

ツインアーチフォーム工法を用いた覆工コンクリートの長期耐久性向上効果に関する検討

鹿島建設(株) 正会員 西岡 和則 ○手塚 康成 坂井 吾郎 林 大介 松本 修治

1. はじめに

新東名高速道路徳定トンネル工事における覆工コンクリートの施工では、ツインアーチフォーム工法¹⁾(以下、「TAF工法」と称す)が適用されている。「TAF工法」とは、2組の馬蹄形型枠(アーチフォーム)を交互に使いながらコンクリート施工を行う施工方法であり、コンクリートの打込み完了から脱型までの時間を、従来の18時間から66時間に延長することができる。この効果を徳定トンネルで確認した結果、打込み後66時間で脱型することによってコンクリート表層の透気係数が改善され、耐久性向上に有効であることが実証された²⁾。

本検討では、コンクリートの打込み完了から脱型までの時間を、18時間から66時間に延長する過程における透気係数の変化について室内試験を実施し、66時間で脱型することの妥当性について考察した。

2. 試験概要

(1) 使用材料および配合

室内試験では、実工事と同様に、特殊混和剤を用いた中流動コンクリート³⁾を使用した。コンクリートの使用材料および配合を、それぞれ表-1および表-2に示す。

(2) 試験体の形状および寸法

試験体の寸法を、縦300mm、横300mmおよび高さ300mmとして、コンクリートを打ち込む際に側面となる1面のみを鋼製型枠とし、脱型して評価対象とした。その他の5面については、厚さ500mm以上の発泡スチロールで覆った。試験体の形状および寸法を図-1に示す。この試験体は、連続するトンネル覆工コンクリートの一部を再現したものであり、評価対象面(300mm×300mm)に対する奥行方向の寸法の300mmは、トンネル覆工コンクリートの覆工厚さを再現している。

表-1 使用材料

項目	記号	摘要
水	W	上水道水
セメント	C	普通ポルトランドセメント, 密度: 3.16g/cm ³
細骨材	S1	川砂,表乾密度: 2.64g/cm ³ , 吸水率: 1.42% 粗粒率: 2.74
	S2	砕砂,表乾密度: 2.65g/cm ³ , 吸水率: 1.22% 粗粒率: 2.78
	S3	川砂,表乾密度: 2.61g/cm ³ , 吸水率: 1.33% 粗粒率: 2.39
粗骨材	G1	碎石, 15~5mm, 吸水率: 1.01% 表乾密度: 2.66g/cm ³ , 実積率: 59.0%
	G2	碎石, 20~10mm, 吸水率: 0.56% 表乾密度: 2.66g/cm ³ , 実積率: 59.0%
特殊混和剤	VSP	ポリカルボン酸エーテル化合物と増粘性高分子化合物の複合体

(3) 試験方法

温度 20±3℃および 60%RH の室内において、前掲の図-1に示す形状の型枠6体の中流動コンクリートを打ち込んだ後、それぞれ打込み完了から18時間、24時間、34時間、44時間、66時間および90時間が経過した時点で脱型した。その後、材齢7日において、6体の試験体の評価対象面の透気係数を、ダブルチャンバ方式のトレント試験⁴⁾によって測定した。

また、温度 10±3℃および 60%RH の室内において、上記と同様の試験体を計4体作製し、それぞれ打込み完了から18時間

表-2 コンクリートの配合

Gmax (mm)	スランプフロ- (mm)	W/C (%)	空気量 (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)							VSP (C%)
					W	C	S1	S2	S3	G1	G2	
20	350~500	50.0	4.5±1.5	50.0	175	350	387	218	258	365	551	1.0

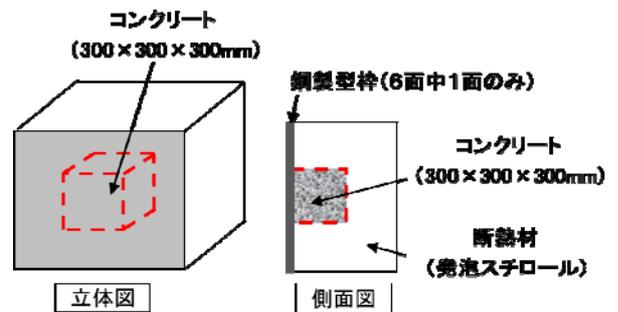


図-1 試験体の形状および寸法

キーワード ツインアーチフォーム, TAF工法, 中流動コンクリート

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島技術研究所 TEL042-489-8014

および 66 時間で脱型した後、上記と同様の方法によって透気係数を測定した。

材齢 28 日が経過した時点で、上記の 2 種類の環境条件において、コンクリートの打込み完了から脱型までの時間を 18 時間および 66 時間とした 4 体の供試体からコアを採取し、表面より 5mm の深さの試料を採取して水銀圧入法による細孔径分布測定を行った。

3. 試験結果および考察

コンクリートの打込み完了から脱型までの時間と透気係数の関係を図-2 に示す。同図より、温度 20℃ および 60%RH の条件で実施した試験では、脱型までの時間が 18 時間から 90 時間になるに従って、透気係数が低下していく結果となった。特に 18 時間から 66 時間までの透気係数の低下が著しく、66 時間から 90 時間にかけては緩やかに低下する傾向があった。また、温度 10℃ および 60%RH の条件で実施した試験においても、同様に、18 時間よりも 66 時間の方が、透気係数が小さくなる結果となった。

温度 20℃ と 10℃ の 2 種類の条件の、18 時間および 66 時間の試験結果を比較すると、いずれも温度 20℃ の透気係数の方が、温度 10℃ よりも小さい結果が得られた。また、温度 20℃ と 10℃ には、18 時間において透気係数のオーダーが異なる差異があったが、66 時間における差異は小さくなっていった。

既往の知見⁴⁾に基づく評価によれば、温度 20℃ および 10℃ のいずれの条件においても、18 時間から 44 時間までは、「Fair」以上であり、66 時間では「Very Good」であった。

以上の結果より、いずれの環境条件においても、コンクリートの型枠を存置しておくことによって、打込み後 18 時間から 66 時間までの間に水和反応が進行し、66 時間まで経過すると、一般的に「Very Good」と判定される範囲までコンクリートの表層品質が向上することが明らかとなった。

コンクリートの打込み完了から脱型までの時間を 18 時間および 66 時間とした試験体の細孔径分布測定結果を図-3 に示す。同図より、温度 20℃ および 10℃ のいずれの条件においても、打込み完了から脱型までの時間を 18 時間から 66 時間に延長することによって、材齢 28 日における細孔量が少なくなり、小さな径の細孔量の割合が増える結果となった。このことは、コンクリートの打込み後 18 時間から 66 時間にかけて湿潤状態を保つことによって、水和反応が進行することを示しており、透気係数の測定結果に確認された傾向と一致する。

4. まとめ

コンクリートを脱型するまでの時間と、透気係数および細孔径分布の相関について実験的検討を行った結果、打込み完了から 66 時間まで型枠を存置することにより、コンクリートの表層品質を、一般的に耐久性が高いと評価される程度まで向上できることが明らかになった。このことより、「TAF 工法」における型枠存置の時間である 66 時間は、耐久性上の観点から妥当と判断される。

【参考文献】

- 1) 金子恵一ほか：土木学会 第 69 回年次学術講演会, VI-065, 土木学会, 2014
- 2) 西岡和則ほか：第 24 回トンネル工学研究発表会, 土木学会トンネル工学委員会, I-5, 土木学会, 2014
- 3) 坂井吾郎ほか：特殊な混和剤を用いたトンネル覆工用中流動コンクリートの開発, セメント・コンクリート, No.787, 2012.9
- 4) R.Torrent and G.Frenzer : A method for the rapid determination of the coefficient of permeability of the "covercrete", International Symposium Non-Destructive Testing in Civil Engineering(NDT-CE),pp.985-992,Sep.1995.

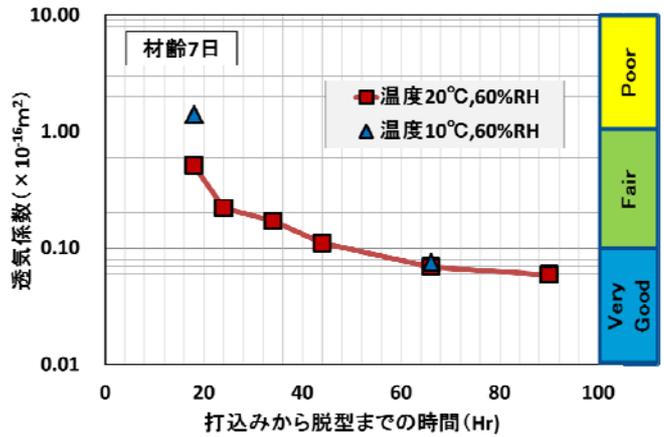


図-2 透気試験結果

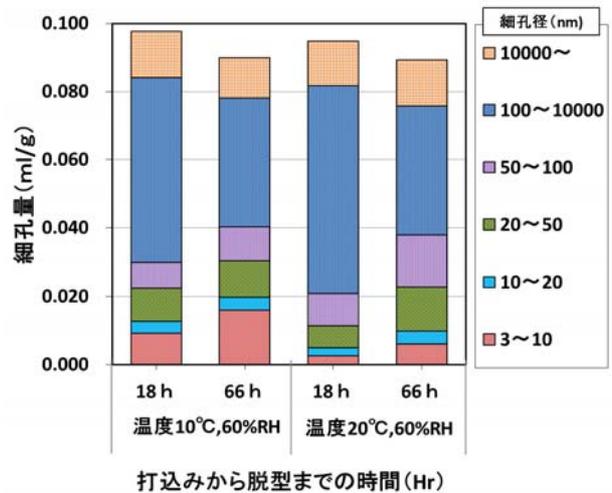


図-3 細孔径分布試験結果