

型枠の種類と養生期間がコンクリートの表層品質に与える影響

芝浦工業大学 柿沼 拓実
芝浦工業大学 伊代田 岳史

1. はじめに

コンクリートの表層品質は、コンクリート構造物の耐久性を確保するために重要である。表層品質を低下させる要因となる表面気泡は、コンクリートの美観を低下させるだけでなく耐久性も低下させると考えられる。既往の研究¹⁾では、撥水剤などを型枠に塗布することで表面気泡を低減できることが報告されている。またコンクリートの表層の緻密性は、養生期間を設けることにより向上する。型枠種類を変えて表面気泡を低減させたコンクリートの美観とその表層の緻密性の関係は明確にされていない。そこで本研究では、型枠種類と養生日数を変化させたコンクリート供試体を作製することにより、表面気泡と表層の緻密性の関係性を把握することを目的とした。

2. 実験概要

2. 1 使用材料及び試験体諸元

表-1 及び表-2 に本研究で使用したコンクリートの配合と供試体寸法を示す。配合については、養生期間の変化が顕著に現れるように W/C を高く設定した。本実験では、一般的に使用される鋼製型枠と比較するために鋼製を含む 5 種類（鋼製、撥水、透水、セラミック、合板）の型枠を使用した。脱型時期は養生条件を変化させるために実際にトンネル施工などで行われている脱型の中でもっとも早い脱型時間の 18 時間で行った。試験は図-1 のように、型枠存置及び養生日数を変化した全 4 パターンで行った。養生期間は 3 日と 7 日、養生方法については 18 時間で脱型した供試体を封かん養生した。

2. 2 試験方法

(1) 凍結融解試験

凍結融解試験は、ASTM C672 に準じて行い、脱型した後は実験室内気中養生にて保管した。材齢 28 日後、試験面から高さ 6mm となるように水に張った。供試体を -20℃ の冷凍庫で 17 時間凍結させ、温度 20℃、湿度 60% の恒温恒湿室で 7 時間融解させ 24 時間で 1

表-1 コンクリートの計画配合表

セメント種類	W/C(%)	s/a(%)	単位量(kg/m ³)				
			W	OPC	BFS	S	G
BB	60	48	170	163	120	870	972

表-2 供試体寸法 (mm)

弾性波速度及び透気・透水試験	300 × 300 × 150
凍結融解試験	225 × 225 × 55

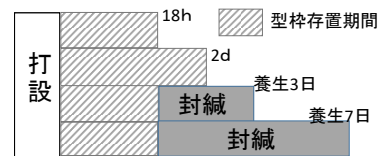


図-1 比較パターン

サイクルとした。評価方法として試験面から剥落したスケーリング片を採取し、スケーリング片の重さを試験面面積で除し単位面積あたりのスケーリング量 (g/cm²) に換算して比較した。

(2) 弾性波速度試験

コンクリート表層の緻密さを測定するために、供試体の中央部にて、脱型直後、養生終了後、材齢 28 日後に弾性波速度試験を行った。

(3) ダブルチャンバー法（トレント法）

コンクリートの表面から内部にかけて表層の物質透過性を測定するために、材齢 28 日後に表面水分率が 5% 以下になったことを確認した上で供試体の中央部にて、透気試験を行った。KT 値は小さい値ほど表層が緻密であることを示している。

(4) 簡易透水試験

コンクリートの表層の緻密さを測定するために、供試体の中央部にて簡易透水試験を行った。試験器に水を注水し、1 時間ごとに透水量を測定し、測定は 12 時間まで行った。吸水量が少ないほど、表層が緻密であることを示している。

3. 実験結果及び考察

(1) 凍結融解試験

表-3 に型枠種類ごとの表面気泡率を示す。表面気泡率は、供試体表面の画像を二値化処理し空隙部分を抽出した全面に対する割合である。型枠種類によ

り、表面気泡率が異なったことより、型枠種類を変えることは表面気泡の低減に効果があるといえる。図-1に表面気泡率とスケーリング量の関係を示す。凍結融解においては、表面気泡率が高いものからスケーリングが生じ、スケーリング量も多くなった。コンクリートの表面気泡は凍結融解抵抗性に影響を与えることから型枠種類を変えることは有効である。

(2) 弾性波速度試験

図-2に弾性波速度の結果を示す。透水型枠以外の型枠はほぼ同様の値となったことから透水型枠以外は型枠種類を変えても表層の緻密さには影響しないと考えられる。また養生を施すと弾性波速度は増加することがわかった。透水型枠を使用したコンクリートの弾性波速度の値が高くなった要因は、透水シートから水分が排出され、表面における W/C が小さくなった為だと考えられる。

(3) 弾性波速度と KT 値の関係

図-3に弾性波速度と KT 値の関係を示す。弾性波速度が増加すると、KT 値は小さい値を示した結果から表層が緻密な程、物質透過性は向上すると考えられる。48 時間で脱型すると KT 値の評価が「極劣」から「劣」に、養生を 7 日間することによって「一般」まで表層品質が向上することがわかった。一方、型枠種を変えても、透水型枠以外の KT 値はほぼ同じ値になったことから表層の緻密性への影響は少なく、型枠存置と養生期間によってコンクリートの表層品質の向上が期待できる結果になった。

(4) 弾性波速度と簡易透水試験の関係

図-4に弾性波速度と簡易透水試験の結果を示す。透水量においても KT 値と同様の傾向を示したため、型枠存置と養生期間がコンクリートの表層品質を向上する結果になった。

4. まとめ

本研究で得られた成果を以下に示す。

- (1) 型枠種類を変えて表面気泡の低減させることで凍結融解によるスケーリングを抑制できた。
- (2) 透水型枠以外の弾性波速度は、ほぼ同様な値を示したため型枠種類による表層の緻密さへの影響は少ないと考える。一方、型枠存置または養生することで弾性波速度が増加することから養生期間が表層の緻密さに影響している。
- (3) 表面気泡率が異なるコンクリートの物質透過性

表-3 型枠種類ごとの表面気泡率

型枠種類	鋼製	撥水	透水	セラミック	合板
表面気泡率 (%)	3.1	0	0.3	2.4	2.1

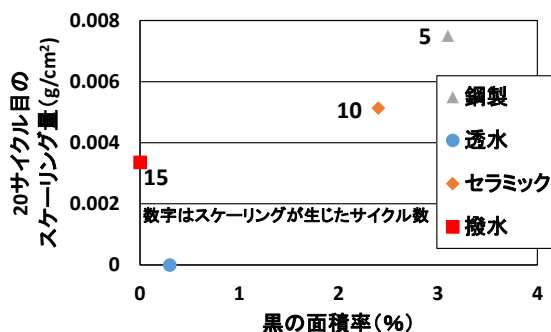


図-1 表面気泡率とスケーリング量

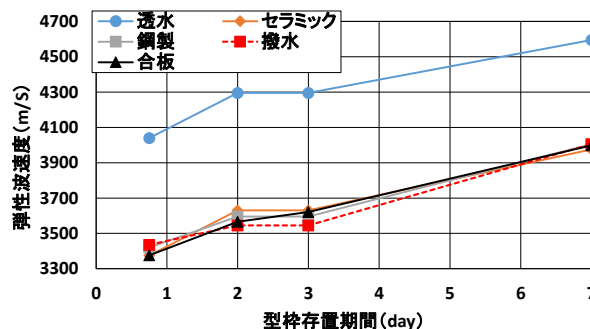


図-2 28 日後の弾性波速度

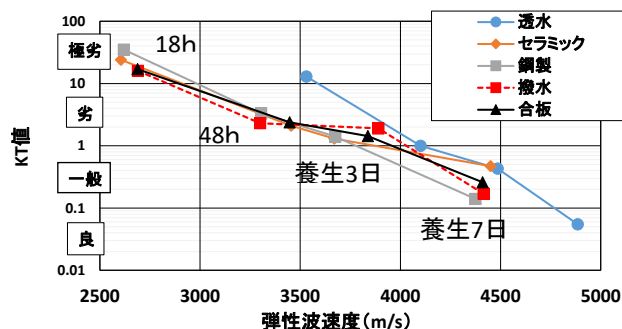


図-3 脱型直後の弾性波速度と KT 値の関係

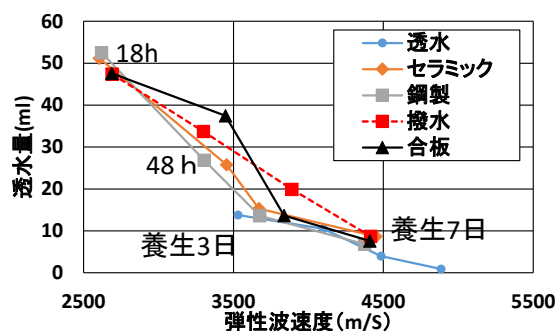


図-4 脱型直後の弾性波速度と吸水量の関係

は、型枠の種類によらずほぼ同等であり、養生を行うことで改善された。

参考文献

- (1) 豆田憲章ほか：トンネル覆工コンクリート撥水型枠用における表面美観向上に関する検討，土木建設技術発表会 2017 概要集