

各種非破壊検査によるコンクリート表層評価の実験的研究

東北学院大学大学院 ○学生会員 菅原 瑛
国土交通省東北地方整備局 法人会員 石垣 進
東北学院大学 非会員 大嶋 あみ
東北学院大学 正会員 武田 三弘
早川ゴム株式会社 正会員 大友 鉄平

1. はじめに

近年、コンクリートの表層品質評価方法として、透気試験や透水試験が用いられることが多くなってきたが、これらの試験結果は、コンクリートの水分率によって大きく影響を受ける。その為、コンクリート表面の水分率が5.5%以下で評価するものが多く、それ以上の水分率の場合は参考値扱いとはなっているが、いつ測定を行うことが適切なコンクリートの品質評価に繋がるのか、判断が難しいところである。

そこで本研究では、材齢7日、28日および139日において、同一のコンクリート表層を、各種非破壊検査（表層透気試験、表面吸水試験、簡易透気試験）を用いて測定を行い、それぞれの測定結果が材齢によってどのような影響を受けるのか確認することを目的としている。

2. 実験概要

今回実験に使用した供試体は、普通24-12-20Nのフレッシュコンクリート（空気量5.6%）を打ち込んで作製した板状供試体（500×500×100mm）であり、コンクリート床版を想定したものである。試験面であるコンクリート表層部は、コンクリートを型枠に打ち込み後締固めを行い、ブリーディングが終了してから鰻ならしを行った。なお、各種養生は、コンクリート仕上げ面に指圧痕が残らず硬化が確認できた後に行っている。養生方法は4種類であり、鰻仕上げ後、そのまま無養生としたもの（S-0）、地覆用の養生マットとして30mm幅の切れ込みを入れたものを敷設したもの（S-30）、同じく50mm幅の切れ込みを入れたもの（S-50）、およびブルーシートで供試体全体を覆ったもの（S-B）である。養生マットは24時間吸水させ水切りを行った後、コンクリート仕上げ面に敷設し、その後1週間給水は行わなかった。1週間後、養生マットとブルーシートを取外し、その後は全ての供試体を気中養生としている。養生期間の供試体の設置場所は、一面だけがオープン状態の雨除けがあるプレハブである。測定は材齢7日、28日および139日の3条件で、透気試験→簡易透気試験→透水試験の順に測定を2箇所ずつ行った。また、139日目の測定後には、中性化試験を行った。

透気試験には表層透気試験（Torrent法）を、透水試験には表面吸水試験（SWAT）を用いた。なお、簡易透気試験とは、本研究室で開発したものであり、直径150mm程度の円筒形で、測定面に対して負圧を加え、-80kPaから-60kPaまでの増圧量(kPa)を経過した時間(sec)で除することで、簡易透気係数(kPa/sec)を求める手法である。評価基準は、0.05(kPa/sec)未満を密、0.5(kPa/sec)未満を一般、0.5(kPa/sec)以上を粗と評価している。この簡易透気試験器は表層透気試験のダブルチャンバー法とは異なり、シングルチャンバーとなっており、コンクリートへの設置面は、硬質ではなく軟質のゴム（シリコン）を用いている。また、他の試験機に比べて非常に安価であることから、複数個を用いて同時に測定することや、電源がないところでも、手動負圧ポンプを用いれば測定が可能であることなどが特徴である。

3. 実験結果

キーワード 非破壊試験 表層品質 透気試験 表面吸水試験

連絡先 〒985-8537 宮城県多賀城市中央1-13-1 TEL 022-368-7479

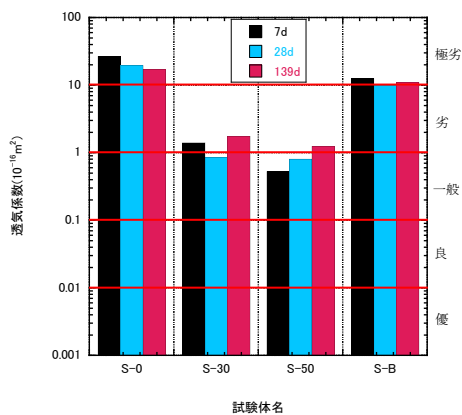


図-1 透気係数と材齢の関係

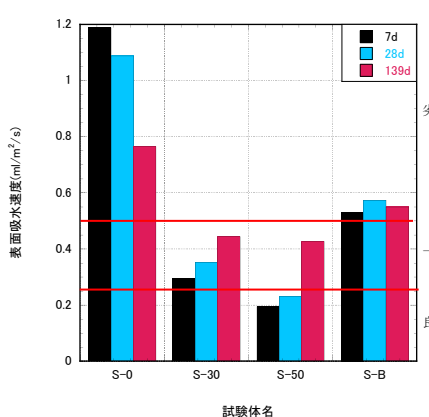


図-2 表面吸水速度と材齢の関係

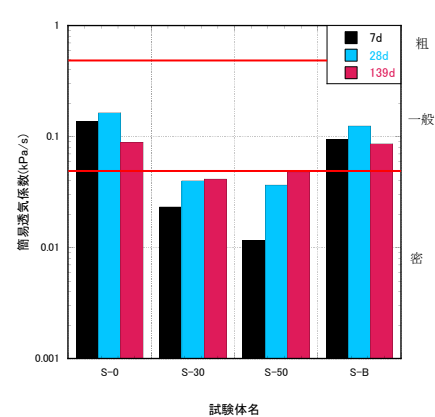


図-3 簡易透気係数と水分率の関係

図-1 は表層透気試験，図-2 は表面吸水試験および図-3 は簡易透気試験の測定結果と材齢との関係を示したものである．なお，測定結果は2箇所での平均値となっている．

材齢7日の測定結果（図中黒色，コンクリート平均水分率4.8%）をみると，透気係数は，気中養生のS-0がもっとも大きく，次いでブルーシート養生のS-B，養生マットを使用のS-30，S-50の順に小さくなる結果となった．表面吸水速度および簡易透気係数の結果においても，材齢7日においては同様の傾向となった．

材齢28日の測定結果（図中水色，コンクリート平均水分率4.2%）をみると，透気係数は材齢7日の値に対して小さくなる傾向がみられ，コンクリートが材齢の進行とともに緻密化したものと考えられた．一方，表面吸水速度は，S-0を除いていずれも大きくなる傾向となった．これは，表面吸水試験は，コンクリート表層部10mm程度の評価を行っているため，乾燥による影響を敏感に感じ取ったためと考えているが，評価グレードで見た場合，グレードは変わっていないため，小さな影響と考えられる．簡易透気係数においては全てにおいて大きくなる傾向となった．簡易透気試験は，シングルチャンバーであり，表面吸水試験と同様に表層部10mm程度の影響も受けやすいため，この傾向は乾燥によるものと考えている．

最後に，材齢139日の測定結果（図中赤色，コンクリート平均水分率3.8%）をみると，透気係数は，材齢28日の値に対して，S-0を除き，同等もしくは微増の傾向が見られた．これは，乾燥による影響を受けたためと考えられる．一方，S-0に関しては，透気係数は小さくなる傾向となった．表面吸水速度においては，材齢28日の値と比較すると，元々表面吸水速度が大きかったS-0とS-Bにおいては，小さくなる傾向となり，元々緻密な評価であったS-30とS-50は大きくなる傾向となった．簡易透気係数においても，表面吸水速度と同様の傾向となった．しかしながら，これらの傾向はほぼ品質評価グレードの範囲内での差であるため，この程度の材齢の範囲であれば大きな影響はないものと思われる．

緻密な評価であったS-30とS-50が乾燥の影響で各係数が微増する一方，粗の評価であったS-0やS-Bの各係数は小さくなる理由を調べるため，中性化の深さを調べた．その結果，S-0では3mm程度，S-50では1mm程度の中性化が確認された．この結果より，S-0のコンクリートは，炭酸化反応によりコンクリート表面の空隙量が減少したため，各係数は小さくなった可能性が考えられた．

4. まとめ

同一コンクリート表面を材齢（水分率）が異なる条件で各種非破壊検査による測定を行なった結果，長期材齢によりコンクリートの水分率の低下が進んだ条件において，緻密なコンクリートの測定をした場合，表層透気試験ではかぶり深さ程度までの空隙性状を評価するため，乾燥による影響を受けにくい，表面吸水試験や簡易透気試験においては，表面の乾燥の影響を受けやすい傾向があることがわかった．一方，粗のコンクリートの測定をした場合，材齢と共に各係数が小さくなる傾向が見られた．これは，炭酸化現象による影響を受けた可能性が考えられた．今後は密実性の評価だけではなく，中性化の進行も同時に検討していきたい．