

トンネル覆工目地部の付着力低減策の効果検証

鹿島建設(株) 正会員 ○坂井吾郎 六本木日菜子 松本修治

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程度とし、各ブロックの境に横断方向の目地部を設けて施工する。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、目地部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、目地部のコンクリート同士が付着し、目地部が開かない場合、目地部の周辺に上述の不具合が発生することが懸念される。目地部のコンクリートが付着する要因として、棲型枠に用いられる木製矢板の表面粗さ、隙間および段差などが考えられる。一方、近年では、目地部のコンクリートを付着させないために、棲型枠に平滑な鉄板を用いる場合があるが、その定量的な効果は明らかにされていない。そこで本稿は、実施工で想定される棲型枠の隙間や段差の影響に加え、棲型枠に鉄板を用いた際の目地部の付着力低減効果について検証した結果を示す。

2. 実験概要

本実験は、棲型枠の種類および設置方法を水準として、目地部の状態を再現した供試体を作製し、直接引張強度試験を実施した。写真-1に実験ケース、図-1に供試体の作製方法を示す。棲型枠の種類は、木製矢板（以降、Wと称す）と鉄板（以降、Feと称す）の2種類を用い、Wについては実施工時の設置状況を模擬して3mmの段差を生じたWDと3mmの隙間を作ったWSを作製し、合計4ケースとした。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5本ずつ作製した。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。打込み完了後、覆工コンクリートの実施状況を模擬するため、覆工コンクリートの充填圧として25kN/m²に相当する56kgの重りを先打ちコンクリートの打込み面に載荷して養生を行った。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供試体を気中で翌日まで養生し、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。その後、後打ちコンクリートの材齢30日の時点で直接引張試験を実施し、付着強度を取得した。試験は、供試体にアイボルトを取り付け、

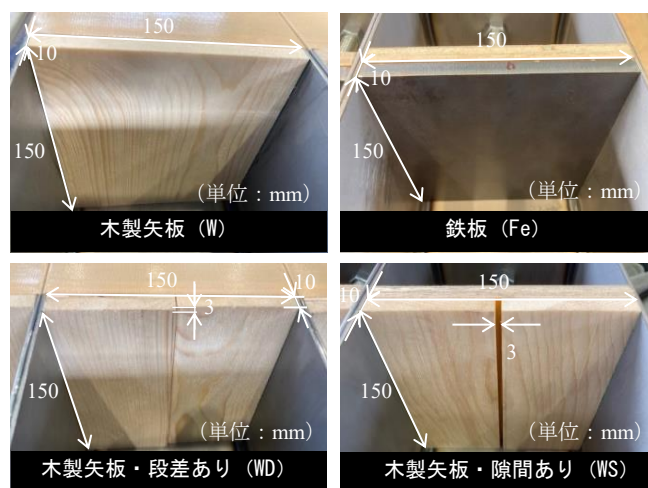


写真-1 実験ケース

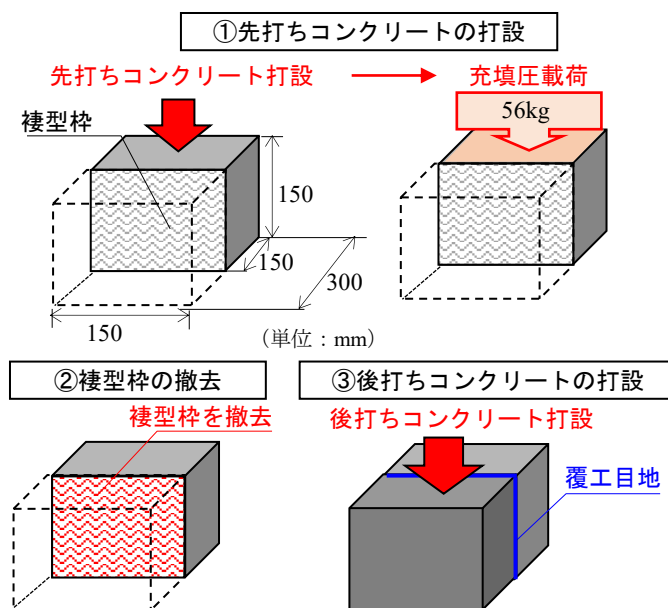


図-1 供試体の作製方法



写真-2 直接引張試験の状況

キーワード：目地部、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：042-489-8008

写真-2 に示すように供試体の軸方向に応力を載荷した。表-1 に使用材料，表-2 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ミクストコンクリートの配合とした。また，棲型枠の表面と棲型枠を撤去した後のコンクリート表面については，JIS B 0601 に従い算術的表面粗さを計測した。

3. 実験結果

写真-3 に棲型枠を撤去した後のコンクリート表面の状況および図-2 に棲型枠に使用した材料の表面および棲型枠を撤去した後のコンクリート表面の粗さを測定した結果を示す。W，WD および WS は同一の木材から作製したため，棲型枠の表面粗さおよびコンクリート表面の粗さは同一とした。Fe の表面粗さは W の 1/5 程度であった。また，棲型枠を撤去した後のコンクリート表面粗さは棲型枠の表面粗さよりも大きくなったが，棲型枠に Fe を使用した際のコンクリート表面粗さは W を使用した際の 1/2 程度であった。次に，図-3 に直接引張試験の結果を示す。W，WD および WS の付着強度は 0.97~1.07N/mm² の範囲であり，その差は小さいものの，W が小さくなった。このことから本実験の範囲では，W を棲型枠に使用した場合，目地部の段差や隙間が付着強度に及ぼす影響は小さいことが確認された。しかし，実施工では，軸方向以外の応力も作用するため，必ずしも棲型枠の段差や隙間が付着強度に及ぼす影響が小さいとは言えず，棲面はできる限り平滑となるように施工すべきと考える。次に W と Fe の付着強度を比較すると，Fe の付着強度は W の 2/3 程度となった。これは，Fe の表面粗さが W より小さく，脱型後のコンクリートの表面粗さも W より低減されたことによるものと考えられた。以上のことから，目地部の付着強度は使用する棲型枠の表面粗さが影響することが確認された。また，Fe を棲型枠に使用することが目地部の付着強度を低減させるために有効であることが分かった。

4. まとめ

本実験において，覆工コンクリートの棲型枠を木製矢板から鉄板に変更することで目地部の付着力を 6 割程度まで低減できることが分かった。

参考文献

1) 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-1 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:リガコンスルホン酸塩 オキカルボン酸塩,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-2 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

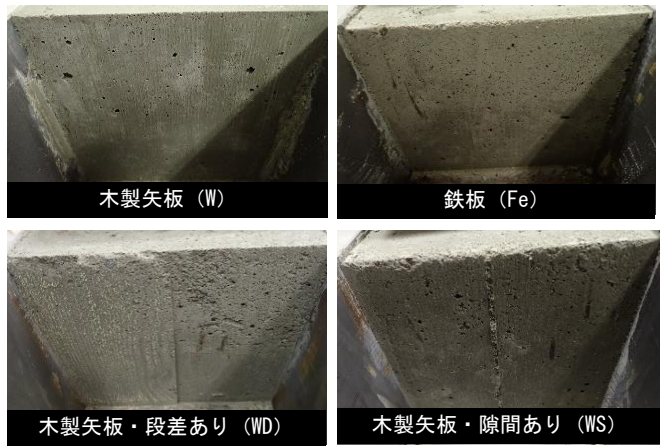


写真-3 棲型枠撤去後のコンクリートの表面

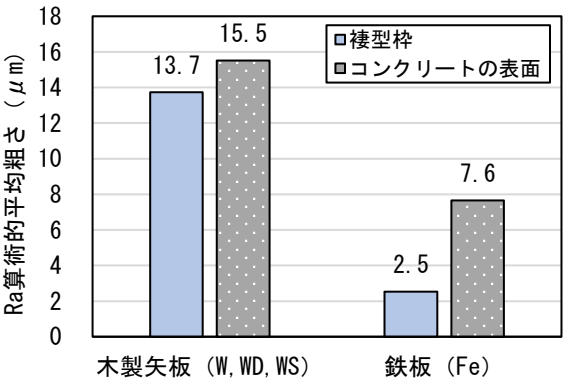


図-2 棲型枠およびコンクリートの表面粗さ

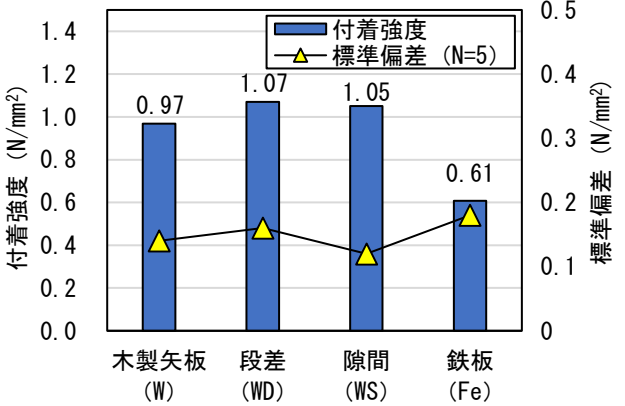


図-3 直接引張強度試験結果