セメント種の異なるコンクリートの表層品質評価に関する各手法の比較

広島大学大学院　学生会員　○森　優太
広島大学大学院　学生会員　山中　翔太
広島大学大学院　正会員　半井　健一郎
鉄道総合技術研究所　正会員　西尾　壮平

1.はじめに

近年, 新設コンクリート構造物の高耐久化が, ますます強く求められている。耐久性のあるコンクリート構造物を構築するためには，表層部のコンクリートが緻密で高い物質移動抵抗性を有することが求められる。そこで, 従来のプロセス検査のみならず, 硬化後のコンクリート構造物の表層品質を直接的に評価するための研究が精力的に進められている[1)]。表層透気試験(トレント法)[2)]のようにスイス標準規格 SIA 262/1:2013 に採用された手法のほか, 西尾らによって提案された散水試験[3)]のような簡易手法の開発も進められている。それぞれに長所や短所があるため, 実務での本格的な活用には，特徴の理解や手法間の相関分析が必要と考えられる。特に, セメント種による影響の把握は，これまでに研究が多くない。

そこで本研究では，セメント種の違いが各表層品質評価手法に与える影響に着目し，複数の試験手法による測定値の比較を行うことで，表層品質評価手法の分析を行うことを目的とした。

2.実験概要

2.1 試験体概要

本研究では，700mm×700mm×200mm の壁状試験体を作製した。セメント種は 2 種類とし，高炉セメント B 種を用いた試験体(以下，BB-Wall)を 3 体と普通ポルトランドセメントを用いた試験体(以下，NC-Wall)を 4 体とした。いずれにおいても, W/C は 50%, 単位水量は 170kg/m^3 で共通とした。

2.2 養生条件

BB-Wall では，材齢 1，7，28 日において，NC-Wall では，材齢 1，5，30，56 日で脱型後，両者とも室内において，気中暴露とした。

2.3 各試験方法

材齢 120 日程度で，表層透気試験，散水試験，採取コアを用いた吸水試験を順次行った。散水による表面含水率の上昇が表層透気試験に与える影響を考慮し，いずれの測定箇所においても先に表層透気試験を実施した。また, 表面含水率を電気インピーダンス法によって測定した。

(1)表層透気試験[2)]

SIA 262/1:2013 に基づき実施した。各試験体において約 10 点の測定を行い，対数平均値を求めた。

(2)散水試験[3)]

60 秒ごとに同一箇所に手動スプレーを用いて散水を行い, 水が流下するまでの回数を測定した。各試験体において約 10 箇所で測定を行い，平均散水回数を求めた。

(3)コアを用いた吸水試験

ASTM C 1585-13 を参考として行った。直径 100mm 長さ 50mm のコアを湿式で採取し，温度 50℃，相対湿度 80%の環境試験槽内にて 3 日間乾燥させた後，密封容器に 15 日間入れて含水状態を均一にし，吸水試験を開始した。吸水開始後 6 時間までの初期吸水速度係数を用いて，比較を行った。1 つの試験体につき 6 本のコアを採取し，初期吸水速度係数の平均値を求めた。

3.実験結果

3.1 各試験の結果

測定結果を**図－1** に示す。表面含水率は，BB-Wall では, 1 日脱型:3.6%, 7 日脱型:4.3%, 28 日脱型:4.3%, NC-Wall では，1 日脱型:4.3%，5 日脱型:4.7%，28 日脱型:4.6%，56 日脱型:4.8%であった。

散水試験では，BB-Wall における脱型 1 日という

キーワード　耐久性，表層品質，散水試験，表層透気試験，吸水試験
連絡先　〒739-8527　東広島市鏡山 1-4-1　広島大学大学院工学研究科 社会基盤環境工学専攻　TEL：082-424-7791

早期脱型の影響を散水回数の差として明確に検出できたが，NC-Wall については，養生による差がみられなかった。NC-Wall では，いずれの養生条件においても散水回数が 5 回未満と少なく，わずかな差を検出できていないことも原因として挙げられる。散水量や散水時間間隔を調整することによって，吸水性が小さいコンクリートの品質差の検出精度を高めることもできると考えられる。

表層透気試験では，BB-Wall，NC-Wall の両試験体において，養生期間が長いほど表層透気係数が小さく，また，同一養生条件で BB と NC を比較した場合には NC の方が表層透気係数は小さくなることが示された。表層透気試験では，本実験におけるセメント種や養生の違いが検出された。

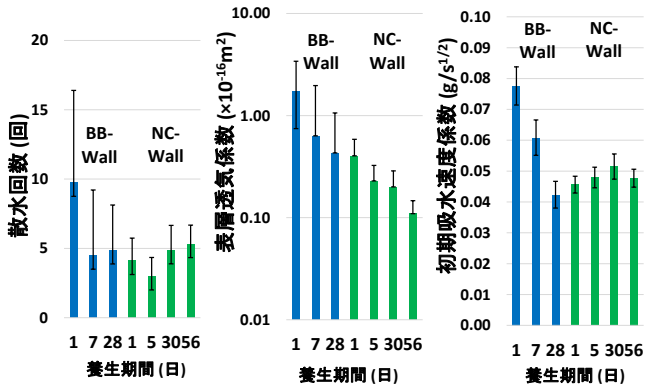
吸水試験による初期吸水速度係数では，BB-Wall において，養生期間が長くなるほど吸水速度係数が小さくなり，養生条件の差が明確に表れた。一方，NC-Wall の初期吸水速度係数では，養生条件間の差がみられなかった。

3.2 各試験結果の関係性

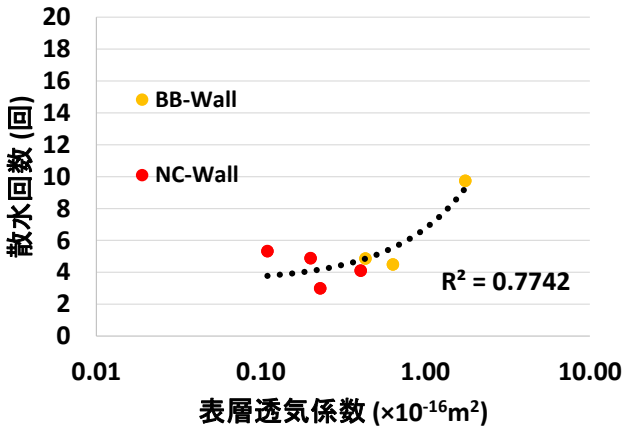
図－2 に，散水回数と表層透気係数の関係を示す。近似曲線の決定係数は 0.77 程度であり，高い相関性を示した。なお，表層透気係数が 1.0×10^{-16}m^2 以下では散水回数がほぼ一定の値を示した。

図－3 に，初期吸水速度係数と表層透気係数の関係を示す。近似曲線の決定係数は 0.81 程度であり，こちらも高い相関性を示した。また，同様に，表層透気係数が 1.0×10^{-16}m^2 以下では，散水回数や初期吸水速度係数がほぼ一定の値を示した。

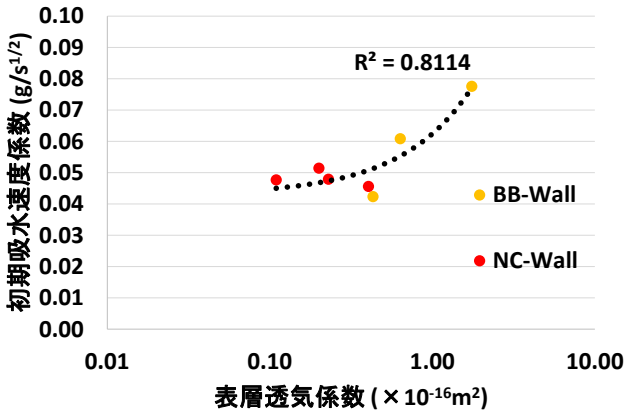
なお，いずれにおいてもセメント種によらずに同じ曲線で近似できたが，データの範囲が異なるため，今後，データの蓄積を進めていきたい。



図－1　試験結果



図－2　散水回数と表層透気係数の関係



図－3　初期吸水速度係数と表層透気係数の関係

4.まとめ

セメント種や養生期間によって変化する表層品質を複数の手法によって測定し，影響を明らかにした。今回の範囲では，セメント種によらず，各試験の測定値間に相関があることが確認された。

謝辞　本研究は，国土交通省の「道路政策の質の向上に資する技術研究開発」による研究助成を受けて実施したものである。ここに記して謝意を表する。

参考文献

1) 土木学会：構造物表層のコンクリート品質と耐久性能検証システム第二期成果報告書およびシンポジウム講演概要集，コンクリート技術シリーズ 97，2012.

2) Torrent, R.J.: A two-chamber vacuum cell for measuring the coefficient of the permeability to air of the concrete cover on site, Materials and Structures, Vol.25, Issue 6, pp.358-365, 1992.

3) 西尾壮平・上田洋：コンクリート表層品質の簡易な非破壊評価手法の開発，鉄道総研報告，Vol.28, No.2, pp.5-10, 2014.