

トンネル覆工コンクリートにおける目地の付着力低減に関する検討

鹿島建設(株) フェロー会員 ○福田勝仁

正会員 松本修治 六本木日菜子 坂井吾郎

1. はじめに

トンネル覆工コンクリートは、1ブロック長を9~12m程度りとし、各ブロックの境に横断方向の目地を設けて施工する。一般に、覆工コンクリートの乾燥や温度変化により生じる体積収縮に対して、目地が開くことでひび割れや剥離・剥落を防いでいる。しかしながら、目地のコンクリート同士が付着し、目地が開かない場合、目地の周辺に上述した不具合の発生が懸念される。棲型枠に平滑な鉄板を用いる場合や脂肪酸カルシウムと界面活性剤を主成分とする縁切り剤（以降、SPC と称す）を打継面に塗布する方法が用いられているが、その定量的な効果は明らかにされていない。そこで本稿では、一般的な棲型枠である木製矢板を用いた場合と比べ、鉄板を用いた場合と目地面に SPC を塗布した場合の目地の付着力の低減に関して検討した結果を示す。

2. 実験概要

本実験は、棲型枠に木製矢板（以降、Wd と称す）および鉄板（以降、Fe と称す）の2種類を用いて、覆工目地の状態を再現した供試体を作製し、目地面への SPC の塗布量を水準として、直接引張強度試験を実施した。

表-1 に実験ケースを示す。棲型枠を Wd として SPC を塗布しないものと 200g/m²、400g/m² 塗布したものの計3ケース、棲型枠を Fe として SPC を塗布しないものと 200g/m² 塗布したものの計2ケースの合計5ケースとした。

写真-1 に型枠の設置状況、図-1 に供試体の作製方法を示す。供試体の寸法は幅 150mm、長さ 300mm、高さ 150mm の角柱とし、各ケースとも3体ずつ作製した。はじめに、供試体の長さ方向の中心 150mm の位置に棲型枠を設置し、先打ちコンクリートを打ち込んだ。先打ちコンクリートを打ち込んだ翌日に棲型枠を撤去して、棲型枠の表面と棲型枠を撤去後のコンクリート表面を JIS B 0601 に従い算術的表面粗さ（以降、表面粗さと称す）を計測した。その後、SPC を塗布するケースは SPC を塗布し、全ての供試体を気中で翌日まで養生した。先打ちコンクリートの材齢 2 日の時点で供試体の全長が 300mm となるように、後打ちコンクリートを打ち込んだ。その 18 時間後に後打ちコンクリート側を脱型し、直接引張試験を実施することで付着強度を算出した。試験は、供試体にアイボルトを取り付け、図-2 に示すように供試体の軸方向に重りを載荷した。表-2 に使

表-1 実験ケース

No.	ケース名	棲型枠	SPC 塗布量
1	Wd	木製矢板	—
2	Wd+SPC-S	木製矢板	200g/m ²
3	Wd+SPC-L	木製矢板	400g/m ²
4	Fe	鉄板	—
5	Fe+SPC	鉄板	200g/m ²

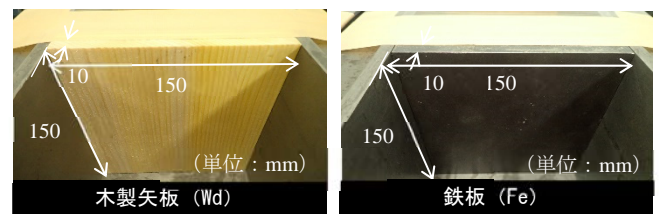


写真-1 型枠の設置状況

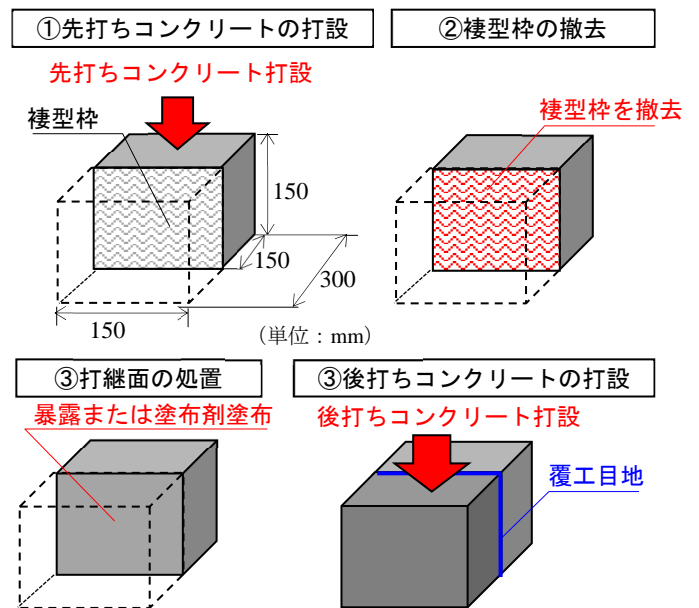


図-1 供試体の作製方法

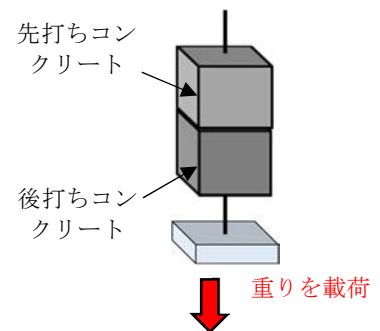


図-2 直接引張試験イメージ

キーワード 目地、ひび割れ、覆工コンクリート、付着強度

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設(株)技術研究所 TEL: 042-485-1111

用材料、表-3にコンクリートの配合を示す。一般的な覆工コンクリートとして、粗骨材の最大寸法が40mmの市中の工場が保有するレディーミクストコンクリートの配合とした。

3. 実験結果

(1) 襍型枠およびコンクリートの表面粗さ

図-3に襍型枠に使用した材料の表面および襍型枠を撤去した後のコンクリートの表面粗さを測定した結果を示す。Feの表面粗さはWdの1/5程度であった。また、襍型枠を撤去した後のコンクリートの表面粗さは、いずれも襍型枠の表面粗さよりも大きくなるが、FeはWdの1/2程度であった。これらは、Wdの木目や表面部分の繊維質な凹凸形状が表面粗さに影響しているのに対し、Feはその影響がないためと考えられる。

(2) 直接引張試験による付着強度の算出

図-4に直接引張試験による付着強度の算出結果を示す。Wdの付着強度は 0.085N/mm^2 であるのに対し、Feの付着強度は 0.018N/mm^2 であり、Feの付着強度はWdの約1/5程度となった。脱型後のコンクリートの表面粗さがWdより低減されたことによるものと考えられる。一方、SPCを用いたFe+SPC、Wd+SPC-S、Wd+SPC-Lの付着強度は、それぞれ 0.003N/mm^2 、 0.004N/mm^2 、 0.002N/mm^2 で、Wdの付着強度に対し、それぞれ、約1/28、約1/22、約1/43と著しく小さくなった。なお、これらSPCを塗布した3ケースにおいては、有意な差は生じなかった。

(3) 試験後のコンクリートの目地面

写真-3に試験後のコンクリートの目地面を示す。塗布量を変えたWd+SPC-S、Wd+SPC-Lのいずれにおいても表面に形成されるSPCによる白い膜が後打ちコンクリート側にほとんど付着していない状況が確認できた。この理由として、SPCの膜と後打ちコンクリートとの付着が小さいことが考えられる。

4. まとめ

本実験の範囲では、襍型枠に木製矢板や鉄板を使用した場合のいずれにおいても、覆工コンクリートの目地面に脂肪酸カルシウムと界面活性剤を主成分とする塗布剤を 200g/m^2 以上塗布することで、襍型枠に木製矢板を用いる従来工法と比較し、コンクリート同士の付着強度が1/22~1/43程度になり、95~98%程度低減できることが分かる。コンクリート同士の付着に起因する覆工目地のひび割れの抑制に有効であるものと考えられる。

参考文献

- 2016年制定 トンネル標準示方書 [共通編]・同解説 / [山岳工法編]・同解説, 土木学会, トンネル工学委員会, 2016.

表-2 使用材料

材料名	記号	摘要
水	W	上水道水
セメント	C	高炉セメントB種, 密度 3.04g/cm^3
細骨材	S1	山砂, 表乾密度 2.51g/cm^3
	S2	砕砂, 表乾密度 2.58g/cm^3
粗骨材	G1	1005 碎石, 表乾密度 2.64g/cm^3
	G2	2010 碎石, 表乾密度 2.65g/cm^3
	G3	4020 碎石, 表乾密度 2.69g/cm^3
混和剤	AD1	AE 減水剤(標準型), 主成分: リグニンスルホン酸塩, ナリカルボン酸塩, ポリカルボン酸系化合物
	AD2	AE 剤, 主成分: 樹脂酸塩系界面活性剤

表-3 コンクリートの配合

W/C (%)	s/a (%)	Gvol (l/m^3)	単位量(kg/m^3)						AD1 (C×%)	AD2 (A)	
			W	C	S1	S2	G1	G2			G3
56.5	44.4	385	165	292	618	159	354	257	414	1.5	0.5

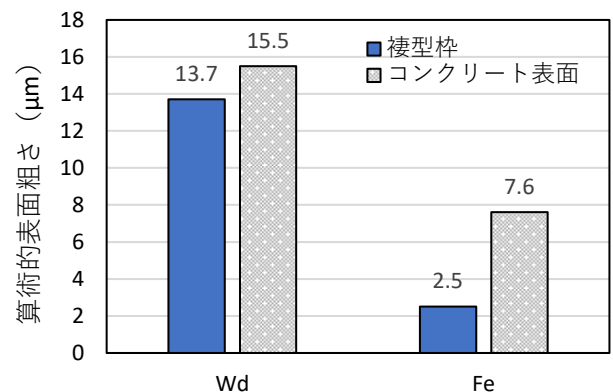


図-3 襍型枠とコンクリートの表面粗さ

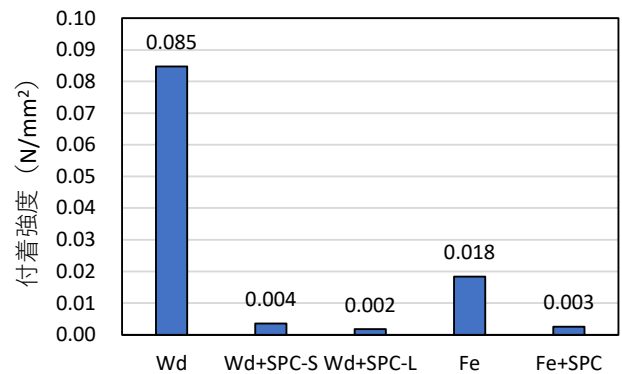


図-4 直接引張試験による付着強度の算出結果



写真-3 試験後の目地面