

覆工コンクリートにおけるひび割れ誘発目地の効果的な形成方法と形成した目地の品質

(株)奥村組 正会員 ○浅野 剛 正会員 齋藤 隆弘 正会員 張 志瑄
正会員 小野 緑 正会員 浜田 元

1. はじめに

山岳トンネル工事において急速施工を実現するため、延長が通常の倍程度のロングスパンセトル（18～21m）を適用する覆工コンクリート施工法の開発に取り組んだ。本工法では、1 施工スパン長が通常よりも長いこと、温度変化と乾燥収縮による不特定箇所でのひび割れ発生リスクが増加する。その対策として、スパン中央に目地を形成し、特定箇所にひび割れを誘発する。ここでは、ロングスパンセトルでの施工を想定した実大規模の実験から、考案した目地形成方法の施工性と形成した目地の品質を確認したので結果を報告する。

2. 実験方法

実験は 2 車線道路トンネル相当の断面積（78m²）を有する模擬トンネルで行った。

実験用セトルを図-1 に示す。実験用セトルは延長 9.5m であり、セトルのスパン中央の周方向に高さ 50mm の鋼製面木を対で付帯し、その隙間に金属製の目地板を 33 枚配置する構造とした。

目地板は、実施工での取り扱い、ひび割れ誘発の効果などを考慮し仕様を定めた。目地板の配置を図-2 に示す。目地板は、周方向に連続する目地を形成

するため、平面形状がハの字型と逆ハの字型の板を交互に配置した。目地板の材質は鉄あるいはアルミとし、断面形状は表-1 に示すようにテーパ状と平板状とした。また、目地板は、文献¹⁾を参考に、覆工コンクリートの厚さ 400mm に対し、鋼製面木と合わせて、コンクリート表面から深さ 100mm および 200mm の目地が形成できる長さとした。

実験ケースを表-2 に示す。実験には 5 種類のコンクリートを使用した。目地の形成深さは目地板の種類によりその設定を変えた。

施工方法は次に示す手順とした。まず、目地板にコンクリートとの付着を低減する薬剤を事前に塗布（2 回の重ね塗り）し、セトルへ設置したのち、打設した。なお、薬剤はアクリル系樹脂を主剤とするものであり、目地板に塗布し数分すると硬化するが、打設中にコンクリートの水分と接触すると吸水膨張しゲル状になる。次に、打設完了後 18 時間経過を目安にコンクリート中から、人力あるいはレバーブロックを用いて目地板を引抜き、目地を形成した。なお、目地板の引抜きは、その荷重を確認するため、荷重計（許容値 20kN）を介し行った。

脱型後には、形成した目地の品質を確認するため、目視観察、テストハンマー試験を行った。

3. 実験結果

(1) 目地板の引抜き

引抜いた目地板の状況を写真-1 に示す。引抜いた目地板の

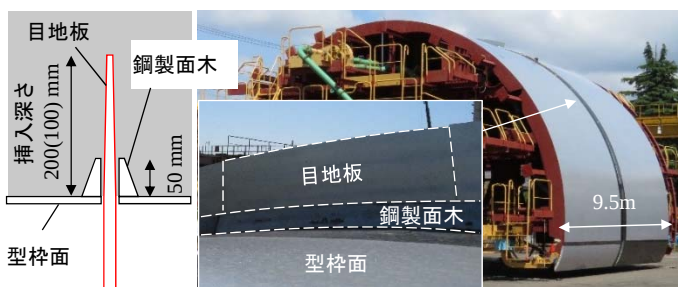


図-1 実験用セトル

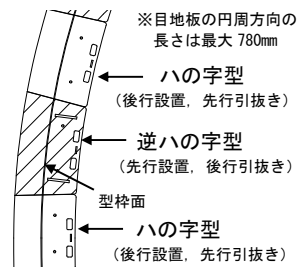


図-2 目地板の配置

表-1 目地板の断面形状

目地板	断面形状（単位：mm）
200d-6t	$6 \text{ --- } L=200 \text{ --- } 2$
200d-3t	$3.2 \text{ --- } L=200 \text{ --- } 3.2$
100d-6t	$6 \text{ --- } L=100 \text{ --- } 2$
100d-3t	$3.2 \text{ --- } L=100 \text{ --- } 3.2$

表-2 実験ケース

No.	コンクリート種	目地板
1	普通 21-15-40N	200d-6t(全断面)
2	普通 21-15-25N	100d-6t(全断面)
3	中流動 24-21-20N(繊維入り) NEXCO 種別：T3-4(Ad)	200d-6t(全断面)
4	高流動 40-60-20N (自己充填ランク II)	200d-3t(左半断面) 100d-3t(右半断面)
5	中流動 24-21-20N(繊維なし) NEXCO 種別：T1-4(Ad)	200d-6t(全断面)

※左右はセトルの進行方向に対する表記

キーワード 覆工コンクリート，ロングスパンセトル，ひび割れ誘発目地，急速施工，実大実験

連絡先 〒300-2612 茨城県つくば市大砂 387 (株)奥村組 技術研究所 TEL 029-865-1521

表面には、コンクリートの水分と反応しゲル状となった薬剤の付着が認められる。薬剤の機能が発揮され、目地板とコンクリートの付着力が軽減したと判断される。

目地板の引抜き荷重を図-3に示す。図中、引抜き材齢（横軸）は、各目地板の位置の打設完了時刻を基準にして個々に算出したものである。

図-3から、実験 No.2, 4, 5において、引抜き荷重は概ね 3kN 以下の値となっている。引抜き荷重が 3kN 以下の目地板には、多くの場合、写真-1に示したように、板表面にゲル状の薬剤が付着していた。一方、引抜き荷重が 3kN を超えた目地板では、板表面に薬剤の付着は確認できたが、その状態はゲル状ではなく、脱水した粉状を呈した。薬剤は、実験 No.によらず同じ条件で塗布している。これらのことから、引抜き荷重が大きな値となった要因として、打設中のコンクリートとの接触に伴い薬剤が剥がされた可能性が挙げられる。また、他の要因として、打設中のコンクリートの流動に伴うセントルと目地板、ならびに隣接する目地板同士の接触が挙げられる。

実験 No.4 の結果から、引抜き荷重は目地板のコンクリートへの挿入深さが深い方が大きくなる傾向を示している。また、引抜き材齢の短い方が引抜き荷重は小さくなる傾向を示している。

図-3から、実験 No.3 の引抜き荷重は 7kN を超える値を示す場合が多く、実験 No.2, 4, 5 に比べその値は大きい。両者の条件を比べると、実験 No.3 ではコンクリートにポリプロピレン製の短繊維を混入している。前述のとおり、目地板への薬剤の塗布条件や施工条件は両者でほとんど変わらないことから、引抜き荷重が実験 No.3 で大きな値を示した要因として、繊維の混入が挙げられる。繊維により目地板表面に塗布した薬剤が剥がれ易くなったこと、目地板に繊維との摩擦が加わり抵抗したことなどが原因として考えられる。

(2) 形成した目地の品質

目地部の仕上り状況を写真-2に示す。同写真は、実験 No.1（側壁部）の結果であり、目地部にひび割れや角欠けなどの不具合は認められない。なお、他の実験 No.においても目地部に不具合は認められず、目地板の引抜きが目地部のコンクリートへ過剰な負荷を与えていないと判断される。

ひび割れ誘発目地表面の仕上り状況を写真-3に示す。同写真は、実験 No.1（側壁部）の結果であり、目地表面にひび割れなどの不具合は認められず、平滑な仕上りであった。目地表面でのテストハンマー試験の結果（材齢 3.5 ヶ月）を表-3に示す。同表中、表面①は既設コンクリート側の面、表面②は妻型枠側の面であり、同表には、覆工コンクリート面（覆工面）での同試験の結果を併記している。目地表面のテストハンマー強度は呼び強度 21N/mm^2 を超えており、覆工面の強度と大きく変わらない。これらのことから、目地板の引抜きが目地表面のコンクリートへ過剰な負荷を与えていないと判断される。

4. おわりに

考案の方法により、目地板の引抜きが簡便に行え、目地形成の施工性に大きな問題がないことを確認した。また、コンクリートの品質に悪影響を及ぼすことなく、打設後の早期にひび割れ誘発目地を形成できることを確認した。今後は、引抜き荷重が大きな値を示す要因に対し、荷重軽減のための対応策を検討したい。

【参考文献】 1) 土木学会：コンクリート標準示方書「施工編」，pp.136-137，2017



写真-1 引抜いた目地板

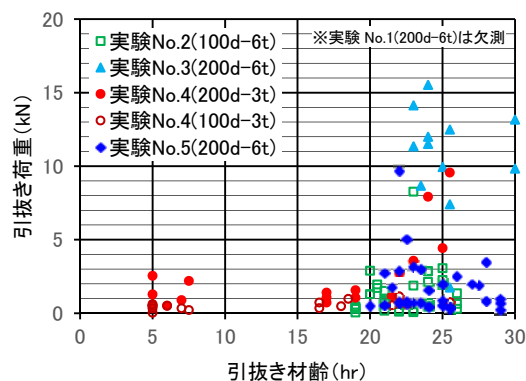


図-3 引抜き材齢と引抜き荷重の関係

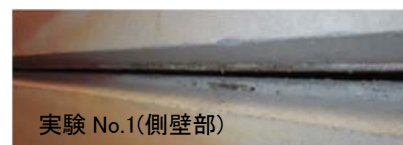


写真-2 目地部の状況

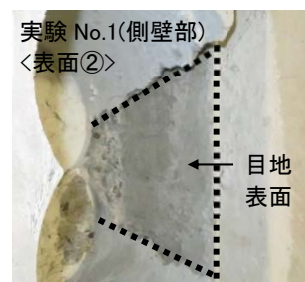


写真-3 目地表面の状況

表-3 テストハンマー強度

目地表面		覆工面 (目地付近)
表面①	表面②	
21.4	23.9	24.7

単位: N/mm^2