

## 後方組立て方式プレキャストブロックPC箱桁の施工途中の曲げ補強事例

J R東日本コンサルタンツ(株) 正会員 工修 ○九富 理  
 J R東日本コンサルタンツ(株) 工修 石高 純光  
 東日本旅客鉄道(株) 工修 鈴木 裕隆

キーワード：プレキャストブロック，後方組立て方式，スパンバイスパン架設，施工時曲げ補強

### 1. はじめに

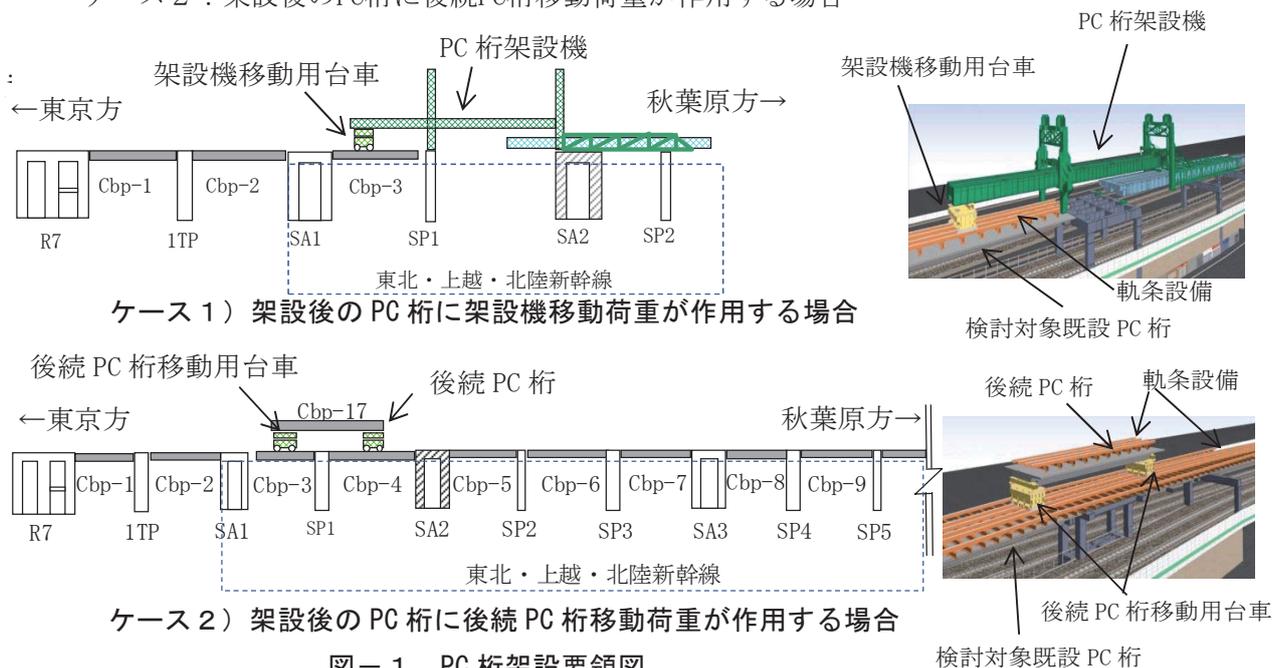
PC桁を後方組立て方式により架設する場合，①架設機が架設後のPC桁上を移動したり，②先行架設されたPC桁の上を後続のPC桁が台車で支持された状態で通過したりする場合がある。架設されたPC桁への施工時における負荷が本設時における負荷に比べて大きい場合，本設PCケーブルに加えて施工時用として仮設PCケーブルが必要となり，ケーブル配置計画が煩雑になる場合がある。本報告では，施工時における負荷により，PC桁に曲げ補強が必要となる場合において，仮設PCケーブルを追加する代わりに，ディビューター間にPC鋼棒を追加設置してプレストレスを導入することで本設PCケーブル配置を見直すことなく対処した事例を報告する。

### 2. 桁架設時の仮設荷重に対する検討

上野～東京ライン（東北縦貫線）の東北新幹線上でのPC桁の架設方法は、『後方組立て方式のスパンバイスパン工法』であり，東京方の仮構台で組み立てたプレキャストブロックをプレストレス導入後に台車で前方に運搬し，架設機により1スパンごと，桁架設を実施する方法であった。後方組立て方式による場合，架設機が先行架設済のPC桁上を移動する場合（図-1 ケース1）や，先行架設された架設済のPC桁の上を後続のPC桁が台車で支持された状態で通過したりする場合（図-1 ケース2）がある。桁架設時の荷重は，PC桁の自重と仮設軌条荷重に加え，図-1 に示す2ケースの施工時に作用する移動荷重のいずれかを載せた状態が施工時の最大荷重となる。

ケース1：架設後のPC桁に架設機移動荷重が作用する場合

ケース2：架設後のPC桁に後続PC桁移動荷重が作用する場合



### 3. 仮設時荷重に対する検討

#### 3.1 対象PC桁

今回の検討の対象となる桁は、プレキャストブロックから構成された複線鉄道桁で、一室箱型断面PC桁であり、PC鋼材は内ケーブル(12S12.7×8本)、外ケーブル(19S15.2×4本)併用となっている。PC桁の断面諸元およびPC鋼材配置図を図-2、3に示す。

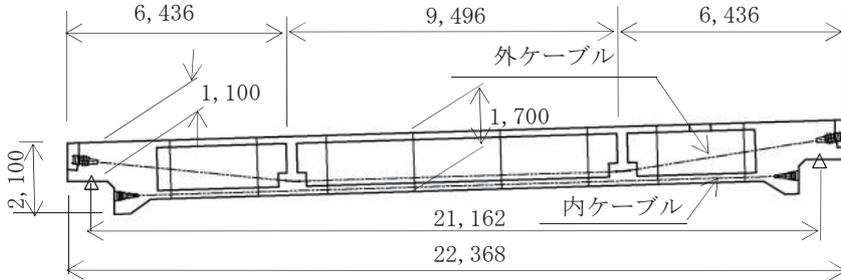


図-2 PC桁側面図とPC鋼材配置図

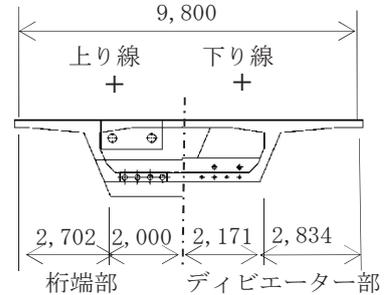


図-3 PC桁断面図とPC鋼材配置図

#### 3.2 荷重条件と検討結果

桁架設時の最大荷重は、PC桁の自重と仮設軌条荷重に加え、前ページ図-1に示した2ケースの移動荷重のいずれかを載せた状態の荷重となることから、桁架設時の最大荷重が本設時の荷重を上回る場合に部材の照査が必要となる。そこで、以下に示すように、スパン中央の曲げに着目して部材の曲げ応力度の照査を実施した。曲げ応力度の制限値としては、仮設時にスパン中央目地部に引張応力が出ないこととした。なお、実際の応力状態に近づけるため、PC桁に移動荷重が直接載荷するのではなく、軌条桁～軌条受け桁を介して載荷するモデルにより骨組解析を実施した。図-4に移動荷重の載荷状況(最大となる位置)と応力照査位置を示す。検討の結果、表-1に示すように、ケース1(架設機荷重)では移動荷重時にスパン中央目地部において圧縮応力が確保されているが、ケース2(後続PC桁荷重)では移動荷重時にスパン中央目地部に引張応力が発生する結果となった。そこで、ケース2に対してスパン中央目地部に引張応力が出ないように追加のプレストレスによる圧縮応力を導入する必要が生じた。この対応として、内外ケーブルの本数を増やしてプレストレスを増加させる方法が考えられたが、スパン中央目地部のみに圧縮応力を追加すれば良いことに着目し、コストダウンを目的に、あとで撤去可能なPC鋼棒を中央部に追加配置する方法を今回採用した。具体的には、仮設PC鋼棒をディビエーター間の中央部のみに追加配置してスパン中央目地部にプレストレスによる軸力および偏心曲げモーメントによる圧縮応力を導入することにより、目地部に引張応力が生じないようにすることとした。

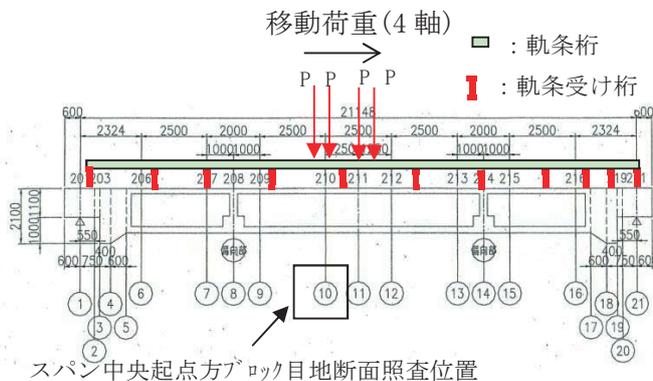


図-4 曲げ応力に対する移動荷重と照査位置

表-1 移動荷重と応力照査結果

検討ケース	(仮設時)PC桁中央ブロック目地部応力度(下縁)		判定
	移動荷重時曲げ応力度 ※+は圧縮応力度	制限応力度 ※引張応力を発生させない	
ケース1 (架設機荷重)	0.38	$\geq 0.0\text{N/mm}^2$	OK
ケース2 (後続PC桁荷重)	-0.85	$< 0.0\text{N/mm}^2$	NG

#### 4. 仮設 PC 鋼棒の追加配置

図-5, 6にディビエーター間に追加配置した仮設 PC 鋼棒の概要図を示す。PC 桁の上床版スラブのマンホール開口から搬入可能な長さの PC 鋼棒を搬入し, 桁内部でカップラーにより接続した。また, PC 鋼棒の仕様は, プレキャストブロック目地に引張応力を発生させないような範囲で追加プレストレスを設定することにより決定した。

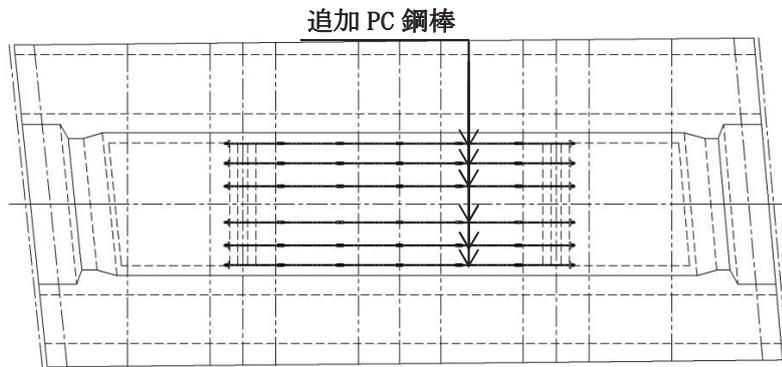
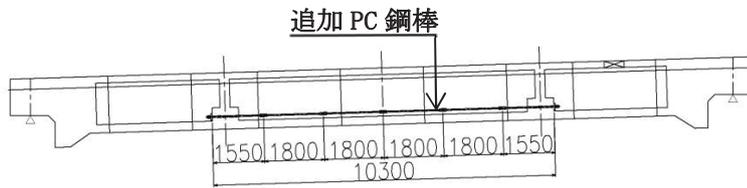


図-5 ディビエーター間 PC 鋼棒補強概要図

凡例: D36 SBPD1080/1230  
●; 追加 PC 鋼棒 緊張力 (kN); 763.5kN/本

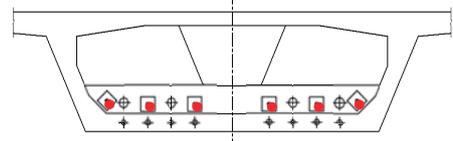


図-6 ディビエーター部断面



写真-1 PC 鋼棒補強状況

すでにプレストレスが導入され桁架設後の自重によるモーメントが発生した状態で, 仮設 PC 鋼棒によりディビエーター間に追加プレストレスを導入するにあたっては, 下記のような課題点があった。

課題点①: 既設 PC ケーブル残存有効緊張力の経時変化への影響の確認

課題点②: すでにプレストレスが導入された内外ケーブルそれぞれのプレストレスロスの確認

課題点①に対しては, まず, 追加配置した PC 鋼棒の緊張力の解放時期を, 施工会社に確認のうえ, 仮設時の移動荷重が最大となる PC 桁は最後に架設する 17 番目の桁の架設が確実に終了する時期である 2 年後に設定した。そのうえで, 同期間のみ追加プレストレスが導入されたものとして, 既設 PC ケーブル残存有効緊張力の経時変化の検討に反映させることにより対応した。

課題点②に対しては, まず, 外ケーブルについては, PC 桁本体との直接の付着が無いことから, 補強区間長とケーブル長の比率分の弾性変形ロスの影響を受けるものとしてプレストレスロスを算定することとした。一方, 内ケーブルについては, PC 桁本体との付着を有することから, 追加プレストレスを導入する範囲全域が弾性変形ロスの影響を受けるものとしてプレストレスロスを算定することとした。追加プレストレス導入による弾性変形ロス後の内ケーブルのプレストレスへの影響 (残存率) は 0.9842, 外ケーブルは 0.9947 であった。図-7に, 既設 PC ケーブル残存有効緊張力およびスパン中央目地部の圧縮応力の経時変化を示す。既設 PC ケーブル残存有効緊張力は仮設 PC 鋼棒緊張時に弾性変形ロスにより低下し, 仮設 PC 鋼棒撤去までにクリープによりさらに低下する。仮設 PC 鋼棒撤去時に戻り弾性分回復するが, クリープ終了時までにさらにロスが生じる。クリープ終了時 (本設時設計荷重時) の既設 PC ケーブル残存有効緊張力は当初設計時 (追加プレストレスを導入しない場合) に比べ減少する。スパン中央目地部の圧縮応力も同様の傾向であった。表-2に, スパン中央目地部の応力照査の結果を示す。

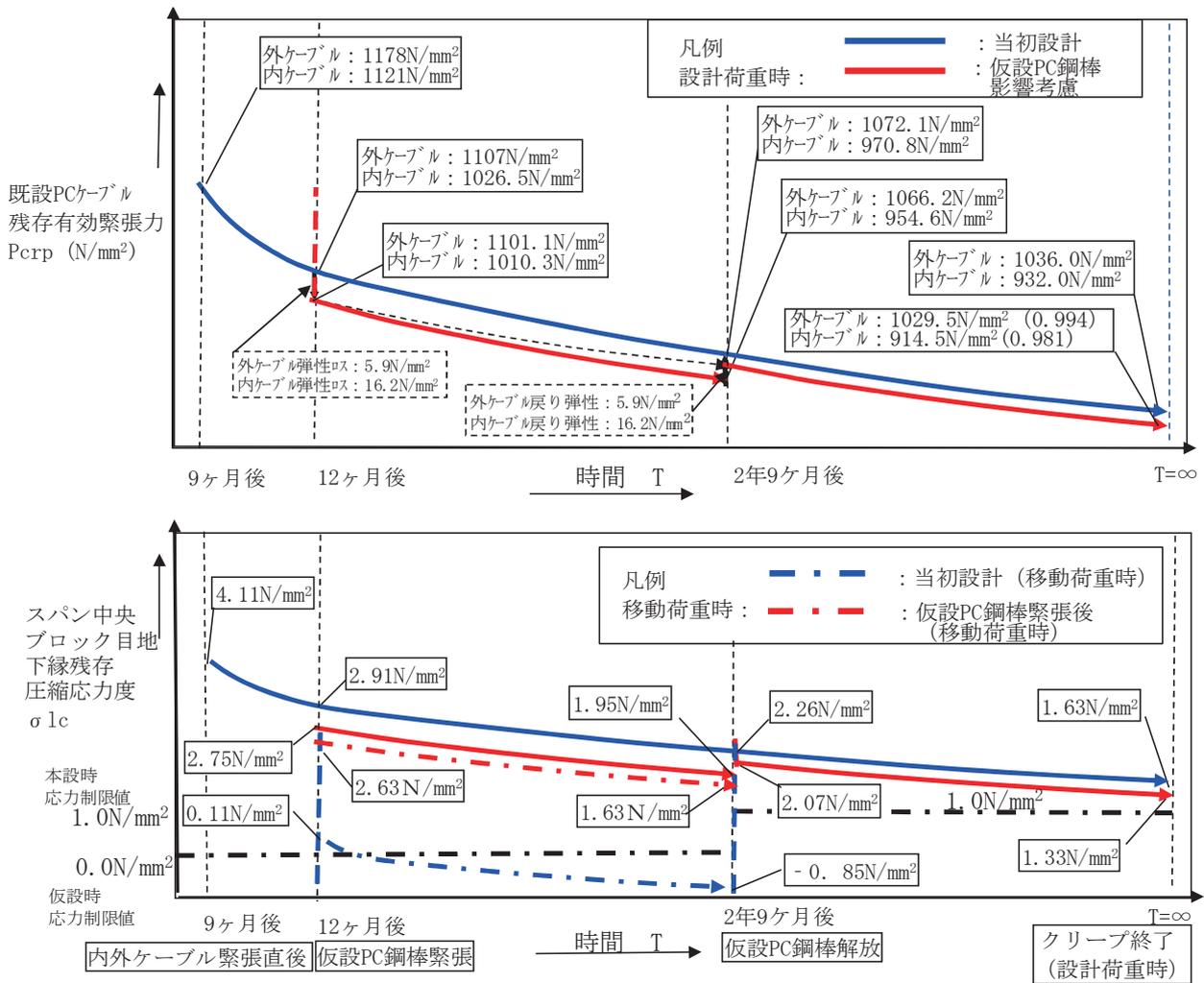


図-7 既設 PC ケーブル残存有効緊張力および下縁残存圧縮応力度の経時変化 (スパン中央目地部)

表-2 補強 PC 鋼棒によるスパン中央目地部応力照査結果

(本設時, 仮設時) PC 桁中央ブロック目地部応力度 (下縁) (+は圧縮応力度を示す)						
下縁応力	本設, 仮設区分	応力制限値	当初設計 (補強前)	判定	補強後設計 (PC鋼棒除去後)	判定
プレキャストブロック目地部	本設時 設計荷重時	$\geq 1.0\text{N/mm}^2$	$1.69 \geq 1.0\text{N/mm}^2$	OK	$1.33 \geq 1.0\text{N/mm}^2$	OK
	仮設時 移動荷重時	$\geq 0.0\text{N/mm}^2$	$-0.85 < 0.0\text{N/mm}^2$	NG	$1.63 \geq 0.0\text{N/mm}^2$	OK

5. まとめ

後方組立て方式の施工時移動荷重に対する PC 桁の曲げ補強について、PC 桁全長に対する補強ではなく、プレストレスの施工時のロスを適切に評価することにより、ディビエーター間に仮設 PC 鋼棒を追加配置する方法を今回採用した。今後、施工時による負荷が本設時の負荷に比べて大きい、今回と同様な条件の PC 桁を設計・施工する場合の対応方法として参考になれば幸いである。

参考文献

1) (財) 鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説 コンクリート構造物, 1999.10