

耐震補強鉄断面における中流動覆工コンクリートの適用と効果に関する一考察

NEXCO 東日本関東支社宇都宮工事事務所 今井 恵史, 正会員 宗像 慎也  
 鴻池組・本間組・矢作建設工業特定建設工事共同企業体 正会員○宮本 武司  
 (株) 鴻池組 土木技術部 若林 宏彰, 為石 昌宏

1. 概要

北関東自動車道出流原工事における出流原トンネルは、トンネルルートが軟岩と盛土の境界を通る特殊条件であることから、FEM 解析による耐震照査の結果、せん断補強対策として、**図-1**に示すせん断補強筋を有する複鉄筋断面となった。なお、覆工厚は、掘削断面積が小さくなるように、複鉄筋断面としては最小の40cmとした。そのため、狭隘でかつ過密配筋状態となった。通常のスランブ 15cm の配合では、締固め不足による密実性の低下や充填不良の発生が懸念された。そこで、本トンネルにおいては、中流動覆工コンクリートを適用し、模擬型枠施工実験による品質・施工性を確認した後、実施工を行ったので、ここに報告をするものである。

2. 配合

中流動覆工コンクリートの配合条件は、NEXCOトンネル施工管理要領(中流動覆工コンクリート編)<sup>1)</sup>に準拠し定めた。配合条件を表-1に、試験練りにより決定した配合を表-2に示す。

通常、中流動覆工コンクリートでは、混和材にフライアッシュまたは石粉を使用するが、本工事で使用する生コン工場では、そのためのサイロを増設することができなかったことから、セメントのみの配合となった。しかし、配合条件の流動性を確保するためには、試験練りの結果、単位セメント量が 410kg/m<sup>3</sup> 必要となり、温度ひび割れが発生する恐れがあったことから、FEM 温度応力解析により検討を行った。その結果、インバート部の拘束により、覆工コンクリートのスパン中央部に周方向のひび割れが生じる可能性が高いと想定されたことから(**図-2**参照)、対策として、膨張材をセメント置換で 20kg/m<sup>3</sup> 使用した。

3. モデル型枠施工実験

3.1 実験方法

本トンネルでは、通常より鉄筋量の多い複鉄筋を有する耐震パターン(E-K)であることから、特に吹き上げ打設を行う天端部の充填性が問題となる。そのため、実際の配筋を施した天端部模擬型枠(6200×2680×300mm)に本コンクリートを吹き上げ打設することにより、流動性および充填性の確認を行った(**図-3**参照)。コンクリートの締め固めは、型枠バイブレータのみとし、打ち込んだコ

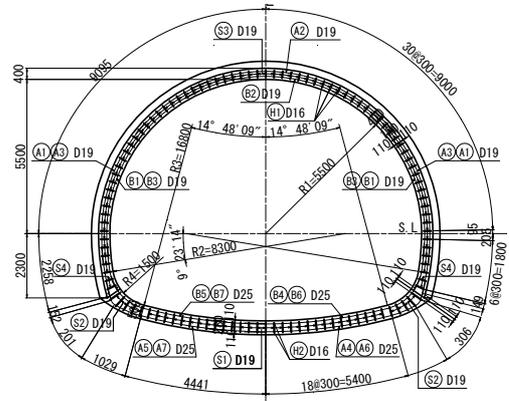


図-1 配筋図 (E-K 断面)

表-1 配合条件

項目	コンクリートの種別	T3-2 中流動覆工コンクリート
圧縮強度(N/mm <sup>2</sup> )		30
最大骨材寸法(mm)		20
スランブ(cm)		21±2.5
スランブフロー(cm)		35~50
過振変形試験(cm)		10±3 中央部に粗骨材が露出した状態を呈することなく、周囲に2cm以上のペーストや遊離した水の帯がないこと
U型充てん性高さ[障害無し](mm)		280以上
空気量(%)		4.5±1.5

表-2 配合表

W/P (%)	S/A (%)	単位量 (kg/m <sup>3</sup> )						
		水	セメント	膨張材	細骨材	粗骨材	高性能AE減水剤	PP <sup>o</sup> 繊維
42.7	49.0	175	390	20	827	876	7.175	2.73

\* ポリプロピレン繊維 L=47mm

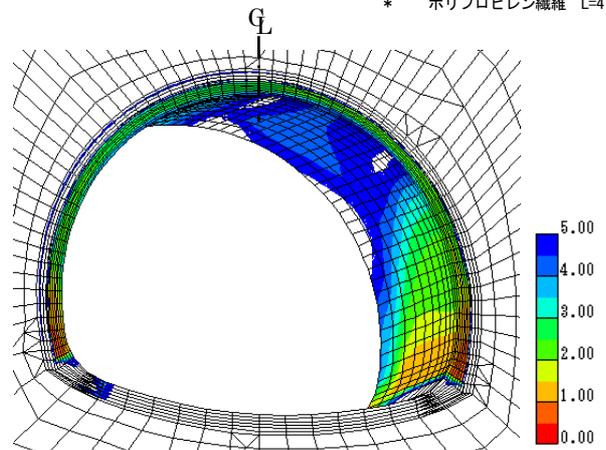


図-2 ひび割れ指数のカウンター図 (無対策)

キーワード 中流動覆工コンクリート, 過密配筋, スランブフロー, 流動性, 充填性  
 連絡先 〒530-8517 大阪市北区梅田3-4-5 (毎日インテシオ) (株) 鴻池組 土木技術部 TEL 06-6343-3290

ンクリートが到達側榎部の型枠  
上面にある吹上口から溢れるま  
で圧送した。

3.2 試験結果

(1)流動性

模擬型枠の打設孔から打ち込

んだコンクリートは、偏ることなくほぼ左右対称に流れていくことを  
確認できた。また、①ポンプ車荷卸前、②打設孔(ポンプ圧送後  
の筒先)、③榎部吹上口の三箇所から採取したコンクリートのスラ  
ンプフロー値は、各々①39.6cm、②36.7cm、③37.1cm といずれも  
値に大きな違いはなく、榎部吹上口を含む3箇所から採取したコ  
ンクリートは、何れも規準値を全て満足しており、安定した流動性  
を確認することができた。

(2)充填性

写真-1に脱型後のコンクリートの状況を示す。上面には、深さ  
5mm 程度の気泡があるものの隅角部の隅々までコンクリートが充  
填していることを確認した。写真-1の○印に示す位置より採取し  
たコア供試体の表面に占める粗骨材の面積比率を図-4に示す。  
若干のバラツキは見られるものも、ほぼ均等に粗骨材が分布して  
いることから、コンクリートに材料分離は見られず、均一なコンク  
リートが成型されていることを確認した。

4. 実施工状況

中流動覆工コンクリートの実打設に伴い、コンクリートの側圧に  
よるセントル型枠の変形が懸念されたことから、全スパンにおいて  
側圧の測定を行った。その中から測定結果の一部を図-5に示  
す。図中の実線は各実測値を、破線は液圧分布で作用すると仮  
定し実際の打上り速度より計算した予測値である。測定された側  
圧値は打設量に応じて増加し、概ね1時間程度でピークを向え、  
その後は収束しており、設計荷重を超える液圧は作用しないこと  
が判った。なお、本工事では作業の安全管理面から光るデータ  
コンバータ(Light Emitting Converter, 略称 LEC)を導入し、側圧が  
設計耐力を超えないように作業員自らが判断できる「見える化技  
術」の推進を図った。写真-2に型枠を移動後のコンクリート表面  
の状況を示す。通常より色むらや縞模様など少なく、均一な覆工  
コンクリート面を確認することができた。

5. まとめ

通常の覆工断面と比較し、鉄筋量の多い耐震断面に対しても、  
中流動覆工コンクリートを適用することにより、合理的かつ施工性  
にも優れた高品質な覆工コンクリートが構築できることを確認す  
ることができた。

参考文献

- 1) 東日本高速道路株式会社他:トンネル施工管理要領(中流動覆工コンクリート編), 2008年8月

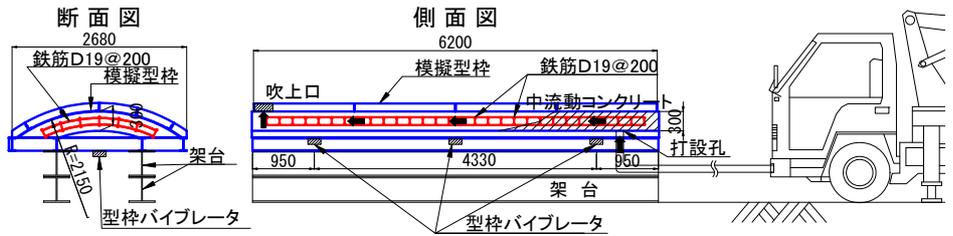


図-3 モデル型枠施工実験状況図

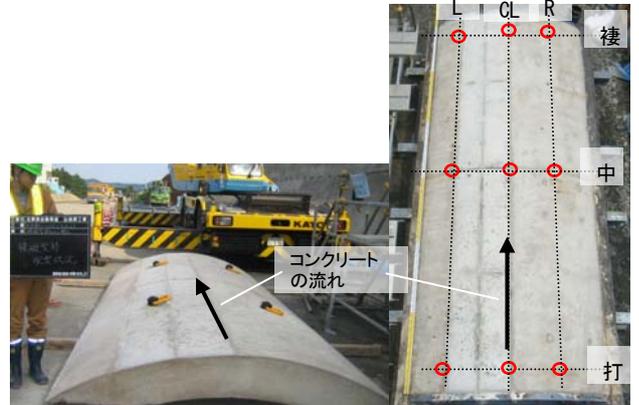


写真-1 脱型後のコンクリート

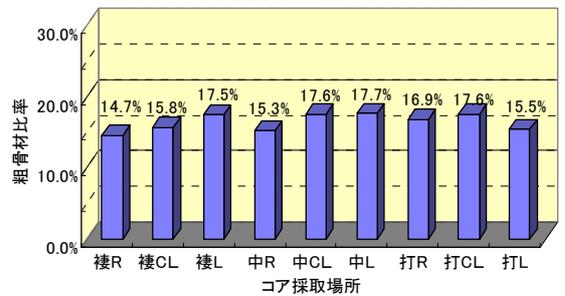


図-4 粗骨材の比率(コア表面)

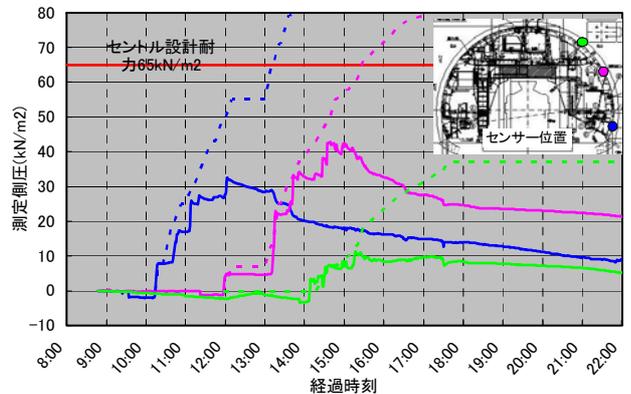


図-5 側圧計測結果



写真-2 中流動覆工コンクリートの外観