

表面吸水試験によるコンクリート床版上面の品質評価手法の検討

横浜国立大学大学院 都市イノベーション研究院 正会員 ○小松 怜史 細田 暁

1. コンクリート床版を取り巻く課題

疲労によるコンクリート床版の劣化が深刻な問題となっている。凍結抑制剤が散布される環境下では床版上面から塩害・凍害・ASR等で材料の複合劣化が生じ、コンクリート床版の耐疲労性が大きく低下することが指摘されている¹⁾。しかしコンクリート床版上面の品質を新設・既設問わず評価する手法は確立できていない。

筆者らは、コンクリートの品質を吸水挙動で評価する表面吸水試験(以下 SWAT)を開発し、コンクリート構造物の品質評価に適用してきた。しかし、これまで計測してきた種々のコンクリート構造物の W/C と SWAT の評価指標である p_{600} の関係にコンクリート床版の p_{600} の測定結果をプロットしてみると、想定される品質よりも良好と評価されるケースが散見された(図 1)。本研究では、コンクリート床版が見かけ上良好に判定される傾向にある原因を①コンクリート床版の含水状態に着目して分析した。また②SWAT によるコンクリート内への水の浸潤現象から、評価指標である p_{600} の有用性についても検討した。

2. 実験概要

2-1. 試験体の概要および含水状態の測定方法

試験体の構造諸元を図 2 に示す。水セメント比は W/C=50%で、試験開始材齢は打込みから約 3 年が経過している。コンクリート内部の含水状態を経時的に計測するため、コンクリート試験体の両側面(型枠面)から深さ方向に 10mm 間隔で最大 50mm までセンサーを埋設し、計測点が試験体断面の中央付近になるように調整した。計測点の含水状態はカウント値(電気抵抗換算値)で評価した。計測には市販の水分計である HI-800 (Kett 社)を用いた。また型枠面からも市販の接触型の水分計(Kett 社の HI-100 および HI-520, Tramex 社の CMEX II)で含水率の変化を測定した。床版上面は試験体の打込み面にあたるが、着目する要因を均一な材料条件下で比較検討するため、今回は型枠面を測定に利用することにした。計測中は試験体を 20℃, RH=60%の一定温湿度環境下に静置した。

2-2. 降雨後のコンクリート床版上面の含水状態についての検討方法

SWAT でコンクリート床版を評価すると見かけ上良好に判定される傾向にある原因の一つとして、降雨の影響を考えた。つまり、同じ降雨量がコンクリート構造物に作用したとしても、コンクリート床版は部材が水平に近い場合水が滞留しやすく、コンクリートに水が作用している時間が長くなり内部の含水率が高くなると考えた。そこで 2-1 のコンクリート試験体を用いて、まずは測定面①を鉛直(壁部材模擬)にした状態で 10mm/h (約 300ml)を 1 時間作用させ含水状態を計測した。次に測定面②を水平(床版模擬)に傾け、同じく 10mm/h (約 300ml)を 1 時間作用させ含水状態を計測した。

2-3. SWAT の評価指標 p_{600} についての検討方法

SWAT の計測では注水にかかる時間を考慮して、注水開始から 10 秒後(注水完了時刻)から 600 秒間の水位のデータを取得し、一定間隔の水位変化のデータから最小二乗法から Levitt²⁾の提案する式($p=at^n$)を算出し、評価指標である表面吸水速度(p_{600} :注水完了から 600 秒後のコンクリートの吸水速度)を求めている。コン

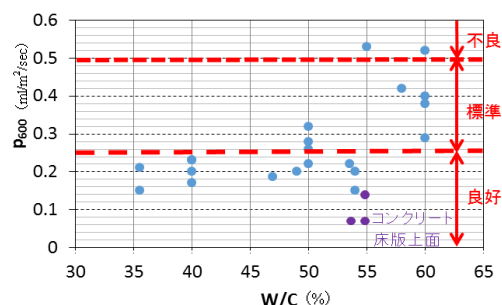


図 1 種々のコンクリート構造物の W/C と SWAT による品質評価指標 p_{600} の関係

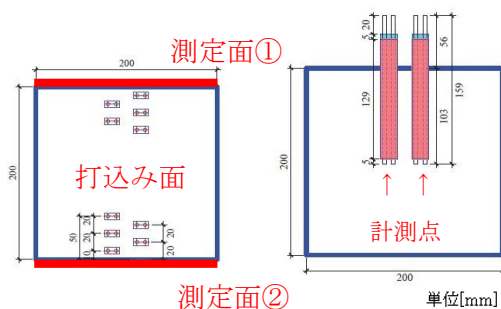


図 2 試験体概要と電極棒の埋設状況
(左: 上面図 右: 断面図)

キーワード コンクリート床版, 含水率, 表面吸水試験, 表面吸水速度

連絡先 〒247-0072 神奈川県横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-5 土木工学棟 309 TEL 045-339-4045

クリート床版面の劣化の一つであるスケーリングはごく表層(およそ 10mm 以下)で生じるため、 p_{600} では適切に評価できない可能性があると考えた。そこで、2-2 の試験に時間を空け、乾燥させた 2-1 の試験体の測定面①②を水平(床版部材を想定)に傾け、測定面①では SWAT 実施後のコンクリート内の含水状態の変化をセンサーで計測した。測定面②では SWAT と同じ直径(内径 80mm)の円筒状の容器を設置し、同量程度の水(130ml)を注水して含水状態の変化をセンサーで計測した。

3. 結果および考察

3-1. 降雨後のコンクリート床版上面の含水状態

降雨量相当の水を 1 時間作用させた後の含水状態の経時変化の様子を図 3 に示す。0 分付近に降雨相当の雨を作用させる前後の含水率、カウント値(電気抵抗換算値)をプロットしている。

CMEX II で含水率の上昇傾向が両試験体で異なった(図 3 上図)。CMEX II はコンクリート表面付近の含水状態を計測しているため、水の接触時間の違いがコンクリート内部の含水率の差として表れたと推察している。

また、カウント値の変化をみると、床版模擬試験体の 20mm 付近のカウント値が経時的に高くなっている(図 3 下図)。壁部材模擬試験体のカウント値程度に漸近するまでに 10,000 分(1 週間)以上かかっている。降雨間隔(日数)を考えると、新設コンクリート床版は常にコンクリート内部(20mm 付近)で高い含水状態が保たれている可能性が考えられる。また、20mm 付近の含水状態の傾向を市販の接触型の水分計は捉えられていないことも分かった。

3-2. SWAT による水のコンクリート内への浸透現象

深さ 10mm 付近のセンサーのカウント値の変化を図 4 に示す。SWAT での計測開始後、カウント値が急激に上昇することが分かった。これは模式図に示すように、SWAT への注水時、空気の抜ける領域が限られているため、吸水カップ内の空気が圧縮され、空気の圧力で水がコンクリート内部に押し込まれているのではないかと考察した。今後検証を行う予定である。また、600 秒時点では、カウント値がほぼ収束していることから、 p_{600} でスケーリングなどに起因するごく表層のコンクリートの品質を評価することは難しいと考えている。

4. 結論

今回の結果から、新設コンクリート床版は降雨の影響で含水率が高く保持されている可能性があり、SWAT の評価指標 p_{600} では、スケーリング抵抗性等のごく表層の品質を評価することは難しいことが示唆された。

謝辞

本研究の一部は橋梁調査会の平成 27 年度橋梁調査開発助成ならびに横浜工業会の平成 27 年度学術研究奨学事業の助成を受けたものである。深謝致します。

参考文献

- 1) 東・中・西日本道路株式会社：高速道路資産の長期保全及び更新のあり方に関する技術検討委員会報告書，pp.43-45，2014.1
- 2) M. Levitt: Non-destructive Testing of Concrete by the initial surface absorption method, Proceedings of a Symposium on Non-Destructive Testing of Concrete and Timber, London, June 1969, Institution of Civil Engineers, pp.23-26, 1970

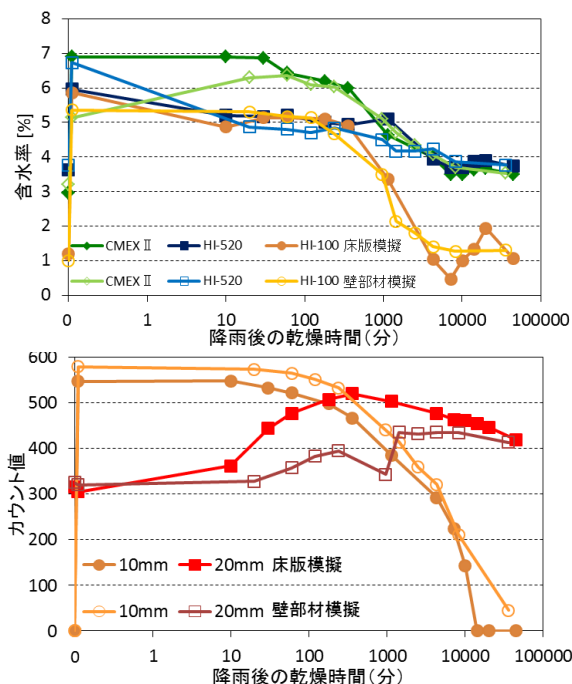


図 3 降雨後の含水率の経時変化
(上図：市販の含水計 下図：センサー)

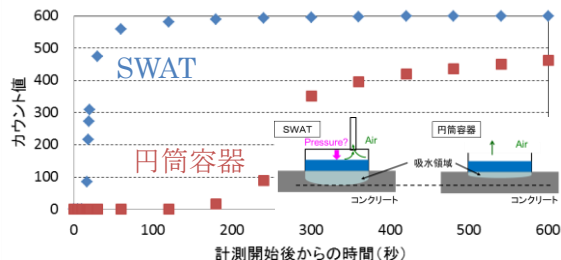


図 4 深さ 10mm 付近における計測開始後からのコンクリート内部の含水状態の変化