

## ひび割れがコンクリートの塩分浸透に及ぼす影響

鳥取大学大学院	学生会員	○浅井	哲太
鳥取大学大学院	正会員	黒田	保
鳥取大学大学院	正会員	金氏	裕也
鳥取大学	正会員	畑岡	寛

## 1. はじめに

コンクリート構造物が海水や凍結防止剤のような、外部からアルカリが供給される環境にある場合、アルカリの浸透により ASR が促進されひび割れが発生し、塩化物イオンによる鋼材腐食が加速されることが報告されている。しかし、ASR ひび割れは発生までに長い期間が必要であり、ひび割れ幅も時間とともに変化していく。またひび割れを有する場合は、その幅によってコンクリート内部への塩化物イオンの浸透挙動が異なるが、このひび割れ幅と塩分浸透の関係に関する研究が少ないのが現状である。そのため本研究では、プラスチック板を用いて所定の幅のひび割れを模擬し、塩水へ継続浸漬または乾湿繰返しを行うことで、ひび割れ幅が塩分浸透に及ぼす影響について検討を行った。

## 2. 実験概要

セメントには普通ポルトランドセメント(密度:3.14kg/cm<sup>3</sup>)、粗骨材には砕石(表乾密度:2.72kg/cm<sup>3</sup>)、細骨材には砕砂(表乾密度:2.66kg/cm<sup>3</sup>)と陸砂(表乾密度:2.58kg/cm<sup>3</sup>)の混合砂を使用した。実験条件としてはコンクリートの水セメント比 55%、ひび割れ深さ 30 mm、ひび割れ幅 0.0, 0.1, 0.2, 0.3 mm の 4 水準の円柱供試体(φ100×200 mm)を各 3 本作製した。コンクリートは空気量 4.5±1.0%、スランプ 8.0±1.0 cm とした。ひび割れについてはプラスチック板を用いて模擬した。事前にプラスチック板を設置した型枠にコンクリートを打設し、24 時間後にプラスチック板を引き抜き脱型した。水中養生後、供試体側面に浸漬面から 3 cm の範囲にエポキシ樹脂を塗布した。その後、ひび割れがある面を浸漬面とし、浸漬面から 1 cm の高さまで塩化ナトリウム水溶液(濃度 10%)に浸漬を行う。浸漬条件として継続浸漬(温度:20℃、相対湿度 60%)と乾湿繰返し(乾燥温度:40℃、乾燥湿度:20±10%)の 2 水準行った。乾湿繰返しは金子らの研究<sup>1)</sup>より、1 サイクル 7 日として乾燥と湿潤の日数割合を変化させ、塩化物イオン浸透量が最も多かった、乾燥 4 日、浸漬 3 日を 1 サイクルとする。また浸漬期間は継続浸漬が 3, 7, 14, 28, 56 日間、乾湿繰返しが 7, 14, 28, 56 日間とし、浸漬する際のコンクリートの表面含水率はエポキシ樹脂硬化後が 4.9%、乾湿繰返しの 4 日乾燥後が 4.2%である。そして所定の期間経過後、圧縮試験機で供試体をひび割れ面に沿って割裂する。割裂断面に硝酸銀溶液(0.1 mol/l)を噴霧し、呈色した部分を塩化物イオン浸透深さとして測定する。測定方法は JIS A 1152 の中性化深さ測定方法に準拠し、コンクリート表面から呈色した部分までの距離を 0.5 mm 単位で測定する。測定位置は 15 mm 間隔ごとに 1 箇所とし、計 5 箇所測定する。図 2 に浸透分布の 1 例と測定箇所の模式図を示す。図 2 より側面に塩化物イオンが深く浸透していることが分かる。よって側面から内側 10 mm を除いた 5 箇所の平均値を塩化物イオンの浸透深さとして測定した。

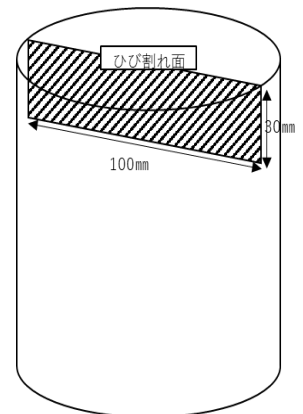


図1 割裂断面の模式図

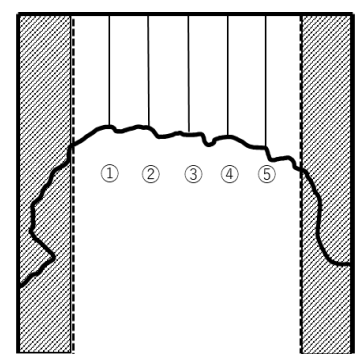


図2 浸透分布の1例と測定箇所の模式図

キーワード 塩害、塩分浸透、ひび割れ、硝酸銀水溶液

連絡先 〒680-8522 鳥取県鳥取市湖山町南 4-101 鳥取大学大学院 持続性社会創生科学研究科 工学専攻

T E L 0857-31-5281

### 3. 結果と考察

図 3 に継続浸漬時のひび割れ面の塩分浸透深さを示す。図 3 より、ひび割れ深さ 30mm 付近まではひび割れ幅の増加に伴い浸透深さが増加することが分かる。一方で、ひび割れ深さ 30mm を境に各ひび割れ幅の浸透速度が同様になっている。かつ、ひび割れ深さ 30mm を超えると浸透速度が減少する。また、ひび割れ深さ 30mm を超えた場合はひび割れ無しの 0.0mm の供試体と同様の浸透挙動になることがわかる。図 4 に乾湿繰返し時のひび割れ面の塩分浸透深さを示す。図 3 と同様に図 4 の場合もひび割れ深さを超えた場合はひび割れ無しの 0.0 mm の供試体と同様の挙動が見られる。従って、ひび割れ深さを超えるとひび割れ幅に依存しないと考える。今後浸透挙動を予測する場合、ひび割れ深さまではひび割れ幅から浸透挙動を予測し、ひび割れ深さを超えた場合はコンクリートの塩化物イオン拡散係数を用いて予測できる可能性がある。従ってひび割れ深さまでと、ひび割れから内部の 2 段階に分けて浸透挙動を考慮する必要がある。

図 5 に継続浸漬・乾湿繰返し 7 日目の各ひび割れ幅と塩分浸透深さの関係を示す。図 5 より継続浸漬の場合は、ひび割れ深さ 30 mm までひび割れ深さの増加に伴い塩分浸透深さが増加することが分かる。一方で乾湿繰返しの場合は 7 日目でひび割れ深さ以上の浸透深さとなり、ひび割れ幅の違いによる塩分浸透深さの差は見られなかった。図 6 に継続浸漬・乾湿繰返し 14 日目の各ひび割れ幅と塩分浸透深さの関係を示す。図 5 と同様に図 6 の場合も乾湿繰返しの方が継続浸漬よりも浸透深さが大きいことが分かる。よってコンクリートの含水率の低下に伴い浸透深さが増加する傾向がある。

### 4. まとめ

本研究では、ひび割れがコンクリートの塩分浸透に与える影響を調べるため、ひび割れを模擬し塩水浸漬を行った。本研究より得られた知見を以下に要約する。①乾湿繰返しを行った場合、継続浸漬を行った場合と比較して塩分浸透深さが大きい。②継続浸漬を行った場合、ひび割れ幅 0.3 mm の範囲まではひび割れ深さまでの浸透挙動はひび割れ幅に依存する。③継続浸漬および乾湿繰返しを行った供試体の塩分浸透速度は、ひび割れ深さ付近を超えるとひび割れ幅にかかわらず同一となった。

### 5. 参考文献

1) 金子樹, 阿部道彦:「乾湿繰返しによるコンクリートの吸水性状と塩化物イオンの浸透・拡散に関する実験的研究」, 日本建築学会構造系論文集, Vol.79, No.702, pp.1073-1079, 2014

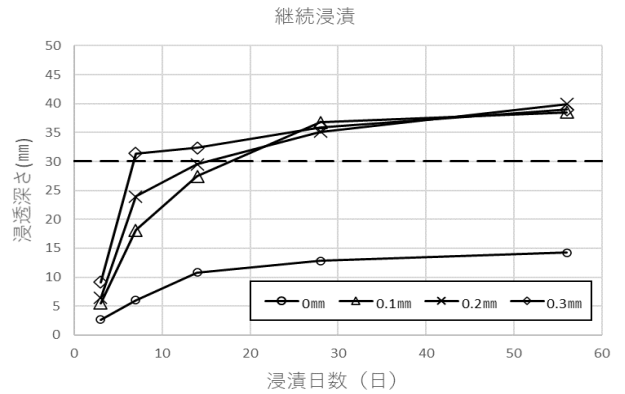


図 3 継続浸漬時のひび割れ面の塩分浸透深さ

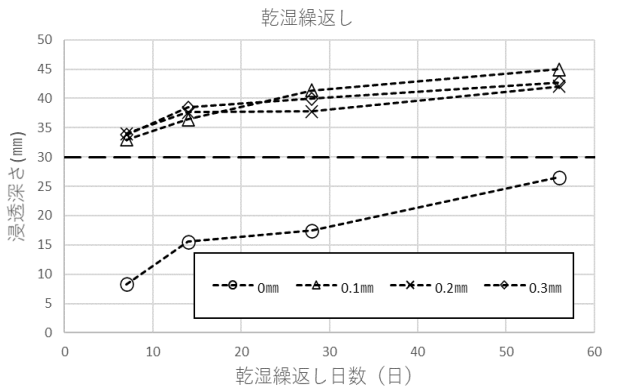


図 4 乾湿繰返し時のひび割れ面の塩分浸透深さ

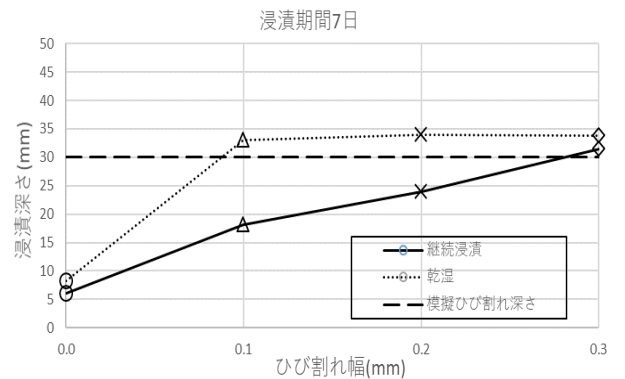


図 5 継続浸漬・乾湿繰返し 7 日目の各ひび割れ幅と塩分浸透深さの関係

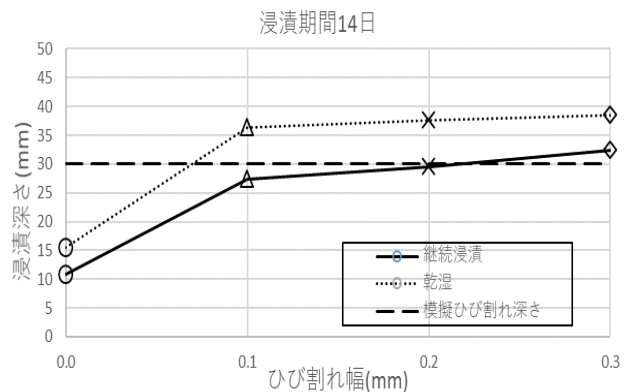


図 6 継続浸漬・乾湿繰返し 14 日目の各ひび割れ幅と塩分浸透深さの関係