(c) 非常の天候不良以外には施工し得らる。

(d) 各種鋪裝の修繕には尤も迅速になすことが出來る。

(e) 均一に分布し得らる。

これに反して主なる欠點は、市場に於ける各種多樣の性質を有する乳劑のあること、即ち製法によりピチユーメンの量、含水量或は分解の遲速等があつて、使用に際しては特に充分なる調査を必要とする。又霜害を受け易いことであるこれがために華度四十度以下の溫度に於ては絕對に施工してはいけない。

かゝる特點があるため、歐米各國にては近時非常なる硏究が積まれ、漸次良質のものを產出せられ六十パーセント以上のビチユーメンを含むものも容易に製造しつゝある。從つてその應用も廣くなり、從來の熱式に依る表面處理又は瀝青マカダムは乳劑のため、浸蝕せられつゝある狀況である。（未完）

鋼橋の發達〔完〕

青木楠男

長徑間橋時代

長徑間橋、長徑間橋と徒らに徑間の長大をのみ競ふかの如く見えたこの十餘年間の橋梁發達も、今日では鋼の強度と其

の價格とによつて其の行平をはゞまれ、徑間長は大體その極限まで進んだものと考へられる。從つて鋼の强度と其の價格に一大變化起のらざる限り、この數年間に現はれた各種橋型に於ける長徑間橋を著しく超す樣な大橋梁は、當分計畫されないであらうと思はれる。これには勿論今日世界を風靡してをる經濟不況も、かなりの影響をもつものである事は當然である。

然らば今日の鋼橋の徑間長と、鋼の强度に對し經濟上許さるべき最大徑間長との間に、どの程度の相異があるかを比較して見たいと思ふ。

經濟最大徑間に對しては Waddell 氏の研究を再錄して見る。

橋種 鋼の强度	單構橋	控架橋	吊橋
普通中鋼	300米(980呎)	500米(1,640呎)	700米(2,300呎)
彈性限度25%增の場合	400米(1,300呎)	600米(1,970呎)	850米(2,790呎)
50%增の場合	500米(1,640呎)	700米(2,300呎)	1,000米(3,230呎)
75%增の場合	600米(1,970呎)	800米(2,620呎)	1,200米(3,940呎)
Cable 使用の場合			1,520米(4,920呎)

然らば、これに對し既設著名橋梁の徑間長がどんな割合を示してをるか、下表はこれを明かならしめんがために作つたものである。表は橋種によつて區分し、單構橋は徑間 500 呎以上、控架橋 800 呎以上、拱橋 600 呎以上、吊橋 1,500 呎以上のものを掲げた、作表に當つての調査が充分精確であるとは斷言できない。從つて書き洩し、或は誤謬のあることを免

れないと思ふこの點讀者の御叱正を願ひたい。

世界長徑間橋一覽表

橋型橋名	國名	橋種	年代	徑間長(呎)	鋼材重量(噸)	摘要
單構橋						
Municipal	米	鐵公	1,911	6 8	4,100	
Rheinbrücke (Ruhrort)	獨	鐵	1,912	610	8,904*	*全橋長の重量
Metropolis	米	鐵	1,915	120	3,408	
〃	〃	〃	〃	552	1,910	
Quebec	カナダ	〃	1,916	640	4,960	
Alaska	米	〃	1,921	504	1,610	
Tanana	〃	〃	1,922	700	2,120	
Louisville	〃	〃	1,929	547		Ohio Crossing of Big Four
連續構橋						
Lachine	米		1,888	269,480 408,269		1912年に單構橋に架換
Sciotoville	〃	鐵	1,917	775,775	12,054	Ohio河
Allegheny River	〃		1,918	272,520,347		Pittsburg附近
Hudson Bay	〃	鐵	1,918	300,400,300		Nelson河

C. N. O. Ry	〃	〃	1,922	300,300,516		Cincinati
Ohio River	〃	〃	1,929	450,675,450		〃
控　架　橋						
Forth	英	鐵	1,890	1,710		
Monangahela	米	鐵	1,903	812		
Queensboro	〃	鐵公	1,908	984		
Memphis	〃	鐵	1,915	790		
New Quebec	カナダ	鐵	1,916	1,800		
Carquinez	米	公	1,927	2@1,100		
Lousville Muni.	〃	公	1,929	800		
拱　橋						
Niagara Clifton	米	公電	1,898	840	1,620	
Bonn	獨	公	1,899	616	1,760	Rhein
Viaur	佛	鐵	1,902	722		
Kaiserbrücke	獨	〃	1,904	667		Rhein
Alexandvowsk	露	〃	1,908	670		
Hellgate	米	鐵步	1,916	977	16,260	
Kronpriny Wilhelm	獨	鐵	1,918	617		Rhein

Niagara Gorge	米	鐵	1,923	640	5,225	
Dusseldorf Neuss	獨	公	1,927	673		Rhein
Kill van Kull	米	公電	工事中	1,675*	15,300	*1652
Sydney	濠	〃	〃	1,670		
吊　　橋（Cable）						
Brooklyn	米	公電	1,883	1,595	10,644*	全橋長　3,455呎分
Williamsburg	〃	〃	1,903	1,600	19,550*	〃　2,792 〃
Manhattan	〃	〃	1,905	1,470	27,309*	〃　2,920 〃
Bear Mountain	〃	公	1,924	1,632	7,362*	〃　2,472 〃
Delaware	〃	公電	1,926	1,750	27,330*	〃　3,183 〃
Ambassader	〃	公	1,928	1,850		Detroid
Hudson	〃		工事中	3,500	87,300	
Liberty	〃		計畫	4,500		
吊　　橋（眼鉀）						
Elizabeth	匈		1,903	951		
Florianopolis	ブラジル	公	1,924	1,141		

單構橋では 1916 年架設の Ohio 河との Metropolis 橋が 720 呎の長徑間で世界第一位を保持してをる、ニッケル鋼を其の眼鉀に用ひてをることは前述の通りである。彈性限度 70% 增の材料を使用した點から考へて、上記の經濟的最大徑

間長に比して遙かに遠いものであるが、他の橋型と比較するときあまりにして長徑間は經濟的でないことゝなるから、この理由で單構橋の徑間長も、これ以上著しく增加するものとは考へられない。

連續構桁 としては 1917 年の Ohio 河上の Sciotoville 橋が二徑間各 775 呎で、今日まで Record を保つてをる。

控架橋 1889 年中鋼時代の初期に出來た二徑間各 1,700 呎の Forth Bridge が、1916 年まで約 30 年間世界の第一位を占めてをつた、其の見苦しいまでに Gigantic な姿は重苦しい壓迫を見る者に與へないでは置かないものがある、この橋について特筆すべきことは、風壓問題の喧しくなつた時代の產物として 50 % の風壓が一帶に働くものと考へられてある。この橋の設計が英國風に非常に大まかに行はれ、各部に充分の餘裕ある斷面の用ひられてをつたことは、今日この橋の長壽であることの一大理由となつてをる。

この巨橋を凌駕する超巨橋として、今日までナンバーワンたる位置を確保してをるものが 1917 年再度の苦い失敗の後に完成された New Quebec 橋である、ニツケル鋼が多量に使用せられたことは前述の如くである。

この大橋梁の架設に當つて起つた二大事故、これは橋梁技術史上に特筆せらるべき事件で、筆者がこゝに喋々すべくあまりに有名であるかもしれない。

抑も最初の災厄は Cantilever Arm の抗壓材の挫折による墜落であつた、其の原因は抗壓材の綾構の不充分に存してをつたもので、この苦い經驗が其の後抗壓材の設計法に一大改革をもたらしたことは衆知の事柄である。

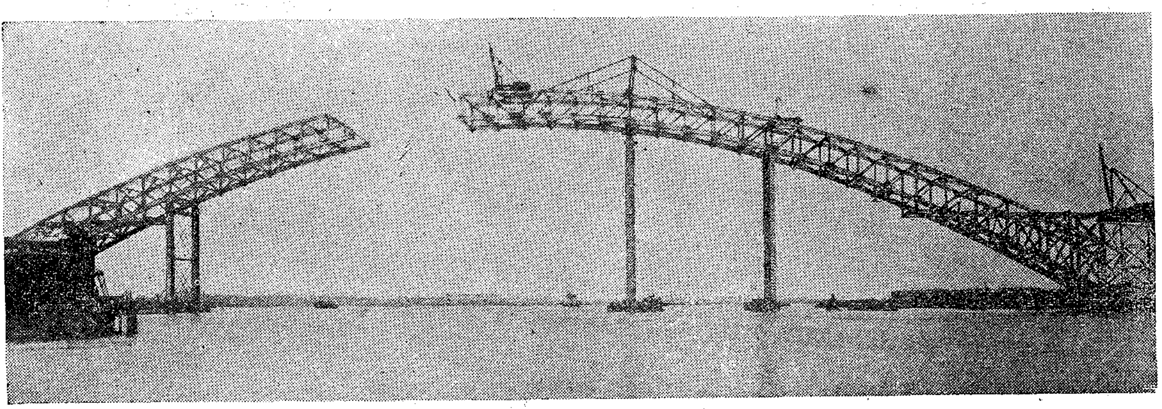
こゝにあわれを止むるものは當時この工事の Chief Engineer として、又世界橋梁技術界の第一人者として名聲嘖々たりし Theodor Cooper 氏が、事故の責任者として其の位置を却き、まもなく新 Quebec 橋の完成をも見ずして失意の中に世

を去られたことである。

再度の失敗は中央徑間の吊上げの際の事故で、吊上げ裝置の不完全から、一吊手に偏荷重をうけさしたことが、遂に吊上げ中の中央徑間を墜落せしむるの原因となつた。

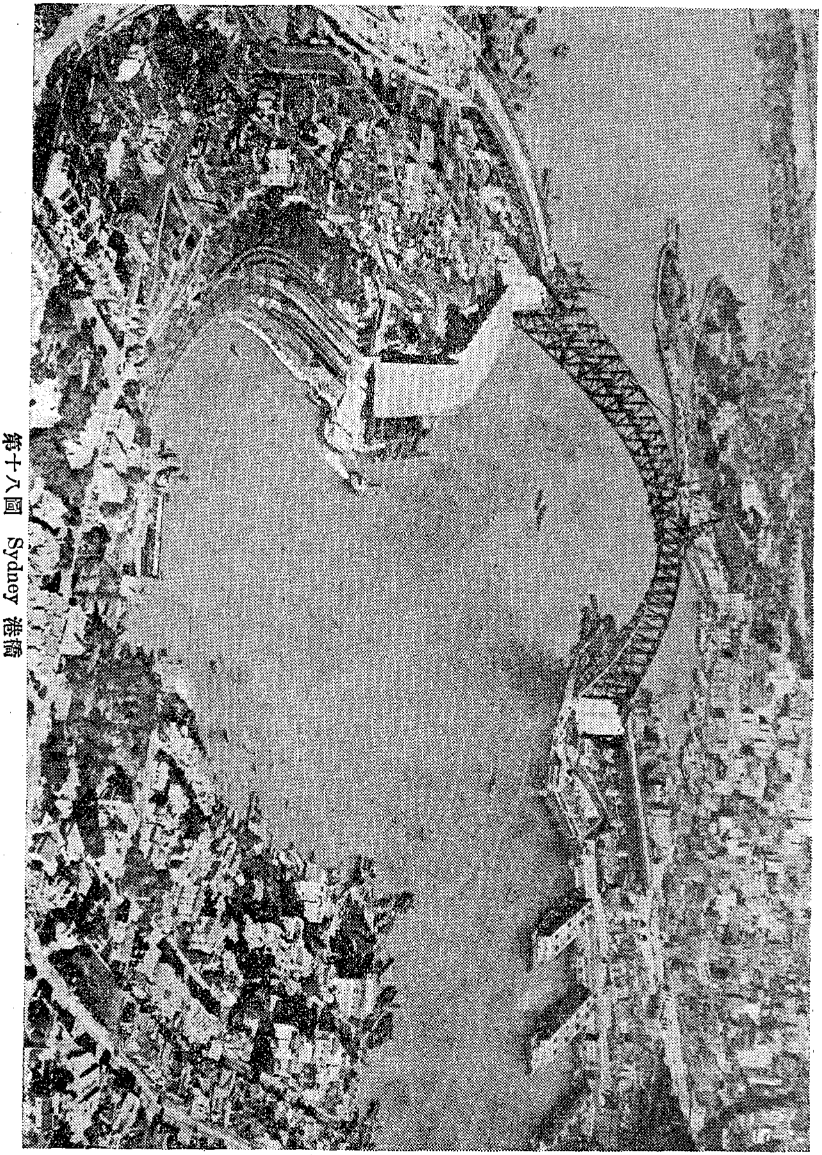
これ等の失敗に屈せざりし不撓の努力は 1917 年に至つて遂に 1,800 呎の大控架橋を完成したのである。

この徑間長は上記の Waddel 氏の經濟的最大徑間長に比するに、もしニッケル鋼の價格が低下し、彈性限度 70 %增の鋼材が自由に使用出來るに至ればともかく、今日シルコン鋼の强度即ち彈性限度 50 %增程度の鋼を用ひるものとするならば、1,800呎の徑間は相當に極限位に近いものと云はねばならぬ、殊にこれ以上の徑間に對しては、其の剛性を充分保ちうるであらう。吊橋が經濟上から見ての競爭者たるの位置にたつに於てをやである。



第十七圖 Kill VAN KULL 拱橋

このほか



第十八圖　Sydney 港橋

拱架橋には徑間長は小さいが技術上から見て見逃し得ない一橋梁がある。これは1927年San Fransisco附近に架設されたCarquinez橋である。二徑間各1,100呎で本邦橋梁以外で

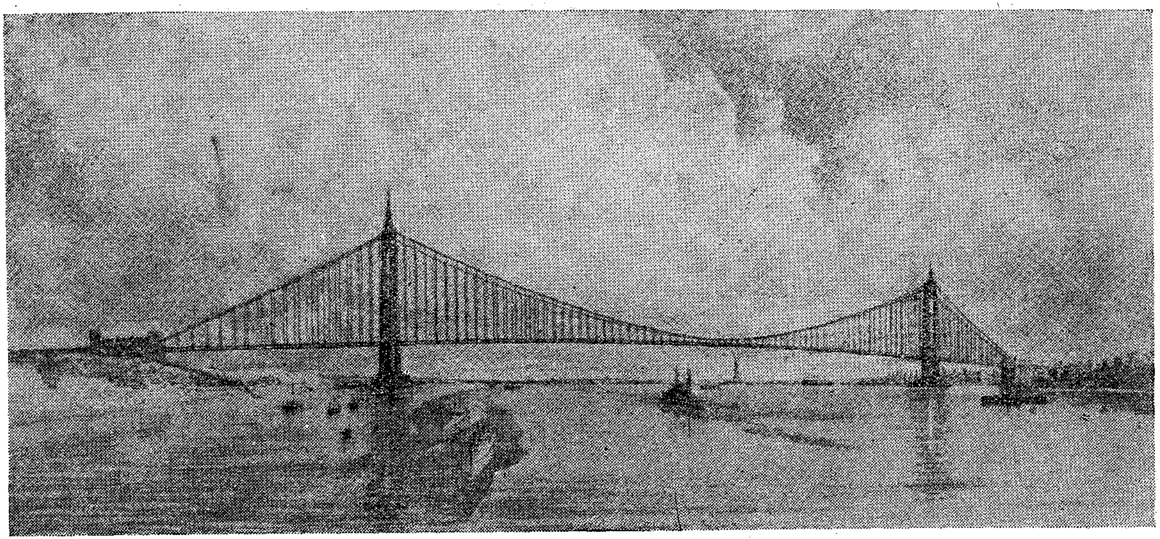
地震應力を考慮して設計された最初のものであらう。橋の方向の急激なる地震力に備へんがために六個の强大な水壓式緩衝機が備へられてをる。シルコン鋼と熱處理高炭素鋼の眼鋲を使用し、中央吊徑間の吊り上げには、前記の Quebeck 橋とほゞ同高の昇程を僅か 35 分にて完成してをる。Quebeck 橋の場合は實に 97 時間を要したのである、10年間の違ひとしてはあまりに目醒しい進步ではあるまいか。

拱橋 兩端にかすかな反向曲線を有して極めて impressive な Sky line を示してをる New York East 河上の Hell gate 橋が 1916 年から $977\frac{1}{2}$呎の長徑間をもつて世界一の勇姿をほこることこゝに 15 年、今や完成せられんとする 1,670呎、1,675 呎の Sydney港橋 Killvankull 橋のために其の位置を讓らねばならなくなつた。これ等の二橋の架設狀況については近時の諸雜誌が競つて記事を揭げてをるから、筆者これ等についての記述をさける。

拱橋の經濟的最大徑間長が單構と著しい相異がないものと考へて誤まりないとするからは、これ等の橋の徑間はその極限に近く延びたものと云はねばならぬ。

吊橋 Brooklyn, Williamsburg, Bearmountain 橋と徑間長は 1,595、1,600、1,632 呎と漸進的に延び、1926 年には Philadelphia-Camden 橋の 1,750 呎によつて耳目を驚かしたが、續いて Detroid の Ambassader 橋の 1,850 呎が現はれて今日の record を保持してをる。

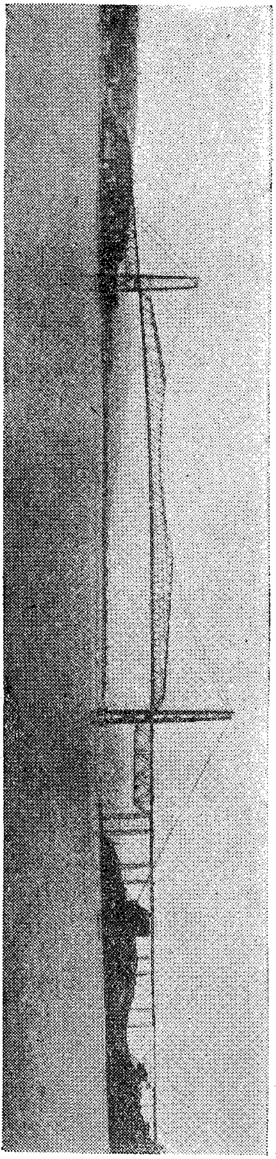
併しこの記錄も近く其の二倍に達する徑間 3500 呎の Hudson 河橋によつて破られんとしつゝある、この橋梁の主徑間長3,500呎は本邦公道橋の最長なるもの右河橋の全橋長 3,511 呎とほゞ同一であるが、この徑間長も目下計畫中の Liberty 橋 4,500 呎の實現さるゝに至らば第二位に落ちねばならぬ。



第十九圖　紐育 Liberty 橋(計畫)(徑間 4,500呎)

自由橋は New York 灣頭を跨がんとするもので主塔の高さ 800 呎 Woolwortth の建物を凌駕し、主索の直徑は48吋に達する。この徑間は Cable を使用しての吊橋としての最大値に殆んど近いものであることは前記の Waddell の研究から知ることが出來る。

上記は Cable を用ひたる吊橋の發達を示したものであるが、眼鉡を用ひた吊橋は永く Danube 河上の Elizabeth 橋が其第一位を保持してをつた、其架設に强大なる假構を必要とすることはこの種吊橋の發達を全く阻止してをつたもので、同橋が 1903 年から約20年間この種橋梁の首位を占めてをつたこともこれに基因するものであるが、1924年に至つて Brazil



第廿圖 Florianopolis 橋

Florianopolis 橋に於て假構を用ひず Cable によつての眼鋼組立を成功してこの種橋梁の架設に一時代を劃した。同橋はこのほか主塔が rocker を有する點に於て當時の米國流の吊橋としては珍らしく又扶構が其四分ノ一點に於て最大厚を有する點でも從來の扶構の型を破つてをる。

以上が今日までの各種橋型の發達と現況とを示したもので、これの長さの比較に便ならしめんがために、主要橋梁を同一縮尺で示したものが第廿一圖である。

鎔接橋時代

以上鋲結鋼橋について記述して來た筆者は最後に、この數年間各方面に着々其の版圖を切り開いて來た、鎔接工法による鋼橋について一言せざるを得ない。其の目醒しい發達を見るとき鋲結鋼橋時代の後に、鎔接鋼橋時代がつゞいて來るのではないかと考へられるのである。

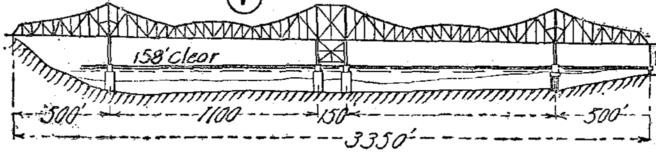
電孤鎔接を鋼構造物に應用した場合に擧げ得る利點として，大體次の七項目がある。

1　連結の簡單化に伴つて使用鋼材斷面を今日以上に剛性大なる形狀と改良し得べきこと，

2　細部構造を簡單ならしむることによる用材の節約。

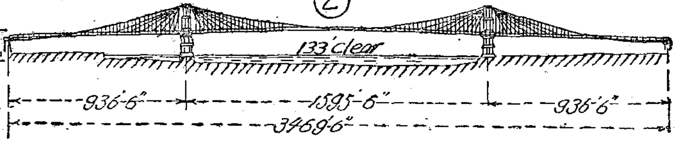
3　鋲孔による斷面減少を免れ得ることによる用材の節約。

①


158'clear
500'
1100
150
500'
3350'

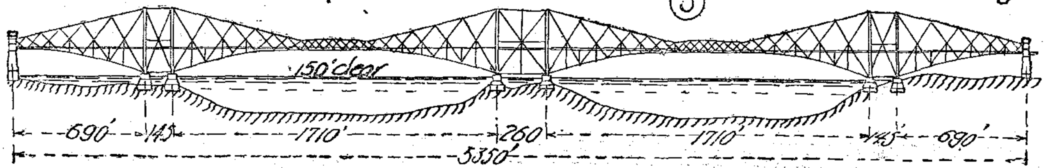
Carquinez (1927)

②


133'clear
936'6"
1595'6"
936'6"
3469'6"

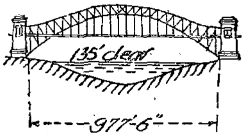
Brooklyn (1883)

③


150'clear
690'
145
1710'
260
1710'
145
690'
5350'

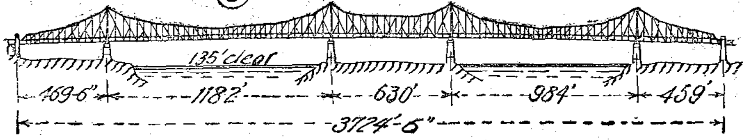
Firth of Forth (1887)

④


135'clear
977'6"

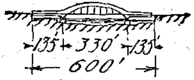
Hell Gate (1916)

⑤


135'clear
469'6"
1182'
630'
984'
459'
3724'6"

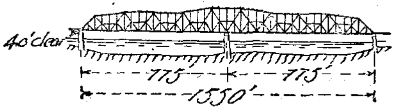
Queensboro (1907)

⑥

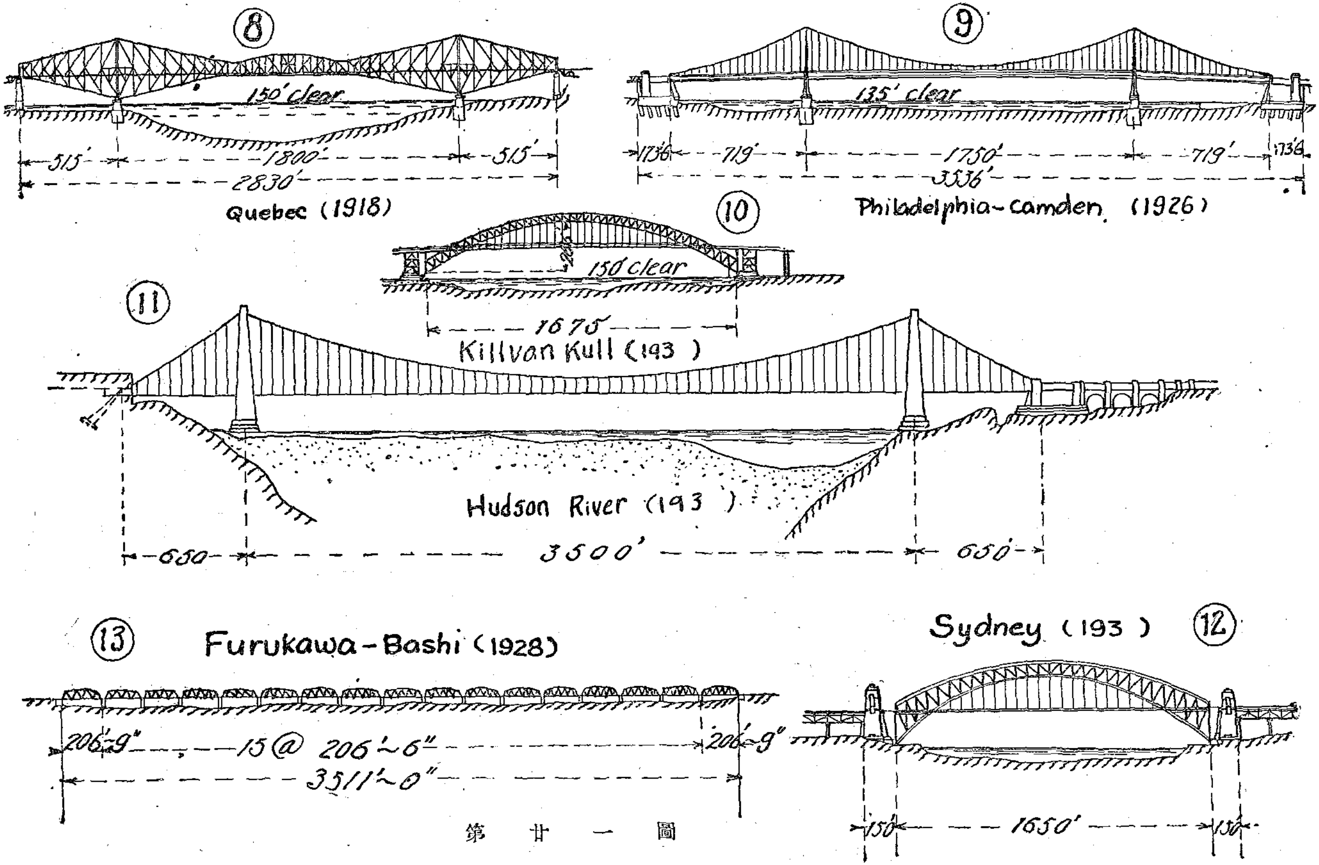

135
330'
135
600'

Eitai-Bashi (1926)

⑦


40'clear
775
775
1550'

Sciotoville (1917)


⑧
150' clear
515'
1800'
515'
2830'
Quebec (1918)
⑨
135' clear
173'6
719'
1750'
719'
173'6
3336'
Philadelphia-camden (1926)
⑩
265'
150' clear
1675'
Killvan Kull (193)
⑪
650'
3500'
650'
Hudson River (193)
⑬
Furukawa-Bashi (1928)
206'-9"
15 @ 206'-6"
206'-9"
3511'-0"
Sydney (193)
⑫
150'
1650'
150'

第廿一圖

4　連結部の完全なる連續性を認めることによる用材の節約。

5　死荷重の減少による間接の用材の節約。

6　鋼材工作の容易なること、組立ての簡單なること。

鎔接による連結作業に要する勞力が鋲打に比して少なきこと等による工事費の節約。

7　工事中の騒音なきこと。

勿論これ等の利點があると同時にこの工法に對して考へらるべき各種の懸念がないでもなかつたが、これ等の懸念の多くは今日までなされた多くの實驗と經驗とが、其の大部分を解決しつくしてをる、それで今日ではもはや研究討論の時機を過ぎて、實行の域に進んでをると云はねばならぬ。

其造船工業に於ける、電氣機械工學に於ける又建築構造に於ける目醒しい活躍振りは、近刊の外國工業雜誌を手にするほどの人孰れもが心付かれてをることと思ふ、たゞこれ等の方面に比して橋梁工學方面の應力は幾分かたち遲れの氣味であることは事實である、これには多少の理由がないでもなかつたが、今日に至つてはこれ等の問題も解決されてしまつた、今後の發展はたゞに時の問題であると筆者は信じて疑はない。

橋梁技術界の鎔接應用に關しては又筆を改むることゝしこゝに 1930 年末までに完成せられた世界の鎔接橋梁を掲げて本稿を了りたいと思ふ。

世界鎔接橋梁（1930年末調）

橋種橋名	所在	架設年代	種型	徑間長	摘要
單線鐵道橋	合衆國 East Pittburg附近	1928	斜下路鋼鈑桁橋	53呎	設計動輪 185,000#
單線鐵道橋	合衆國 Chicopee Falls Mass	1928	斜下路鋼構橋	134'～8"	荷重 Cooper's E50 並弦ワーレン型サブパネル
人道橋	波蘭七 Lowiez	1929	下路鋼構橋	27m	歩道 1.5米 車道 8米
單線鐵道橋	墺 Weiz Steier mark	1929	上路鋼鈑桁橋	8.6m	25T
人道橋	瑞西 Rhone 河 Leuk	1929	上路鋼構橋	36.9m	曲弦ワーレン型鐵骨橋床幅員6.0米
單線鐵道橋	瑞西國有鐵道 Biel 附近	1929	上路鋼鈑桁橋	2@52m	15T 列車荷重
單線鐵道橋	獨逸國有鐵道	1930	下路鋼鈑桁橋	10.0m	標準列車荷重

擱筆するに當り「鋼橋の發達」などと誇大な表題の下に極めて平凡な記事をつらねて數回に亘り貴重な紙面を埋め、讀者の眼を穢したことを深謝するものである。（完）