

剥離剤塗布による覆工コンクリート打継部のひび割れ抑止効果

(株) 奥村組 正会員 ○田中 寛大 正会員 岩崎 光
正会員 齋藤 隆弘 正会員 浜田 元

1. はじめに

覆工コンクリートの打継部では、コンクリートが収縮する際、打継部の付着に起因してその周辺にひび割れが発生し、それが原因となってコンクリートの浮きが生じることがある（写真－1）. 道路トンネル・鉄道トンネルでは、これが剥落に繋がり、第三者に被害を及ぼす恐れがある. このため、打継面に剥離剤を噴霧して付着強度を低減し、ひび割れを防ぐ対策を 10 年以上前から当社施工のトンネルで適用しており、写真－2 に示すようひび割れの抑止効果を確認している. 一方、打継面の付着強度とひび割れの関係は定量的に把握されていないため、覆工コンクリートの打継部を模擬した供試体を作製し、付着強度の大きさが打継部に及ぼす影響の確認を目的として付着力確認実験を行った.

2. ひび割れの発生メカニズム

図－1 に打継部で想定されるひび割れの発生メカニズムを示す¹⁾. 覆工コンクリートの温度低下や乾燥収縮によりその打継部が広がる際、打継面の付着により、若材齢の新設側コンクリートの角部が剥ぎ取られ、ひび割れが発生して浮きが生じると考えられている.

3. 付着力確認実験の概要

(1) 実験ケースおよび使用材料

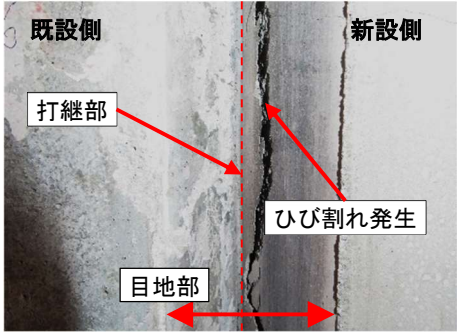
表－1 に実験ケースを示す. 打継面の条件として、剥離剤塗布の有無を設定した. 実験材齢は、打継面が広がる方向にコンクリートが収縮し、付着に起因して打継部に影響が生じる時期を選定した. まずは、コンクリートが硬化する時の温度低下の開始時点と収束時点に着目し、実験材齢 2 日と 5 日を設定した. また、乾燥によるコンクリートの収縮に伴う影響を把握するための実験材齢として、品質管理で適用される 28 日を設定した. なお、実験材齢は後述する供試体 2 層目の打設日を基準とする.

表－2 にコンクリートの配合を示す. 同配合は、覆工コンクリートで一般に用いられるものとした. また、打継面には実施工と同様に矢板を使用し、剥離剤はメタルフォーム用の高粘度油性タイプとした.

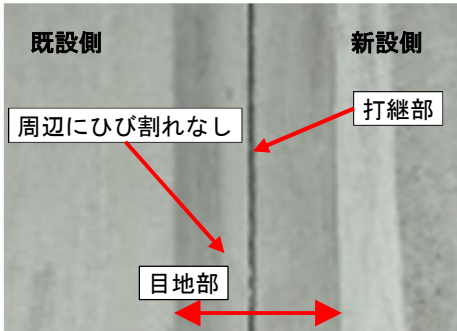
(2) 供試体

写真－3, 4 に供試体の作製状況を示す. 供試体寸法はφ 150mm×300mm であり、これを 2 層に分け打設した.

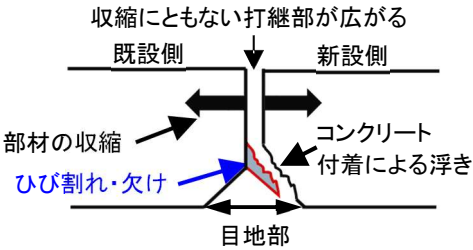
型枠には、載荷装置への固定用ボルトを差し込んだボイド管を用いた. 1 層目の打設は、2 層目と打ち継ぐ面に矢板を固定し打設した



写真－1 目地部で発生するひび割れ



写真－2 剥離剤塗布によるひび割れの抑止



図－1 ひび割れ発生メカニズム

表－1 実験ケース

ケースNo.	剥離剤の有無	実験材齢
R-2	あり	2日
R-5	あり	5日
R-28	あり	28日
N-2	なし	2日
N-5	なし	5日
N-28	なし	28日
備考	・打継面は矢板 ・供試体本数は各ケース3本	

表－2 コンクリート配合表

目標スランプ [°] (cm)	空気量 (%)	単位量(kg/m ³)					
		水 (W)	セメント (C)	細骨材 (S)	粗骨材 (G)	AE減水剤	AE剤
15～17.5	4.5±1.5	171	317	766	1026	1.587	0.063
W/C=54.5%, s/a=45.4%, C: 普通ポルトランドセメント, S: 山砂(千葉県富津市鶴岡) G: 砕石 AE減水剤(C×0.005): 第Ⅰ種AE減水剤 AE剤(C×0.0002): 第Ⅰ種AE剤							

キーワード 覆工コンクリート, 打継部, ひび割れ, 浮き, 剥離剤

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 029-865-1824

(写真－3)．打設翌日に矢板を取り外し、打継面が上になるようボイド管を増設した(写真－4)．剥離剤ありでは、実施工で効果が確認された噴霧量として打継面に 4.06g (230g/m^2) の剥離剤を噴霧した．1層目打設から2日後に2層目を打設し、実験材齢まで 20°C で気中養生を行った．

(3) 実験方法

写真－5に付着力確認実験の状況を示す．打継面の付着強度を確認するため、供試体の上方に引張荷重を加え、打継面が破断する荷重を測定した．また、1、2層目のコンクリート供試体の引張強度と打継面の付着強度を比較するため、付着力確認用とは別に $\phi 100\text{mm} \times 200\text{mm}$ の供試体を採取し、割裂引張強度を実験同日に測定した．

4. 実験結果

図－2に実験材齢と付着強度および引張強度の関係を示す．付着強度は、破断時の引張荷重から断面積を除して求めた．なお、図中の強度の値は、供試体3本の平均値である．

付着強度は、実験材齢にかかわらず、剥離剤ありが剥離剤なしの $24 \sim 34\%$ であり、大きく低下した．また、付着強度は、剥離剤の有無にかかわらず、引張強度よりも値が小さく、各材齢における小さい方の引張強度と比較すると、剥離剤ありで $12 \sim 15\%$ 、剥離剤なしで $37 \sim 53\%$ となった．

付着強度は、適切な打継処理をした場合、引張強度と同等とされている²⁾が、図－2に示す剥離剤なしの付着強度は引張強度の $1/2$ 以下となっている．これは、実際の覆工コンクリートの施工を再現するため、打継処理を行わず、比較的平滑な面で打ち継いだためと推定される．実験結果では、この付着強度が引張強度の $1/2$ 以下であるため、打継部で発生する付着に起因するひび割れ発生の蓋然性は低いと見なすこともできる．しかし、写真－6に示す通り、剥離剤なしの打継面では、2層目のコンクリートが剥がれて1層目に付着している．これは、2層目の打継部表層の引張強度が、供試体の引張強度よりも小さく、付着強度を下回っていた結果と考えられる．一方、写真－7に示す剥離剤ありの場合は、打継面での剥離が全く確認されなかった．

以上より、打継面の付着強度がコンクリートの引張強度に対し 15% 以下(本配合においては付着強度で $0.3 \sim 0.4\text{N/mm}^2$ 以下)であれば、一方の打継面に他方のコンクリートが付着して剥がれることはなく、打継部でのひび割れ抑止効果が得られることがわかった．

5. おわりに

打継面への剥離剤の塗布により、目地材等の挟み込みがなくても打継面の付着強度が大幅に低減し、打継面の付着に起因するひび割れを抑止できることを定量的に把握した．

【参考文献】

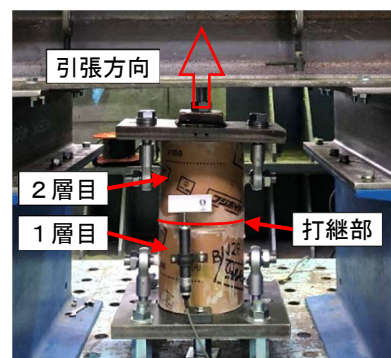
- 1) 宮田ら: NATMトンネル覆工コンクリートの施工目地近傍の変状の抑制対策と効果, コンクリート工学年次論文集, Vol.38, No.1, 2016
- 2) 榎原ら: 鉛直打継処理方法の違いがコンクリートの直接引張強度およびせん断強度に及ぼす影響, コンクリート工学年次論文集, Vol.36, No.1, 2014



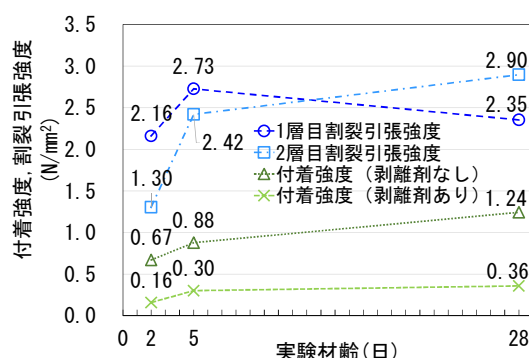
写真－3 1層目打設



写真－4 2層目打設



写真－5 付着力確認実験の状況



図－2 実験材齢と付着強度および引張強度の関係



写真－6 剥離剤なしの破断面 (N-28)



写真－7 剥離剤ありの破断面 (R-28)