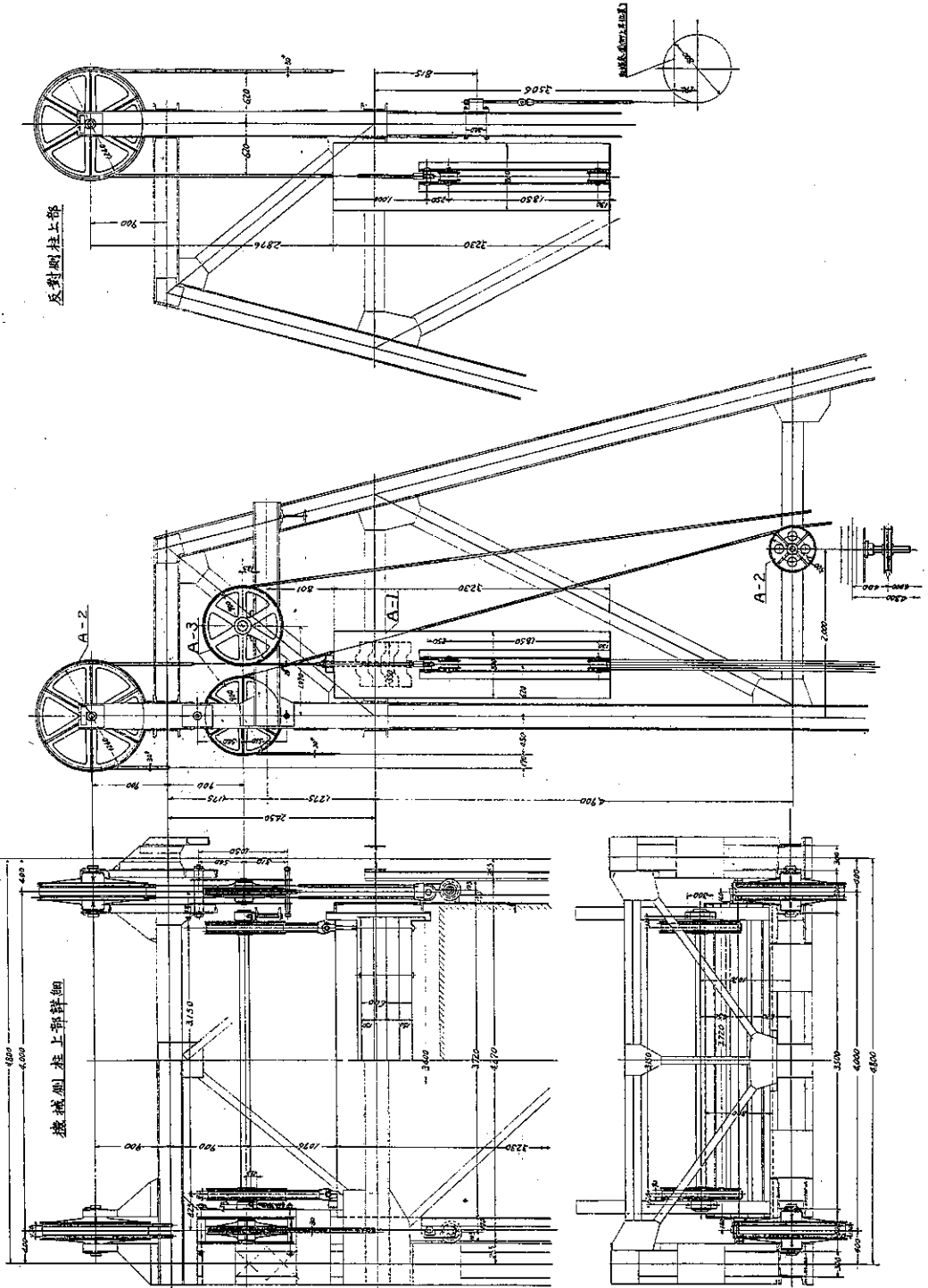
第 5 圖 橋桁昇降ガイド・ローラー



第 6 圖 バッパ用ダッシュ・ポット装置



第 7 圖 々々上部詳細圖



設備を置かない代り、各電動機の軸に隨時手廻し用ハンドルを笹装して、人力に依つて桁の運轉及び固定装置の動作を爲さしめる様になつて居る。

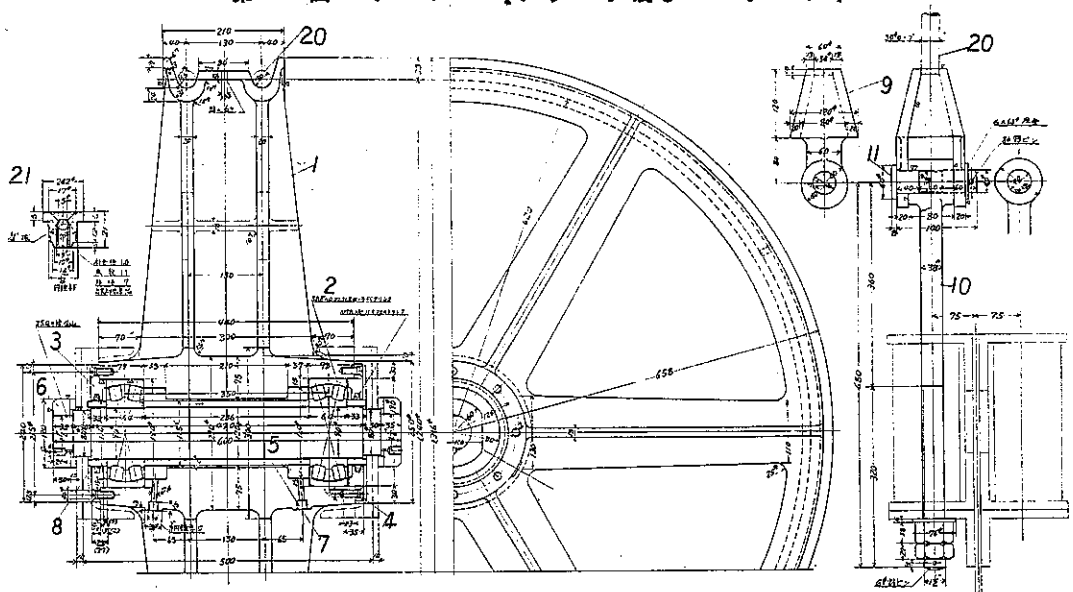
本装置には、前述の通り、多數の鋼索を使用して居るが、此の鋼索は、用途に依つて夫々其の構成及び安全率が一樣でない。即ち主鋼索は可動桁の重量の大部分を支持せしめるもので、最も大きな荷重を受けるものであるが、之はかなり大輪の車輪にかゝり、而も單に 180° 彎曲されるものであるから、19 本線 6 つ撚りと云ふ比較的素線の太いものが使用されてある。この破斷力に對する安全率は約 10 である。次に捲揚索及び平衡索は、37 本線 6 つ撚りと云ふ比較的柔軟なものを使用し、その安全率は前者に於て約 11、後者に於て約 17 と撰定してある。

凡て鋼索は、數十本の針金を撚り合せて構成したものであるから、撚りの締め切りまでは荷重に依つて相當の伸びを生ずることは免れない。仍て、各索の固定端には夫々スクリューによる緊縮装置を設けて調整に便利にしてある。本装置に於ても、組立後 2, 3 日の間は相當の伸びを生じたけれども、それを經過した後は各列とも落付いて、桁の昇降に際して良く水平の状態を保持し、水準器に表はれる程度の傾斜は認められない様である。

本装置に使用した鋼索は、總て素線の表面に亜鉛鍍金を施したものであるから、腐蝕に對する抵抗力も相當にあることと思はれる。

本可動橋は、規模が甚だ大なる上に、河中に在つて足場の悪いことは免れないものであるから、各滑車等の廻轉部分には出来る丈ボール・ベアリングを装置して、日常の點檢及び注油の手數をはぶく様に設計してある（第 7, 8 圖參照）。

第 8 圖 メーン・ロープ・シーブ及びロープ・エンド

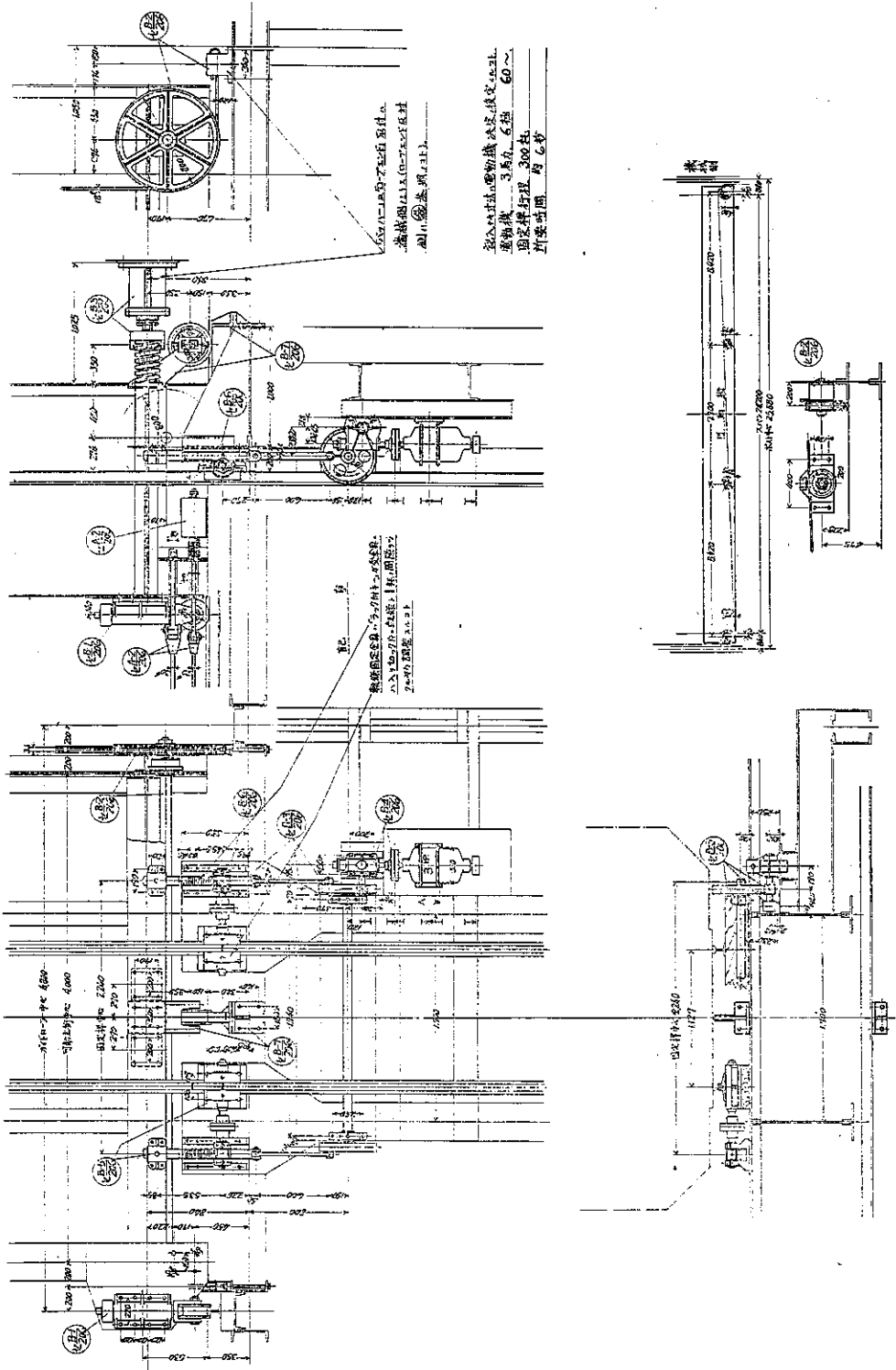


5. 桁固定装置

之は 1 個の電動機に依つて可動桁のロッキングと軌條のロッキングとを同時に行はしめるもので、この點從來のものとは變りはないが、桁固定用のコッターの動作及び軌條固定の方法は勿論、設備全體として全然從來のものとは其の趣を異にしてゐる。

即ちアバット上に装置した電動機から、ウォーム・ギヤに依つて廻轉を落し更に一段のスパー・ギヤを経て 2 個

第 9 圖 ロッキング及タワナー下部詳細圖



のクランクを廻轉せしめる。このクランク1/2廻轉の動作に依つて桁固定用のコッターが出入するもので、コッターの先端は可動桁に取付けられた鑄鋼製の金物に嵌入して桁の固定を爲さしめると同時に、同じコッターの上面に刻まれたラックに依つて之に直角に装置されたピニオンを廻轉し、其の軸のスクリューの力によつて軌條を左右から締め付けるものである（第9圖参照）。

この様に、コッターの動作にクランクを使用したことは、自動開閉器故障のために、電動機が所定の廻轉を超へても停止しなかつた場合に、再びコッターを戻すものであるから各部に無理を生ずることを避けることが出来る。又、軌條を左右から徐々に押し扱んで之を把握する方法は、在來の長手の方向に添軌條を滑らせるものに比して、適かに動作に無理が無く、且つ列車に制動をかけた場合に、車輪のトレッドと添軌條面との間の摩擦力のために之が脱落する様な危険もなく甚だ安全である。

6. 保安及び信號装置

本可動橋の各動作には種々の保安及び信號装置が用ひられてある。

先づ桁の昇降及び固定装置の開閉の動作に對しては、總て自動的に電路の開閉及びインター・ロックが行はれ、運轉手の過失に依る運轉事故を防止する仕組である。即ち

イ. 可動桁の昇降に對して、高低速の切換、上下兩極端の停止乃至固定装置開閉の動作の極限停止は總て自動的である。殊に可動桁の上下動に對しては、兩極端に夫々2重の極限開閉器を設けて萬全を期してある。

ロ. 固定装置が完全に緩解せられなければ、桁の昇降用電動機の回路が通じないから絶対に桁の昇降は出来ない。

ハ. 桁は下部定位に於て、完全に4隅共橋臺上に静止しなければ固定装置の電動機の電路は出来ない。

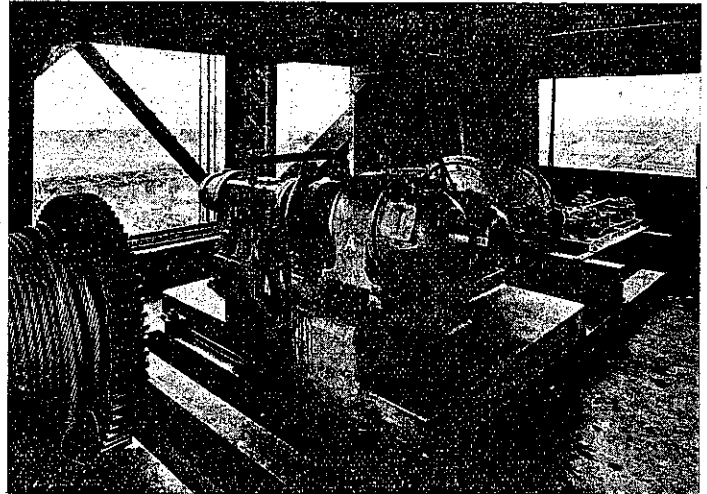
又、列車及び航行の船舶に對しては、

イ. 可動橋を距て、相隣接する筑後大川驛及び諸富驛には、通票閉塞器を設備し、兩驛間は通票閉塞式で運轉する。

ロ. 可動橋は、その前後に掩護信號機を設け、必要に應じて遠方信號機をも設備する。

ハ. 前記通票閉塞器の廻路は、運轉室の信號挺子を通過せしめて、挺子の動作及び可動桁へ固定装置の開閉と關聯せしめる。

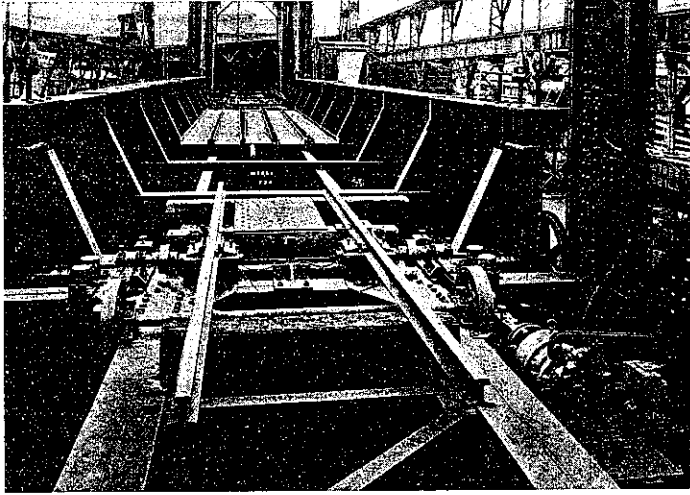
第10圖 捲揚機（右端は各極限開閉器）



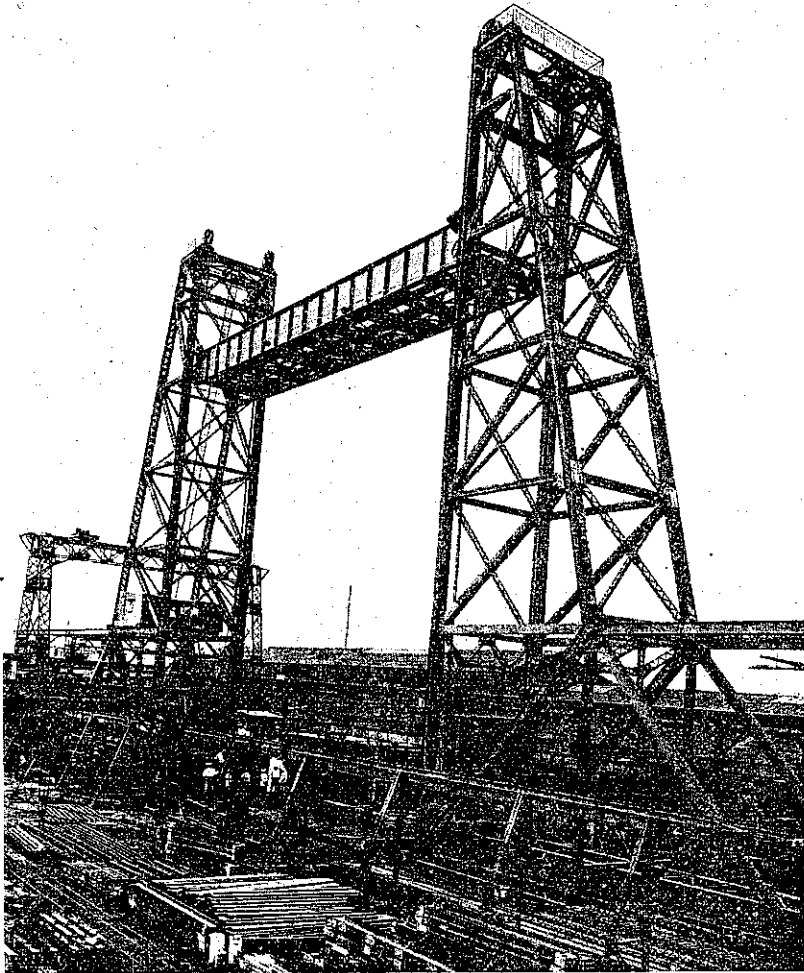
第11圖 運轉室



第 12 圖 固定装置 (固定装置が緩開して桁が上昇せんとする状態)



第 13 圖 可動桁試運轉狀況



ニ 可動橋には、船舶に對して通行の可否を表示するため、河流の兩方面に對して緑赤 2 色の信號燈を設け、桁の位置と前記信號挺子の動作に俟つて之を點滅せしめる。

ホ 可動桁の開閉に際し、通行船舶の注意を喚起するため、電氣サイレンを設備して、信號挺子に依つて之を制御せしめる。

7. 工場試運轉

本可動橋は前述の通り、大阪に於て製作したものであるが、何分本邦に於て最初の試みでもあり、且つ相當大規模なものである上に、之を設備すべき場所は大河の中央に位するを以て、現場に於て組立上の綿密な工作並に運轉の調整は至難であるとの見地から、豫め製作工場の構内に於て假試運轉を施行したものである。

即ち可動部一式を組立て、信號關係を除く各種の試運轉を、總て實際に即して施行し、分解の際に各部に合印を附し、且つその際廣く現場關係の意見を徴して不備の點を完全に加工修正して發送した。

幸ひ、大阪に於ける電力の周波數及び電壓は、現場の夫れと合致するを以て、下記々録は現場に於ける實際の場合と大差ないものと思はれる。(第 10, 11, 12 及 13 圖參照)

工場内試運轉記錄

昭和 9 年 9 月 11 日、横河橋梁製作所大阪工場構内に於て、

可動桁昇開に要する時間	1 分 6 秒 (但し昇程 22.15 m)
" 下降 "	1 分 12 秒 (")
固定裝置開閉に要する時間	各 6 秒

桁下降の場合は、最後にマイクロ動作を爲さしめるため上昇の場合よりも長時間を要する。又昇程が規定より若干少いのは、主鋼索の取付が長過ぎたためで、之は現場組立の際に短縮する筈である。

可動桁動作に對する電動機の電流	上昇 43~39 A (2×31.7 A)
	下降 45~40 A (")
固定裝置動作に對する電動機の電流	9 A (9.72 A)

但し括弧内は受持電動機の全負荷電流である。

手動運轉、但し上昇のみ試す。人夫は 4 人交替。

全昇程上昇に要する時間	26 分 15 秒
-------------	-----------

丸子橋鐵部工事報告

准 員 工 學 士 綾 龜 一*

1. 總 說

東京府及び神奈川縣の境界を流れてゐる多摩川の下流には道路橋として一號國道即ち京濱國道の横切る六郷橋(大正 14 年竣功、神奈川縣施工)あるのみである。その上流にある二子橋(大正 14 年竣功、東京府施工)の間實に 12 km の間は道路橋は一つとしてなかつた。それ故京濱間の自動車交通は唯一の六郷橋に依つてゐたが、近

* 道路技手 東京府土木部橋梁課