

(68) 高流動コンクリートのPCプレキャスト構造物への適用

日本鋼弦コンクリート(株) 正会員 ○東山 博明
 東日本旅客鉄道(株) 非会員 細川 泰明
 同上 正会員 津吉 毅
 日本鋼弦コンクリート(株) 非会員 佐藤 安治

1. はじめに

「中央線東京駅付近重層化工事」は北陸新幹線東京駅乗り入れ工事に関する中央線高架橋改築工事の一環として中央線の日本橋川から東京駅までの約970m区間の高架橋を改築する工事であり、首都東京の玄関口とも言える東京駅の北側に位置する。高架橋は、道路と並行しており、縦断占用をできるかぎり少なくするように設計された。施工にあたっては建築限界を侵害する工区では、現場打ち施工が困難であるためプレキャストブロック工法が採用された。構造形状には土木構造物のもつダイナミック性を活かしつつ人に優しい高架下空間を実現し、歩道面での開放的利用の活性化を目指し、また東京駅本屋との連続性や周辺環境との調和を図る意味で、部材が薄い3次元曲線を有する複雑な形状となっている。そのため従来使用しているコンクリートでは施工が容易でないと懸念されたため、高流動コンクリートの使用に至った。今回報告する高流動コンクリートの特徴は、早期強度発現の必要性から、早強セメントを使用したこと、現有の工場設備で対応できる配合としたことなどである。プレキャストブロックの施工にあたっては、モデル供試体でのコンクリートの充填性、ならびに仕上がり状況の確認実験を行った。本報告では、これら一連の実験結果、および、実プレキャストブロックの施工結果を報告する。

2. PC桁の形状・寸法

桁は断面方向に4分割された大型ブロックよりなり、プレキャスト部材はU型の断面をしている。プレキャスト部材は現場搬入・架設を行い、上床版を場所打ちし一体化する構造である。

ケーブルは内・外ケーブル併用で内ケーブル(1T19.3)はプレキャスト部材自重および場所打ち上床版部自重、作業荷重に対して、外ケーブル(12E15.2)は完成後の自重および橋面荷重、活荷重に対してそれぞれ配置されている。

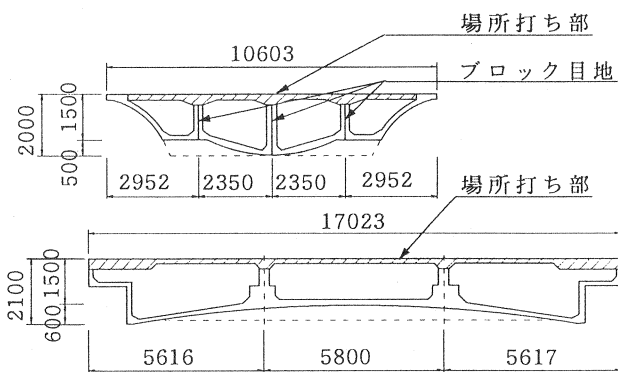


図-1 一般構造図

表-1 設計条件

桁	長	17.023m	荷重組合せ	終局限界状態	1.7×(死+列(複)+衝)+7°活+乾
スパン	15.823m	使用限界状態		死+7°活+乾+温	
斜角	88°14'56"	疲労限界状態		死+列(単)+衝+7°活+乾+温	
道床形式	バラスト道床				
列車荷重	E A-17				
クリープ係数	3.0	コンクリート設計基準強度	7°活+床部	$\sigma_{ck}=400 \text{ kgf/cm}^2$	
乾燥収縮度	40×10^{-5}		場所打ち部	$\sigma_{ck}=400 \text{ kgf/cm}^2$	

3. 高流動コンクリートの配合

3. 1 配合条件

現在まで報告されている高流動コンクリートは、その多くが場所打ちコンクリート主体で、充填性が重視されていた。本報告での配合の要求条件は、型枠構造が閉合型枠であるため、仕上がり状況はもとより、コンクリートが分離することなく型枠の間々まで充填できること、そしてプレストレス導入のために早期強度発現が期待できるものである。

表-2 配合条件

設計基準強度 (kgf/c)	セメントの種類	骨材の最大寸法 (mm)	空気量の範囲 (%)	最大水セメント比 (%)
400	早強ポルトランドセメント	20	4.0±1.5	40

配合条件を表-2に示す。結合材は現有の工場の生産性や設備で対応できるように、セメントのみとした。

3. 2 使用材料の選定および基本配合

材料の選定にあたっては、現工場で使用しているセメント・骨材をベースとし、特に細骨材には流動性、充填性を十分考慮したうえで粗粒率2.63のものを使用した。混和剤は、高性能減水剤にはポリカルボン酸エーテル系、AE剤は樹脂酸塩、増粘剤は水溶性セルロースエーテルを選定した。高性能減水剤と増粘剤は、相性を考慮して選定した(表-3)。これら材料により種々の試験練りを行い検討した結果、表-4に示す配合に決定した。

表-3 使用材料

セメント	早強ポルトランドセメント	比重	3.14
細骨材	川砂	比重	2.57
粗骨材	碎石	比重	2.66
粗粒率		粗粒率	6.65
AE剤	樹脂酸塩		
高性能減水剤	ポリカルボン酸エーテル系		
増粘剤	水溶性セルロースエーテル		

表-4 基本配合

水セメント比 W/C (%)	細骨材率 S/a (%)	水 W (kg)	セメント C (kg)	細骨材 S (kg)	粗骨材 G (kg)	AE剤 (C%)	高性能減水剤 (c%)	増粘剤 (g)
38.2	54.0	172	450	894	789	0.05	2.6	750

3. 3 モデルでの施工性実験

高流動コンクリートの施工における性状を図-2に示すモデル供試体によって確認した。このモデル供試体はワーカビリティの評価、実施工における充填性の判断をする事を目的に、実寸大中ブロックのモデルとなっている。高流動コンクリートの簡易評価方法として現在多くの判定法が提案されているなかで、スランプフロー値による事例が特に多いことから、今回もスランプフロー試験を採用した。測定項目についてはコンクリートの広がり、広がりが停止するのに費やした所要時間を測定した。(写真-1)

フレッシュコンクリートの品質基準は、スランプフロー値を60±10cmとし、分離抵抗は目視によった。またモデルでの施工性実験で得た結果では、コンクリートフロー値が目標範囲に入る試料の中にも、施工性実験で閉塞し充填不可能な場合も発生した。このことよりコンクリートフロー試験値だけでは、充填可能の目安には至らないので、BOX試験による評価方法をあわせて採用した。BOX試験は図-3に示す様に、コンクリートの自重による天端高低差で表すものである。コンクリートのフロー値とBOX測定値との充填結果の関係を調べ図-4に示す結果が得られた。これらの結果から、実施工時における管理値を表-5のよう

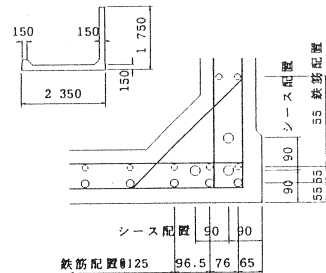


図-2 モデル供試体図

に設定した。

施工性実験における材料の練り混ぜは、混和剤を除く材料についての計量は現プラントで自動で行い、混和剤関係については計量設備がまだ不完全なため、全て人力計量で行った。本配合のコンクリートは特に水量の変化に敏感なため、砂の表面水の管理に十分気を配り試験練りを行いコンクリートの投入完了までのワーカビリチーの保持、コンクリート投入時の骨材分離抵抗、P C鋼線や鉄筋配置位置における流動性、水平型枠部での骨材連行性、フランジ隅部の充填性、型枠面での気泡発生状況等を測定項目として実用の可能性を確認した。

脱型後の仕上がり状況を写真-2、3に示す。

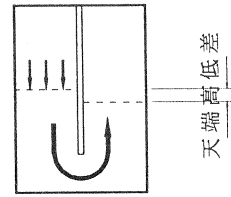


図-3 BOX試験

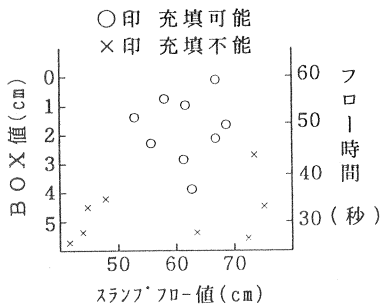


図-4 充填可能範囲結果

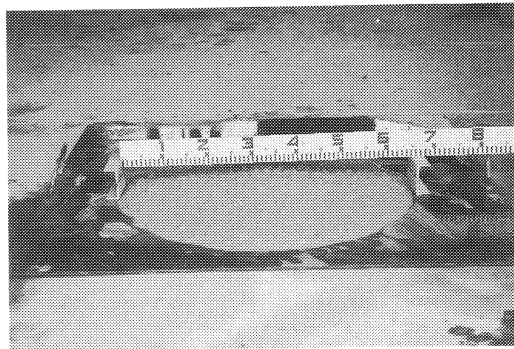


写真-1 コンクリートのフロー試験

表-5 フレッシュコンクリート時の管理値

スランプ フロー値	BOX 試験値	空気量の 範囲
60±10cm	5cm以下	4.0±1.5%

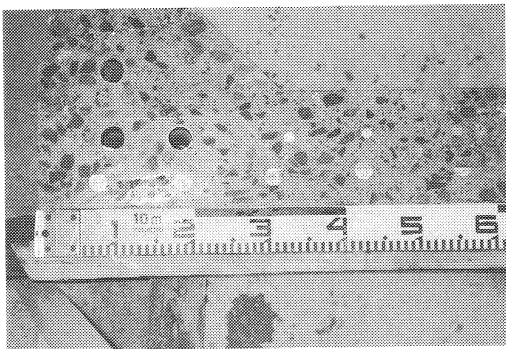


写真-2 骨材分布状況

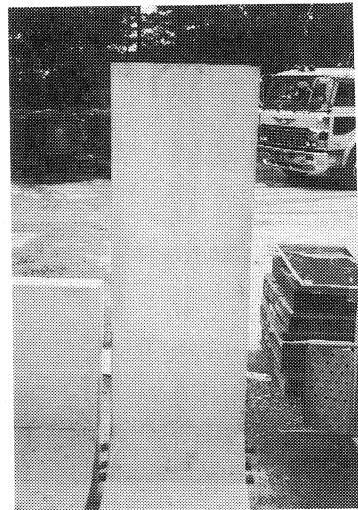


写真-3 表面仕上がり状況

4. 実桁の施工(コンクリートの打設概要)

モデルによる施工性実験をもとに図-1に示す実桁の施工を行った。実桁は底板部にアーチフォルムをもった3次元構造物で、縦方向を仕切り板で区切られた橋軸方向に分割されたブロックである。橋長17.023m、ブロック巾2.350、2.953m、コンクリート全数量は約70m³である。実施工においては、打設時間が長時間におよぶことからフレッシュコンクリートの安定供給、ワーカビリチーなど品質の保持と、充填性の確認等、

特に留意した。また脱型時の仕上がり状態を良好に保つため、コンクリートが連続して打設できるようポンプ打設とした。底床版打設時には外部振動機により若干の締め固めを行った。底床版全面にコンクリートが行きわたったのち、ウェブ部分を型枠に沿って打設し天端まで立ち上げた。また天端部には若干の高低差があるため写真-4の様にラス網を用いてコンクリートの流れを抑制し天端仕上げを行った。

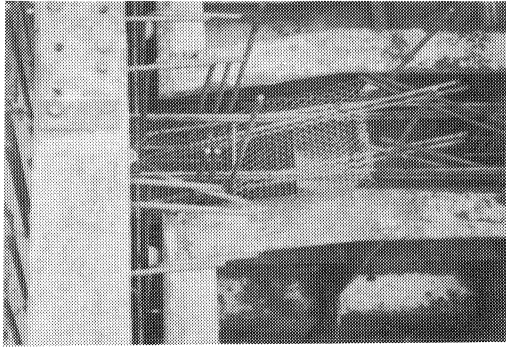


写真-4 流動抑制用ラス網

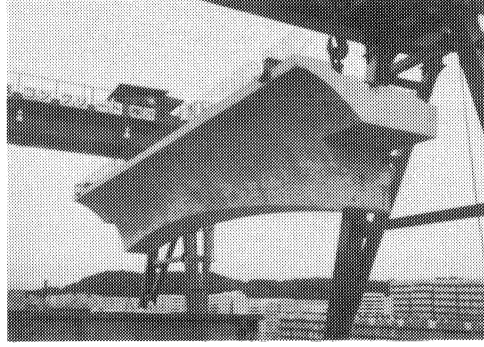


写真-5 実桁移動状況

5. 品質管理

高流動コンクリートの品質管理は、プラント排出直後に管理項目に従い7バッチ毎に試料を採取して各判定試験を行った。

各採取バッチ毎のスランプフロー値およびBOX試験値の試験結果を図-5に示す。全体的にばらつきはなく良好であった。なお、この時の外気温は10~12℃、打設に要した時間は4時間30分であった。また供試体による試験の結果、材令4週での圧縮強度は、平均で557kgf/cm²、弾性係数は3.4×10⁶kgf/cm²であった。

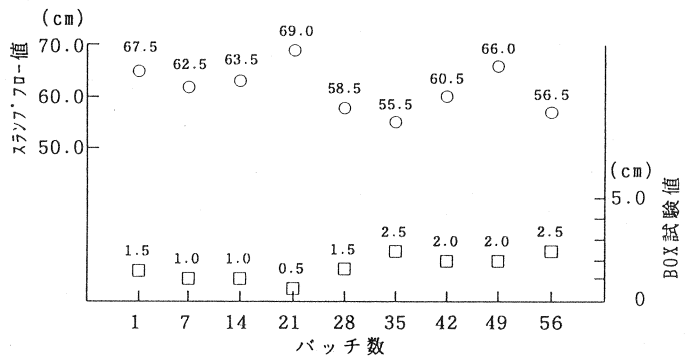


図-5 品質管理結果

6. おわりに

高流動コンクリートのPCプレキャスト構造物への適用は確認されたものの、工場プラントの設備・生産能力や、工場他製品とのコンクリート配合の兼ね合い(混和剤の相性)、コンクリート打ち込み設備の整備(連続投入打設方法)など課題も残った。これらの課題が解決できれば、高流動コンクリートのPCプレキャスト構造物への更なる適用範囲の拡大が期待される。

本報告が、作業環境にやさしいコンクリートとしての高流動コンクリートの適用性の拡大の1つの事例になりますよう、希望します。

謝辞:最後に、高流動コンクリートの実用化にあたり日本国土開発(株)コンクリート研究室の皆様には多大な御協力、御助言を戴き感謝申し上げますとともに、本工事に携わる関係者の方々に謝意を表します。