

古懸橋、福浦橋の設計・施工について

—SSY 式押し出し工法—

熊 岡 禎 二*
 木 島 裕 一**
 枇 杷 木 洵†
 深 山 清 六††

1. SSY 式押し出し工法の概要

PC 桁の押し出し工法とは、橋台または橋脚後方の主桁製作ヤードで、長さ 6m~20m 程度のコンクリートブロックを製作し、PC 鋼棒で緊結しながら順次 PC 桁を前方に押し出し架設する工法である。

本文に述べる SSY 押し出し工法は、各橋台、橋脚上に「SSY 式桁送り出し装置」を配置して PC 桁を送り出してゆく反力分散方式の押し出し工法である。

この押し出し装置のシステムは、図-1.1 に示す各橋台、橋脚に配置される油圧システム（電動ポンプ、水平・鉛直ジャッキ）とそれらを電動・制御する電気制御システムの 2 つからなっている。

油圧システムの作動要領は、図-1.2 に示すように 4

段階に分かれている。

- ① 鉛直ジャッキで橋桁を持ち上げる。
 (本作動は次の 2 段階に分かれている。(イ)鉛直ジャッキを橋桁に接触するまで上昇させ、その位置で停止させる。(ロ)各橋台、橋脚上の鉛直ジャッキが(イ)の状態になったのを確認後、橋桁を 1cm~1.5cm 上昇させる。)
- ② 水平ジャッキを逆方向に作動させて、滑り板を押し出し方向とは逆方向に後退させる(図-1.3 参照)。
- ③ 鉛直ジャッキの圧を下げて橋桁を滑り板の上に載せる。
- ④ 水平ジャッキを作動させて滑り板と一緒に橋桁を前方に送り出してゆく。

次に電気制御システムは、各橋台・橋脚上に配置され

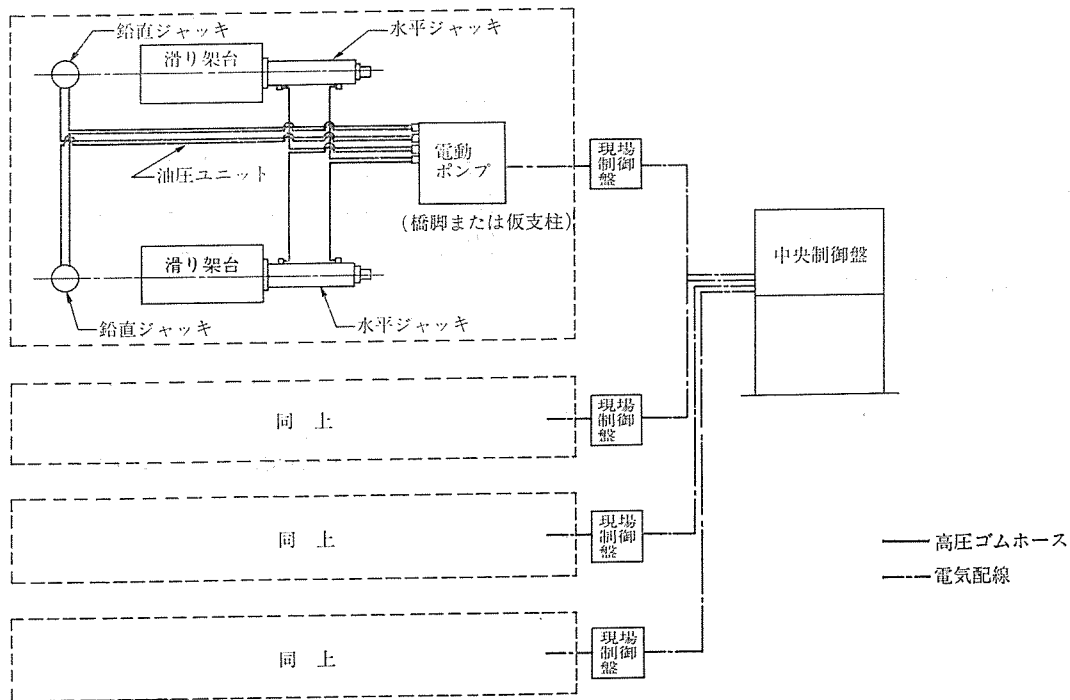
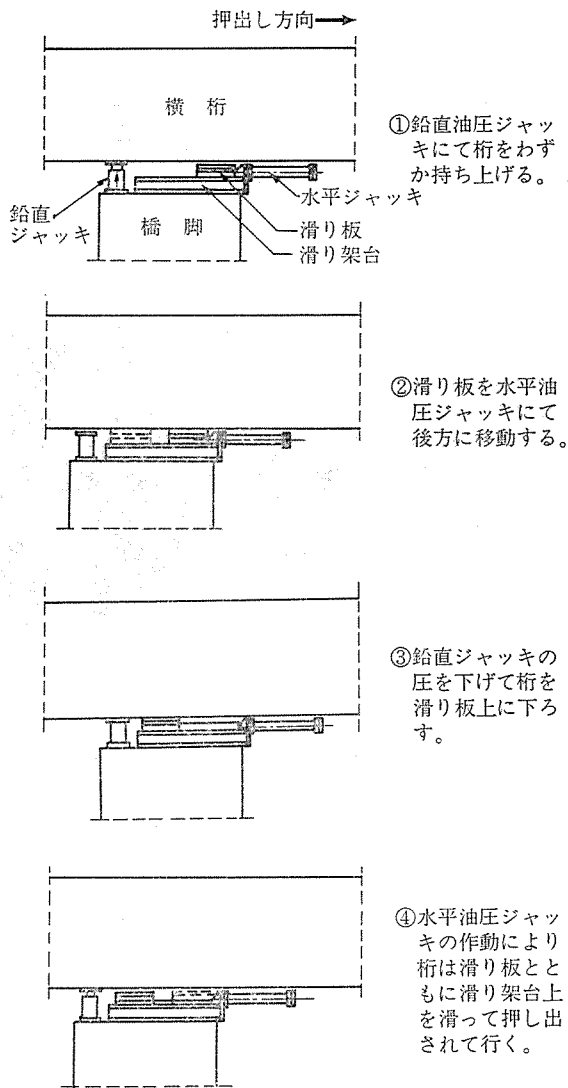


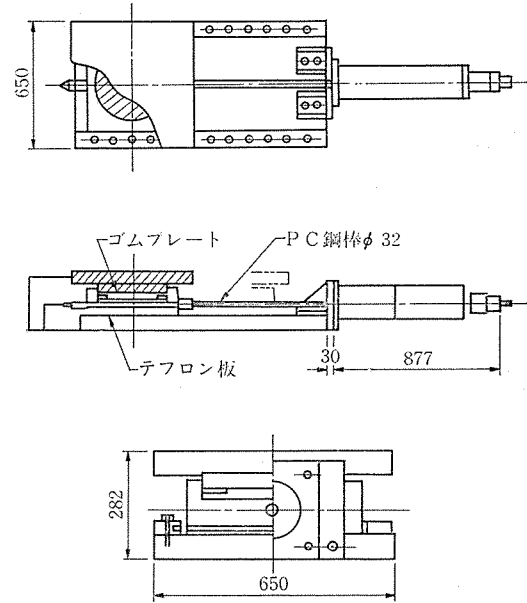
図-1.1 押し出し装置配線・配管図

* 住友建設(株) 土木部橋梁設計課主任
 ** " 土木部大阪設計課

† ビー・シー橋梁(株) 東京支店次長
 †† " 東京支店技術部長



図一1.2 押し順序図

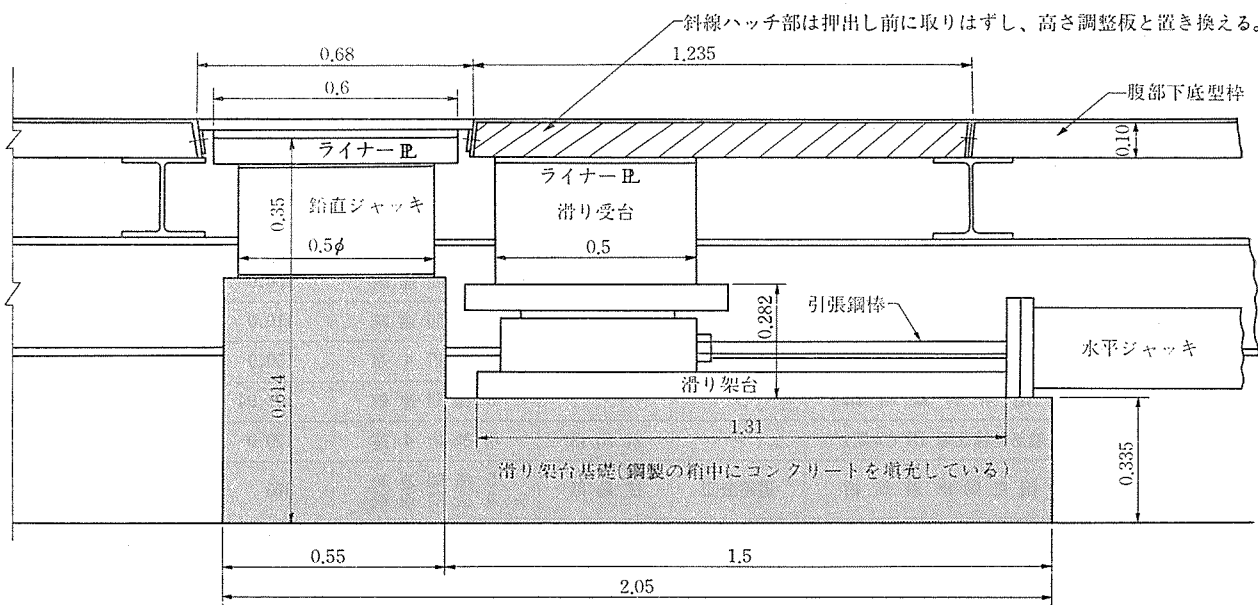


図一1.3 押し装置

る現場制御盤と、中央管理を行う中央制御盤とがある。これらの装置の役目は、鉛直ジャッキの上昇・下降時、および水平押し時に、各ジャッキを同時に作動させることや、上記の4段階の作動をスムーズに行うために、中央の電気指令でそれぞれの作動を自動的に行うことなどがある。

したがって本工法の特徴は、橋桁を押し出す際の押し出し力（水平反力）を各橋台、橋脚に分散してとらさることができる「水平反力分散方式」であり、押し出し作業を主として中央制御盤で管理する「集中管理方式」であるということであろう。

これらの特徴のほかに、次のようなことがあげられ



図一1.4 型枠内に組み込んだ押し装置

報 告

る。各橋台、橋脚で押し力を与えているので、曲線橋の場合でも無理なく施工を行える。

上記と同じ理由から、特別に大きな反力台を必要としないこと。

押し作業は常に鉛直ジャッキと滑り板とで盛換えを行っているので、橋脚の沈下等、不測の事態が発生しても、滑り板の高さをすぐに調整することができるため橋桁に悪影響を与えない。また、弾性沈下があるような鋼製横梁を用いた橋梁でも経済的に架設できる。

単純桁を押し架設する場合には、架設中にこれを連結して連続桁として押し出し、架設完了後連結部を解放するのであるが、単純桁間の遊間確保のとき、各橋脚上の押し装置を単独で作動させることで容易に移動が行える。

押し装置を型枠内に組み込むのが簡単に行えるため、30m~40m の長ブロックでも容易に桁製作を行える。このため工期の短縮化をはかれる(図-1.4 参照)。

以上のように「SSY 押し工法」は非常に優れた特徴を持っているが、本工法から発展した技術に「KS 工

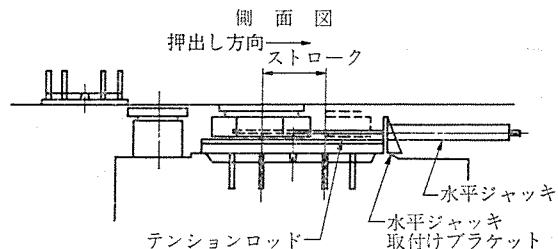


図-1.5 KS 支承の要領

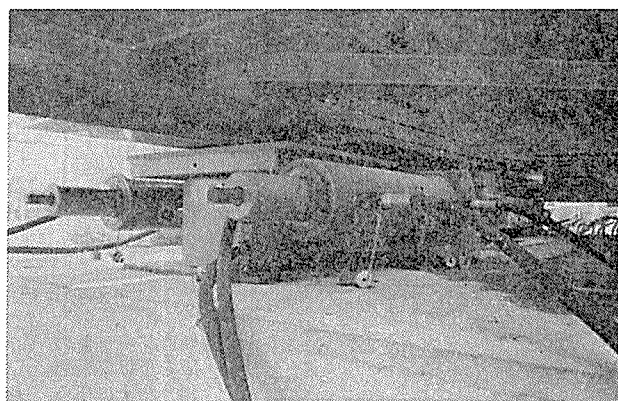


写真-1.1 「KS 工法」の押し装置兼用型支承

表-1.1 SSY 式押し工法施工実績一覧表

(56.3.31 現在)

No.	受注年度	橋 名	施 主	架設場所	構 造 形 式	橋 長 (m)	幅 員 (m)
1	52	上越新幹線魚野川 B	鉄建公団	新潟県	ディビダーク 端 径間 一部	25.0	12.06
2	53	東北新幹線中津 Bv	国 鉄	福島県	3 径間連続	150.0	11.3
3	53	上越新幹線下所島 Bv	鉄建公団	新潟県	3 径間連続	86.0	11.6
4	53	九州横断道鈴田橋	道路公団	長崎県	3 径間連続 4 径間連続	148.0 167.8	10.95×2 10.95×2
5	53	東北縦貫道古懸橋	〃	青森県	3 径間連続	134.5	10.95×2
6	53	野岩線第4男鹿川 B	鉄建公団	栃木県	5 径間連続	157.2	5.8
7	53	東北新幹線細谷 Bi	国 鉄	福島県	7 径間連続×2	350.0	11.6
8	54	東北新幹線御山 Bv	〃	〃	3 径間連続	155.4	11.3
9	54	東北新幹線大成 Bi	〃	埼玉県	単純桁 6 連	180.0	11.7
10	54	北陸自動車道福浦橋	道路公団	新潟県	5 径間連続	240.0	10.95×2
11	54	上越新幹線芝塚 Bi	国 鉄	群馬県	単純桁 4 連	120.0	7.9
12	54	上越新幹線下小島 Bl	鉄建公団	〃	3 径間連続	165.0	11.6
13	54	上越新幹線幸安寺 B	〃	埼玉県	3 径間連続	134.0	11.4
14	54	上越新幹線新忍川 B	〃	〃	4 径間連続	150.0	11.4
15	54	上越新幹線武蔵水路 B	〃	〃	3 径間連続	110.0	11.4
16	54	東北新幹線久喜 Bi	国 鉄	〃	単純桁 4 連	130.0	11.4
17	55	上越新幹線曙 Bi	〃	〃	3 径間連続	107.94	12.1
18	55	上越新幹線芝塚 Bi (2期)	〃	群馬県	単純桁 4 連	120.0	3.4 × 2
19	55	中国自動車道畑橋	道路公団	広島県	5 径間連続 3 径間連続	376	A-line 10.5 B-line 9.7~14.24
20	55	仙石線尾島団 Bv	国 鉄	宮城県	3 径間連続	100	9.9
21	55	駅館川橋梁	〃	大分県	7 径間連続	293	11.2
22	56	東北自動車道兄畑橋	道路公団	岩手県	4 径間連続 3 径間連続	163.06 134.86	11.50

法」というものがある。これは、本支承が架設支承（滑り板および滑り架台を兼ねるもの）で、本工法により本支承の「あとセット」という厄介な問題が解消された（写真-1.1、図-1.5）。

本工法により施工された橋梁、または施工中の橋梁を表-1.1 に示す。

これらの橋梁から道路橋の例として、厳寒青森の地で冬期施工を行った古懸橋と、長大ブロックで現在製作、架設を行っている福浦橋の2橋を取り上げ、次項に述べるものとする。

2. 古懸橋の設計・施工

2.1 橋梁の概要

古懸橋は東北自動車道における最初の押し出し工法採用橋梁で、架設地点は、秋田県境に接した青森県南津軽郡碓ヶ関村古懸の峡谷部に位置し（図-2.1 参照）、橋面高約 25 m で直下に不動川および農道古懸 14 号があり、 $A_1 \sim P_1$ 、 $P_2 \sim A_2$ 間は、急峻なり面となっている（図-2.2 参照）。

主桁製作台は、 A_2 側後方約 40 m 付近の切土部に設

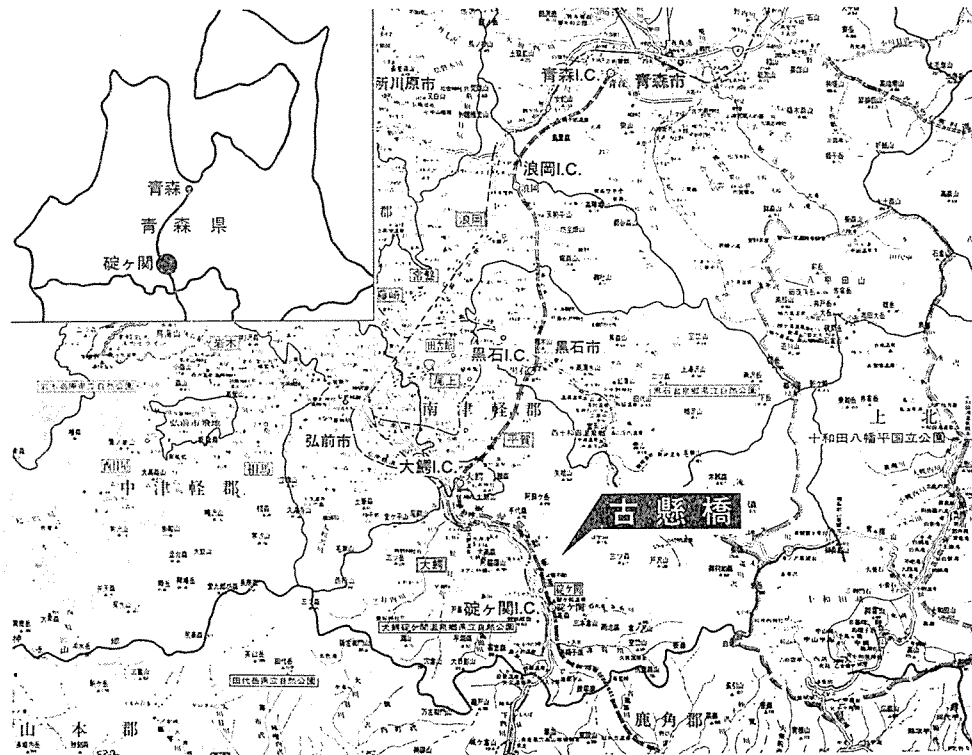


図-2.1 橋梁位置図

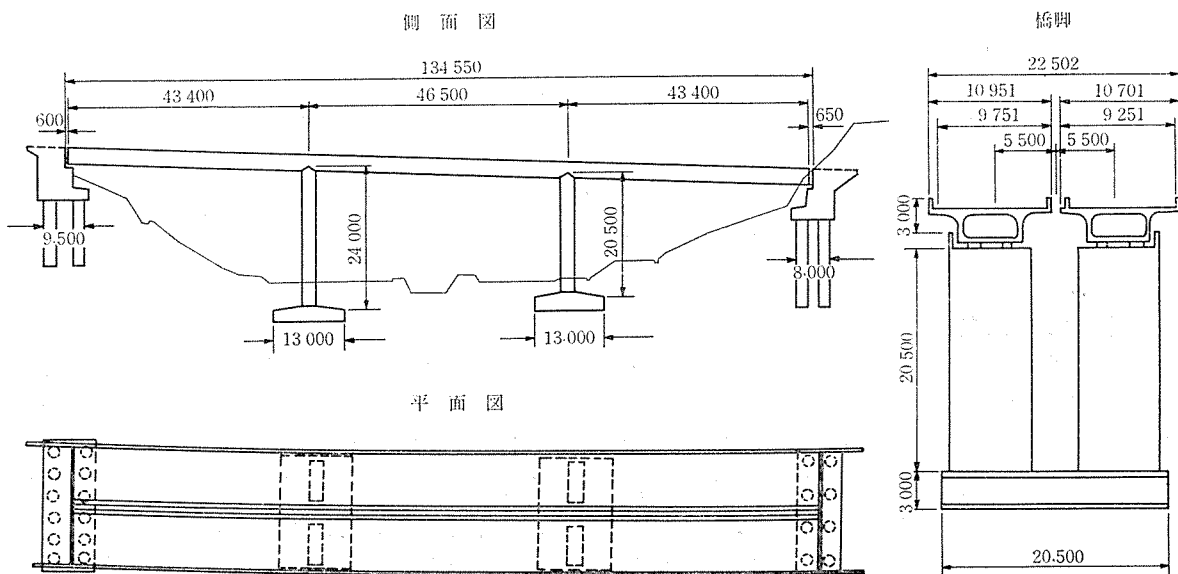
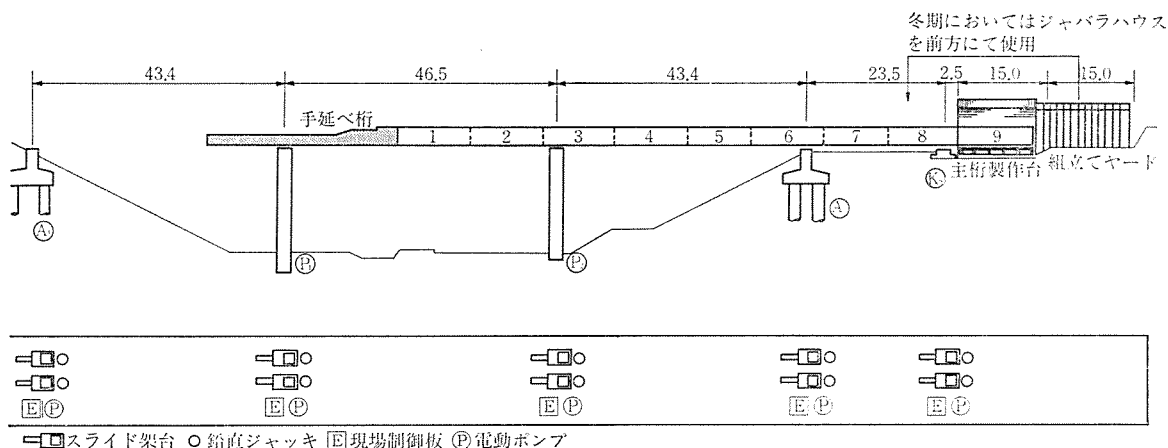


図-2.2 一般図



- ①A-Line制作ヤードを図の位置に設ける。
- ②手延べ桁を組み立てる。
- ③第1ブロックを製作ヤード上で製作し、そのブロックと手延べ桁とをPC鋼棒で連結し押し出す。
- ④A-Line製作ヤードでは、A-Lineの11ブロックを製作し順次押し出す。
- ⑤桁が所定の位置までくると、手延べ桁を撤去する。
- ⑥完成形のために必要なPC鋼より線を緊張する。
- ⑦支承のセットを行うと橋体工は完成する。

図—2.3 施工要領図

けている。主桁のブロック割は、12.5m×9ブロック、10.9m×2ブロックよりなり、Aラインの主桁押し出しから行う。押し出し方向はA₂側からA₁側に向かって行い、3.45%の上り勾配で、平面線形はR=2000m単曲線である(図—2.3参照)。

2.2 工事概要

工事名：東北自動車道古懸橋(PC上部工)工事

位置：青森県南津軽郡碓ヶ関村古懸

橋格：一等橋(TL-20, TT-43)

橋長および径間割：134.55m(43.4+46.5+43.4)

幅員：Aライン 9.25m(有効幅員)

Bライン 9.75m(有効幅員)

橋面積：2556m²(Aライン+Bライン)

構造形式：上部工 3径間連続PC箱桁橋

下部工 深礎杭基礎(橋台)

直接基礎

工法：押し出し工法

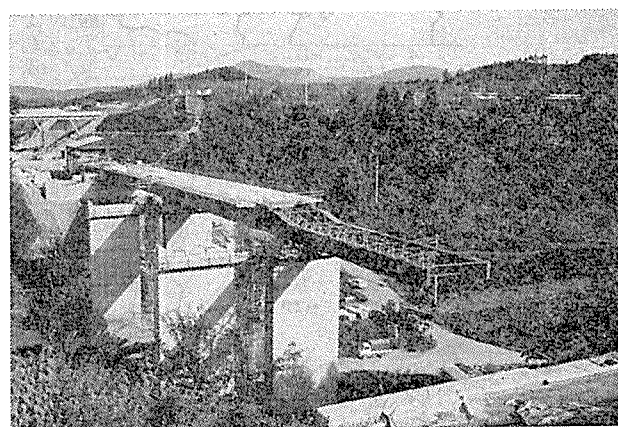
プレストレス定着方式：ディビダーク方式、フレシネー方式

工期：昭和53年12月12日～昭和55年10月11日

2.3 設計・施工上の特徴

本橋梁の構造的特徴は、最大スパン46.5m、桁高・スパン比が1/15.5であることである。手延べ桁は突き合せ型で、手延べ長・スパン比は0.7/1、手延べ桁と主桁の剛性比が1/10程度、径間部に仮支柱は設けない。道路橋押し出し桁としては理想的な形式である。

線形的には、横断勾配2%、縦断勾配3.54%であり、押し出し作業でこれを処理するために、水平架台上に



写真—2.1 古懸橋施工状況

は勾配を調整できる鉄板を設置し、鉛直ジャッキは球面座板を使用した。

鋼材は、1次鋼材としてPC鋼棒を使用。ただし完成系での応力解放は行っていない。2次鋼材としてフレシネーケーブルを使用した。これのシーす内への挿入は電動ウインチにて押し出し完了後、約135mの引込みを行った。なお主桁途中での定着および緊張は行っていない。

次に本工法の特徴である省力化と工程の短縮効果をさらに進めるため、内型枠を移動式支保工に受け、ジャッキを用いて型枠を開閉できる構造とした。またコンクリート打設、養生中に、次のブロックの鉄筋、PC鋼棒の組立てを行っておき、押し出しと同時に、これが引きずられ、型枠内に納まるようにした。

積雪寒冷地での作業は、かなり困難が予想されたが、作業場所が1か所に限定されていることから固定式上屋

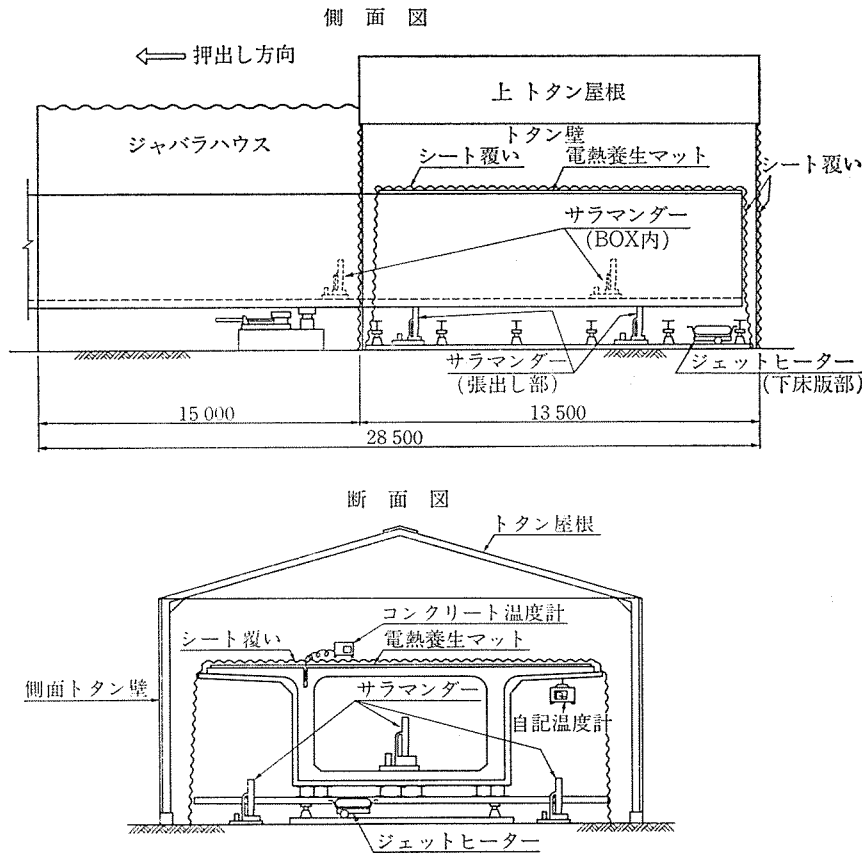


図-2.4 主桁養生図

を設置し、主桁製作台を完全に覆って養生を完全な状態で行うことができた。またジャバラハウスを上屋の前方に設置し、桁の温度が急激に下がらないように緩衝ゾーンを設けた(図-2.4 参照)。これにより桁が直接外気に触れるのは、桁打設後約半月後となる。以上の養生位置での供試体の強度結果は、それぞれ許容値を満足しており、桁本体をみても特に問題はなかった。

本橋は、東北地方の日本海側では珍しい PC 橋梁の冬期施工を行って、昭和 55 年 10 月に無事竣工し、現在すでに供用されている。

3. 福浦橋の設計・施工

3.1 橋梁の概要

本橋は北陸自動車道建設工事の一環として、新潟県柏崎市大字鯨波地区の日本海に沿った風光明媚な地点に架設される、5 径間連続 PC 箱桁橋である。

架設位置の地形は橋脚の高さが 37.0 m となる比較的深い谷で、施工条件としては厳しい状況下であり、かつ海に面しているため、塩害に対する配慮も必要であった。

前記立地条件以外に工程、経済性、安全性をも考慮して、押し出し工法が採用された。

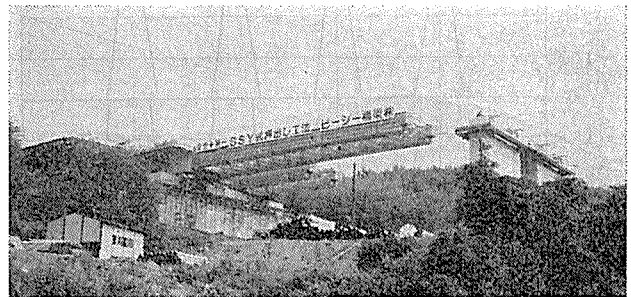


写真-3.1 福浦橋施工状況

3.2 工事概要

工事名：福浦橋他1橋(PC 上部工) 工事

路線名：高速自動車国道 北陸自動車道

施主：日本道路公団新潟建設局柏崎工事事務所

工期：昭和 55 年 1 月～昭和 57 年 2 月

工事場所：新潟県柏崎市大字鯨波

(STA 329+64.0～STA 332+4.0)

構造形式：5 径間連続 PC 箱桁橋

支間割：46.8 m+3 @ 48.0 m+46.9 m

橋長：240 m

幅員：上り線 10 m, 下り線 10.250 m

PC 鋼材：12φ 12.4, φ 32 (SBPR 80/95),

φ 32 (SBPR 95/120), φ 26 (SBPR 95/120)

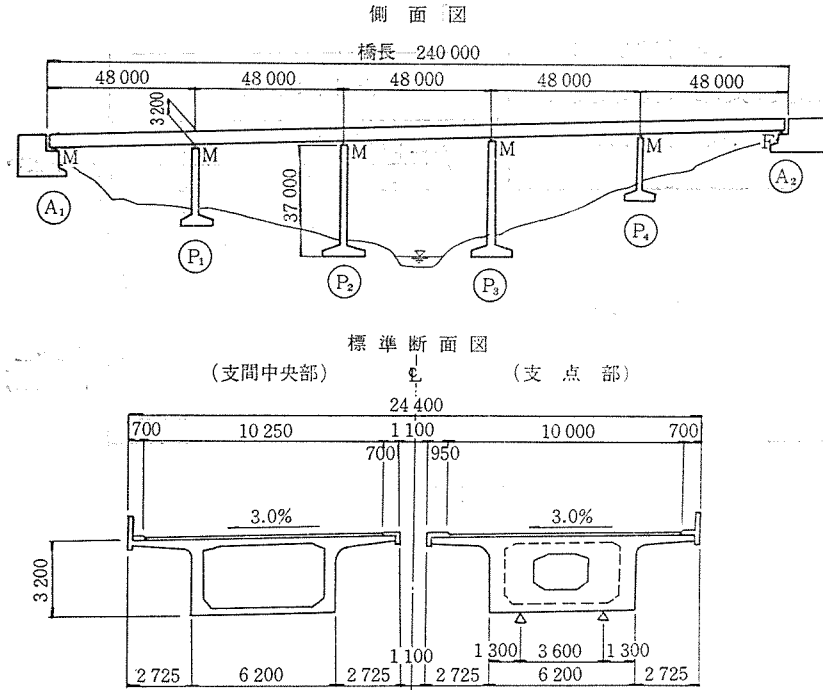


図-3.1 一般図

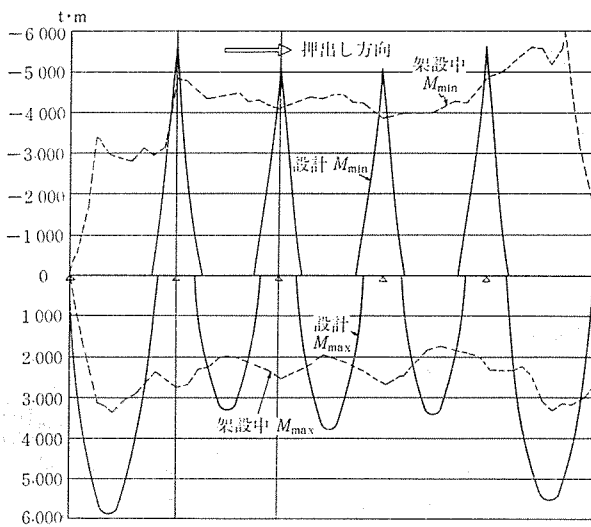


図-3.2 曲げモーメント図

架設工法：SSY 押し出し工法

3.3 設計概要

(1) 設計条件

主たる設計方針は道路橋示方書、各工法指針、日本道路公団設計要領、押し出し架設工法による PC 箱桁橋の設計施工要領（建技評第 79401 号）に従った。

コンクリートの設計基準強度は $\sigma_{ck} = 400 \text{ kg/cm}^2$ とし架設時の引張応力度は -10 kg/cm^2 を目標にした。

(2) 設計

1) 一般に押し出し橋梁は図-3.2のごとく架設時曲げモーメントと完成系曲げモーメントが異付号になるため、一次鋼材（支点上は下床版、支間内は上床版に配置

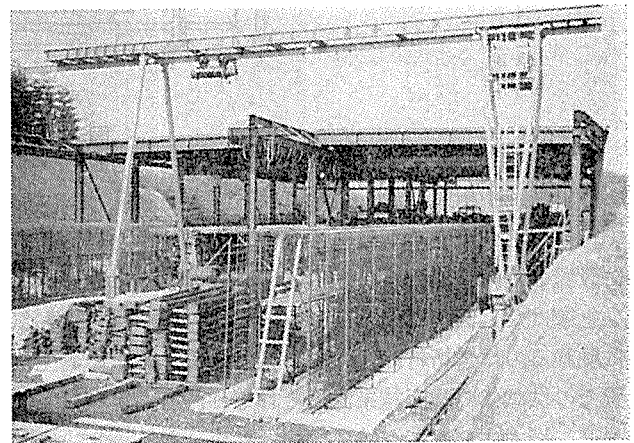


写真-3.2 製作ヤード

されたもの）が二次鋼材の効果を減ずる結果となる。

対処法として詳細設計に先立ち一次鋼材のアウトサイド方式について諸検討を実施した。その結果、本橋は上・下線同時施工であるため、アウトサイド鋼材の転用、工程上の問題等により本方式を採用するに至らなかった。

2) 施工時の応力検討は構造系の変化する各段階の 255 case を行い、各断面に生ずる最大・最小曲げモーメントおよび合成応力度を算出した。

3) 主桁断面は各種検討結果、図-3.1のごとく決定した。

3.3 施工

本橋は用地問題、供用開始時期等により、上・下線の橋体工を単年度で完成させることになり、その対処策として以下の急速施工法を採用した。

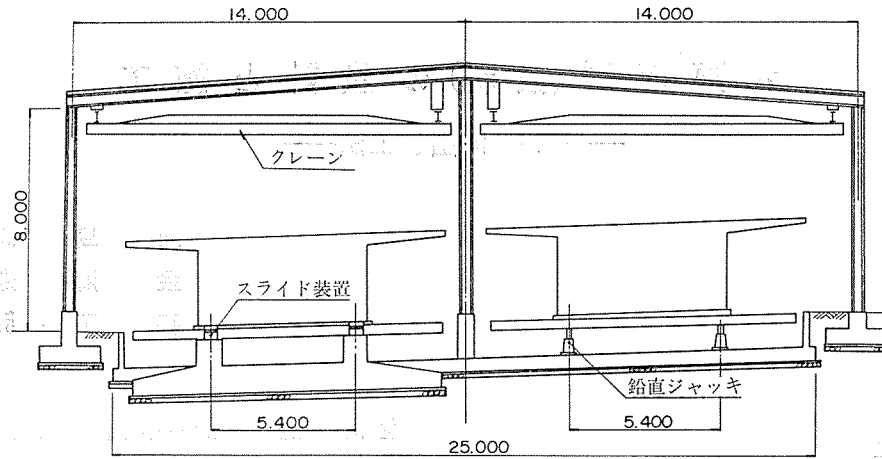


図-3.3 製作ヤード図

- 1) 長尺ブロック (1ブロック 24 m)
 - 2) 上・下線同時施工 (図-3.3 製作ヤード図参照)
- 福浦橋の上部工は現在、施工中であり、57年の完成を

めざし、鋭意邁進中である。
 また、本橋のように積雪、風等の自然条件の厳しい架橋条件でも、また急速施工の条件下でも押し出し工法は安全に施工されるものである。

◀刊行物案内▶

第 21 回研究発表会講演概要

体 裁 : B 5 判 52 頁

定 価 : 1500 円 送 料 : 250 円 (巻末の 200 円は誤記につきお詫びして訂正いたします)

内 容 : (1) PC 鋼棒の遅れ破壊特性について、(2) 鋳物定着具のコンクリート耐荷性能について、(3) アンボンド工法用定着具の低サイクル疲労試験法について、(4) アンボンド工法用 CCL 定着具の性能試験、(5) 海洋コンクリート構造物の基礎的研究 (その 2 接合部の動的挙動)、(6) コンクリートの自己ひずみによる PC 架構応力の略算法、(7) PC 中空床版曲線橋の解析と実験、(8) プレストレスト鉄筋コンクリートはりの長期曲げひび割れ幅について、(9) 補強筋をもつ PC 鋼材定着部の破壊機構および強度について、(10) PRC 梁断面の履歴性質に関する解析的研究、(11) II, III 種 PC 桁の実用化に関する研究、(12) III 種 PC はりの力学的性質に関する基礎研究、(13) 横補強コンクリートによるアンボンド梁の靱性改善、(14) 超高強度コンクリートの力学的性質に関する研究、(15) PC 板埋設型枠工法に関する研究、(16) 「特別講演」プレストレストコンクリートと建築 (特別講演に限り概要はありません)、(17) 出雲大社新神楽殿の設計・施工、(18) 一宮地方総合卸売市場の構造設計と施工概要、(19) 大阪国際空港誘導路の PC プレキャスト版舗装工事報告、(20) 下路 PC 桁の押し出し工法による架設および試験 (仙山線・上杉山架道橋)、(21) 鳥飼連絡線真砂 PC 工事、PC 単純箱桁ブロック工法の施工について、(22) PC 鉄道橋の支承部の補修について、(23) 鹿島線沼沼川橋りょうの施工について、(24) 押し出し工法による九戸坂橋の設計と施工について、(25) 一本杉公園 PC 斜張橋の設計施工について