流水距離によるかぶりコンクリートの雨水の浸透性評価

東日本旅客鉄道株式会社　正会員　○荻原　裕貴
東京大学生産技術研究所　フェロー会員　岸　利治
東日本旅客鉄道株式会社　正会員　嶋倉　ちづる

1. はじめに

高架橋等からのコンクリート片の剥離・剥落を未然に防ぎ，第3者被害を発生させないことが重要である．剥離・剥落はコンクリート内部の鉄筋が腐食し，膨張することで発生する．既往の研究[1)]において，雨水の影響がある箇所で鉄筋は腐食しやすいことから，鉄筋腐食にはコンクリート中への雨水の浸透が大きく影響していると言える．かぶりコンクリートは鉄筋に対して雨水の浸透からのバリアとして機能するため，かぶりコンクリートの雨水の浸透しやすさを評価することができれば，剥離・剥落の未然防止に有効であると考える．

そこで本研究では，かぶりコンクリート中の雨水の浸透しやすさを，定量的かつ簡易的な評価手法である繰返し流水試験[2)]で評価する手法を検証した．

2. 検証方法

2.1 繰返し流水試験の検証方法

繰返し流水試験はデジタルマイクロピペットで一定の水量（本研究では15μl）を一定の時間間隔（30秒）で繰返し滴下（15回）した時の水の流下距離を指標とし，流下距離が短ければ，雨水を浸透しやすいかぶりコンクリートであると評価できるものであり，無電源で操作が容易な試験である（図-1）．

試験は高架橋の場所打ち高欄コンクリート（W/C=53%）側面の中心部で行い，試験箇所数は13箇所とした．さらに，滴下角度（45度）を固定するために，治具[2)]を測定箇所に取付けて測定した．

また，測定は3回行い，その平均値を流下距離とした．なお，試験は8～9月の夏季に行った．繰返し流水試験の検証方法は，現場で測定した各箇所の流下距離と後述する雨水の浸潤深さとの相関関係を確認することとした．

図-1　繰返し流水試験の状況

2.2 雨水の浸潤深さの計測方法

降雨による高欄コンクリートへの雨水の浸潤深さを計測するために，繰返し流水試験を行った高欄のコアを用いて室内吸水試験を行った．コアは繰返し流水試験を実施した箇所の近傍から採取し，コア寸法はφ75㎜，L=100㎜とした．室内吸水試験は水に浸ける時間（吸水時間）を降雨時間とみなし，試験箇所の降雨連続時間の多くが24時間以内であったことから，吸水時間は1，6，12，24時間の4種類とした．吸水時間が4種類のため，コアを水冷カッターで4分割し，高欄側面からの吸水とするために分割したコアの側面と底面をエポキシ樹脂でコーティングをしてから水槽に浸けて，各吸水時間が経過した時点で浸潤深さを測定した．

2.3 高欄内部の含水率測定

繰返し流水試験の流下距離はコンクリート内部の含水率の影響を受けやすく，内部の含水率が高い場合には滴下した水をコンクリートが吸わずに，浸透しやすさに拘わらず，流下距離が長くなってしまい，正しく測定ができないことがある．そこで，本研究では含水率に対する繰返し流水試験の実施の判断基準を定める目的で，高欄内部の含水率も合わせて測定した．測定には，市販のコンクリート・モルタル水分計を使用し，高欄側面から深さ方向の含水率を測定した．

キーワード　維持管理，表層品質，物質移動抵抗性，雨水の浸透，繰返し流水試験
連絡先　〒370-8543　群馬県高崎市栄町6番26号　東日本旅客鉄道株式会社　高崎支社　TEL027-320-7130

3. 検証結果

全試験箇所の流下距離と浸透深さの相関関係を示す（図-2）．相関関係図は，縦軸に流下距離，横軸に浸透深さを示しているため，相関関係があれば，各吸水時間の近似線は右下がりの傾向を示す．しかし，各吸水時間ともに近似線は右上がりの傾向を示し，相関関係が無かった．

そこで，流下距離に対する高欄内部の含水率の影響を検討するために，繰返し流水試験時の気象状況に着目して，試験の 1 日以内に降雨があった 5 箇所と降雨が無かった 8 箇所について含水率の整理（図-3）を行った．図-3 より，降雨があった箇所と無かった箇所で深さ 30 ㎜までの含水率が異なり，降雨があった箇所の平均含水率は 1.8%に対して，降雨が無い箇所は 1.2%となった．そのため，降雨があった箇所で測定した流下距離は含水率の影響を受けて正しく測定できなかったと考え，この箇所で測定した流下距離を抜いて相関関係を再整理することとした．

その結果（図-4，凡例は図-2 と同様），近似線はどの吸水時間も右下がりの傾向を示した．しかし，吸水 1 時間の決定係数では R^2=0.5 程度である程度の相関関係であるが，その他の決定係数は吸水時間を増す毎に低くなっていく結果となった．この理由として，繰返し流水試験で滴下した水の浸透範囲はせいぜい数 mm 程度であるため，吸水時間が長く浸潤深さの大きいものとの相関は小さくなると考えられる．

また，室内吸水実験でコア（φ75mm）を 1/4 にしていることに対して，粗骨材の最大寸法は 25mm であるため，コアの中に粗骨材の占める割合は大きい．そのため，粗骨材の影響を受けて浸潤深さのばらつきが大きいことも原因と考える．

従って，検証結果としては繰返し流水試験で雨水の浸透しやすさの傾向を確認することはできたが，流下距離から雨水の浸潤深さを把握することはできなかった．また，含水率が低い箇所のみの流下距離で相関関係があったことから，繰返し流水試験は 1 日以内に降雨が無い時に実施可能と言える．

4. まとめ

本研究では，繰返し流水試験で定量的かつ簡易的に雨水の浸透しやすさの傾向を確認できることがわかり，1 日以内に降雨が無い時に試験を実施可能という知見を得た．今後は，クラックを有する箇所での実施の検討や，滴下回数を少なくするなど更なる簡易化の検討が必要である．

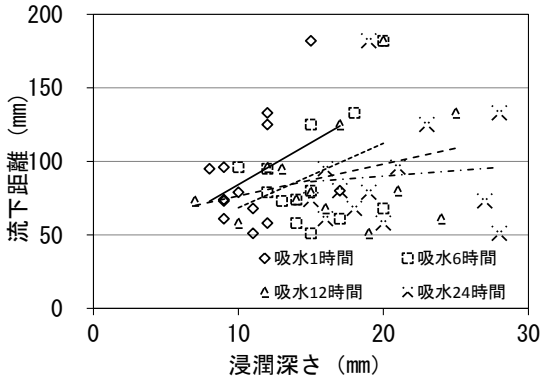

図-2 流下距離と浸潤深さの関係

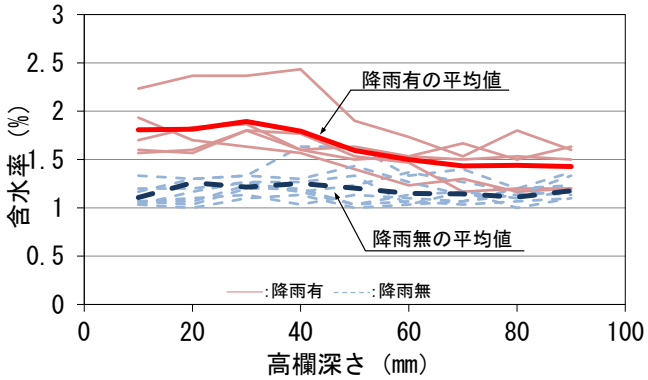

図-3 内部含水率の測定結果

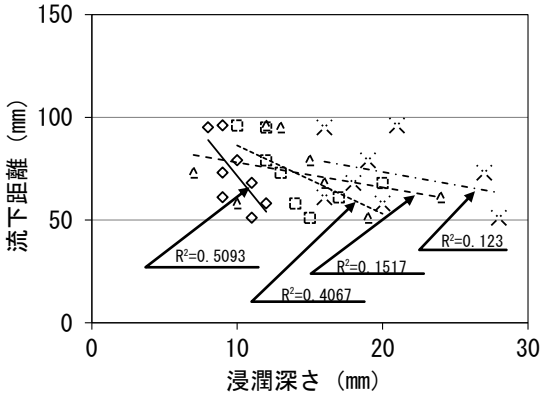

図-4 流下距離と浸透深さの関係
（含水率が低い箇所のみ）

参考文献

1) 松田芳徳:鉄道高架橋やトンネルからのコンクリート片剥落対策の最近の状況，コンクリート工学 2004.5 Vol.42

2) 菊池健人ほか：コンクリート表層品質の簡易判定手法としての繰り返し流水試験の安定性向上に関する検討，コンクリート工学年次論文集，2013.35