

# 60N/mm<sup>2</sup>のコンクリートを用いたPRC桁の設計施工

石橋 忠良\*1, 小林 将志\*2, 津吉 毅\*3, 細川 泰明\*4, 徳光 洋助\*5

## 1. はじめに

北陸新幹線(長野行新幹線)の東京駅乗入れに伴い、東京駅丸の内駅舎と旧中央線ホーム上に新たな中央線ホームを構築した。この高架ホームへのアプローチ部(図-1)は、日本橋川から東京駅までの約675m、4~9径間のラーメンおよび橋梁で構成され、現在、仮線の振戻しも終わり本線での供用を開始している。今回報告する大手町Bv.は、仮線時にはスパン14.95+11.15+11.10+10.90のRC連続桁で、本設線時にはスパン48.10mのPRC桁となるものである。

本橋梁の特徴は以下の三項目である。

- ①  $\sigma_{ck}=60\text{N/mm}^2$ のコンクリートを使用したPRC桁であること
- ② 仮線時4径間連続RC箱型桁から本線時単純PRC箱型桁へと構造系が変化すること
- ③ 内・外ケーブル併用型のPRC桁であること(桁高スパン比26.7)

本文では、設計・施工の概要について報告する。

## 2. 工事概要

工事名：中央線東京駅付近重層化工事(大手町Bv.PRC箱型桁)

路線名：中央快速線(1#, 2#)

構造形式：4径間連続RC箱型桁(仮線時)、単純PRC箱型桁(本線時)

橋長：49.13m(スパン48.10m)

支間割：14.95m+11.15m+11.10m+10.90m(仮線時)

平面線形：直線

縦断勾配：3.0%

列車荷重：EA-17

工期：平成7年1月~6月(RC連続桁)、平成9年10月(PRC桁)

## 3. 設計

大手町Bv.は、首都高速4号代々木線のボックスカルバートを跨ぐためにスパンを48.10mとした(図-2, 3)。中央線の本設線を建設するにあたり、仮中央線を首都高速道路公団の用地内に設置する必要がある。本線側の施工が終了したのち、レールを振戻し、仮線時に使用した鋼製の仮桁を撤去する。そのため、仮線時には首都高速カルバートをまたぐ線路方向の門型RCラーメン橋脚の上に3仮橋脚を設け、4径間連続RC桁を構成することとした。また、景観設計の観点から、本設の桁は前後の橋梁との連続性を確保するためにコンクリート桁とし、計画道路の桁下歩道の空頭確保から桁高1.80m(桁高スパン比26.7)とした。また、本線時には、ケーブルを緊張し、1径間のPRC構造に変更し仮橋脚を撤去して、中央線の一部を支持するものとした。

仮線時の上部工(RC桁)および下部工の設計は、「建造物設計標準(昭和58年)」<sup>1)</sup>によって行っており、PRC桁の設計は、「PRCけた設計標準(昭和62年)」<sup>2)</sup>に準拠している。表-1に本設計の基本設計条件を示す。

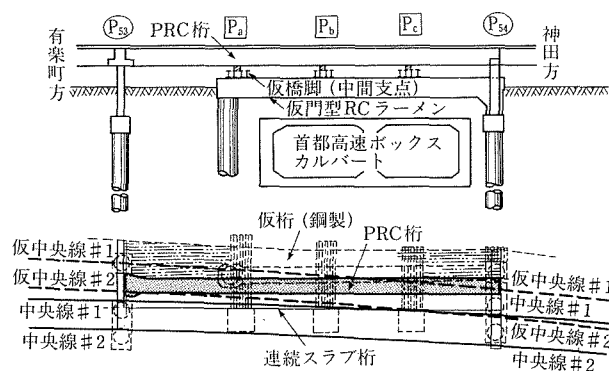


図-2 橋梁概況図

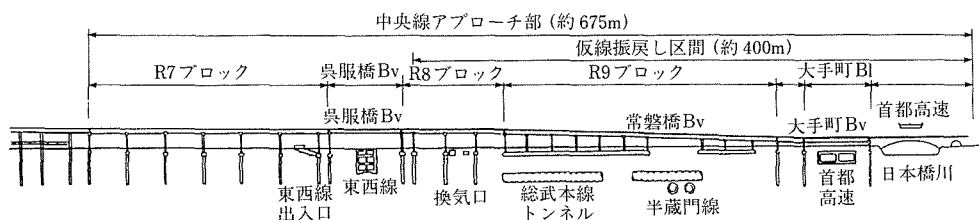


図-1 中央線アプローチ部縦断面図

\*1 Tadayoshi ISHIBASHI: 東日本旅客鉄道(株) 建設工事事務所 構造技術センター 担当部長

\*2 Masashi KOBAYASHI: 東日本旅客鉄道(株) 建設工事事務所 構造技術センター

\*3 Takeshi TSUYOSHI: 東日本旅客鉄道(株) 東京工事事務所 赤羽工事区 助役

\*4 Yasuaki HOSOKAWA: 東日本旅客鉄道(株) 東京工事事務所 ターミナル第1係長

\*5 Yousuke TOKUMITSU: 東日本旅客鉄道(株) 建設工事事務所 構造技術センター

表-1 基本の設計条件

(本線時)			
コンクリート	クリープ係数	1.2	
	乾燥収縮度	120×10 <sup>-6</sup>	
	設計基準強度	60N/mm <sup>2</sup>	
	永久荷重時許容応力度	引張:24N/mm <sup>2</sup>	粗骨材最大寸法:25mm 引張・斜引張:-2.7N/mm <sup>2</sup>
P C 鋼材	鋼材種別:SWPR7B	引張強度:1 860N/mm <sup>2</sup>	降伏強度:1 570N/mm <sup>2</sup>
	許容応力度	プレストレス中:1 413N/mm <sup>2</sup> 設計荷重時:1 323N/mm <sup>2</sup>	プレストレス直後:1 323N/mm <sup>2</sup> レラクセーション:5%
鉄筋	種別:SD345	引張強度:491N/mm <sup>2</sup>	降伏強度:344N/mm <sup>2</sup>
		耐久性に対する許容ひび割れ幅 0.005C C:かぶり ( $\epsilon_{cs}=150 \times 10^{-6}$ )	
外観に対する許容ひび割れ幅		0.3mm ( $\epsilon_{cs}=300 \times 10^{-6}$ )	
(仮線時)			
設計基準強度		60N/mm <sup>2</sup>	
許容 応力 強度	コン クリ ート	基準の許容曲げ圧縮応力度	
		せん断応力度	斜め引張り鉄筋のない場合
			斜め引張り鉄筋のある場合
	鉄筋	SD345	196N/mm <sup>2</sup>

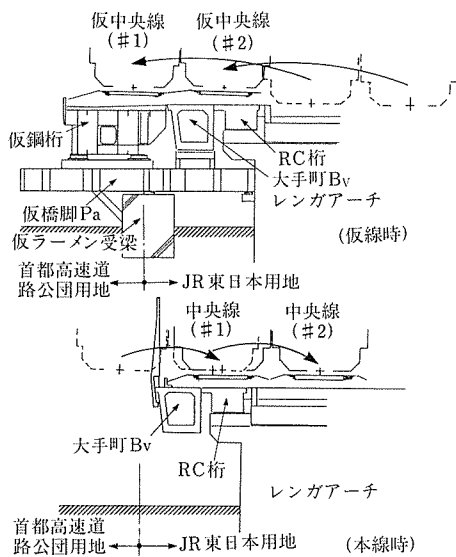


図-3 Pa橋脚断面図

3.1 本線時の設計

図-4に桁の構造一般図を示す。断面は1室の箱型であり、本線時には線路線形から列車荷重を直接支持することはない。主方向はPRC構造として設計しているが、P53柱側の桁端部に緊張端を設けることができなかつたため、途中定着

部の背面は十分に補強したRC構造として設計した。部材厚は、桁重量をなるべく小さくするために、上下床版、ウェブ部ともに200mmとした。下床版は、19T15.2のPC鋼材が最大4本直列に配置されるため(シース径φ114mm)、D32、D22の2段の主鉄筋が配置可能な最小板厚とした。橋軸直角方向に配置される隔壁は、仮支点上に各3箇所、ケーブルの曲上げ箇所に各3箇所の計6箇所に設置した。東京側の上床版は、本線時に軌道のバラストが載り橋側歩道の幅員が不足するため、張出しスラブ構造として幅員を広げた。

(1) 設計結果の概要

表-2は、永久荷重時の曲げ応力度総括表である。スパン中央の縁応力度が許容値内になるように、プレストレス量を決めた。外ケーブルの有効プレストレス量は、ケーブル位置に作用する外力として計算した。なお、①R断面にはプレストレスが作用しないのでRC部材として設計している。

使用時の検討では、|永久荷重|に対して鋼材の腐食に対するひび割れ幅および、|永久荷重+0.2×列車荷重|に対して外観上のひび割れ幅を制限した。

P53の支点付近はせん断破壊安全度が低いため、使用時の斜め引張り応力度を改善する目的で、隅角部に対しPC鋼棒32mm、角度30°を2本配置した。

(2) ケーブルの配置

図-5にケーブルの配置と緊張端の位置を示す。C1、C2の

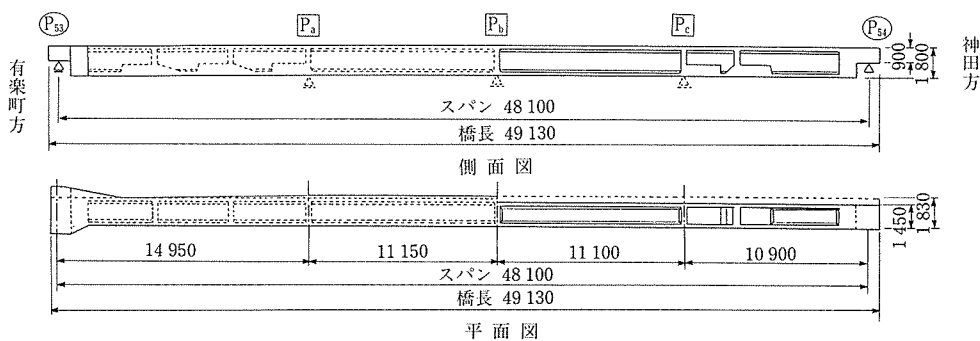


図-4 橋梁構造一般図

表-2 曲げ応力度総括表(永久荷重)

	①R	②	③	④	L
有効鋼材(ケーブル)		19T15.2 -4本	19T15.2 -4本 12T15.2 -2本	19T15.2 -4本 12T15.2 -2本	19T15.2 -4本
上縁応力	3.8	13.6	20.2	14.6	12.8
下縁応力	-3.8	2.3	-0.3	4.0	1.2

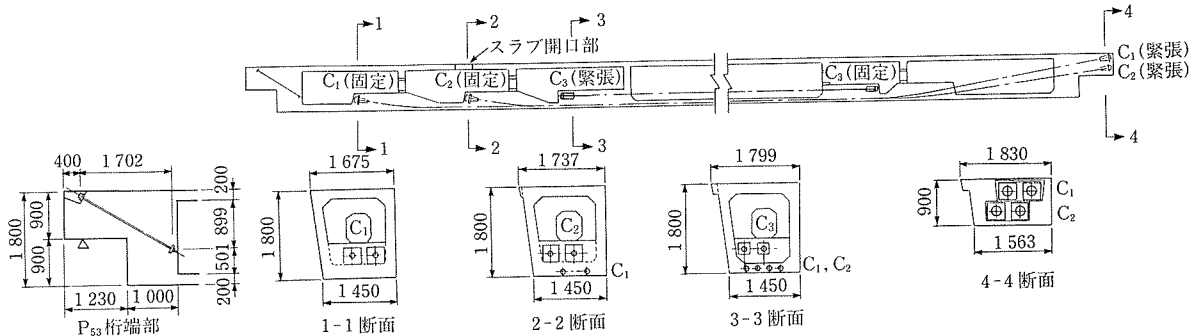


図-5 ケーブル配置および定着部

各2本、計4本の内ケーブル(19T15.2)とし、P54側を緊張端とした。なお、桁端部の一部は外ケーブル区間となり、シースは全長においてPE管とした。P53側の桁端部は、本線時にスラブ面に軌道が設置され緊張作業ができない、そこで、突起定着を桁内部の下床版上に設け、固定定着具(D19K15E)とした。C3の2本のケーブルは、外ケーブル(12T15.2)用の定着具(12E15)で固定し、シースはPE管とし仮橋脚Pa~Pc上の隔壁間に設置した。

### 3.2 仮線時の設計

#### (1) 設計結果の概要

仮線時の設計は、4径間連続RC桁として計算し、コンクリートの許容曲げ圧縮応力度、鉄筋の許容引張り応力度、せん断応力度の照査を行い許容応力度内であることを確認した。本橋は、仮設時には短期間の使用のため疲労、ひび割れの検討を行っていない。

図-6に桁製作時のキャンパー量を示す。キャンパー量は、緊張時のそり上がり、永久荷重によるたわみ、クリープによるたわみより計算した。

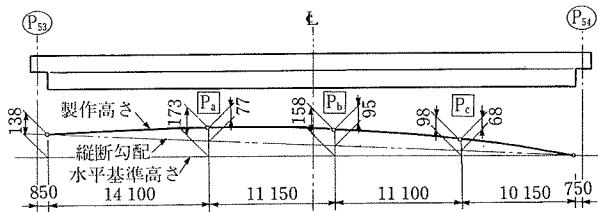


図-6 製作キャンパー

## 4. 施工概要

### 4.1 コンクリート配合

60N/mm<sup>2</sup>コンクリートの現場打ち施工に先立ち、強度および流動性の経時変化を把握する目的で実機での試験練りを行い、施工性の確認のために、ポンプ車による試験施工を行い示方配合を決定した。なお、コンクリートプラント

は、運搬時間の短縮を目指し現場から約6kmの地点に立地する工場を選定した。また、打設は冬から春にまたがる時期であった。表-3に、本コンクリートの使用材料を示す。

表-3 使用材料一覧

セメント	普通ポルトランドセメント
細骨材	君津産山砂と鳥形産砕砂の6:4の混合 比重2.62, 吸水率2.0%, 粗粒率2.61
粗骨材	我朗産石灰岩碎石と青梅産硬質砂岩碎石の7:3の混合 比重2.69, 吸水率0.52%, 実績率61.0%
混和剤	ポリカルボン酸系高性能AE減水剤
水	水道水

まず、第1回実機試験練りにおいて、単位水量145kg/m<sup>3</sup>とし、W/Cを27~36%に変化させたコンクリートの試験練りを行った結果、W/C=30%前後の配合にて、60N/mm<sup>2</sup>のコンクリートが得られることを確認した。この結果を踏まえ、打設時に所要の物性を保持していることを確認する目的で第2回目の実機試験練りを行い、物性値の経時変化を計測した。計測の結果を図-7に示す。W/Cが29%、31%のコンクリートの試験練りを行った結果、29%の方が経時変化に対し物性値も安定していた(写真-1, 2参照)。また、両コンクリートとも1週強度68N/mm<sup>2</sup>、2週73N/mm<sup>2</sup>と同程度の強度を示した。

ポンプ圧送性能の確認試験は、現場着時と筒先排出時での物性値を比較したが、スランプ、空気量ともに変化は見られなかった。また、1台目のアジテータ車で圧送可能なことを確認したのち、2台目を1台目終了時から30分後に到着するように配送し、ポンプ車の圧送性能の低下状況を確認した。しかし、2台目のコンクリートも問題なくポンプ圧送できたことから、現場にて高性能減水剤等の添加を行わなくとも、圧送可能であることを確認した。また、実際に、配筋を行った型枠の中にコンクリートを打設し、バイブレーターにより締固めが可能であることを確認した。以上の各種実験により、使用コンクリートは表-4の示方配合とした。

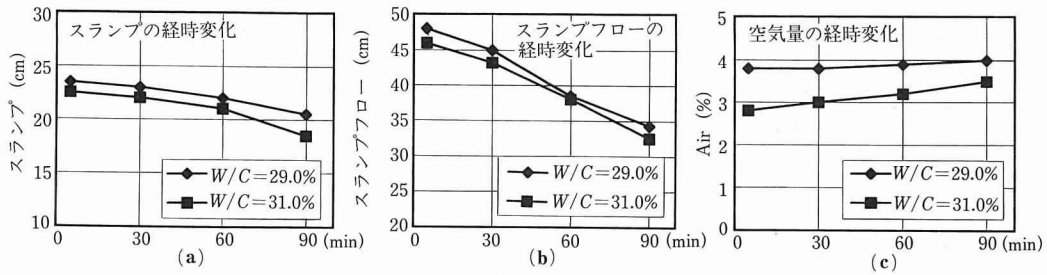


図-7 物性値の経時変化

表-4 示方配合

セメントの種類	呼び強度 N/mm <sup>2</sup>	粗骨材の最大寸法 (mm)	スランプ (cm)	s/a (%)	水セメント比 (%)	単位量 (kgf/m <sup>3</sup> )					記事
						セメント	水	細骨材	粗骨材	混和剤A	
普通	60	20	20	44.3	29.0	500	145	780	980	13.0	A:高性能AE減水剤

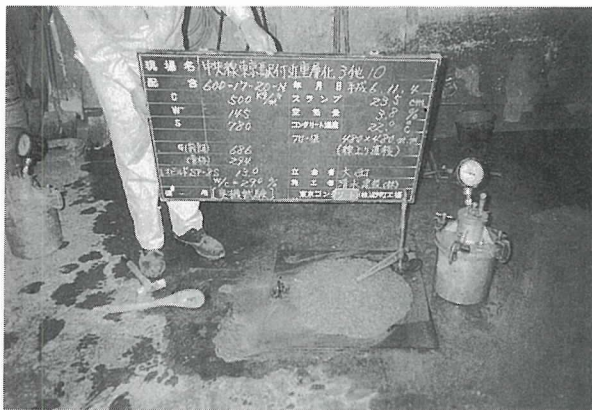


写真-1 練上り直後のコンクリート



写真-3 仮橋脚設置状況

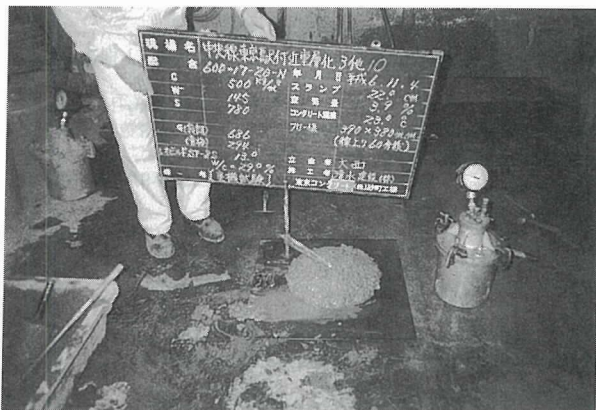


写真-2 練上り60分後のコンクリート



写真-4 鉄筋の熱間押抜き圧接

#### 4.2 仮線時の施工

仮受梁は首都高速のボックスカルバートを跨ぐように設置し、その上に鋼製の仮橋脚を設置する(写真-3)。その後、支保工を組み立てて下床版、ウェブ、上床版の順番で鉄筋の組立てを行った。主鉄筋D32の継手には、熱間押抜き工法を採用し、圧接箇所は目視により品質を確認した(写真-4)。

写真-5に外ケーブル定着部の配筋状況を示す。定着部周辺の鉄筋は応力集中が起きることが考えられたため、十分な補強を行い、コンクリートの締固めも念入りに行った。

コンクリートの打設順序は、1次打設で、U型の型枠を用

いて下床版およびウェブ部分を一体に打設し、2次打設で上床版を打設した。本コンクリートは、流動性の経時変化が大きいので、アジテータ車の配送状況を時間で管理したが、図-8に示すように工場発～打設終了までの所用時間が60分を超えるものはなかった。しかし、一般のコンクリートと比較し粘性が高いため、締固めを十分に行う必要があるとともに、ブリージングを生じないので表面仕上げは時間を打設後40～60分程度経て行った。打設方向は、充填性を確保するために高さの低いP54側からP53方向へ向かって打設した(写真-6参照)。



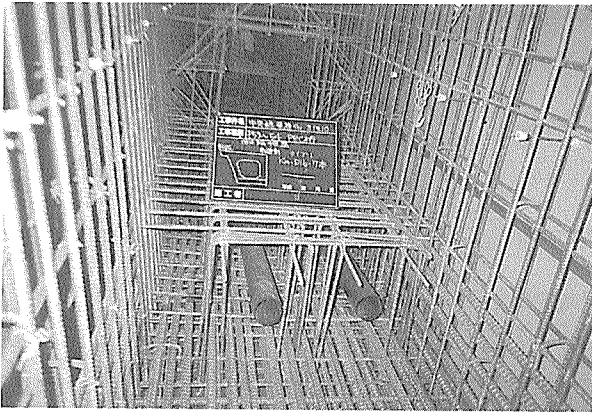


写真-5 定着部付近の配筋状況



写真-6 コンクリート打設状況

#### 4.3 本線時の施工

仮線時に3箇所の中間支点で支えた4径間連続RC桁として使用したのち、軌道を振り戻し、PCケーブルを配置して緊張することによりPRC構造となる(図-9)。以下に作業手順の概要を示す。

主桁の仮受けジャッキは、1000kNでストロークが20cmのジャッキを1支点につき4台、計12台使用した。ジャッキ

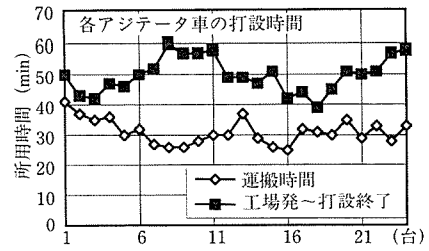


図-8 各アジテータ車の打設時間

は、H-900とPRC桁の間にセットし、調整材としてH鋼を設置し、その上に合板を敷いてなじみをとることとした。桁をジャッキアップし、仮受けした後、中間支承を支えているH-400材のウェブ部分を切断し、仮支承を撤去する。

PCケーブルは、内・外共に片引き緊張であり、C1、C2の4本の内ケーブルはP54橋台側の桁端部よりプッシングマシーンにより押し、外ケーブルはスラブ開口部から手押しにより押し入れた。すべての緊張が完了したのち、仮受けジャッキと受け梁を撤去し、グラウト材をシース内に充填した。桁端部の切欠き部に位置する緊張端は、モルタル漏出防止用のシール材を貼った型枠を固定したのちに無収縮モルタルにて被覆し本設線時のPRC桁が完成した。

#### 5. おわりに

東京駅中央線重層化工事に伴う中央線アプローチ部の施工は、仮線使用を終え、平成8年11月に本線への振戻しが終了している。今回、仮橋脚撤去～桁緊張作業を行い一連の工事が終了し、本橋がPRC構造として使用されることとなった。

#### 参考文献

- 1) 国鉄建造物等設計標準・同解説—鉄筋コンクリート建造物および無筋コンクリート建造物—, 土木学会, 昭和58年2月
- 2) PRCけた設計標準, 東日本旅客鉄道(株), 昭和62年4月
- 3) 鉄道建造物等設計標準・同解説—コンクリート建造物—, 鉄道総合技術研究所編, 丸善, 1993年10月

【1997年9月17日受付】

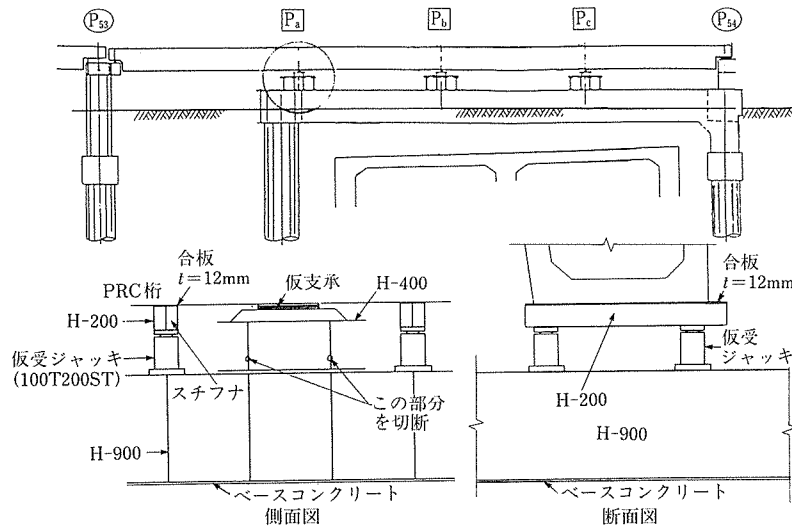


図-9 仮支承撤去状況図