

# 八海橋の工事報告

伊藤 重人<sup>1)</sup>

辰口 聖一<sup>2)</sup>

従来、河川幅が広く河原が平坦で流水部が狭い河川上の架設工法として、河原上はベント使用のトラッククレーン工法、流水上は手延工法あるいは河原上を架設した後、流水域をかえてトラッククレーン工法を用いる場合が多くみられる。

本橋では、河原上はトラッククレーン工法を、流水上は架設工法の制約からケーブルクレーン工法を採用した。また、ケーブルクレーンにて架設する上り線（3径間連続箱桁）は、いったん下り線にて連結した後、上り線上の所定の位置まで横移動を行った。本稿は連続桁の架設、特に上り線の横移動架設を中心にその概要を報告するものである。

## まえがき

八海橋は関越自動車道が新潟県六日町付近で、信濃川の支流である魚野川を跨ぐ地点に架設される橋梁であり、発注者は日本道路公団、これを駒井鉄工所・栗本鉄工所の共同企業体として受注したものである。（図-1 参照）

本橋の橋長は、河川幅が約300mの魚野川を斜めに横断するために約460mとなり、この間を単純合成鉄桁2連と3径間連続箱桁2連とで構成している。（図-2・3 参照）

架橋付近の魚野川は、P1～P4間が直径10cm～30cmの玉石の河原、P4～P6間が流水部で、夏に

は鮎の漁場ともなる。そのため、流水部でのトラッククレーンの走行、仮さん橋の設置は水を濁し、鮎の狩漁に影響を与えることから厳禁とされた。したがって本橋の架設工法として、河原上のP1～P4間はベント使用のトラッククレーン工法、流水上のP4～P7間はケーブルクレーン工法を採用した。

ケーブルクレーンのタワー位置は、本橋の平面線形（曲線）から、P3上とP7上の下り線方に制約されたため、上り線P4～P7桁は、いったん下り線上で架設、閉合した後、上り線の所定の位置まで横移動架設を行った。これが本工事における大きな特色である。

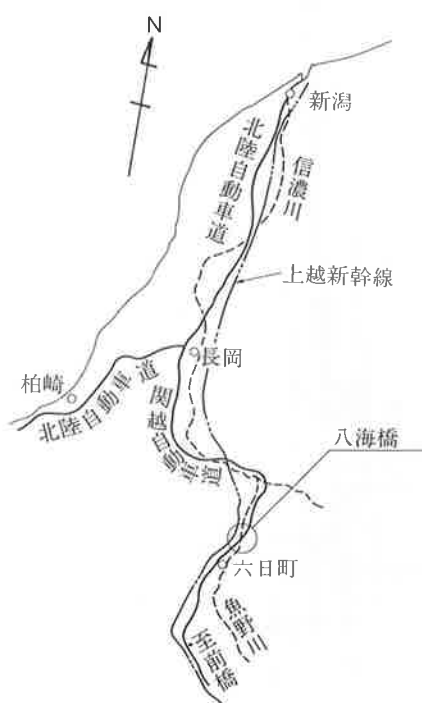


図-1 位置図

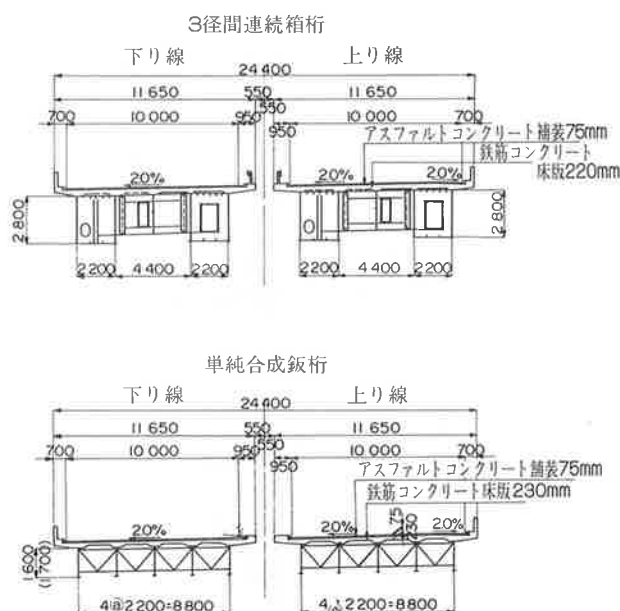
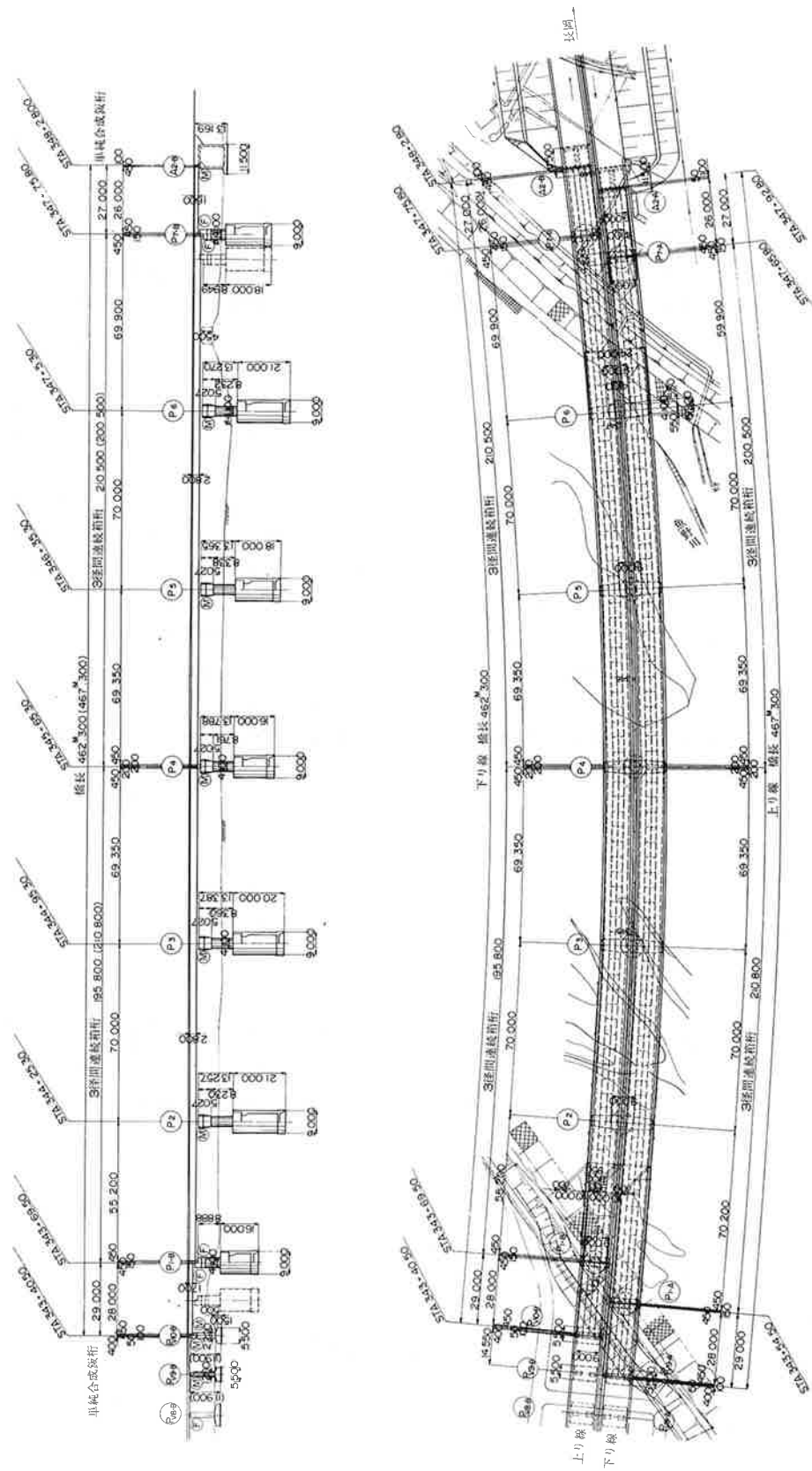


図-2 断面図

1) 駒井建設工事

2) 設計部大阪設計課



図一三 側面圖・平面図

1. 工事概要

形式	単純合成鈹桁 3径間連続箱桁
橋格	1等橋 (TL-20 TT-43)
橋長	上り線 467.3m
	下り線 462.3m
支間	上り線 28.0, 70.2+70.0+69.35
	69.35+70.0+59.9, 26.0m
	下り線 28.0, 55.2+70.0+69.35
	69.35+70.0+69.9, 26.0m
幅員	10.0m
平面線形	クロノイド (A=1,000m)
	~円曲線 (R=1,900m)
縦断勾配	-0.86%~1.00%
横断勾配	2%
床版	RC床版 (床版厚22cm、23cm)
鋼重	上り線 1,847ton
	下り線 1,805ton

本橋の架設順序を図-4に示す。

2. 上下線P1~P4桁の架設

P1~P4桁の架設は、上下線ともベント使用のトラッククレーン工法である。ただし、上下線が接近しているため、同径間の同時架設はできない。したがって、図-5に示すようにブロックの架設順序をかえて架設を行った。架設順序を下に示す。

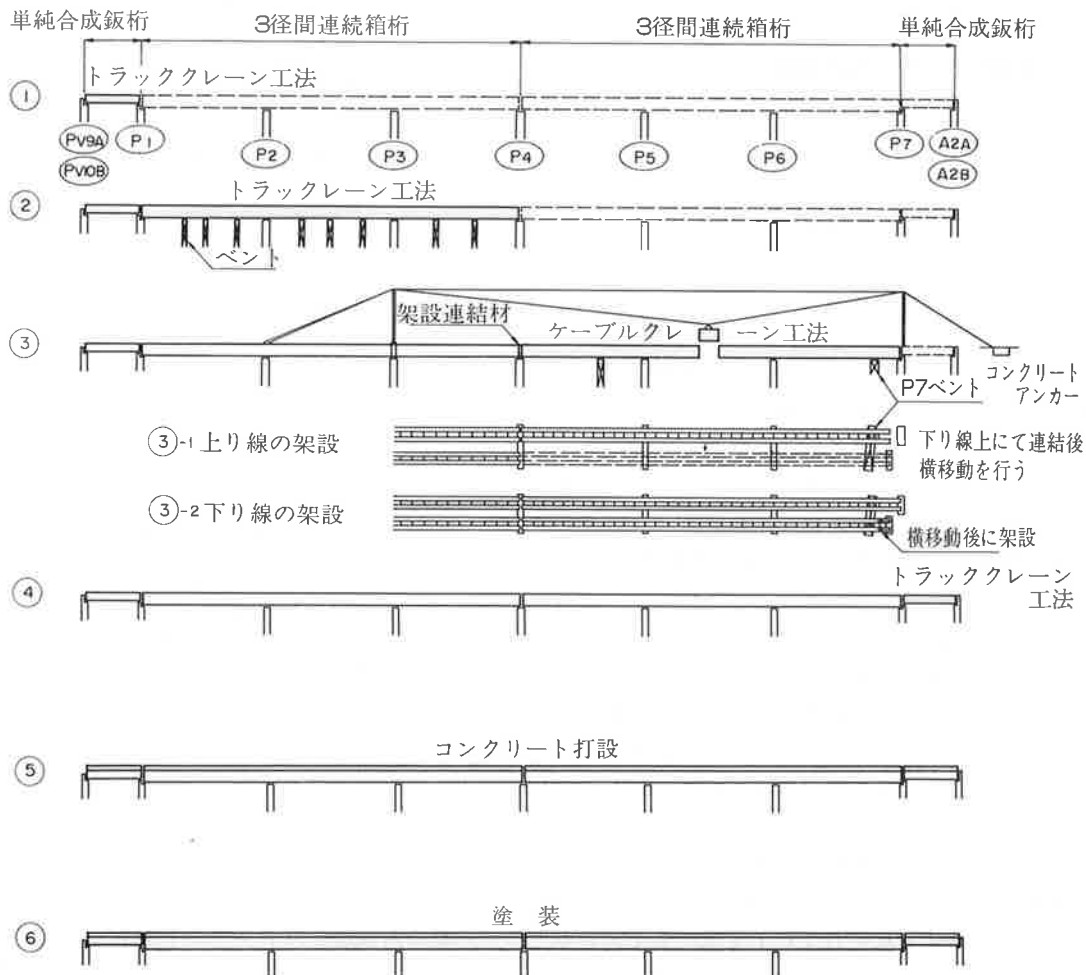
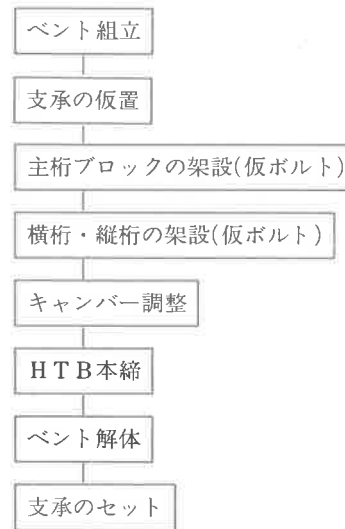


図-4 架設順序

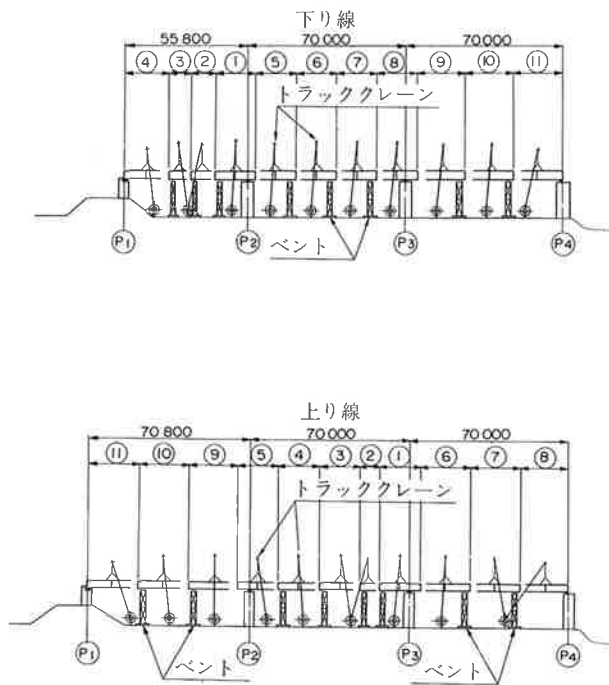


図-5 P1～P4桁の架設

3. 上り線P4～P7桁の架設

(1) 架設順序

P4～P7桁の架設順序を図-6に示す。

(2) ケーブルクレーン

ケーブルクレーンのタワー位置は、P4付近にて荷取りを行うこと、A2上に設置するには盛土内に基礎が必要となることからP3とP7上に、また上り線側とした場合には、P7タワーのアンカーが盛土のノリ面にきてしまい好ましくないことから、おのずと下り線上に制約された。(図-7参照)

P3タワーのケーブルアンカーは、洪水時に流水のおそれがあるため、河川内に設けられない。そのため、P1～P4桁のP2上主桁にアンカー金具を取付け、架設完了後、主桁外部の金具は切断撤去することとした。アンカー金具は図-8に示すとおり、主桁上フランジを貫通させ、溶接で取付ける。この場合に問題となるのは、架設中のアップリフト、水平力の対処とアンカー金具の溶接欠陥（特に割れ）の発生をおさえることである。本橋では、アップリフトはP2支承で、水平力はP1支承の水平アンカーボルトで低抗させ、溶接工法については、後述するように溶接施工試験を行い施工法を確認している。

P7タワーのケーブルアンカーは、A2橋台後方

図-6 P4～P7桁の架設順序

ケーブルクレーン設置
P4～P5、P6～P7ベント設置
横移動装置(レール等)設置
上り線 支承仮置
P4からP5へ張出架設
P4～P5間ベントで仮受・ジャッキアップ
架設連結材の解体
ベント上よりP5へ張出架設
P5で仮受・ジャッキアップ
P4～P5間ベント解放
P3方へ30mmセットバック・仮固定
P7よりP6へベント架設
P6で仮受・ジャッキアップ
P6～P7間ベント解放
P5よりP6へ張出架設
P6よりP5へ張出架設
最終ブロックのおとしこみ・閉合
横移動装置を設置
横移動
横移動装置の撤去
P7端ブロックの架設
支承セット
架設完了

の盛土高架部にコンクリートブロック(4.0×6.5×3.0)を設けた。コンクリートブロックは、架設完了後も撤去せず、盛土内に埋めてしまう。

(写真-1、2参照)

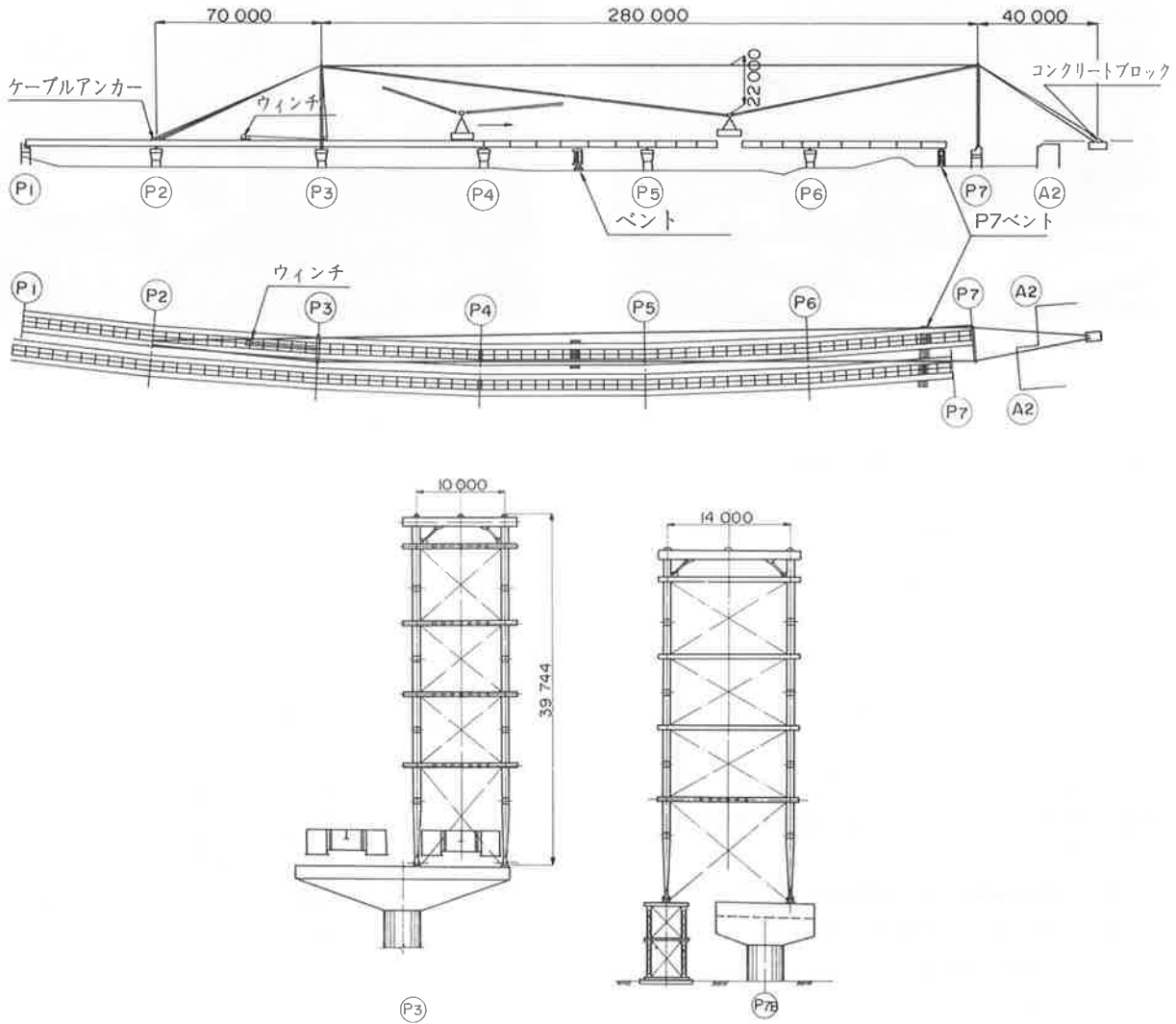


図-7 ケーブルクレーン

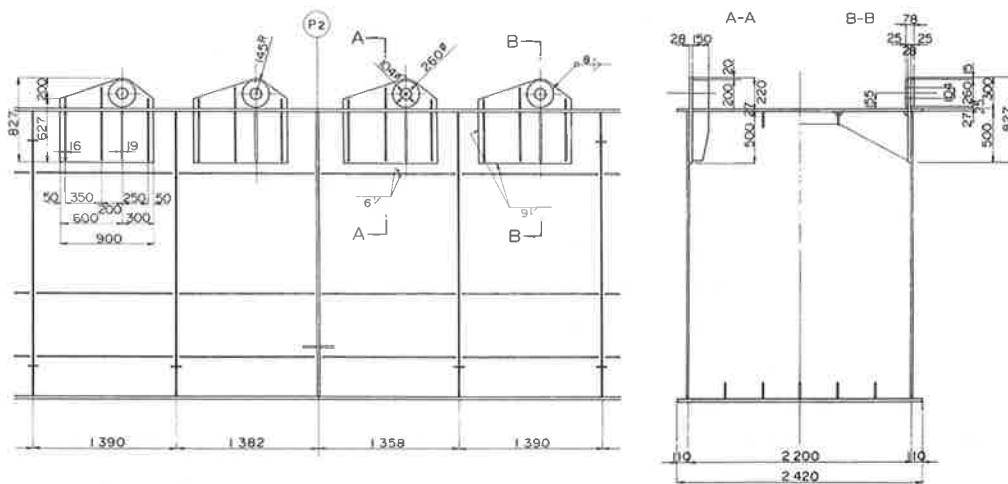


図-8 P2アンカー金具



写真-1 P2タワーのケーブルアンカー



写真-2 P7タワーのケーブルアンカー

(3) アンカー金具の溶接施工試験

アンカー金具の溶接は図-8に示したように、主桁上フランジとアンカー金具との交点を全周溶接としている。この溶接の施工法によっては、残留応力が大となり、溶接欠陥（割れ）を生ずる危険性がある。したがって、実橋での施工法を確認するため、製作にさきだち溶接施工試験を行った。

溶接方法は実橋と同じ被覆アーク溶接とした。また、溶接順序によっては、拘束力の増加につながり、欠陥の発生原因にもなる。当試験の溶接順序は次によった。

- 1) 仮付溶接により試験体を組立てる。
- 2) 図-9に示す順序で溶接する。注意点は
  - ③の溶接はアークエアカウジングにより裏はつりをしてから行う。
  - ④の溶接の前に、アンカー金具の両端のフランジをカウジングにより開先を形成する。
  - ①③④⑥⑧の溶接に際しては50℃の予熱を行う。

溶接が完了して24時間放置した後、目視試験、断面マクロ試験、シャルピー衝撃試験を行い、いずれも良好な結果が得られ、実橋への施工法を確認できた。

(4) 架設

主桁ブロックの架設にさきだち、P4～P5間に1基、P6～P7間に4基のベントを設ける。P4～P5間のベントは、P4上の架設連結材を解体する際のジャッキアップ操作ならびにP5までの張出架設の際の支点となるもので、P4から主桁の4ブロックめの位置に設けた。P6～P7間は堤防上であり、P4～P5間のように張出架設ができないため、4基のベントが必要となる。P7方の端ブロックは、上り線P7橋脚があるため、これを連結した状態では横移動ができない。したがって、台車等の横移動装置はP7橋脚上ではなく、P7方のベント

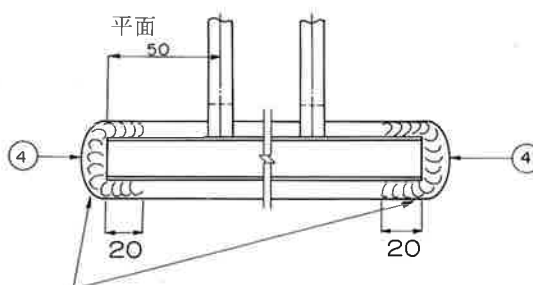
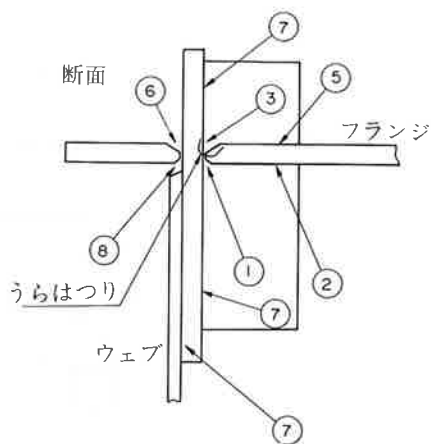


図-9 P2アンカー金具の溶接順序

(以後P7ベント)に設け、横移動後に端ブロックの架設を行う。また、横移動の台車のレール（H形鋼）も主桁の架設前に設置しておく。

主桁ブロックは、トラッククレーンでいったんP4付近の主桁上に載せた後、ケーブルクレーンにて

所定の位置まで運び連結する。(図-10参照) P4からP5にむかい4ブロックまでは、P4上の架設連結材を利用して、P1～P4桁に連結した張出架設とし、P4～P5間ベントに到達した時点でベントにて支持する。その後、ベント上にてジャッキアップを行い、架設連結材の作用力を解放した後、連結材を解体、P4上とベント上で支持する単純梁とする。ひきつづき、P5方へむかい順次張出架設を行う。P5へ到達した時点でP5にてジャッキアップを行い、ベント上のジャッキを解放し、P4とP5で支持した単純梁とする。このときの桁は、最終ブロックのおとしこみを考え、P3方へ30mmセットバックした状態で仮固定する。今度は、P7からP6へむかいP4～P5間と同様に順次架設する。P6へ到達した時点でP6にてジャッキアップを行い中間ベントを解放し、P6とP7ベントで支持する単純梁とする。次に、P5～P6間を両側から張出架設し、最終ブロックをおとしこんで閉合する。閉合の際、既設桁の腹板の継手はやや上方が開いた形となるよう、P5およびP6上でジャッキ操作を行っておく。閉合後、横移動装置を設置し、横移動架設へと進む。(写真-3参照)

(5) 主桁の補強

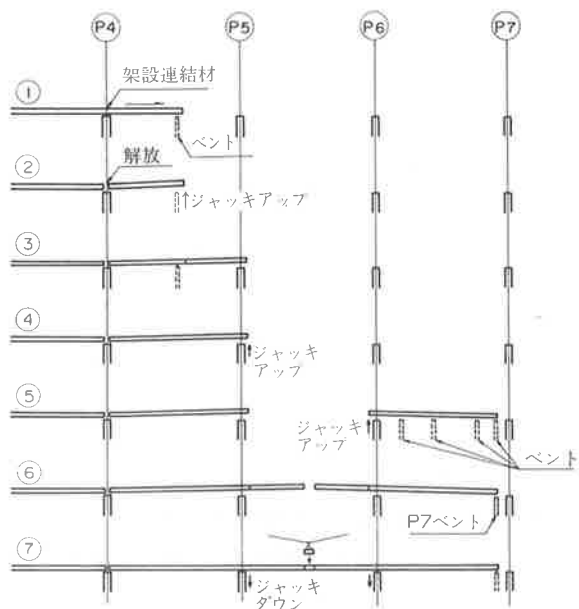
主桁は架設途中において、張出梁～単純梁～張出梁～連続梁へと、その構造系が変化する。したがって、各段階における断面力が設計断面力を上まわる場合には、主桁断面の補強が必要となる。本工事では、単純梁の状態での設計断面力を上まわる架設断面力は生じないが、P1～P4桁に連結した張出状態のとき、設計曲げモーメントとは正負が逆の曲げモーメントが、P4上を最大として生ずる。この架設断面力に対処するため、P3～P4間とP4～P5間の主桁に補剛材を追加し補強を行った。また、横移動時には、ローラー台車にて支点以外の位置を支持するため、この箇所にも補剛材を追加している。

(6) 横移動装置

横移動装置は、P4・5・6上およびP7ベント上の台車・センターホールジャッキ・移動計器等とジャッキの動きを制御する自動集中制御装置とからなる。(図-11・12・13参照)

P4・5・6梁天端は約2%の横断勾配があり、台車用レール(H形鋼)の水平とローラー台車の移動による変形が生じないように、レールの下に台座コンクリートを施工している。レールには、台車の移動により、フランジの変形と腹板の座屈防止から、補剛材を500mm間隔で取付けた。

台車は100ton 2軸ローラー台車を使用し、1橋脚上で1主桁に2台づつ、計4台を配置した。台車の



- ① P4からP5にむかい張出し架設
- ② 架設連結材の応力が0となるようベント上でジャッキアップし、架設連結材を解体する
- ③ P5にむかい張出し架設
- ④ P5到達後、P5上でジャッキアップしベントを撤去
- ⑤ P7からP6にむかい、ベントを利用して架設
- ⑥ P5～P6間を張出し架設
- ⑦ 最終ブロックを架設閉合後、ジャッキダウンを行い横移動へうつる

図-10 P4～P7桁の架設



写真-3 P5からP6へ張出架設中

上にはサンドル材(H形鋼)を組みあげ、ライナープレートを介して主桁を載せている。主桁内側の台車は連結材でつなぎ、センターホールジャッキを取付けた。ただし、P7上のセンターホールジャッキはベント上の作業性から、P4～P6のように台車

には取付けず、レールの端に設置した。

横移動の要領は、台車あるいはレールに取付けたセンターホールジャッキの伸縮により行うものである(図-14参照)。ジャッキ先端に取付けたコーンは、シリンダーが伸び始めると同時にジャッキ内を貫通した横引ケーブルを自動的にかみ、コーン位置はケーブル上に固定され、P4～P6上では、シリンダーを押しだす力が台車を動かし、シリンダーの伸びが所定量に達するまで移動するわけである。これに対し、P7ベント上では、コーンの動きは同じであるが、シリンダーを押しだすときにコーンがケーブルを引張るかたちで移動する。コーンは、シリンダーがちぢむと同時にケーブルをはなし、これらの伸縮をくり返しながら移動する。横引ケーブルにはストランドケーブル(φ15.2)を用い、P4～6上のケーブルには、移動時にたるみ等が生じないように、あらかじめ10tonの緊張を加えてある。

センターホールジャッキの台数は、各橋脚での反力により決まる。横移動時のP4～6およびP7ベントの反力は、P4が約120ton、P5・P6が約300ton、P7ベントが約80tonで、台車のころがり抵抗係数を0.1とすると各橋脚上の横引力は、P4が12ton、P5・P6が30ton、P7ベントが8tonとなる。これから、最大能力20tonのセンターホールジャッキをP4・P7ベントは各1台、P5・P6は各2台の配置とした。

桁の移動量測定器は各橋脚上ともレール端に取付け、ワイヤーの一端は桁に固定し他端には錘を付けて移動量測定器からつり下げる。桁が移動すると錘が下がり、移動量測定器のプーリーが回転する。計器はこの回転を電気信号に変え、1mm単位の移動量を自動集中制御装置へ伝えるものである。

自動集中制御装置は、電気制御および操作する電気操作盤、油圧を制御する油圧制御盤ならびにデジタル変位計とを組合せた装置で、各橋脚上のセンターホールジャッキ、移動量測定器と油圧ホース、信号ケーブルで結ばれている。この装置は、各移動量測定器から送られてきた移動量をデジタル表示するとともに、各橋脚上の最大と最少の移動量差が常にセットされた値(本工事では5mmとした)以下になるよう、自動的にジャッキの油圧を制御し、全体の移動を管理するものである。たとえば、P4上の移動量がP5(P6あるいはP7)上の移動量より多く、その差が5mmをこえた場合、P4上の移動は差が0になるまで自動的に停止し、P5(P6あるいはP7)の移動量がP4に等しくなってから、P4が再移動を始めるわけである。

(写真-4、5、6参照)

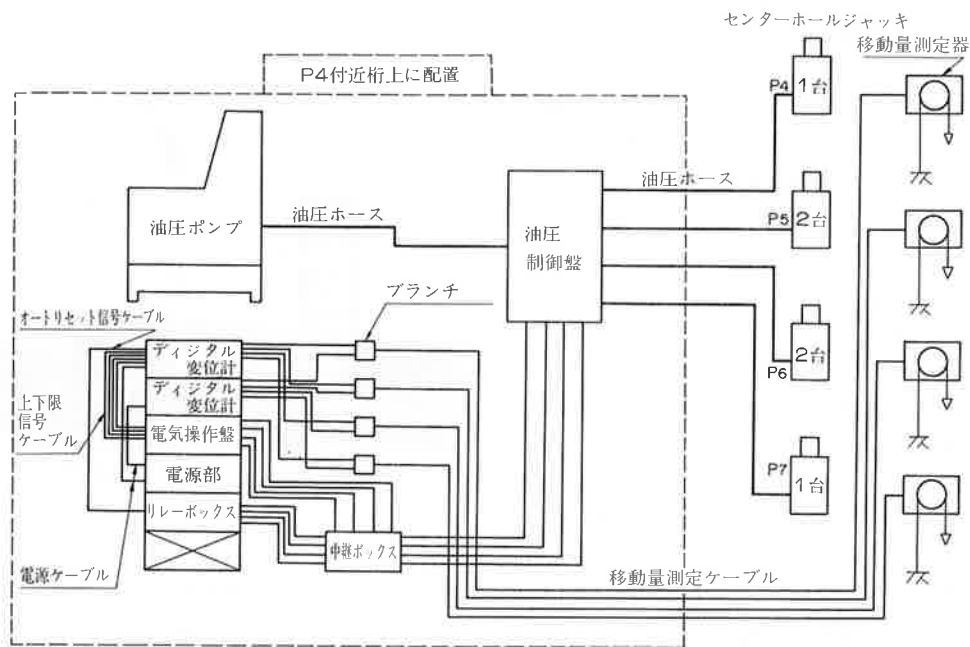


図-11 自動集中制御装置



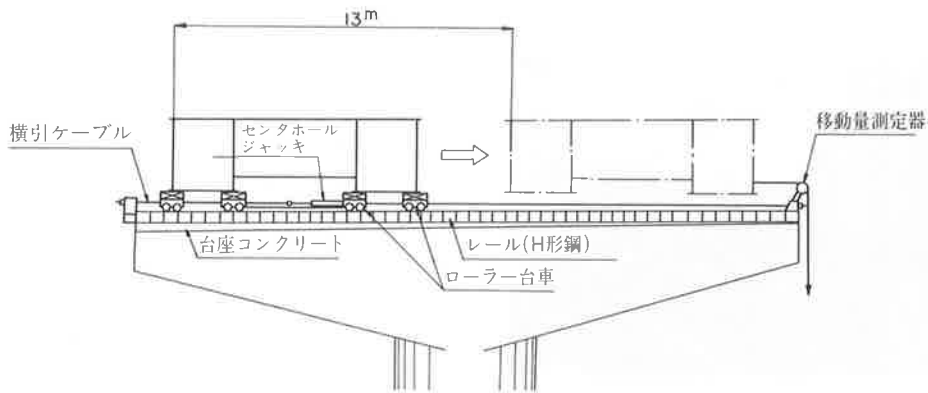


図-12 P4、5、6橋脚の横移動装置

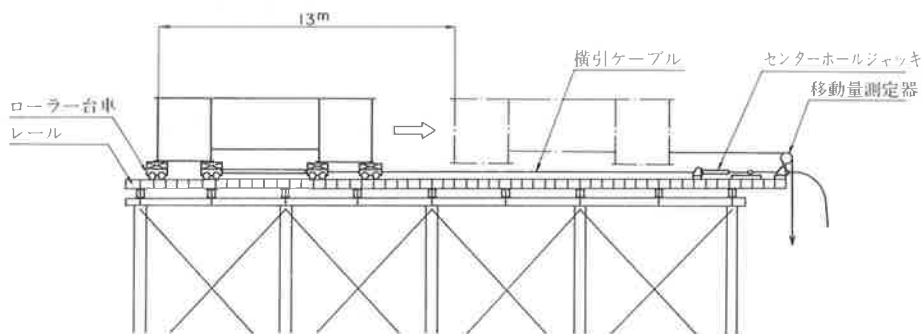


図-13 P7ベント上の横移動装置

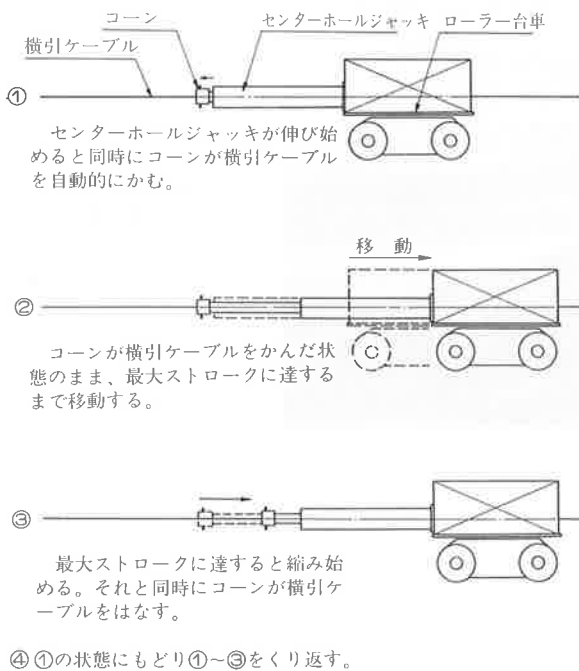


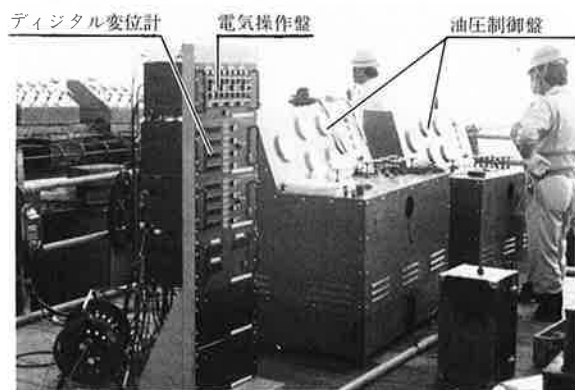
図-14 横移動の要領



写真-4 P4センターホールジャッキ



写真-5 P5上横移動装置



写真一 6 自動集中制御装置

(7) 横移動

横移動を行う P 4 ~ P 7 桁は、重量が約 800ton、桁長が約 200m であり、これを支点支持の状態に移動するものである。移動速度は毎分約 8 cm、1 回の移動距離はセンターホールジャッキの 1 ストローク分約 80cm である。レール上には 1 ストローク移動する位置にあらかじめストッパーを固定しておき、また移動後にはすぐ台車の後方のレール上にもストッパーを固定して、シリンダーがちぢみおわるまでの台車の移動を防止する。シリンダーが初めの状態にもどってから、前方のストッパーをはずし移動を開

始する。これらの作業をくり返ししながら、所定の位置までの移動に約 5 時間を要した。

センターホールジャッキには、横移動中の横引力を計測するため、油圧ゲージを取付けた。これによると、横引力の最大は移動開始直前で、各橋脚上での横引力は P 4 が 10ton、P 5 が 32ton、P 6 が 30ton、P 7 ベントは 8 ton と計算値に近い値を示した。

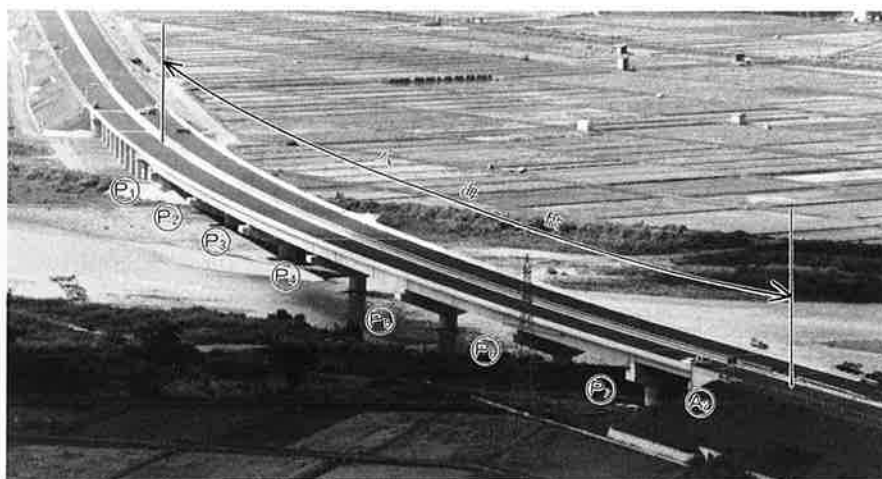
また、横移動中 P 7 ベントでしばしば横引力が 0 を示すこともあった。これは、桁の横剛性が強いいため、P 4 ~ 6 上の横引力だけで P 7 方が移動したのと思われる。

あとがき

上り線 P 4 ~ P 7 桁架設後、下り線 P 4 ~ P 7 桁の架設をひきつづき行った。下り線は横移動・P 7 端ブロックの架設を除き、基本的には上り線と変わらないので、その概要は割愛する。

本工事のような 800ton の箱桁の横移動架設は、今までに例をみないが、市街地のように架設空間・用地が限定される場所では、今後、横移動工法が採用されていくと思われる。本稿がそのときの参考になれば幸いである。

最後に、昭和 57 年 6 月に着手した本工事が、昭和 58 年 10 月に無事しゅん工し、開通したことを報告しておく。(写真一 7 参照)



写真一 7  
完成後全景