

水路コンクリートの溶脱部における物性の評価方法の検討

香川高等専門学校 学生会員 ○敷地泰成

香川高等専門学校 正会員 長谷川雄基, 林和彦, 松本将之

1. はじめに

水路コンクリートでは、最多頻度流量時の水位以下の壁面において、流水との接触に起因するコンクリート内部のカルシウム（以下、Caとする）溶脱と摩耗劣化が同時進行し、徐々にコンクリート表面が脆弱となり、欠損に至る。これらの劣化が進行すると、構造性能や通水性能が低下することから、予防保全あるいは事後保全による適切な補修が必要である。

筆者らはこれまでの研究で、Ca溶脱が進行した水路コンクリートにおけるけい酸塩系表面含浸材の適用性を検討し、Ca溶脱後も含浸材による改質効果が発揮されることを確認したり。しかしながら、無溶脱供試体と比較すると、溶脱後に含浸材塗布により得られる改質効果は小さく、溶脱部における含浸材の反応メカニズムの詳細評価が課題となった。

本研究では、Ca溶脱した水路壁面における含浸材の改質メカニズム解明のための基礎検討を目的として、溶脱部の物性の定量的評価を行った。その際、現状では、溶脱したセメント硬化体の物性を評価するための試験方法として、各種基準類で定められたものはないため、溶脱部の物性を評価可能な試験方法を検討した。

2. 実験の概要

2.1 供試体の概要

本研究ではW/C=40, 50, 60%のモルタルを対象とし、まず促進試験によりCa溶脱を行った。続いて、Ca溶脱後の供試体に対して、後述する種々の試験を実施し、

Ca溶脱による物性の変化を評価した。

2.2 促進溶脱試験の概要

本研究では、図-1に示すような試験装置を使用して、電気的促進法によりCa溶脱を行った。方法としては、蒸留水で満たした水槽内に電極を設置し、電極間に30Vの定電圧を作用させて供試体の任意の一面からCaを溶脱させるものである。

2.3 Ca溶脱供試体の物性評価方法

本研究では、促進溶脱後の供試体に対して、表-1に示す各種試験を行った。促進溶脱後において、フェノールフタレイン溶液を散布した状況を写真-1に示す。各試験の主な評価項目は表-1に示す通りであり、これらの試験結果を多角的に比較検証することで、溶脱前後の物性の評価を行った。



写真-1 フェノールフタレイン溶液散布の状況

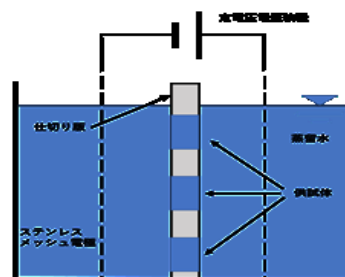


図-1 促進溶脱試験機の概要

表-1 溶脱供試体における実施試験

試験方法	評価項目	試験方法の概要
サンドブラスト試験	耐摩耗性	研磨材を噴射して、試験前後の質量変化量を測定する。試験時間は60秒である。
超音波試験	緻密性	パルスを供試体断面に伝播させ、発信単子から受信単子の伝播速度を測定する。単子先端の直径は4mmであり、断面深さ方向に4mm間隔として計測した。
シリンダー式透気試験	緻密性(透気性)	シリンダー内部を負圧にし、流入空気量を測定する。試験時間は60秒である。
ビッカース硬さ試験	硬度	圧子を押し込み、対物レンズにより圧痕の大きさを測定する。試験力4.903N、保持時間約15秒、深さ方向1mm間隔として測定した。

3. 結果と考察

3.1 超音波試験の結果

溶脱部と無溶脱部における超音波試験の結果を図-2に示す。溶脱部と無溶脱部の超音波伝播速度に違いがあることから、Ca 溶脱により組織が粗化したことが確認できたといえる。溶脱部と無溶脱部の速度減少率については、W/C との関係は見られなかった。

3.2 表層の緻密性と耐摩耗性の関係

溶脱供試体における超音波伝播速度および摩耗量について、流入空気量との関係を図-3に示す。超音波伝播速度と流入空気量については比例関係が顕著に表れており、摩耗量と流入空気量については比例のような直線関係が明確には表れていない。

このような結果となった要因としては、それぞれの測定方法が影響する深さ方向の範囲の違いが関係していると考えられる。超音波伝播速度と流入空気量については、それぞれの試験方法で測定の際に関連してくる範囲は供試体の内部にまでわたっているため、指標同士の親和性が高いと考えられる。それに対して摩耗量については、試験面の表面が主に関係しているため流入空気量との親和性が低くなったと考えられる。したがって、本研究のサンドブラストの試験条件では溶脱状態の違いを判別できない可能性が考えられた。

3.3 超音波伝播速度とビッカース硬さの関係

ビッカース硬さと超音波伝播速度の関係を図-4に示す。図よりビッカース硬さと超音波伝播速度について、(1)式の近似式が得られた。

$$y = 69.282(x) - 241.11 \quad (1)$$

ここに、 x : 超音波伝播速度 (km/s), y : ビッカース硬さ (Hv) である。決定係数 (R^2) は 0.8077 であり正の相関が得られた。本実験データは無溶脱供試体を対象としたものであるため、この関係が溶脱供試体においても成立するかは検証が必要だが、超音波伝播速度とビッカース硬さは指標として親和性が高く、一方の数値が得られればもう一方の数値を推定できることが示唆された。

4. まとめ

本研究から、溶脱状態の評価に適用可能な試験方法を明らかにすることができた。また、溶脱部の物性の定量的な評価ができた。

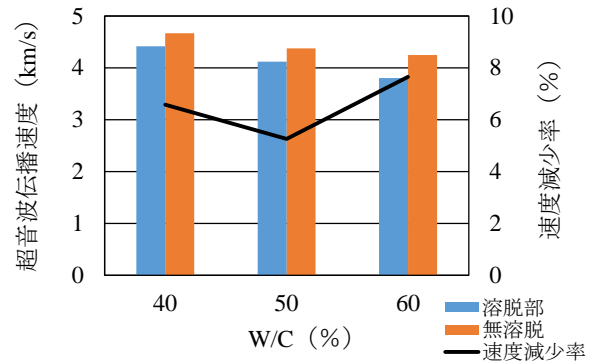


図-2 溶脱部と無溶脱部の超音波試験の結果

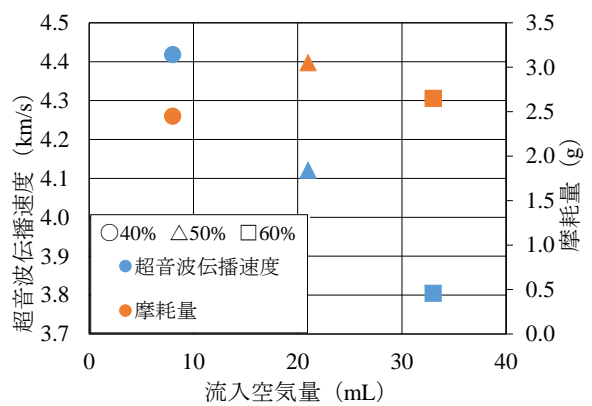


図-3 溶脱供試体の物性を表す指標の関係

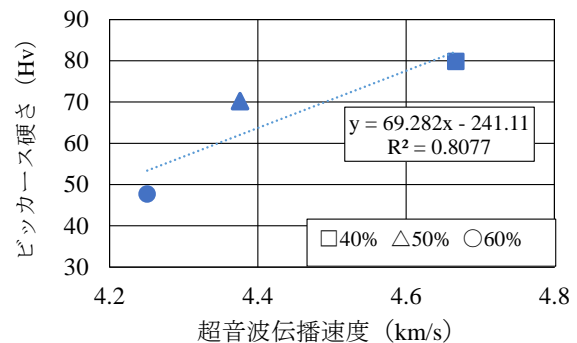


図-4 ビッカース硬さと超音波伝播速度の関係

5. 参考文献

- 1) 敷地ら：摩耗と溶脱が進行する水路コンクリートにおけるけい酸塩系表面含浸工法の適用性，2022年度農業農村工学会大会講演会講演要旨集，pp. 175-176，2022.