覆工コンクリートの天端部における打重ね箇所の表面近傍の品質

（株）奥村組　○正会員　小野　緑
（株）奥村組　　正会員　齋藤隆弘
東京工業大学　　正会員　岩波光保

１．はじめに

山岳トンネルの覆工コンクリートの打込みは，狭隘空間内での施工となり，特に天端部は，打重ね箇所におけるブリーディング水の処理不足や締固め不足に起因する品質の低下が生じ，緻密で一体性のあるコンクリートにならない事例が多い．本研究では，特に施工の難しい覆工天端部において，フレッシュコンクリートの打重ねに着目し，ブリーディングと締固め程度が打重ね箇所の表面近傍の品質に及ぼす影響を把握するために要素実験を実施した．

２．実験概要

2.1　使用材料・配合

使用材料と配合を**表１**に示す．覆工天端部の生コンを打ち込む時にはブリーディング水，セメント，砂等が混合した高W/C のモルタル状の物質（以下，ノロと称す）が大量に発生し，打重ねに影響する恐れがある．これに対し，試験体のサイズは実構造物よりも著しく小さく，実構造物相当のブリーディング水は発生しないことから，別に作成したノロを打重ね箇所に投入し，実現象を模擬した．ノロの配合は既往の文献[1)]を参考に w/c=80%とする．ノロの配合を**表２**に示す．

表１　使用材料・配合

目標ｽﾗﾝﾌﾟ（cm）	空気量（%）	単位量(kg/m³)				
		水（W）	ｾﾒﾝﾄ（C）	細骨材（S）	粗骨材（G）	AE減水剤
16.5±1.5	4.5±1.5	162	316	815	985	4.7

w/c=54.5%，s/a=45.4%，混和剤添加率：C×0.01，
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：第一種AE減水剤

表２　ノロの配合

単位量(kg/m³)			
水	ｾﾒﾝﾄ	細骨材	AE減水剤
W	C	S	
486	627	793	6.3

2.2　実験ケース

供試体は，100×300×500 ㎜の型枠を用いて作製した．実験ケースを**表３**に示す．Case1 は打ち重ねず，Case2～Case8 は打重ねを施して，ノロの投入の有無や締固め時間を変化させて設定した．締固めには，天端部の施工で用いられる型枠バイブレータを想定し，加振変形試験器を使用した．また，Case7，Case8 は，ノロに剥離剤が混入した状況を想定した．Case7 には油性，Case8 には 10 倍希釈した水性の剥離剤をノロに質量比で 3%分を混入した．

表３　実験ケース

実験ケース	打重ね	ノロ	振動時間(s)
Case1	なし	なし	10
Case2	あり	なし	10
Case3	あり	あり	なし
Case4	あり	あり	5
Case5	あり	あり	10
Case6	あり	あり	20
Case7	あり	あり（油性剥離剤）	10
Case8	あり	あり（水性剥離剤）	10

2.3　実験手順

供試体の作製手順を以下に示す．はじめに，供試体の体積の 1/4 のコンクリートを，**写真１**に示す打込み位置から打ち込んだ．打込み直後はその上部に 200g のノロを投入し，１時間静置した．その後，１回目と同じ打込み位置から２回目の打込みを行った．打込み後は供試体を加振変形試験器へ置き，設定時間振動させ，20 時間封緘養生をした．養生終了後脱型し，気温 20℃，湿度 60%の養生室に静置した．作製した供試体は，材齢 28 日で透気係数試験（トレント法）を行

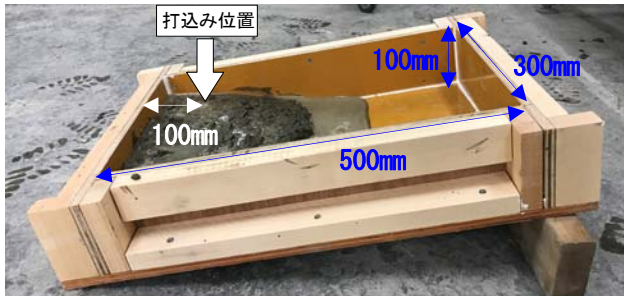

写真１　ノロ投入後の状態

キーワード　覆工コンクリート，打重ね，ブリーディング，締固め，透気係数
連絡先　　〒300-2612　茨城県つくば市大砂 387　（株）奥村組　技術研究所　ＴＥＬ029-865-1521

った．本実験では天端部を想定しているため，試験体の下面について測定および観察を実施した．

３．実験結果および考察

3.1 打重ねおよびノロによる影響

図１は打重ね無し（Case1），打重ね有り・ノロなし（Case2），ノロ有り（Case5）の透気係数を示す．Case1 と Case2 を比較すると，両ケースとも全ての測定位置で有意な差が見られず，ノロが無い場合では打重ねの有無による影響は確認できなかった．一方打重ね箇所にノロを投入したケースでは（Case5），打重ね箇所の値が $1.0\times10^{-16}m^2$ となり，Case2 の同位置の値 $0.25\times10^{-16}m^2$ の４倍になった．また，Case2 と Case5 の打重ね箇所の表面の状態を**写真２**に示す．Case2 は色調の変化は見られるが打重ね箇所は明確には判別できないのに対し，Case5 は，白い筋状の線が見られ，打重ね箇所が明確に判別できた．このことから，打重ね箇所におけるノロの存在は，美観を損ねるだけでなく，物質透過性を増大させ，耐久性を低下させる要因になることが確認できた．

3.2 ノロと締固め時間の影響

図２にノロを投入し，締固め時間を変化させた場合の打重ね箇所の透気係数を示す．締固め時間の増加に伴い打重ね箇所の透気係数が減少し，打重ね箇所の表面近傍が緻密化したといえる．**写真３**に Case5，Case6 の表面の状態を示す．Case5 に比べ，Case6 は白い筋状の線がなくなり，打重ね箇所の判別が困難になった．このことから，打重ね箇所にノロが存在する場合でも本実験の範囲では締固め時間を増加させることで，表面近傍の緻密化を図ることができたと考えられる．

3.3 剥離剤混入による影響

図３に剥離剤をノロに混入した場合の打重ね箇所の透気係数を示す．剥離剤のない Case5 とノロに油性剥離剤が混入した Case7 との差はわずかであり透気係数に有意な差は見られなかった．一方，ノロに水性剥離剤が混入した Case8 の透気係数は，著しく増大した．このことから，ノロに混入する剥離剤の種類によっては，打重ね箇所の透気係数への影響が大きくなることが分かった．

４．まとめ

覆工天端部の打重ね箇所に発生しうるノロと締固めの程度に着目し，打重ね箇所の要素実験を実施した．この結果，打重ね箇所にノロが存在することで透気係数が増大するが，ノロが存在しても締固め時間を増加させることで，その影響を緩和できることを確認した．また，ノロへの剥離剤の混入により，その種類によっては打重ね箇所の品質が大幅に低下することを確認した．

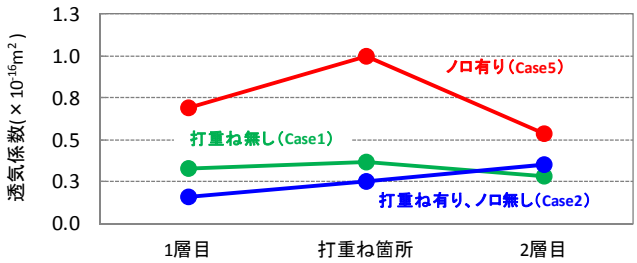

図１　透気係数試験結果(Case1,2,5)

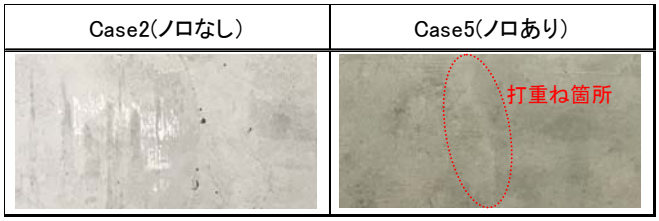

写真２　表面の状態(Case2,Case5)

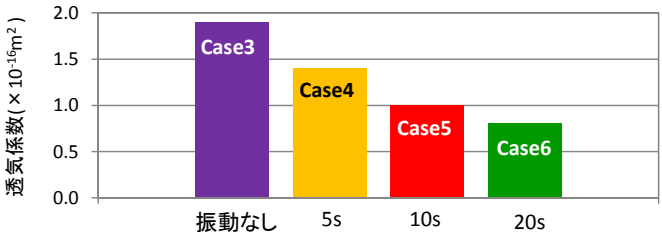

図２　透気係数と締固め時間の関係(ノロ投入)

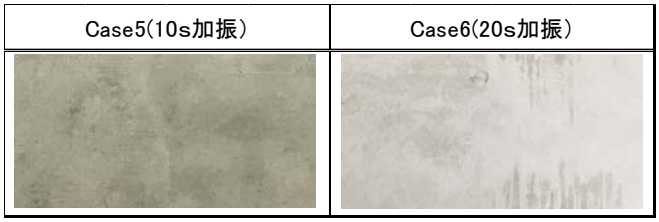

写真３　表面の状態(Case5,Case6)

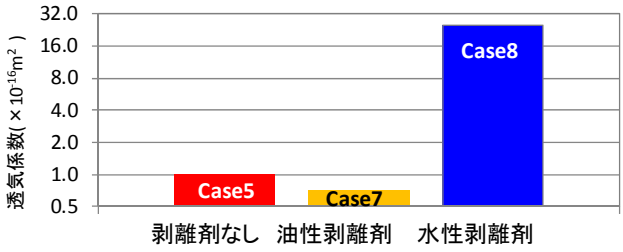

図３　剥離剤の種類の違いによる透気係数への影響

【参考文献】

1) 国土交通省東北地方整備局:コンクリート構造物の品質確保の手引き(トンネル覆工コンクリート編)，p.13，2016 年