中流動覆工コンクリート表層部における品質に関する検討

飛島建設(株)九州支店 正会員 ○小西 裕之
西日本高速道路(株)福岡工事事務所 堂園 淳一
西日本高速道路(株)福岡工事事務所 桑田 誠
飛島建設(株)建設事業本部 正会員 平間 昭信
飛島建設(株)九州支店 正会員 筒井 隆規
飛島建設(株)九州支店 中辻 尚

１．はじめに

トンネル覆工コンクリートの施工において，締固め困難な天端部におけるコンクリートの密実性の低下，打重ね部の一体化不良などによる強度低下や，充填不足による背面空洞の発生などを解決する方法の一つとして，中流動コンクリートがある．東九州自動車道新津トンネルでは，覆工コンクリートの品質向上を目的として，全長2,074m（非常駐車帯を除く）で中流動コンクリートを採用した．

本報告は，中流動コンクリートの配合および施工方法（締固め方法）を要因として，従来の覆工コンクリートとコンクリート表面に着目し，その品質について比較検証を実施した結果を取りまとめたものである．

２．実験概要

(1) 実験要因

使用した材料を**表-1**，検討した配合を**表-2** に示す．配合は，中流動コンクリート(粉体系(LS)，増粘剤系（SC)）と，通常の繊維補強覆工コンクリート(N)の 3 配合である．

締固め方法については，型枠バイブレータ，棒状バイブレータによる比較を粉体系中流動コンクリート（LS）で検討した．

表-1　使用材料

材料種別	記号	名称または産地，諸元
セメント	CB	高炉セメント B 種，密度 3.02 g/cm^3
	CN	普通ポルトランドセメント，密度 3.15 g/cm^3
水	W	水道水
細 骨 材	S	田川市産砕砂，FM 2.66，密度 2.66 g/cm^3，吸水率 0.91%
粗 骨 材	G1	田川市産砕石，Gmax 20mm，密度 2.70 g/cm^3，吸水率 0.32%
混 和 材	LS	石粉（石灰石微粉末），密度 2.72 g/cm^3
高性能 AE 減水剤	Ad	ポリカルボン酸エーテル系
増 粘 剤	Sc	セルロース系
有機繊維	F	ポリプロピレン繊維，40mm．密度 0.91 g/cm^3

表-2　コンクリート配合

No	種別	SL (cm)	Gmax (mm)	W/C (%)	単位量 (kg/m^3)								
					W	CN	CB	LS	S	G	Sc	F	Ad
N	通常	15	20	50.1	173	-	345	-	942	848	-	2.73	1.90
LS	中流動	21	20	59.6	170	285	-	90	915	859	-	2.73	3.75
Sc				48.5	165	-	340	-	937	878	0.3	2.73	2.55

(2) 試験項目

1) 圧縮強度試験

打込み前のコンクリートを採取して，JIS A 1108「コンクリートの圧縮強度試験方法」に準拠して実施した．

2) 透気試験

透気試験はトレント法を用いて測定を行った．**写真-1** 示すように，測定位置は側壁部において，打設口位置と妻側の 2 箇所で路盤から 2m 程度の位置で測定した．

写真-1　透気試験の測定状況

3) コンクリートコアによる細孔径分布測定

細孔径分布の測定は，透気試験を実施した位置においてコアを採取し，覆工コンクリート表層から約 2cm の試料を対象として，水銀圧入法により細孔径分布の測定を実施した．

キーワード ： 山岳トンネル，覆工コンクリート，中流動コンクリート，透気係数，増粘剤，細孔率
連 絡 先 ： 〒810-0004 福岡県中央区渡辺通二丁目 4 番 8 号 福岡小学館ビル７F 飛島建設(株) TEL: 092-771-3565

３．試験結果

(1) 圧縮強度

圧縮強度の試験結果を**表-3** に示す．通常の繊維補強コンクリート N では 37.8 N/mm^2 であった．中流動コンクリートは LS が 32.5N/mm^2 であり，Sc が 43.2N/mm^2 の圧縮強度であった．これは，Sc の水セメント比が 48.5%，N が 50.1% と LS の 59.6%に比べて小さいためである．

表-3　圧縮強度試験結果

コンクリート種別	通常	中流動	
	繊維補強 N	粉体系 LS	増粘剤系 Sc
圧縮強度 σ 28 (N/mm^2)	37.8	32.5	43.1

(2) 透気試験

トレント法により測定した透気係数の結果を**図-1** に示す．図に示すように，Sc の透気係数は 0.02×10^{-16}m^2 程度であり，他の透気係数と比較すると 1/10 の値であった．このことは，圧縮強度試験と同様に，Sc の水セメント比が 10%程度小さいためである．これに対して N と LS を比較では水セメント比が大きい LS の方が透気係数は若干小さい結果である．この結果から中流動コンクリートは従来に比べて表面の品質が向上する可能性がある．また，締固め方法の比較では，アバタの発生状況は型枠バイブレータの方がアバタの発生は多い状態であったが，透気係数は同等の値であった．このことから，覆工コンクリーの美観性と表層部の品質との関連性は小さいことが今回の検討範囲から伺える．

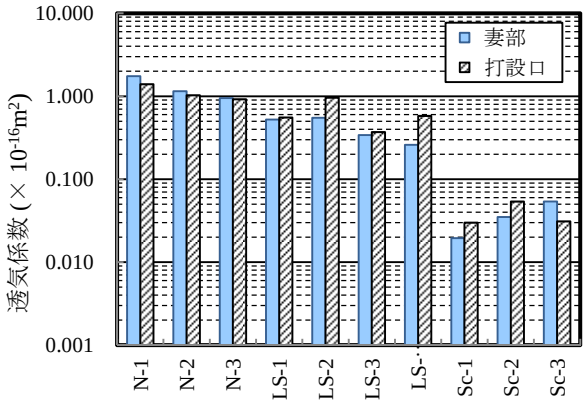

図-1　透気係数測定結果

(3) 細孔率

水銀圧入法により求めた細孔率の結果を**図-2** に示す．細孔率は，LS と Sc を比較すると，細孔率は明らかに異なるものであり，細孔率は 4%程度小さい結果であった．

また，棒バイブレータと型枠バイブレータの比較では，透気係数と同様に，その差は認められない結果であった．

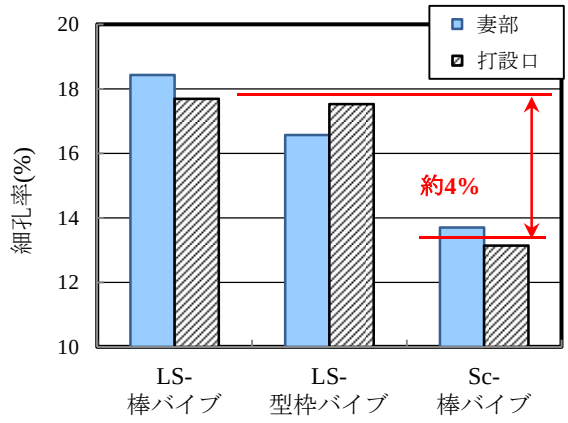

図-2　細孔率測定結果

細孔率と透気係数の関係を**図-3** に示す．この図から透気係数と細孔率は高い相関関係が認められたことから，比較的測定が容易であるトレント法による透気試験を行うことで，覆工コンクリートの表層部の品質を評価できることが確認できた．

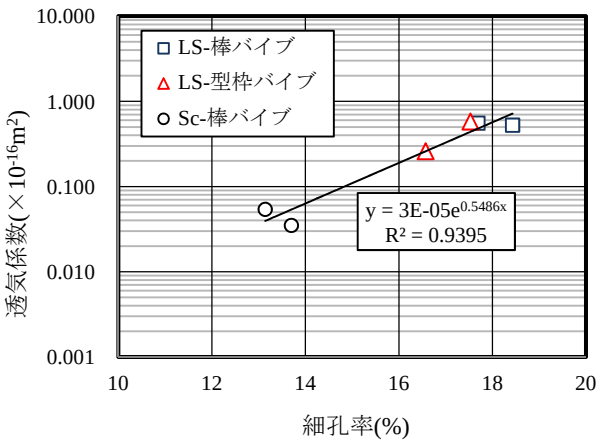

図-3　細孔率と透気係数の関係

４．まとめ

今回の検討で得られた知見を以下に示す．

1）締固め方法で型枠バイブレータと棒バイブレータでは，コンクリート表面の品質には差異はない．表面の仕上がりは，型枠バイブレータのみの施工ではアバタが目立つ状況であったが今回の透気係数，細孔率は棒バイブと比較すると同等の数値であることから， コンクリーの美観性と表層部の品質との関連性は小さいことが確認された．

2）透気係数と細孔率は高い相関関係が成立している．トレント法による透気試験を行うことで，覆工コンクリートの表層部の品質を評価できることが伺える．