

## 東北新幹線山田線 Bi の設計・施工

大 石 辰 雄\*  
金 森 真\*\*

### 1. 全体概要

本工事は昭和 52 年 11 月から 54 年 3 月までに東北新幹線東京起点 494.400 km 付近（岩手県盛岡市）に製作架設された 7 径間連続 PC 箱形桁である。

本工事までの押出し工法の実績は、道路橋の幌萌大橋（北海道）、敷島橋（群馬県）、東北新幹線俵ヶ石橋梁（岩手県）の 3 橋で、いずれも谷、川を渡るものであり全長にわたって支保工を立てなくて良いという経済性に立脚したものである。これに対して本工事は、道路交通および鉄道交通を規制しないことを最大の目的としたものであり、工事の経済性はもとより交通規制をしないという社会的便益を考慮したものである。

### 2. 押出し工法採用理由

押出し工法には次の特長があると考えられている。

- 1) 製作ヤード以外では桁下空間を支障しない。
- 2) 桁長にかかわらず型枠等は一定であるので長い桁に有利である。
- 3) 一定個所の作業のため行き届いた安全管理ができる。
- 4) 型枠の組立て・解体が迅速にできる。
- 5) 鉄筋の運搬・組立て、コンクリートの管理が容易。
- 6) 製作ヤード以外支保工が不要なので、深い谷や川での施工が経済的かつ容易である。
- 7) 上屋を設けることにより天候の影響を受けずに作業でき、養生もしやすい。
- 8) 繰返し作業のため作業員の習熟が早い。

以上の特長のうち、特に 1) の理由によりこの工法を採用することになった。すなわち、

#### (1) 道路横断

1 日上下合わせて約 8000 台の交通量のある県道盛岡横手線は、バス路線でもあり、他の工法により交通規制することは地域社会にも影響が大きい。また他の工法では時間もかかりその間の安全確保に問題が多い。

#### (2) 鉄道横断

盛岡から宮古に至る山田線をスパン 38 m で渡るが、他工法では、桁架設、高らん施工まで日数がかかり、安全対策上問題があり、工事も制約が多い。

#### (3) 市街地施工

本工事は盛岡市の北側に位置し、付近は商店街、住宅密集地のため、他工法では騒音、振動、ほこり等の問題が発生することは明らかであった。

#### (4) 経済性

本橋梁は 212 m と短いため、型枠転用等のメリットは大きくはないが、施工高さが地上約 15 m（スラブ面まで）と高いため支保工に関して経済的であった。また東北本線に隣接しており、落下物防止、作業員への安全施設等集中的に設備できる点や、他交通機関の安全、地元対策上の利点を総合的に考えると十分経済的であったとおもわれる。

### 3. 施工内容

桁の製作架設作業は、図-1 に示す準備ヤード、製作ヤード、押出しヤードで行われる。

#### (1) 準備ヤード

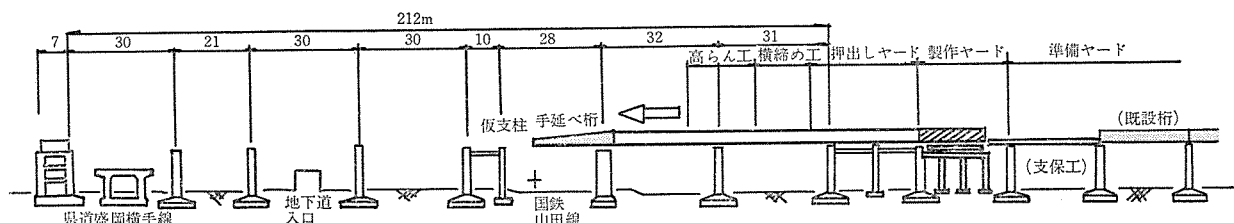


図-1 施工概念図

\* 国鉄構造物設計事務所

\*\* 国鉄盛岡工務局盛岡新幹線工事区（前）助役

下床版鉄筋組立て、ウェブ鉄筋組立て、主ケーブルの配置等、内型枠をセットする前にできるものは、可能なかぎり準備ヤードで組立て、製作ヤード上の作業を少なくして製作ヤードの回転を早める。このあらかじめ組立てられた鉄筋等は、前のコンクリートブロックが押出される時同時に引張られて製作ヤードに移動する。準備ヤードには、製作ヤードと行き来する天井クレーンが設置されており各作業に便利に使われている。

(2) 製作ヤード

製作ヤードには 15m (1 ブロックの長さ) 分の外型枠があり、仮組された鉄筋等がコンクリートブロックと入れ替りに入ると、これを修正し、内型枠を天井クレーンで吊込み、上床版の鉄筋、鋼棒を配置し、コンクリート打設、養生、そして現場養生のテストピースで強度確認をして縦締め鋼棒の緊張をし押出すこととなる。

(3) 押出しヤード

桁を押出す装置を図-2 に示す。メインジャッキはセ

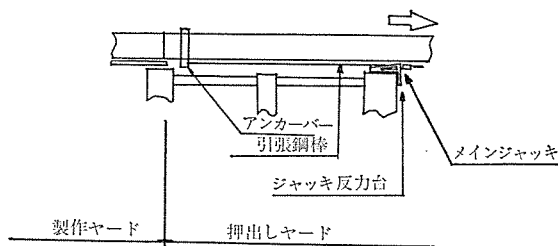


図-2 押出し装置

ンターホールジャッキで 250t、ストローク 200mm のもの 2 台を使用した。最終押し出し時、桁重量は高らんも含めて約 6000t となり、水平摩擦係数を 5% としても

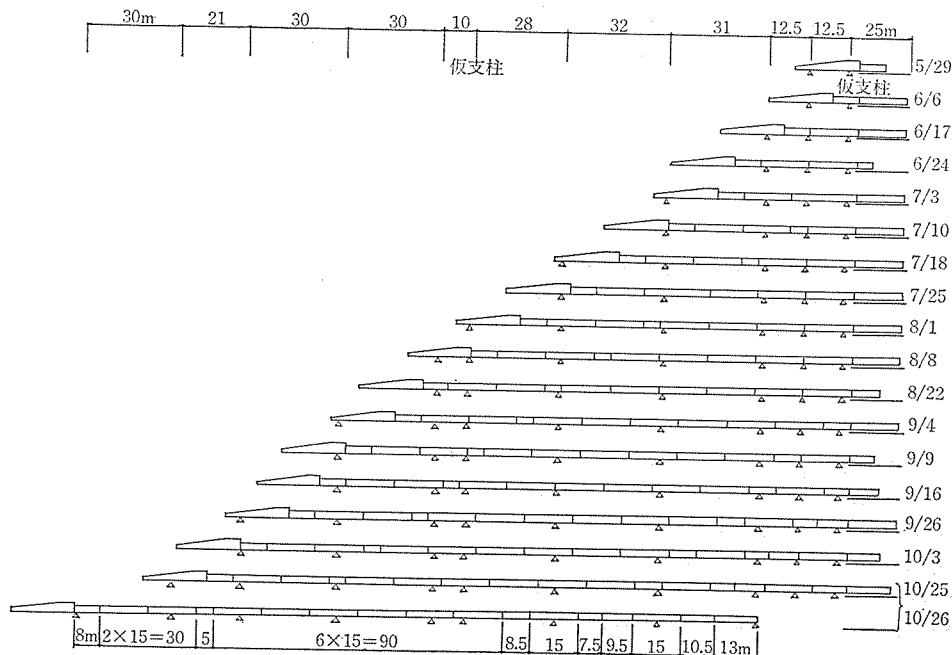


図-3 押し出し順序図と押し出し日

約 300t であり能力的には十分であった。このジャッキで桁下面にセットされたアンカーバーを 3 本の引張鋼棒を介して引き寄せる。この反力は 2 基の橋脚を、変位を少なくするため H 鋼等で連結してとらせる。この水平反力による橋脚応力度は事前に十分検討した。

(4) その他

施工サイクルは標準的には表-1 のようになる。しかし今回は、各スパンが等スパンでないことや、電柱支持

表-1 標準施工サイクル (ブロック長 15m の例)

作業	1	2	3	4	5	6	7
外型枠セット・ケレン	■						
下床版配筋・鋼棒配置		■					
ウェブ鉄筋・鋼線配置		■					
内型枠セット			■				
上床版配筋・鋼棒配置			■				
コンクリート打設・養生				■			
PC 鋼棒緊張 (縦締め)					■		
押し出し							■

梁の位置により、ブロック長が 5m~15m となったためかなり変動した。また横桁の位置では鉄筋組立てに時間がかかった。また現場養生のテストピースの試験結果によっては、PC 鋼棒緊張を延期することもあった。表-1 は製作ヤード上の作業であって準備作業を含んでいない。

押出されたブロックでは横締め鋼線緊張とそのグラウト注入、高らん鉄筋組立て、高らんコンクリート打設の各作業が順次行われ、完全に出来上がった状態で山田線を横断するようにした。このことは落下物防止のためにも非常に良かった。図-3 に押し出し順序図と押し出し日を示す。

#### 4. 関係機関との協議

##### (1) 山田線横断

山田線はスパン 38m で渡るが、盛岡方より 10m の位置に仮支柱を設け、スパン 28m で横断し、主ケーブル緊張後、仮支柱をとりはずす。このスパンと隣接する終点側のスパンは図-1からも明らかなように 32m ある。架設時の応力検討をチェックし、管理局関係課と保線区に説明し、計算上十分な安全性があり、かつ前のスパンで実証されること、および線路上では何の作業も行わないし、何も落下するおそれもないことを納得していただき、規制なしで施工した。ともかく東北新幹線に対する管理局側の協力ということで、列車運行は支障ない限り協力していただけたことを感謝している(写真-1)。

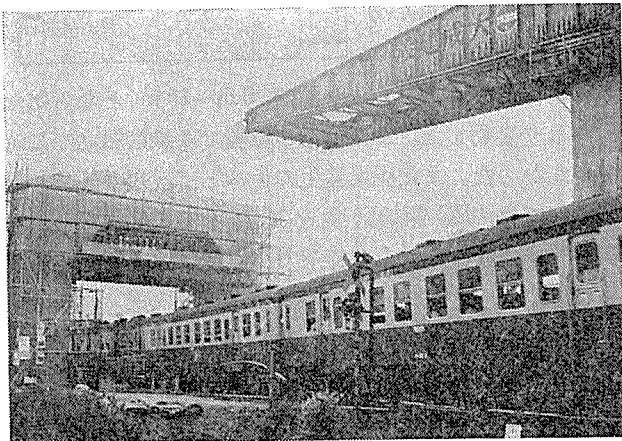


写真-1 山田線横断

##### (2) 県道横断

県道は県土木事務所の管理であり、押出し工法の説明および、押出し中の応力についても十分検討していることを説明し、山田線横断の施工時、立会っていただき、これであれば日中交通規制なしで許可できるということ、日中2日間で県道 30m の施工を終えた。施工中の

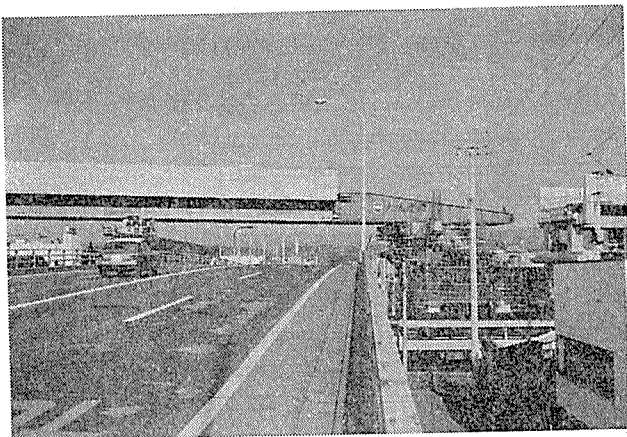


写真-2 県道横断

交通車両は2日間約14時間で約12000台であった。岩手県は東北新幹線に協力的であり、好意的に対処していただき感謝している(写真-2)。

##### (3) 注意事項

鉄道および道路の横断に際して特に注意した点は次のとおりである。

###### i) 手延べ桁の点検・清掃

手延べ桁の事故は重大であるので、ボルトのゆるみ、部材の変形の点検を行う。不要物はかたづけ、必要な資材も落下しないよう処置する。

###### ii) 桁上の不要物の撤去

桁は地上約15mの位置にあるので、麻袋、木材等は風で飛ぶこともあるのでかたづける。特にこの点で高らんが立上がっているので安心であった。木口には手すりと落下物防止網を設置した。

###### iii) 手延べ桁等への立入り禁止

押出し速度は、押出し中で10cm/min.以下であり、全体の施工速度は、2~3m/hr.程度であり、自動車運転手には気がつかない程度である。一番おそれたのは運転手が工事に気をとられて脇見運転することであり、注意をひかないように手延べ桁上や、県道上には必要な作業員以外立入らないようにした。ただし、非常時の手配のため県道上に2名張付けた。

#### 5. 高らんの施工

高らんの施工は他の工法では桁架設後であるが、今回押出し工法の特長をいかして、高らんも施工して押出した。この点で、プレストレスの高らんへの分散が考えられたが、2mごとに5mmの目地を入れ対処した。本工事のように営業線近接、道路横断の場合、高らんの同時施工は安全度の向上に極めて有効であった。

#### 6. シューのセット

本橋梁のシューは下シューとしてステンレスシューが用いられた。このシューは施工中のテフロン板の下シューにもなっている。上シューはゴムシュー(厚59mm)で、最終押出し直前に桁にセットしそのまま押出しステンレスシューの所定の位置にセットした。

#### 7. 主ケーブルの緊張

5月末に1回目のコンクリート打設を行い、最終押出しが10月末となり、主ケーブルの緊張、グラウトは、11月となった。6か月配置されたままのケーブルは、長さが長く、曲がっていることもあり、摩擦係数が大きく所定の緊張力を導入するのに苦労した。押出し工法の場合多少余裕が必要とおもわれる。

8. 設 計

8.1 設計条件

構造形式：ポストテンション方式7径間連続桁  
 スパン：29.46+21.00+30.00+30.00+38.00+  
 32.00+30.48m

列車荷重：N-18, または, P-19 を複線載荷（バラスト軌道, ただし, スラブ軌道対応可能とする）

基準震度： $K_H=0.2, K_V=0.1$

破壊荷重： $1.3\sum d+2.5L$ , または  $1.75(\sum d+L)$

支点の不等沈下に対する検討：

橋脚の不等沈下；1cm

うま桁のクリープたわみ；1cm

地震力の分担：ダンパー式ストッパーにより全ピアー  
 両アバットに分担させる。

シュー：ステンレス鋼板付きゴムシュー

コンクリート： $\sigma_{ck}=400\text{ kg/cm}^2$

PC鋼材：主ケーブルは 12-T12.5, 横締めケーブル

はシングルストランド 1-T22, 主鋼棒は SBPR 95/110 ( $\phi 32$ )

仮支柱：P<sub>4</sub> 橋脚より 10m だけ終点側へ離れた位置  
 手延べ桁：変断面鋼桁を使用。  $I=0.00508\sim 0.06485$   
 $\text{m}^4/1$  ウェブ,  $\omega=1.309\sim 2.389\text{ t/m}\cdot 1$  ウェ  
 ブ,  $l=20\text{ m}$ ,

1 施工ブロックの桁長：15m を基本の長さとする

8.2 断面力および応力度

桁押し出し中の断面力は、押し出し方向の桁先端に変断面鋼桁を有する 1~7 径回連続梁として解いた。押し出し中のモーメントは  $1714\text{ t}\cdot\text{m}\sim -2689\text{ t}\cdot\text{m}$  の範囲で変動している（図-4 参照）。

桁押し出し終了時のプレストレスと自重による合成応力度は上縁  $35\text{ kg/cm}^2\sim -9\text{ kg/cm}^2$ , 下縁  $78\text{ kg/cm}^2\sim 5\text{ kg/cm}^2$  である。設計荷重作用時モーメントは  $4848\text{ t}\cdot\text{m}\sim -4868\text{ t}\cdot\text{m}$ , このモーメントと全有効プレストレスとの曲げ合成応力度は上縁  $81\text{ kg/cm}^2\sim 9\text{ kg/cm}^2$ , 下縁  $106\sim -5\text{ kg/cm}^2$  である。

8.3 PC 鋼材配置

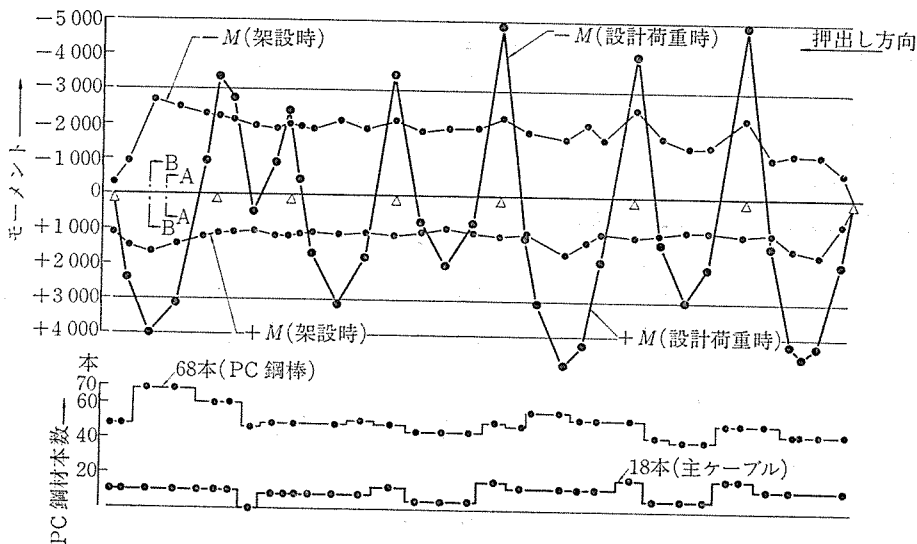


図-4 架設時, 設計荷重時モーメントおよび PC 鋼材本数

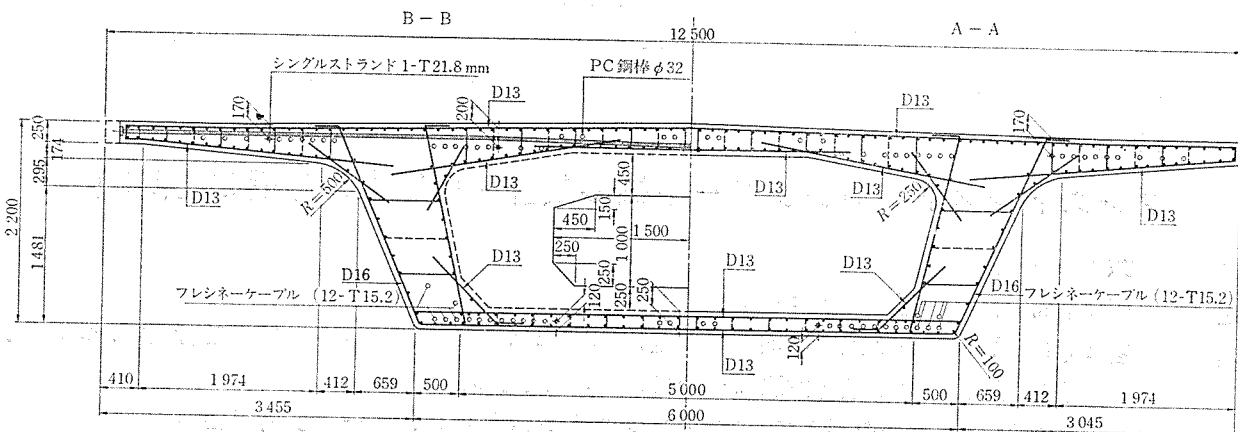


図-5 断面配筋図

## 報 告

主方向 PC 鋼材は、PC 鋼棒、および PC ケーブルを用いている。PC 鋼棒は押し出し中の自重による断面力に対する必要量を配置し、主ケーブルは自重以外の断面力より求まる量を配置した。PC 鋼棒は施工中の安全確保のため、部材内に配置しているので桁架設完了後にこれを部分的に撤去することは困難であり、このため中間支点など断面の一部に完成系断面力に対して不合理を生じている。

PC 鋼棒は、ウェブを除く上下スラブに、主ケーブル

は、これを弯曲配置とするためウェブ内に配置した（図—5 参照）。

### 9. おわりに

本工事が関係機関の協力により無事終了したことは、その後の、この方法による道路横断、鉄道横断工事の先例として意味があったとおもわれるが、失敗した場合の影響の大きさを考えて、先例にたよることなく十分な安全性の確認が必要なことを強調したい。

#### ◀刊行物案内▶

### プレストレストコンクリート世界の動向と 新道路橋示方書による設計計算例

本書は第7回技術講習会のためのテキストです。その内容は、前半は世界における PC の動向として、諸外国の特殊な PC 橋施工例 Alm 橋ほか数橋と LNG タンクについて、また建築構造物については最近世界的に関心の高まってきたアンボンド PC 工法をとりあげ、その理論と利用法について詳しく説明されている。後半には新しいコンクリート道路橋示方書に基づいた設計計算例として、静定構造物についてはポストテンション単純Tげた橋について、また不静定構造物については連続げた橋について詳細折込付図を添付し詳述されている。実務者には必携の図書としてお勧めいたします。希望者は代金を添えプレストレストコンクリート技術協会にお申し込みください。

体 裁：A4判

定 価：3,000 円 送 料：400 円

内 容：プレストレストコンクリート世界の動向——(A) 土木構造物——Alm 橋, Ruck-A-Chucky 橋, Columbia 斜張橋, Brotonne 橋, Carpinto橋, Fos-sur-Mer, Montori-en-Bretagne の各 LNG タンクほか、(B) 建築構造物——アンボンド PC 工法の発達の歴史, アンボンド PC 鋼材と防せい材, アンボンド PC 部材の曲げひびわれおよび曲げ破壊耐力, 曲げひびわれおよびたわみ特性と普通鉄筋の必要性, アンボンド PC 部材の曲げ疲労耐力, フラットスラブ構造, Ⅲ種アンボンド PRC 構造, 新コンクリート道路橋示方書による設計計算例, (C) 静定構造物設計計算例——設計計算の対象, 材料強度・許容応力度等, 曲げモーメントが作用する部材としての設計, せん断力が作用する部材としての設計, (D) 不静定構造物設計計算例——不静定構造物の断面力の算定, 設計条件, 各部の設計ほか, 折込付図4枚

#### ◀刊行物案内▶

### プレストレスト コンクリート橋の設計・施工上の最近の諸問題

体 裁：A4判 116 ページ

定 価：1500 円 送 料：400 円

内 容：(1) PC 橋の施工開始前の諸問題, (2) PC 橋の工事ならびに施工管理について, (3) 新しい PC 設計方法について, (4) 最近の話題の橋梁  
お申込みは代金を添えて, (社)プレストレストコンクリート技術協会へ