

東北新幹線岩切線路橋の設計・施工について

鈴 木 茂 夫*
井 上 正 明*
一ノ宮 肇 弘*
平 手 輝 男**
榊 原 秀 雄***
杉 本 武 司***

1. ま え が き

昭和 55 年度完成を目途に鋭意施工されている東北新幹線建設工事は、その性格上、道路、鉄道などの交通路上空を横断する橋梁が数多くみられる。今までは鉄桁の採用が常であったが、最近ますます公害問題に対する世論が高まりつつあるなかで、橋梁完成後の騒音対策として、また後の保守管理の面などより、PC 押出し工法が大きくクローズアップされてきた。

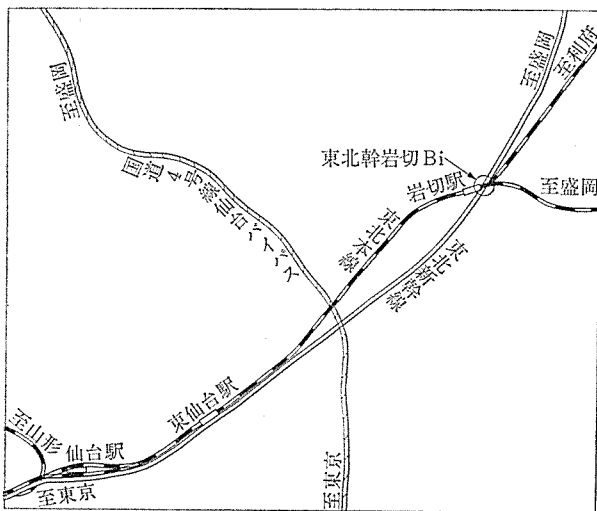


図-1 位置図

この押出し工法は、架設上の安全性において他工法に比べ非常に優れていることと、現場における架設上の制約が少なく、上空横断に最も適した工法とみられているからである。

岩切線路橋もその例にもれず、東北本線岩切駅北部構内（東京起点 360.470 km）において、上下本線等 7 線をまたぎ、41 度の斜角で横断する橋梁である。橋梁の計画にあたり、鉄桁のほか PC 単純桁も検討されたが、当

* 国鉄仙台新幹線工事局

** ピー・エス・コンクリート（株）名古屋事務所

*** ピー・エス・コンクリート（株）仙台支店

線路橋の下を走る東北本線の列車本数は 1 日に約 320 本あり、十分な線路閉鎖間合い、き電停止間合いを確保することができないことから、押出し工法を採用した。

当橋梁は、国鉄工事史上おそらく初めての活線中の桁架設ということに特色がある。また高らんを施工後、押出し架設したことにより、桁架設後、桁上作業は営業線に全く支障なく行うことができた。ここに、この工事の概要を紹介する。

2. 工事概要

工事名：東北幹岩切 Bi 上部工ほか
工事場所：仙台市岩切
工期：昭和 53 年 7 月～昭和 54 年 7 月
発注者：日本国有鉄道仙台新幹線工事局
構造形式：PC 1 室箱桁 3 径間連続橋
橋格：複線鉄道橋 N-18, P-19
PC 工法：フレシネー工法
架設工法：T.L. 押出し工法
橋長：84.51 m
支間割り：27.655 m + 28.0 m + 27.655 m
施工：ピー・エス・コンクリート（株）
主要材料は表-1 に示す。

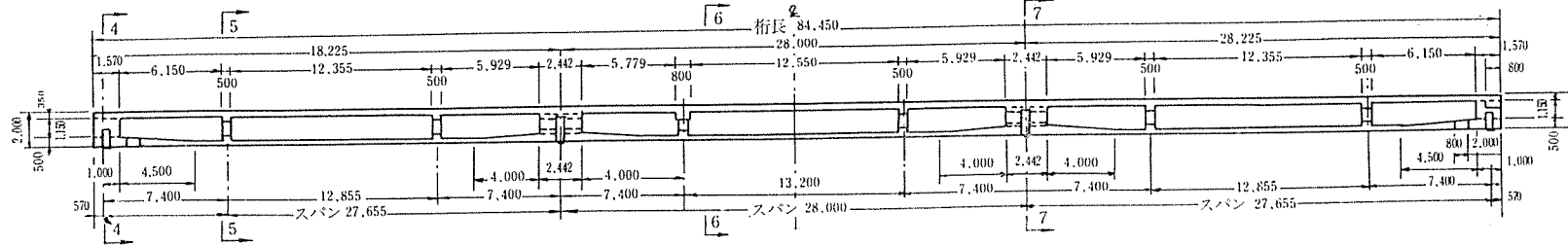
表-1 主要材料

種別	仕様	単位	数量	m 当り数量
コンクリート	$\sigma_{ck} = 400 \text{ kg/cm}^2$	m ³	835	9.9 m ³
鉄筋	SD 35	ton	80	947 kg
PC 鋼 棒	縦締め $\phi 32$ SBPR 95/110, 110/125	ton	29	343 kg
	横締め $\phi 26$ SBPR 95/110	ton	8	95 kg
PC 鋼 線	12 T 12.4 SWPR 7 A	ton	13	154 kg

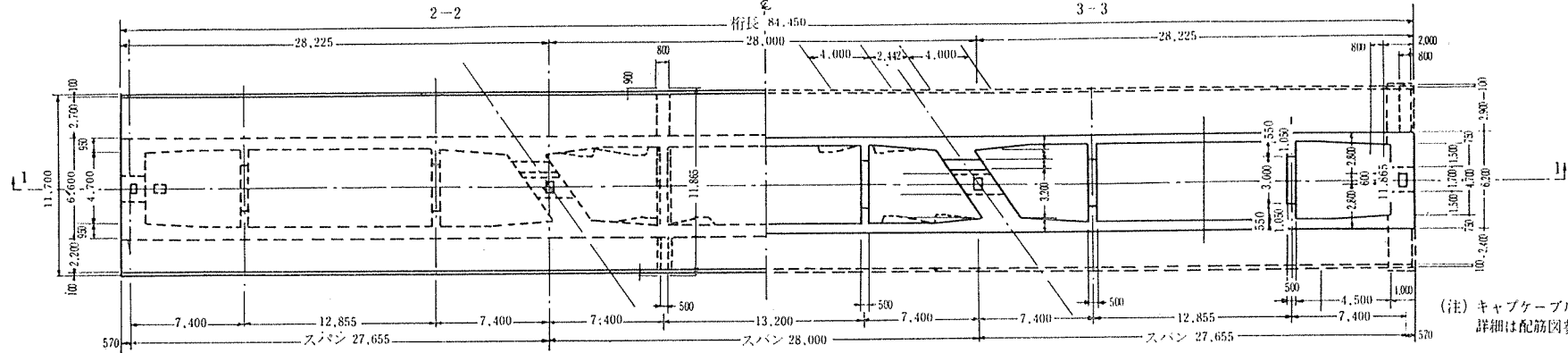
3. 設計概要

設計計算は「全国新幹線網建造物設計標準」および「国鉄建造物設計標準」に従い、

側面図



平面図



断面図

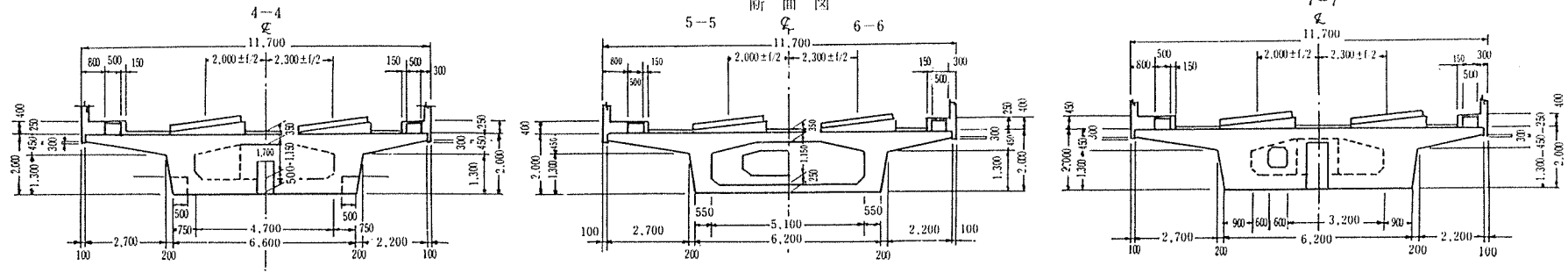


図-2 一般図

- 1) 高らんを施工後押し架設を行う。
- 2) 斜角 (55度) の影響を考慮した断面力にて検討。
- 3) 押し施工中の検討に、仮支柱の弾性沈下を考慮する。

上記三つの条件を加味して押し施工時および設計荷重時等の検討を行った。

(1) 断面形状

断面形状は単純箱桁標準設計に準じた。全幅は標準では 11.6 m であるが、 $R=4000\text{m}$ の緩和曲線区間内でありシフト量が約 90 mm であるので、100 mm 広げて 11.7 m とした。桁高は施工時に生ずる断面力が大きく余裕を持ちたいが、営業線の建築限界との関係で 2.0 m に制限された。

(2) ブロック割り

工期、施工性、製作ヤード長、型枠の転用回数、設計的条件等を検討のうえ、1/2 径間長を標準ブロック長とし、中間隔壁、電柱受梁のあるブロックでは、前後に多少長さを変化させた。

(3) 断面力

断面力は棒理論により算出した値に、斜角 (55度) の

影響を考慮し、格子構造解析により得た割増し係数を各値に乗じて設計断面力とした。6 種類の荷重条件で検討し、箱形断面を 2 主桁に仮定した G_1 桁と G_2 桁の分担比の差が最大となる荷重条件における値により割増し係数を求めた。図-3 は曲げモーメント、せん断力の分担比図である。

押し施工時においては、主桁全長を 24 ブロックに分割し、1 分割ずつ押し、35 の施工段階において断面力を求め応力チェックをした。仮支柱の弾性沈下に対する検討は、仮支柱に最も大きな反力が働く構造系で、仮支柱をバネ支承と考え (バネ定数 $K=96000\text{ t/m}$) 応力を検討した。

(4) プレストレス

押し施工時の交番する応力に対する 1 次プレストレスと、架設終了後に発生する応力に対する 2 次プレストレスがあり、軸力としてのみ働くように上床版と下床版に配置した 1 次プレストレス用 PC 鋼棒は、桁高スパン比が 1/14 であるが、断面係数に対する架設荷重の比率が大きいので、最大配置断面では 60 本と多くなった。2 次プレストレス用 PC ケーブルは、すべて連続ケーブル

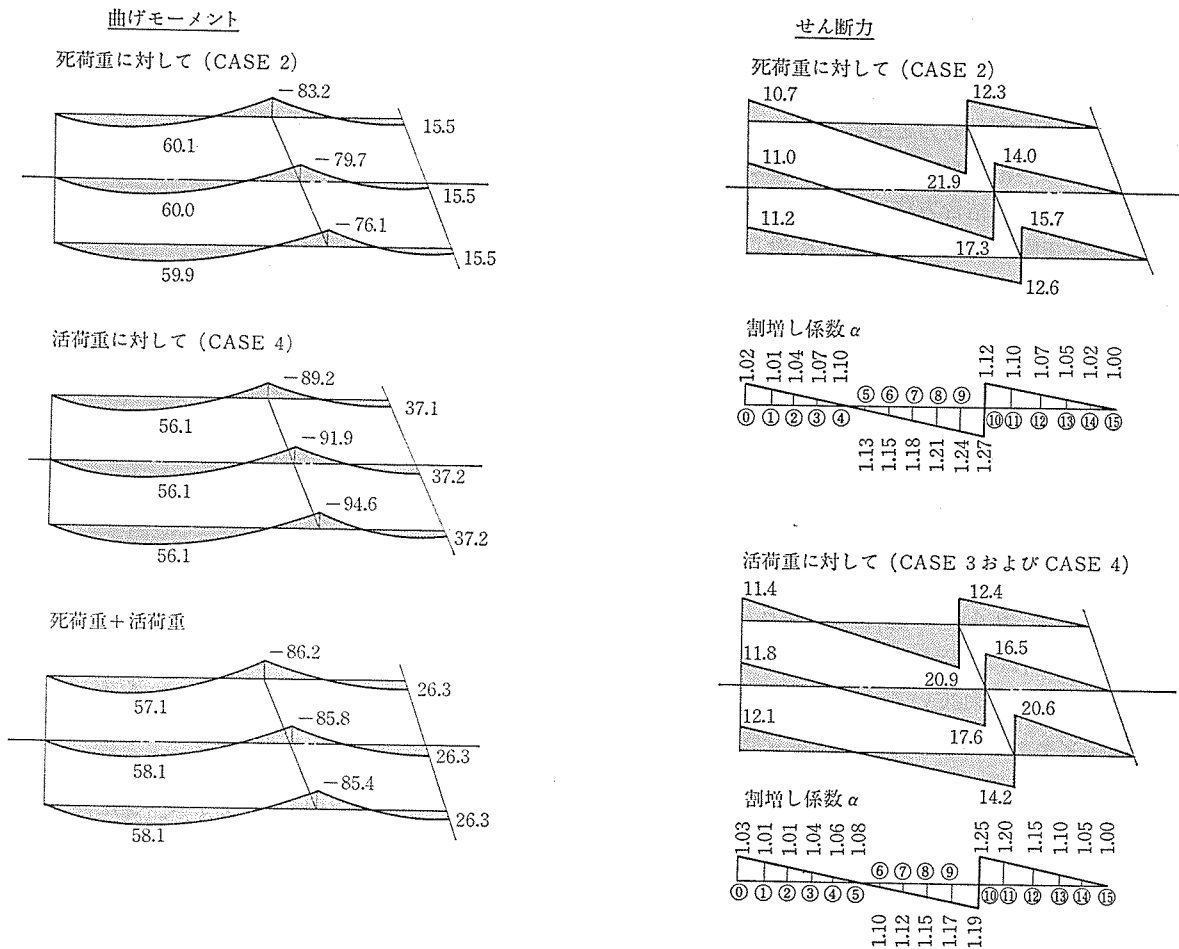


図-3 断面力分担比図

報 告

ルとした場合、中央径間でかなり余裕がでる点が生じるので、一部を中間支点を超えたところで、デッドアンカーを使用して片引きケーブルとした。

コンクリートのクリープおよび乾燥収縮によるプレストレスの減少量は、

- 1) 押し出し施工中に生ずる減少量
- 2) 架設終了後2次プレストレス導入直後までに生ずる減少量
- 3) 2次プレストレス導入後に生ずる減少量

と三つに大別されるが、1)の押し出し施工に関しては、施工段階ごとに変化する持続荷重に対して細かく減少量を計算したが、設計上の施工日数と実施施工日数に差があり、そのズレを考えた場合、あまり細かな計算は意味がなかった。コンクリートのクリープおよび乾燥収縮の進行曲線は「土木学会 PC 標準示方書」の仮定にほぼ一致するようにした。

(5) 手延べ桁

押し出し施工中に主桁に発生する M_{min} に対する応力を減少させるために、2主桁構造の手延べ桁を主桁のウェブに取付けた。手延べ桁の長さは、架設時最大支間の約2/3程度の長さが一般的に使用されており、運搬上の都合および転用による長さの変化に対処するため、3ブロックに分け、全長 18.5m、桁高 1.1m~2.5m の変断面の鋼製桁とした。手延べ桁の剛性は大きすぎても、小さすぎても主桁に過剰な応力を生じさせるので、主桁とのバランス、手延べ桁自身の耐力等を考慮して決定した。主桁と手延べ桁の結合方法は、曲げモーメントに対しては PC 鋼棒で緊結させ、せん断力に対しては手延べ桁の突起部を主桁にかみ合わせて対処した。

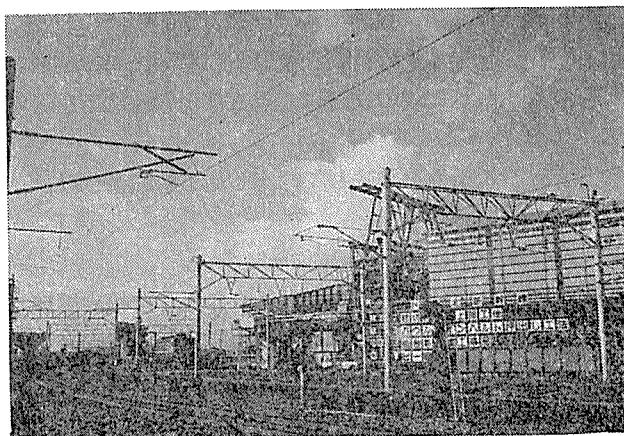
4. 施工概要

(1) 主桁製作ヤード

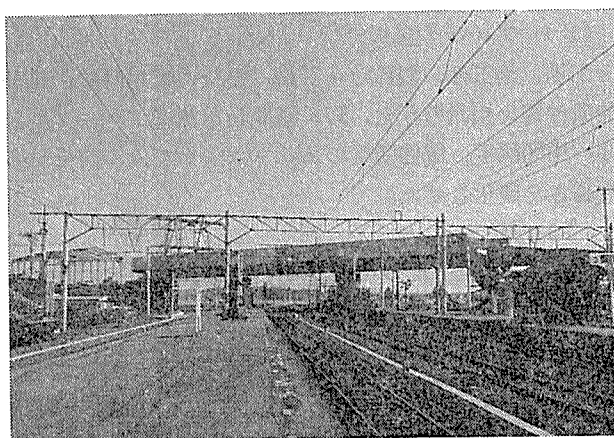
主桁製作ヤードは、P₄橋脚より盛岡方にある本設の橋脚のフーチング部と、仮設した基礎部を利用して、鉄骨構造の支保工を組立て、その上に型枠設備等を設置した。主桁を7ブロックに分割施工し、2ブロック製作後押出すため、長さ 29.4m の底枠（2ブロック製作可能）、16.2m の側枠、32m の全天候型上屋および後方作業ヤードから構成されている。

底枠は油圧ジャッキによりセットおよび脱型を行い、セットを簡単にするため、規定の高さに至ったとき、枠の上がりガがストップするように高さ調整ストッパーを設けた。側枠は移動装置台車上にのせ、橋軸方向への移動を自由にし、脱型は開き止め金具を開放し、横方向へ引込むことにより行った。

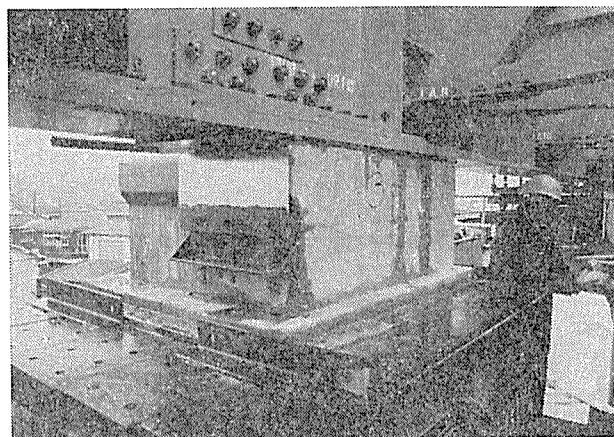
(2) コンクリート工



写真一



写真二



写真三

主桁コンクリートは、レディミクストコンクリート ($\sigma_{ck}=400 \text{ kg/cm}^2$ 、スランプ $6\pm 1.5 \text{ cm}$ 、 $W/C=43\%$) を使用し、ポンプ車により全断面同時打ちとした。時間当り打設量は $20\sim 25 \text{ m}^3/\text{hr}$. であった。養生は、打設時期が冬期のため、全天候型上屋で覆い、温風機 (20 万 kcal/hr .) を2台使用して室内温度を常時 10°C 以上に保った。

(3) 押し出し施工

本橋に採用した押し出し方式は、集中引張方式と称するもので、固定橋脚に 200t 用センターホールジャッキを 2 台固定し、桁にセットしたアンカー材とを引張鋼棒でつなぎ、ジャッキで引張ることにより桁本体を前方へ押し出す方法である。押し出しジャッキ用油圧ポンプは一度の押し出し架設（約 28 m）を 8 時間程度で終了する必要があったため、損失時間を見込んで押し出し速度が 5.6～7.0 m/hr. になるよう機種と台数を選定した。

押し出し架設は方向、高さの確認をしながら桁と滑り支承（RC 構造で押し出し架設中に主桁を支持する。なお、滑り面となる部分にステンレス板を巻付け、方向修正用ガイド金具をサイドに取付け、各橋脚および製作ヤードに設置）との間に滑り板（硬質ゴムを鋼板で補強した板にテフロン板を圧着したもの）を挿入し、桁と共に滑って前方より出たものを順次繰返し挿入し架設を行った。方向の確認と修正は、既設高架上にトランシットを設置し、押し出される桁の前端と後端に設けた測点を常時観測し、ズレが 10 mm を超えた場合、横方向修正ガイド金具と桁の間に、滑り板と厚さ調整板を重ねて挿入し、押し出しながら方向を修正した。

摩擦係数は、第 1, 2 回目の押し出し架設で 5% 程度の値を記録したが、架設される桁の総重量が初期段階で軽いため、滑り板を清掃するだけで、減摩剤を塗布しなかったことと、テフロンの物理的性質として、室内実験によれば、摩擦係数と面圧の関係では、面圧が大きいほど摩擦係数は減少し、摩擦係数と滑り速度の関係では、0.1 mm/sec あたりを最低としてその前後においては速度に関係して摩擦係数が増加する傾向があるためと考えられる。第 3 回目において縁切り時での摩擦係数が 10% になったのは、製作ヤードの滑り支承と滑り板の間にセメントペーストが流れ込み付着したためと考えられる。桁

下面を平滑に製作し、滑り板の清掃ならびに減摩剤を塗布して滑り面の管理を十分に行えば、摩擦をかなり減らすことができると思われる。

（4）実施工程

一般に、押し出し工法は、全天候型上屋の中で作業を行うため、気象条件に左右されない工程を組むことができる。よって各種条件が満たされれば、効率の良い、経済的な施工ができるが、本橋の場合、1 径間ずつ押し出す必要があり、また以下列記する事項によって 1 サイクルの実施工程は長くなった。

- 1) 工事用道路が狭く、利用に制限があった。
- 2) 鉄筋加工場、資材置場等が点在しているため、小運搬に時間を要した。
- 3) 後方作業ヤードが十分取れなかったため、先行作業に制約を受けた。
- 4) 営業線上の架設のため、押し出し架設する前日に異常の有無を確かめる意味で、予行演習を行った。

5. あとがき

昭和 53 年 7 月着工以来、競合作業による作業スペースの制約と環境保全にかかわる作業時間の制約等のため、桁架設作業は年末年始の営業線多客期を挟んだ、厳寒期の施工となったが、本工事の重大性を良く認識して工事に臨んだ国鉄工事区員と施工業者の呼吸の合った綿密な作業によって、東北本線上を無事押し出し架設することができた。所定の位置に据付けられた桁を見上げるたびに感慨深いものがある。

幾多の困難はあったが、無事故で所定の工期内に架設を終えることができたのは、国鉄構造物設計事務所、仙鉄局、仙幹工局関係各位の御指導のおかげと深く謝意を表すものであります。

◀刊行物案内▶

PC くい基礎の最近の進歩

—PC ぐいの正しい使い方—

体 裁：A 4 判 246 ページ

定 価：2 000 円（会員特価 1 800 円）送料 600 円

内 容：1) PC くい、2) PC くい基礎の設計、3) PC ぐいの施工、4) 超高強度コンクリートくい、超大径くい

お申込みは代金を添え、(社)プレストレストコンクリート技術協会へ