

開削トンネル工事における 本体工の生産性および品質向上に向けた対策事例

(株)大林組 正会員 ○江口 史門 正会員 石田 聡史

1. はじめに

東京港臨港道路南北線 10 号地その 2 地区陸上トンネル築造工事は、開削工法によって U 型擁壁およびスリット構造の接続区間、およびボックスカルバート構造の道路トンネルを構築するものである。掘削床付けまでが当初発注、本体工以降については現場状況を反映した追加工事として、本体設計の進捗に合わせて発注される形態となった。このような背景の中で、発注者と度重なる協議を経て、品質向上のため様々な工夫を行いながらの施工となった。本稿では、当工事の本体工における当初の技術的課題、そして実施した対策事例についてまとめる。

2. 本体工における対策事例

(1) 躯体コンクリートの各種検討

①技術的課題

躯体原設計では耐久性照査のみが実施され、普通セメントと高炉セメント B 種の併用によって照査を満足していた。一方で、マスコンクリート対策については受注後の検討が想定されていた。受注後、温度応力解析による温度ひび割れ検討を実施したところ、躯体の殆どの部位において要求性能（ひび割れ指数 1.0 以上、ひび割れ幅 0.2mm 以下）を確保できないことが判明した。図-1 に部材厚が最大となる施工ブロックにおける解析結果、図-2 にモデル寸法を示す。なお図中の解析条件の打設時期については、構築工程から想定される季節を解析条件とした。

②対策と結果

低熱セメントの使用と誘発目地の設置を基本とし、壁部においては鉄筋比 0.05

～0.07%程度配筋の増加を行うことで要求性能を満たした。また他ブロックについても同様の解析から要求性能を満足することが確認された。しかし引き続き塩害照査を実施したところ、塩害抵抗性に劣る低熱セメントへの仕様変更が要因となり、塩害照査を満たせなかった。低熱セメントへの変更は温度ひび割れ対策として不可欠なため、塩化物イオンの侵入を防ぐ表面保護工を塩害対策として別途実施する必要がある。最終的には、塩分侵入抑制効果が高いシラン系含浸材による表面含浸工法を実施し、本体工を完了した。構築完了後のひび割れ調査より有害なひび割れは確認されず、対策工が効力を発揮したと考えている。以上のように様々な対策工を行いながらの躯体構築となった。本工事は、当初から現場条件を反映することを想定した発注形態となっていたが、随時柔軟な対応を取ることで施工を完了することができた。例えば全ての照査をセメントの仕

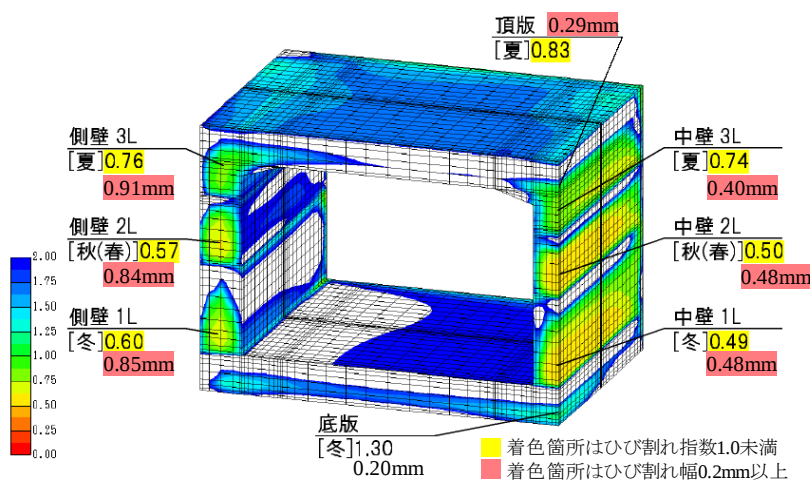


図-1 解析結果例（最小ひび割れ指数コンター図）

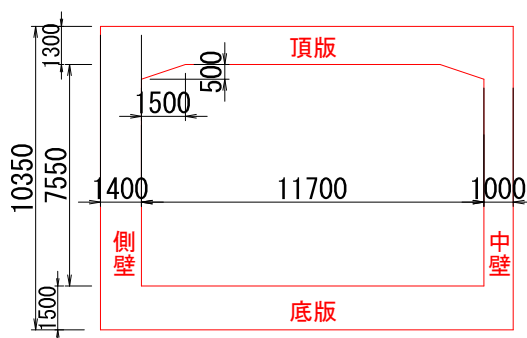


図-2 解析モデル概要（軸対称モデル）

キーワード 開削トンネル, ボックスカルバート工法, 本体工

連絡先 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 品川インターシティ B 棟 (株)大林組 TEL 03-5769-1111

様のみで満足させることは困難であり、本体工においては複合的に要因を考慮した上で設計を行う必要がある。ここでは温度ひび割れ対策としては壁部の鉄筋量を増やす方針としたが、過密配筋を考慮しておらず別途対策案を検討することになった。過密配筋への対策案としては、i) 細径パイプレーターの使用、ii) 中流動、高流動コンクリートの使用、iii) 機械式定着工法の採用、iv) 高強度鉄筋の使用、といった様々な対策手法が考えられる。本工事では、機械式定着工法によって対策を講じたが、詳細については次項に記述する。コンクリート構造物の品質を確保する上で、過密配筋解消は取り組むべき命題の一つである。解決には、発注・設計・施工の各プロセスにおける技術者が十分に問題を認識し相互に連携を図っていく必要がある。

(2) 機械式定着工法の採用

①技術的課題

耐震基準の見直しから、配筋設計が高密度化する傾向にある。過密配筋の問題点としてはコンクリート充填性の懸念が考えられる。また、経験豊富な熟練鉄筋工が高齢化により第一線を退く現況では、過密配筋への対処、鉄筋の組立精度の確保が困難な状況となってきた。本工事の当初設計においても密な配筋設計がなされていた。特にせん断補強筋としては、従来用いられてきた両端フック型鉄筋による施工が採用されていた(図-3)。また前述の温度ひび割れ対策の検討結果から、躯体壁部の配筋を更に増加させなければならず、非常に密な配筋となることが想定されていた。しかしコンクリート品質確保の観点からこれ以上の過密配筋での躯体構築は避けたいと考えた。

②対策と結果

せん断補強筋に機械式定着工法を採用することで課題の解消を試みた。工法の選定にあたっては、コスト面・施工性の高さを評価したが、発注者との十分な協議を行い採用に至っている。機械式定着工法では従来のフック型鉄筋のフック部が削減されており、配筋量を大幅に低減させることができる(図-4)。また先組み鉄筋に後から挿入する形となり非常に施工性が高い。本工事ではその施工性の高さから工期短縮効果を期待し、着手初期は21ヵ月を見込んでいた構築工程を、2ヶ月短縮した19ヵ月間で完了することを目指した。工期短縮効果は多種の要因が絡んでおり一概には論じれないが、実際に構築完了を2ヵ月程度前倒しすることができ、機械式定着工法の施工性の高さも間違いなく一因であったと考えている。躯体品質についても、シュミットハンマー法によるコンクリートの強度測定を実施していたが基準値を下回ることはなかった。過密配筋解消によるコンクリート充填性の改善、そして品質の向上に対しても有効な手法であったと評価している。最後に、機械式定着工法をめぐる建設業の流れとして、平成28年7月に国交省より「機械式鉄筋定着工法の配筋設計ガイドラインの策定および積極的な活用について」がプレスリリースされている。本工事からも有効性が確認できたが、コンクリート構造物の品質が求められる中で、機械式定着工法に対する業界の期待値は高いものとなってきている。こうした背景も踏まえ、これからの工事における機械式定着工法の標準的な採用が期待される。

3. まとめ

本稿では、東京港臨港道路南北線10号地その2地区陸上トンネル築造工事において、本体工の技術的課題から生産性および品質向上に向けて実施した対策事例について述べた。本工事では工程の遅れもなく高品質な躯体構築を完了することができた。これら対策事例が今後の類似工事施工の参考になれば幸いである。

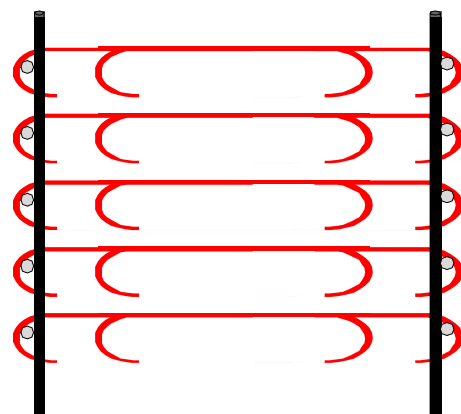


図-3 フック型鉄筋による配筋（従来法）

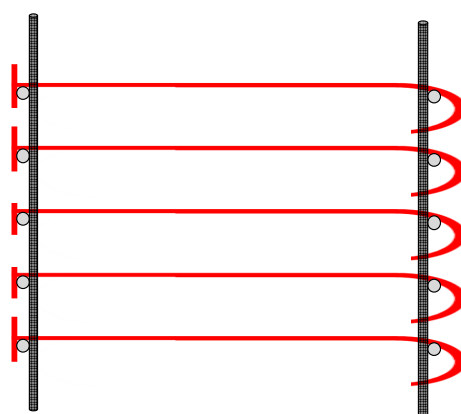


図-4 機械式定着工法による配筋