散水によるコンクリート表層品質評価の基準値設定に関する実験的検討

鉄道総合技術研究所　　正会員　○西尾　壮平

1.　はじめに

一般的な鉄筋コンクリート構造物の耐久性は，鉄筋を腐食から保護する役割を担うかぶりコンクリートの厚さと密実性に依存する。かぶりコンクリートの厚さは型枠と鉄筋の位置関係で一義的に定まるが，かぶりコンクリートの密実性（以下，表層品質とする。）は各種の要因で変動するため，実構造物の耐久性の確認あるいは確保を目的として，表層品質を実構造物で測定し，評価することが求められている。著者らは，建設工事の発注や施工管理を担う実務者が使用可能な表層品質の非破壊試験方法として「散水試験 A 法 [1]」を提案している。本稿では，散水試験 A 法による表層品質評価の基準値に関する実験的検討の結果を報告する。

2.　散水試験 A 法の概要

散水試験 A 法では，乾燥したコンクリート表面に約 0.1mg/mm^2 の水を同一箇所で繰り返し散布し，コンクリート表面における微量水分の吸水性状の評価を測定者の目視によって行う。図 1 に，散水試験 A 法の概要を示す。散水試験 A 法では，「吸水しないコンクリートは密実である」という概念を前提としている。コンクリート表面に散水すると，吸収されない水が表面に滞留し，鉛直面では流下が発生する。測定者は水の流下の発生状況を目視で把握し，流下が発生するまでの散水の繰返し回数によって吸水性状の評価を行う。吸水しやすいコンクリートほど流下に要する散水回数が大きくなり，同等の条件下であれば散水回数の大小によって表層品質の優劣を判別可能である。

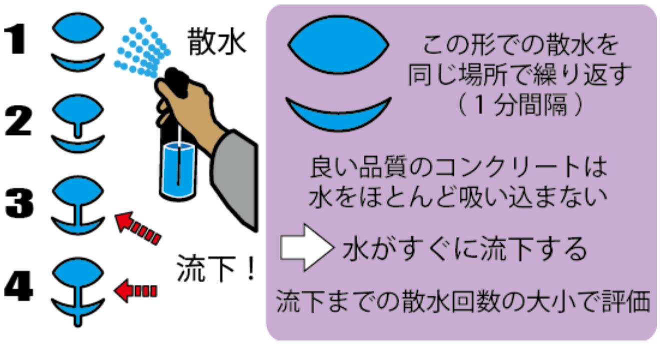

図１　散水試験Ａ法

3.　含水状態の影響に関する実験的検討

コンクリートの吸水性状はコンクリートの含水状態に依存するため，散水試験 A 法による絶対的な評価基準を定めるためには含水状態の変動を考慮する必要がある。しかしながら，コンクリートの含水量は練混ぜの直後から常に変動し，屋外環境下で定常状態となることはない。また，コンクリートの表面および内部における水分の分布状況も一様ではない。図 2 に，市販の接触式含水率計による表面含水率のモニタリング例を示す。市販の 2 種類の機種を用いて，屋外環境下に曝露したレディーミクストコンクリート製の 1m^3 規模の試験体の表面含水率を脱型直後から断続的に計測した結果である。機種や雨がかりの有無で表面含水率の計測値に差異が見られる。屋外環境下の実構造物においては，市販機器による含水率の計測値を絶対的な数値として扱い，表層品質の評価値の補正を行うための指標として活用することは難しいと考えられる。一方で，図 2 においても傾向が現れているが，コンクリートの含水量は水和の進行や表面からの逸散により時間の経過に従って減少していく。つまり，外部からの水分供給がなければ，コンクリートは若材齢であるほど相対的に高含水の状態にあると見なすことができる。そこで，レディーミクストコンクリートで作製した小型試験体により，脱型直後からの含水量の経時変化が散水時の吸水性状に与える影響を検証した。表 1 に，試験体の概要を示す。養生条件として脱型材齢を 1・7・26 日の 3 水準に設定した。脱型後の経過日数が 1・2・4・7・14・28・91 日の 7 回の時期に試験体の重量変化を計測したのち，

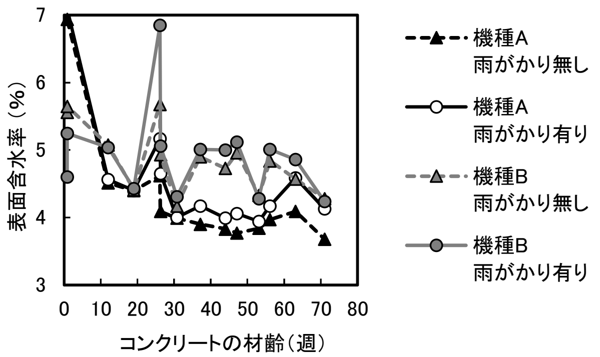

図２　表面含水率のモニタリング例

キーワード　コンクリート，表層品質，物質移動抵抗性，散水試験，非破壊評価
連絡先　〒185-8540　東京都国分寺市光町 2-8-38　（公財）鉄道総研 コンクリート材料研究室　TEL 042-573-7338

表 1　試験体および測定の概要

コンクリートの特徴	レディーミクストコンクリート，呼び強度 24MPa，最大粗骨材径 20mm，スランプ 10cm，空気量 4.7%，普通セメント，W/C=57%
寸法と数量	W150×D150×H200mm，養生期間を 3 水準（1 日，7 日，26 日）として各 8 体
散水試験の測定条件	散水量：約 0.1mg/mm²/回，散水繰返し時間間隔：60 秒，測定面の方向：鉛直面
測定時の環境	試験室内（20℃，60%RH）

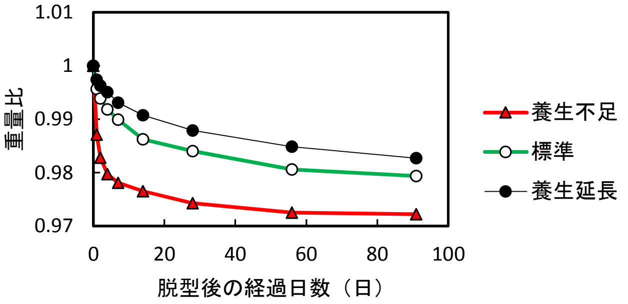

図 3　試験体の重量変化

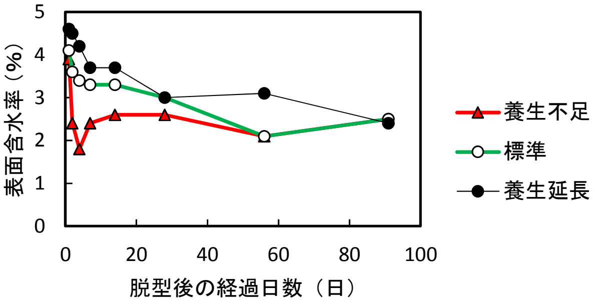

図 4　表面含水率の推移

各回に個別の試験体で 4 側面の中心付近において散水試験 A 法を実施した。なお，流下までの散水の繰返し回数は 10 回を上限とし，4 側面での平均値の算出においては数値を 11 として扱った。

図 3 および**図 4** に，試験体の重量，ならびに道路床版評価用の計測器で測定した表面含水率の推移を示す。脱型後の経過日数が小さいほど相対的に高含水状態であること，養生不足の試験体で乾燥の進行が速いことが確認できる。また，重量変化は一方向的な挙動を示すのに対して表面含水率にはばらつきが見られた。

図 5 に，散水試験 A 法による流下までの散水回数の推移を示す。経過日数 14 日以降のデータは割愛した。日数の経過に伴い散水回数が増加しており，乾燥の進行によって吸水量が増加したことによる影響が現れたものと考えられる。また，散水回数の測定値は 10 回を上限として打ち切られているものの，いずれの時期においても養生不足の試験体ほど散水回数が大きくなることが明らかである。脱型あるいは養生完了の 1 日後から 1 週間ほどの期間に散水試験 A 法を実施することにより，実構造物における含水状態の変動の影響を合

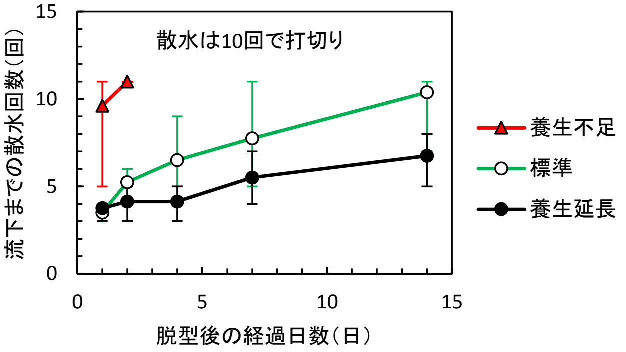

図 5　散水回数の推移

表 2　散水試験 A 法の評価基準値の設定例

判定	散水回数（脱型や養生完了後の経過日数）	
	1 日～2 日	3 日～7 日
A 吸水しにくい	3 回未満	5 回未満
B 普通	5 回未満	10 回未満
C 吸水しやすい	5 回以上	10 回以上

※適用条件：**表 1** に示したコンクリートと試験条件の場合に適用

理的に軽減した条件下で，表層品質の絶対的な優劣を判別できることが示された。**表 2** に，本検討結果に基づく表層品質の判定基準値の設定例を示す。散水試験 A 法による測定結果に基づいて吸水抵抗性を 3 段階で判定した例となる。同表に注釈で示したように，散水試験 A 法による流下までの散水回数に対して基準値を設定する場合，各種の変動要因を考慮する必要があり，例えば，使用材料や配合が本実験の条件と異なる場合は同表の適用が不適切となる可能性がある。また，コンクリート表面に特殊な工法や材料による養生を適用した場合に散水試験 A 法の基本的な概念に合致しない状況が確認されており，さらなる検討を加えている。

4.　まとめ

実構造物における含水状態の変動の影響を考慮した表層品質の簡易な評価手法と評価基準値の設定例を示した。得られた知見は以下のとおりである。

(1)　脱型からの経過日数が 1 日から 7 日程度のコンクリートは高含水状態と見なしてよい。

(2)　散水時の流下発生状況を目視で確認する散水試験 A 法を若材齢のコンクリートに適用することで，含水状態の変動の影響を軽減した状況で吸水抵抗性の絶対的な差異を判別することができる。

文献：1) 西尾壮平：散水によるコンクリート表層品質の簡易評価，鉄道総研報告，Vol.30, No.6, pp.5-10, 2016