

低セメント量の高流動コンクリートのトンネル覆工への適用性検討 —その2 柱部材を用いた側圧実験と流動距離 10.5m の打込み実験—

(株)大林組 正会員 ○黒川尚義, 正会員 西浦秀明, 正会員 岡崎雄一, 正会員 桜井邦昭

1. はじめに

トンネル覆工の生産性を向上するには、締固め作業を排除できる高流動コンクリートの採用が望ましい。しかし、高流動コンクリートは材料分離抵抗性の確保のため、セメント量を大幅に増加させる必要があり、材料コストや温度ひび割れの観点から、覆工にはほとんど適用されていない。そこで、特殊増粘剤と市販の高性能 AE 減水剤を用いることで、単位セメント量をほとんど増加することなく、自己充填性を確保できる「低セメント量の高流動コンクリート」を開発した。

本稿では、この高流動コンクリートを道路トンネルの覆工全線に適用することを目的に実施した各種実験のうち、施工時にセメントに作用する側圧を把握するための側圧実験、および実際の覆工施工を模擬して延長 10.5m を流動させた打込み実験の概要を示す。

2. 柱部材を用いた側圧実験

一般に、高流動コンクリートを用いる場合、型枠には液圧が作用するとしてセメントの設計を行う必要がある。覆工は施工高さが高く、液圧として考慮すると大がかりな補強が必要となり不経済である。そこで、柱部材を用いた側圧実験を行い、セメントに作用する側圧を推定・把握することにした。

2.1 実験概要

実験に用いた柱部材を写真 1 に示す。高流動コンクリートの打込みは 30cm/層とし、40 分間隔(打上がり速度 0.45m/h)で合計 7 層に分けて行った。圧力計は 1 層目の中心に設置し、打上がりに伴う側圧を測定した。

使用した高流動コンクリートの配合を表 1 に示す。目標とする流動性や自己充填性が確保できることを確認した配合である。高流動コンクリートは、上



写真 1 柱部材

表 1 低セメント量の高流動コンクリートの配合

自己充填性のランク	目標スランブフロー (cm)	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)				混和剤	
				W	C	S	G	SP (C × %)	特殊増粘剤 (g/m ³)
ランク3	60±10	48.5	47.2	165	340	849	957	0.90	30

C: 普通セメント, S: 川砂+砕砂, G: 砕石 4005, SP: 高性能 AE 減水剤

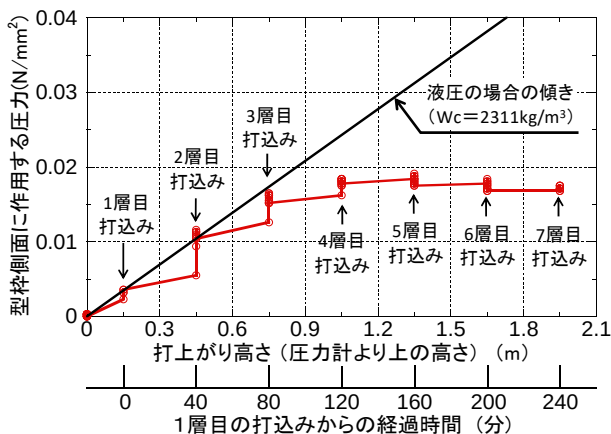


図 1 打上がり高さと型枠に作用する側圧



写真 2 静置スランブ試験状況 *数値は静置時間

述の打込み速度に合わせて 40 分間隔で製造し、所要の品質であることを試験で確認した後に、打ち込んだ。

2.2 実験結果および考察

側圧の測定結果を打上がり高さとの関係で整理して図 1 に示す。側圧は、3 層目の打込み完了まで(1 層目の打込みから 80 分後まで)は、液圧とほぼ等しい。

その後、側圧の増加は急激に緩やかとなり、5 層目の打込み完了後(同 160 分後)で最大値に達した。その後は、緩やかに低下した。型枠に作用した側圧の最大値は約 0.02N/mm² であり、この時点(160 分後)まで液圧が作用するとした場合(0.035N/mm²)の約 60%であった。

キーワード 高流動コンクリート, トンネル覆工, 側圧, 流動実験

連絡先 〒431-3906 浜松市天竜区佐久間町浦川 2906 (株)大林組 三遠東栄トンネル工事事務所 TEL053-966-6011

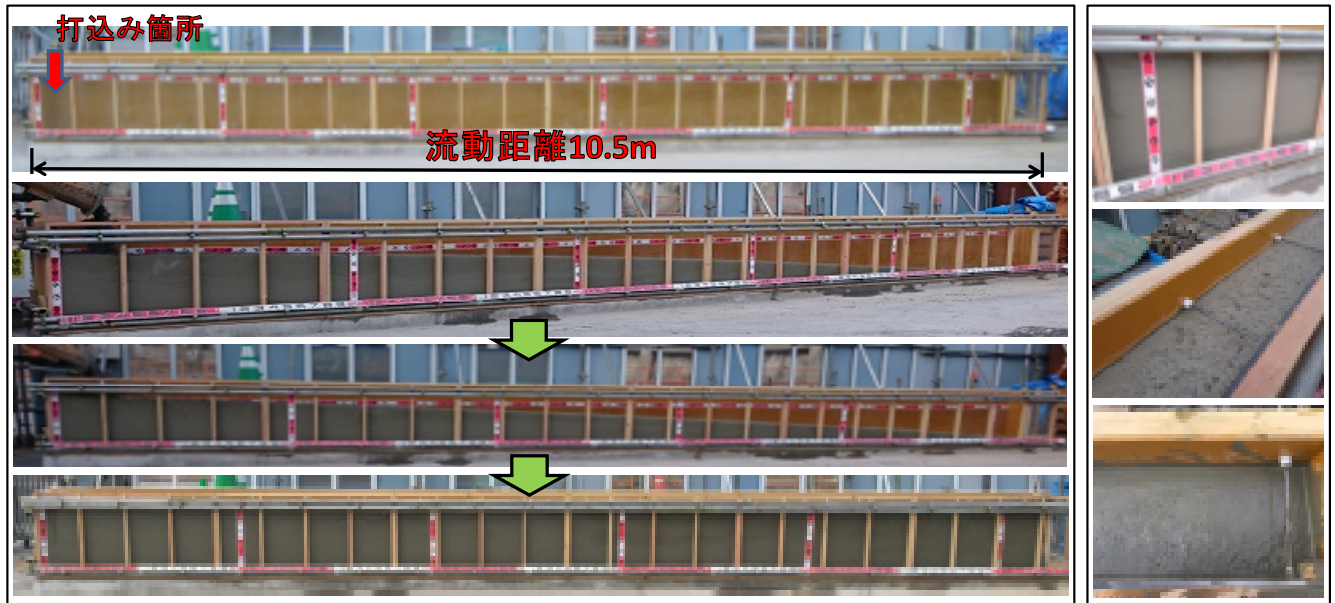


写真-3 低セメント量の高流動コンクリートの流動状況（上）と充填後の側面および上面の状態（右）

1層目の打込みに合わせて、試料をスランブコーンに詰めて静置した後、40分間隔で引き抜く静置スランブ試験を行った(写真-2)。静置後80分までは、試料は横方向に流動し、型枠には圧力が作用していると推察された。一方、静置後120分では、試料は横方向には移動せずに崩れ、160分後では自立する状態であり、側圧がピークに達したのを裏付けるような結果であった。

一般的な覆工作業の打上がり速度は1.5m/h程度であり、試験結果から換算すると実施工では約0.06N/mm²の側圧が作用すると想定された。今回の高流動コンクリートは、単位セメント量（ペースト量）が少なく、粗骨材の最大寸法が大きいことなどが、側圧が過度に大きくならなかった要因と考えられる。

3. 流動距離 10.5m の打込み実験

表-1に示す高流動コンクリートを実機ミキサで製造(2m³×2 バッチ)して、アジテータ車にて施工現場まで約30分かけて運搬した後に、模擬部材(長さ10.5m×幅0.3m×高さ0.9m、数量2.2m³)の端部から、アジテータ車のシュートにて打ち込んだ。実施工での荷卸し速度を模擬し、約5分で打ち込んだ。なお、実験時のコンクリート温度は約15℃であった。

流動状況を写真-3に示す。コンクリート自体の高い流動性により、反対側端部まで容易に流動した。また、ノロやペースト分の先走りは認められなかった。

実験後に流動勾配を測定したところ約1/175であった。また、流動先端部で試料を採取して洗い試験を行い、試料中の粗骨材量を調べたところ、含有していた粗骨材量は、粒径4020が配合計算値に対して103%、

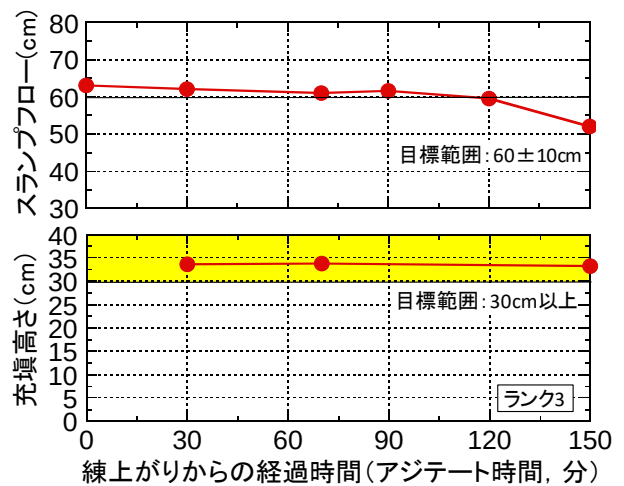


図-2 経時変化の測定結果

粒径2005が102%であり、均質な状態で流動・充填できていたことを確認した。

高流動コンクリートをアジテートした場合における経時変化の測定結果を図-2に示す。練上がりから150分間にわたり、目標とする品質(充填高さ、スランブフロー)を確保できることを確認した。

4. まとめ

低セメント量の高流動コンクリートを用いて、柱部材による側圧実験および流動距離10.5mの打込み実験を行った。得られた知見を以下に示す。

- (1) 今回の高流動コンクリートを用いた場合にセントルに作用する側圧は0.06N/mm²程度と推定される。
- (2) 低セメント量の高流動コンクリートは、材料分離せずに、均質な状態で長さ10.5mを容易に流動し、充填できる。また、練上がりから150分間にわたり、目標とする流動性や自己充填性を確保できる。