

土木學會第1同年次學術講演會講演

(橋梁及一般構造物之部 No. 19)

二俣線天龍川橋梁架設工事

(Election of Tenryûgawa-Bridge on the Hutamata Line.)

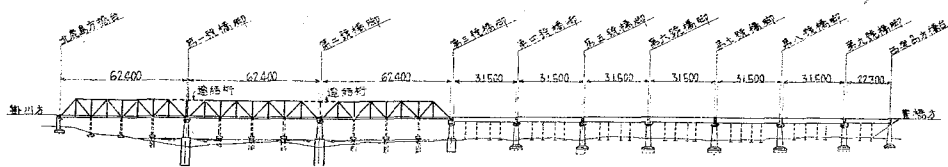
准員 長谷川章平*

要 旨

本文は二俣線天龍川橋梁のベント起重機式に依る構桁架設並に鈹桁吊上架設の概略を述べたものである。

二俣線天龍川橋梁は、國有鐵道建設線掛川二俣間鐵道掛川起點現場軒 28.285 km に在り、構桁 62.4 m 3 連、鈹桁 31.5 m 6 連、22.3 m 1 連、總延長約 405 m の橋梁である(圖-1 參照)。

圖-1. 天龍川橋梁全形圖



本橋梁の架設は前後の土工工事が未完成で、本線路上の桁運搬の便宜が無かつたので架設方法も従つて多少特異となつた。即ち河原を桁置場とし材料運搬線を敷設して、橋梁の中央部より架設を初めた事と、鈹桁を構桁架設に使用したポータブル・クレーンで河原から吊上げて架設した事等である。

1. 構桁架設 構桁支間 62.4 m は當初からベント起重機式で架設する計畫で設計せられたワーレン直弦構であつて橋脚間に圖-1 の如く桁の 2 格間毎にベントを建てる。ベントは鋼製の桁を支持する脚柱であつて、設計荷重 100 t, 1 組の高さは 5.2 m, 4.0 m, 3.8 m, 2.6 m 等で橋梁の高さに応じて適當に組合せて使用する。當橋梁では 5.2+2.6 及 4.0+3.8 即ち高さ 7.8 m として 7 脚を使用した。高さ 7.8 m 1 脚の重量は約 6.5 t である。

ベントの基礎は上部荷重及水流に依る洗掘に對して充分なる強度を必要とする。ベント基礎が破壊されると架設中の桁は河中に墜落して大事故となる。之本方法の架設に特に時期を選ぶ所以であつて、本橋梁も亦出水期を避けて冬期渇水時を利用したものであるが、尙前年冬の井筒沈下作業中出水で築島を破られ井筒を傾斜させた苦い經驗があるので、水中のものは相當堅固のものにした。即ちベント 1 箇所に對し末口 15 cm の松杭 12~18 本根入 2 m に打込み、之を矢板で圍み築島をなし、水中部分には栗石を填め、上部は松杭頭部を包んでコンクリートした。陸上の基礎は單に各柱下にコンクリートしただけであつた。尙ベント基礎 9 基中 1 基は珪酸曹達と鹽化石灰による珪化法を試験的に施工し工事終了後根掘して其の固結状態を調査して相當の成績を擧げたのを認めた。此の方法は珪酸曹達と鹽化石灰の水溶液(比重 1.4~1.2 程度)を砂利層又は砂層に注入ポンプで逐次注入すれば瞬間的に固結の目的を達するものである。

* 鐵道技手 鐵道省東京建設事務所勤務 (昭和 13 年 4 月 11 日講演)

此のベントと桁組立用起重機が本架設法の主役を爲すものである。図-2 に見る如く起重機は上弦材上を運転するポータブル・クレーンであつて桁材を自由に操り図-3 に示す如く組立てる、ゲージは構桁心々間に等しく 4.7 m 臺枠の長さ約 11.3 m、ブーム回転半径 6m で 6t を吊る。ホイストは 15 HP 2 臺を備へ、ホイスト、デリック及スキングの各操作の出来る 3 胴である。ポータブル・クレーンで吊上げた部材は二つのブームを操縦してスパナで各片の孔を合せて通し、ドリフト・ピン及エレクション・ボルトを現場鉋孔の適當なる位置に全数の 1/3~1/4 を打込み又は締付ける。ポータブル・クレーンを移動せしむる爲に上弦材上に軌條を敷設する。枕木は半枕木とし上弦材のフランジにフックボルトで緊結する、クレーンの前進後進はホイストのワイヤーの端を上綾構適當の箇所

図-2. 62.4 m 構桁架設

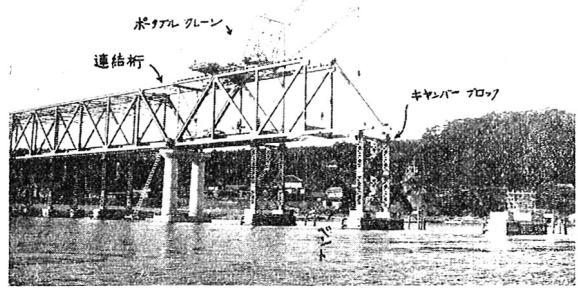
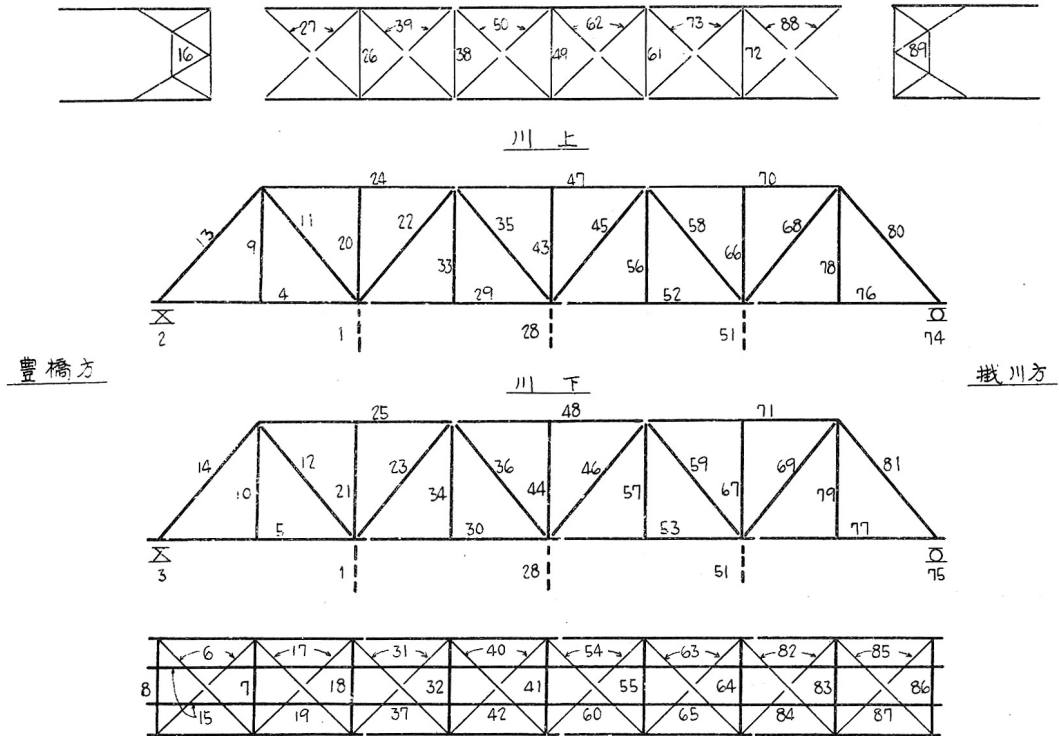


図-3. 組立順序図



に取付けホイストを捲く事により簡単に進める事が出来る。適當の位置迄進めばポータブル・クレーン先端のジョッキを卸して軌條にクランプし中央稍後部にビーム・キャッチの装置をなし、重量物を吊つてもクレーン後部の浮上らぬ様にする。

然し最初上弦材 2 格間を組立てポータブル・クレーンを載せる迄は他の方法に依らねばならぬ、當所では図-4 に示す様な設備をなし、之に依り図-5 に示す箇所迄組立て、次いでポータブル・クレーンを分解し上弦材上に吊上

げて組立てた。

當所使用のスティフレッグ・クレーンの
 大体の寸法は固定脚長 16.6m, ポスト高
 11.3m, 支柱長 16.8m で米松 36cm 角

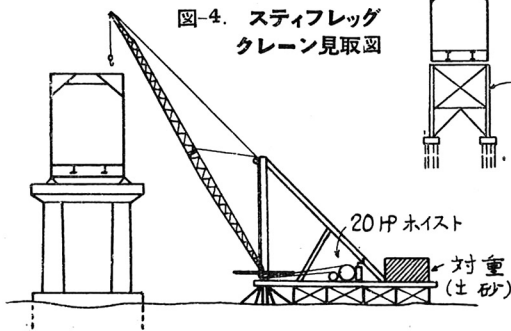


図-4. スティフレッグ
 クレーン見取図

ム長 18m で 8t 揚げで當所では機能は落ちるがブーム延長 27m として使用した。

桁材の運搬は社線遠州二俣驛より天龍河原材料
 置場迄, 及材料置場よりスティフレッグ・クレーン迄
 は機關車に依り, 桁のフロー・システム上へはス
 ティフレッグ・クレーンで吊上げ, フロー・システ
 ム上にゲージ 76cm の軽便トロを運転して架設先
 端へ運んだ。

ポータブル・クレーンが 1 連目の架設を終つて
 2 連目に移動する爲に兩桁間に連結桁を渡す (図
 -2参照)。連結桁は揚越等に起因する桁兩端間の
 変化に對して困らぬ様継目板の取換によつて桁長を
 6cm 程度伸縮し得られる。1 組の重量は約 7.4t
 である。

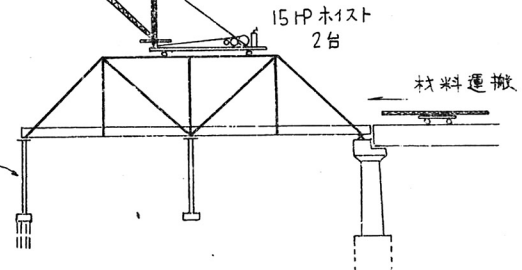
1 連の組立架設を終り, ポータブル・クレーンを次の桁に送つてしまつたら, 豫め下弦材とベントの間に挟んであつたキャンパー・ブロックでキャンパーの整正をする。キャンパー・ブロックは鑄鋼製を 4 組, 木製を 3 組使用した。前者は設計支持力 100t, 最大降下 12cm, 後者は 80t, 5cm である。此等キャンパー・ブロックは降下にも役立ち扛上せしむる事が出来ぬので當初に沈下を見込んで揚越をして置かねばならぬ, それで本架設でも桁製作のキャンパーに +5cm の揚越を付けて置いたがベント基礎がしつかりして居た爲にいつも大に過ぎた。桁を下げるには此のブロックの中央楔のナットを弛め一端を輕打すれば目的を達する。

キャンパーの整正が出来てから鉸鉸し, 鉸鉸が終ればベントを取外して先きのスパンへ盛換へる。連結桁も準備數と架設連數によつては盛換を要する。ベント基礎は最後に爆破其の他の方法に依つて撤去してしまふ。

斯くしてベントと連結桁の適當數を準備すれば, 何連でも間斷なく連続して架設し得る。

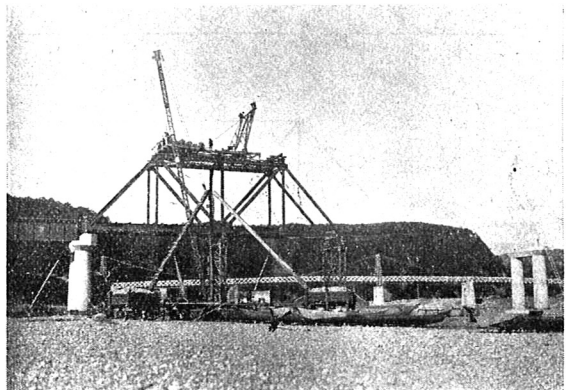
支間 62.4m 構桁 1 連組立架設に要する日數は, ベント連結桁の組立を含み平均 7 日であつて 1 連 8 格間

図-5. スティフレッグ・クレーン
 にて架設せる部分



及 41cm 角を使用した。固定脚は杭打足場に固定し, 對
 重として砂利を積載した。ホイストは複胴 20 HP で別
 に 6.5 HP ホイストでスキングを行つた。機能呼稱はブー

図-6. スティフレッグ・クレーンに依る起重機組立



あるから 1 日 1 格間とすれば樂に施行し得られる。

2. 鈹桁架設 鈹桁架設は吊上式、即ち構桁架設に使用したポータブル・クレーンで桁を地上より吊上ぐる方法を探つた。

クレーンは河原で組立て、本來の移動用車輪を撤去し、代りに 4 臺のトロリーに載せ、クレーンの向を本線に直角に置き換へ横這式に運転し得る様に設備換をした。31.5 m 鈹桁は主桁が 6 片より成り 1 片の重量は約 7 t あり 6 t 吊クレーンでは些か不安だからクレーン後部に 30 kg 軌條 10 本を對重として載せクレーンの安定を計つた。本線中心より 4 m 上流方に桁運搬線を、更に之より 2 m 上流にクレーンの前端が来る様に運転線を夫々敷設する、之等線路は可成平坦にする必要上高きは削り低きは枕木のサンドルを組んだ。ペントは構桁架設に使用したもの（但し柱のみ使用）又は木製で、ペント基礎は鋼製のものは厚 30 cm のコンクリート、木製は松板厚 6 cm を敷いたに過ぎぬ。之等ペントは桁添接鈹を挟んで建植し、吊上げた桁片はピア及ペント上に預けてクレーンを横這せしめ、次々と桁片を吊上げペント上で 2 片の接合をドリフト・ピン及エレクション・ボルトでとめ組立架設した。キャンバー・ブロックは鋼ペントには挿入したが木製のものは上部に餘地なき爲、入れずペント上に揚越を附した扱木をなし吊上最後の可動端は一時木盤で受けて置き組立鈹完了後ジャッキで正位置に移し図た。(7、8 参照)。

図-7. 鈹桁吊上見取図

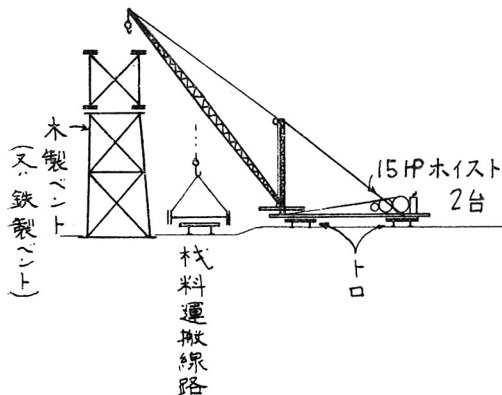
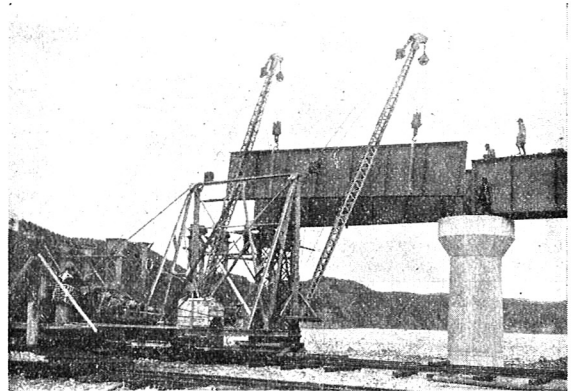


図-8. 31.5 m 鈹桁架設



鈹桁の組立架設に要する日数は 31.5 m は 2 日、22.3 m は 1 日であつた。

3. 鈹鈹 空気圧縮機（機能 447 ft³/分、電動 100 HP）を運転しニューマチック・リベッター 3 臺を使用して鈹鈹した。圧搾空気は鈹燒穿孔等にも使用した。鈹鈹は組立架設よりも 1 連遅れて施行を目標とした。

4. 塗工 下塗は鉛丹（貯藏悪しき 22.5 m 桁は全面塗工、他は製作會社施行の下塗の補修を要する箇所及現場打鈹頭のみ施行）中塗及上塗は鉛粉塗料株式會社製品ツボイド下塗用及上塗用を使用した。

5. 工費 本工事は原價計算をなし架設に要した一切の費用を調査してあるが、こゝには概數を掲記するに止める（表-1 表-2 参照）。

即ち運送費以下の間接費は直接費の 13.5% に當る。又直接費のみから見ると架設費は構桁延長 1 m 當り 69 円、桁重量 1 t 當り 32 円（工費のみであると 1 m 當り 4.2 円、1 t 當り 1.9 円）、31.5 m 鈹桁は延長 1 m 當り 29 円、桁の重量 1 t 當り 20 円（工費のみであると 1 m 當り 2.7 円、1 t 當り 1.8 円）である。鈹鈹は 1 本當り 0.5~0.20 円、塗工は 1 m² 當り 0.27~0.44 円となつて居る。塗工 1 m² 當り 0.44 円は桁の貯藏悪しきも

表-1. 二俣線天龍川橋梁架設工事費一覽表

種別	直 接 費						間 接 費					合計		
	工費	物品費	小運搬費	機械器具費	動力費	委託費	運送費	災害扶助費	通信線費	諸建物資	總係費			
構桁架間6x3 架設準備	1,223,660	2,973,050			170,030	32,330	29,485	4,030,596	65,070	8,950	62,505	189,393	321,848	4,982,464
架設	790,621	79,275,651	3,520,363	4,241,941	105,741		562,930	83,502,347	1,024,710	129,485	179,914	1,204,875	3,700,406	12,833,470
架設	1,212,067	1,136,937		982,075	1,003,059		16,540	4,330,628	5,540	8,774	61,268	123,840	259,472	4,616,100
塗工	422,197	1,503,278					13,600	19,353,575		3,915	27,300	30,968	111,723	2,026,592
計	3,650,545	8,891,659	3,520,363	5,224,064	1,278,830	32,330	622,638	99,220,046	1,024,710	200,095	200,633	1,400,988	4,150,107	129,746,533
鋼桁架間15x6 架設準備	423,570	1,430,512					12,990	1,867,072		42,590	3,800	26,530	78,545	151,465
架設	502,747	45,511,508	2,300,629	2,045,416	23,155		323,575	50,701,080	4,600,950	16,035	102,554	716,110	2,114,270	75,891,919
架設	690,025	369,165		532,045	597,555		7,547	2,196,740		3,076	4,437	30,982	92,920	131,009
塗工	150,500	635,359					5,500	791,429		1,600	11,125	33,071	45,846	837,225
計	1,766,932	47,946,576	2,300,629	2,577,861	620,710		309,662	55,582,371	4,600,950	61,695	112,391	1,387,797	2,348,806	73,836,379
鋼桁架間22.3x1 架設準備	15,584	12,530					0,200	28,314		3,500	0,060	0,400	1,160	5,120
架設	36,073	3,720,249	189,071	168,094	3,700		26,140	4,143,377	377,160	1,320	8,370	58,458	173,777	6,948,546
架設	35,963	14,120		41,669	43,259		0,200	135,211		0,200	0,270	1,910	5,690	8,110
塗工	33,149	95,043					0,700	128,936			0,266	1,833	5,430	9,227
計	120,813	3,841,942	189,071	209,763	46,959		27,240	4,435,838	377,160	5,060	8,966	62,601	186,057	6,977,894
總計	5,338,290	16,680,170	6,010,663	8,011,693	1,946,499	32,330	999,610	197,826,655	12,008,820	266,250	321,940	2,998,286	6,650,970	214,950,116

備考:

1. 工費は、直接工事=従事者の人給料及諸職工人夫賃+、 2. 雜費は上記の何れも入、雜々費用+、
 2. 物品費は、直接工事=使用の材料品及消耗品代+、 3. 運送費は材料品、社線運送=保送運、運送費用及備入費+、
 3. 小運搬費は、二俣線天龍川二俣取到着後、桁架他材料運搬=要の費用+、 4. 災害扶助費は療治料、棟架材材料、障害扶助料及葺架料等+、
 4. 機械器具費は、機械器具、設備撤去、現場修繕、工場修繕及撤去費+、 5. 通信線費は、建設通信線費及公衆電話料+、
 5. 動力費は、動力設備保守撤去及電力代+、 6. 諸建物資は、諸官舎及倉庫建築費、負担額+、
 6. 危箇所置及復旧費は、出水事故=対応の費用+、 7. 總係費は、職員、供給料及賞状、旅費、籠中用品代其他+、
- (給料中=備入給付+)

表-2. 二俣線天龍川橋梁架設工事單位當り費額表

種別	直 接 費						間 接 費					合計		
	工費	物品費	小運搬費	機械器具費	動力費	委託費	運送費	災害扶助費	通信線費	諸建物資	總係費			
架設 構桁62.4m	4,223	20,025	18,909	22,660	0,565	0	3,067	69,335	37,525	1,672	4,956	6,677	19,767	65,617
延長(間) 架設 31.5m	2,660	1,827	12,173	10,822	0,123	0	1,712	29,317	20,344	0,035	0,543	3,789	11,187	39,948
1m當り費額 架設 22.3m	1,618	0,119	8,479	9,539	0,166	0	1,194	14,034	16,913	0,059	0,375	2,621	7,743	27,961
架設 構桁62.4m	1,717	9,121	8,545	10,246	0,257	0	1,366	31,504	17,050	0,314	0,434	3,034	8,932	29,314
桁重量 架設 31.5m	1,835	1,262	8,104	7,476	0,085	0	1,185	20,253	16,816	0,059	0,375	2,617	7,728	27,595
1kg當り費額 架設 22.3m	1,589	0,116	8,329	7,405	0,163	0	1,154	18,756	16,615	0,058	0,369	2,575	7,655	27,272
架設 構桁62.4m	0,036	0,033	0	0,045	0,046	0	0,001	0,201	0	0,000	0,000	0,003	0,008	0,011
1kg當り費額 架設 31.5m	0,038	0,031	0	0,043	0,050	0	0,001	0,135	0	0,000	0,000	0,003	0,008	0,011
架設 22.3m	0,039	0,015	0	0,045	0,047	0	0,003	0,146	0	0,000	0,000	0,002	0,006	0,008
塗工 構桁62.4m	0,063	0,224	0	0	0	0	0,002	0,239	0	0	0,001	0,004	0,012	0,017
1m當り費額 架設 31.5m	0,051	0,217	0	0	0	0	0,002	0,276	0	0	0,001	0,004	0,011	0,016
架設 22.3m	0,113	0,922	0	0	0	0	0,002	0,437	0	0	0,001	0,006	0,018	0,025
全工費 構桁62.4m	19,501	50,259	18,805	27,906	6,831	0,173	3,326	126,601	37,525	1,069	1,072	7,484	22,169	69,319
延長(間) 架設 31.5m	9,349	10,711	12,173	13,697	3,284	0	1,850	55,006	20,344	0,326	0,595	4,152	12,269	41,636
1m當り費額 架設 22.3m	5,418	5,576	8,479	9,406	2,106	0	1,224	32,209	16,913	0,227	0,402	2,807	8,343	28,672
全工費 構桁62.4m	8,861	22,745	8,545	12,674	3,104	0,078	1,511	57,523	17,050	0,486	0,487	3,400	10,013	31,496
桁重量 架設 31.5m	6,438	10,622	8,104	9,422	2,269	0	1,223	37,498	16,816	0,225	0,411	2,868	8,475	28,745
1kg當り費額 架設 22.3m	5,322	5,077	8,329	7,201	2,061	0	1,202	31,640	16,615	0,223	0,393	2,758	8,146	28,187

備考:

- 延長(間) 桁重量 架設 塗工 構桁代
- 構桁 62.4 x 3 = 187.2m 197,333 x 3 = 412.0 t 7,200 x 3 = 21,600^{kg} 2,235 x 3 = 6,705 m² 25,173,558 x 3 = 75,520,674^円
- 架設 31.5 x 6 = 189.0m 45,393.6 = 273.6 t 1,978 x 6 = 11,868^{kg} 489 x 6 = 2,934 m² 9,527,702 x 6 = 45,166,212^円
- 架設 22.3 x 1 = 22.3m 22,663 x 1 = 22.7 t 928 x 1 = 928^{kg} 295 x 1 = 295 m² 3,717,603 x 1 = 3,717,603^円
- 物品費中=構桁代 x 台 x 尚再用品雜代 x 台 x 旋切板、發生價指 x 見込 x、

のが配給せられたのでケレンに手が掛かり鉛丹の下塗を全面に施行した爲、高價になつたものである。

6. 結尾 構桁に對する本架設法の長所を擧ぐれば

- (1) 架設が迅速である。
- (2) 架設費が安價である。殊に長橋に對して然り。
- (3) 架設に對して輕業式の感なく、安心して仕事出来る。
- (4) 架設中に桁に厭ふべき応力を生ずる事が少ない。
- (5) キャンバーの整正が容易である。

但し次の如き箇所は本架設法に適しない。

- (a) 地盤より橋桁迄の高さ大なる所 (ベントに費用多き爲)。
- (b) 水深大なるか、出水の危険多き所 (ベントの基礎に費用多き爲)。
- (c) スパン數少き所 (當初のポータブル・クレーン及ベントの準備に費用多き爲)。

鉸桁に對する本架設法は (1) 橋梁の高さとポータブル・クレーンのブームの長さとの關係が良好であつた事、(2) 鉸桁架設が陸上で、クレーンの運転に好都合であつた事、(3) 機械、器具、橋桁其の他の材料の現場吊上架設箇所迄の運搬が容易だつた事、等の條件により良好な成績を擧げ得たのであつて何處でも採用出来ると言ふ譯にはいかない。