

# NaOH を混入したコンクリート中における電気化学的腐食測定に関する研究

金沢大学 学生会員    ○市原 鴻    金沢大学 正会員    久保 善司  
金沢大学 学生会員    小笠原 啓人    金沢大学 学生会員    矢野 峻規

## 1. はじめに

ASR 北陸地方に限らず，寒冷地や山間部においては冬季に凍結防止剤がされ，ASR と塩害を同時に受ける構造物においては複合劣化が生じる．既往の研究においては，ゲルの緩衝作用や高い pH などによってある限度以下の塩化物イオン量では腐食発生が抑制されるケースがあることも報告されている<sup>1)</sup>．これらの関係については十分に明らかにされていないのが現状である．本研究では，ASR と塩害の複合劣化を念頭におき，両者の影響下にある鉄筋の腐食状態の電気化学的モニタリングを行うための予備的な実験を行い，得られた知見についての考察を行うこととした．

## 2. 実験概要

### (1) 供試体

100×100×400mm の鉄筋コンクリート供試体を作製した．コンクリートの添加アルカリとして NaOH を等価アルカリ量で 8kg/m<sup>3</sup> 使用した．コンクリート配合を表-1 に示す．

鉄筋は各供試体に 1 本ずつ，打設面から 5cm(供試体中心位置)および 8cm の位置(底面から 2cm 位置)に配置し，腐食測定用端子としてコードを取り付けた．腐食測定の対象となる鉄筋の面積を常に一定とするため，鉄筋中央 5cm の領域以外にはエポキシ樹脂を塗布した．

### (2) ASR 促進および腐食モニタリング

脱型後に濡れたウェスで包み，温度 80℃，湿度 97%環境で ASR 促進養生を実施した．養生開始 2 週以降，携帯型腐食診断器を用いて，自然電位および分極抵抗の測定を行った．なお，同一要因の供試体 2 本のうち，1 本はそのまま ASR 促進環境とし，残りの 1 本は湿布状態で密封し，20℃の気中環境に静置した．

### (3) NaOH 溶液中の鉄筋腐食測定

養生 2 週間後における腐食測定結果から，高い pH の状態に維持されている供試体中の鉄筋が腐食を示すデータが得られたため，コンクリートの細孔溶液

表-1 配合

| W/C | 単位量 (kg/m <sup>3</sup> ) |     |     |     |     |      |      |
|-----|--------------------------|-----|-----|-----|-----|------|------|
| %   | W                        | C   | G   | Sn  | Sr  | 助剤   | NaOH |
| 55  | 168                      | 305 | 980 | 562 | 236 | 0.16 | 8.36 |

Sn：非反応性細骨材，Sr：反応性細骨材

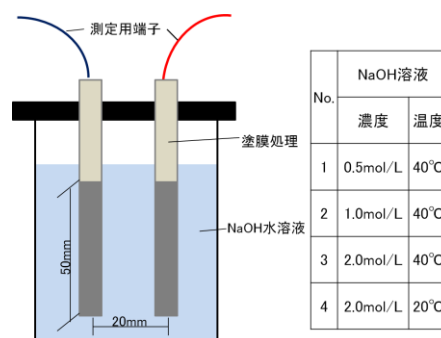


図-1 NaOH 溶液中の鉄筋の腐食測定

および養生環境をある程度再現した NaOH 溶液中の鉄筋腐食試験を実施し，その分極抵抗を測定した．実験概要を図-1 に示す．実験の要因として NaOH 溶液の濃度を 0.5mol/L，1.0mol/L，2.0mol/L の 3 種類を用意し，溶液温度は 40～42℃に保った．また溶液の温度による影響を調べるため，NaOH 濃度 2.0mol/L，溶液温度 20℃の要因を用意した．

## 3. 結果および考察

### (1) コンクリート供試体中の鉄筋腐食

養生日数 186 日までの腐食測定結果を図-2，図-3 に示す．これらのグラフでは，促進養生を 2 週間で止めたものの値を青線，促進養生 2 週間後も養生を続けたものを赤線で示す．

(a) 自然電位 初期においては，鉄筋位置および促進継続・停止にかかわらず，不確定領域の電位を示した．ASR 促進を継続したものでは，80 日以降電位は卑な方向に推移した．他方，促進を停止したものでは，電位は回復する方向に推移した．

(b) 分極抵抗 鉄筋位置および促進継続・停止にかかわらず，腐食を示す分極抵抗を示し，測定期間中において概ね一定の値を示した．

(c) 鉄筋観察 ASR 促進約 180 日後の供試体中の鉄

筋腐食の有無を、鉄筋を取り出し、外観観察した結果を図-4 に示す。わずかに点錆が見られるものの、促進中に発生したと考えられる腐食は確認できなかった。したがって、自然電位および分極抵抗の測定値からは、いずれも腐食進行しているとされる値を示したものの、コンクリート中には塩化物イオンは含まれておらず、NaOH を多量に混入したことによって影響が、電位あるいは分極抵抗に現れたものと考えられる。

## (2) NaOH 溶液中の鉄筋腐食

NaOH 溶液に浸漬した各要因の分極抵抗を図-5 に示す。浸漬直後は腐食を示す分極抵抗を示し、溶液温度 40℃ のものでは、浸漬日数の経過に従い、回復傾向を示し、30 日以降は御概ね一定の値となった。最終的には、NaOH 濃度が低いものほど、分極抵抗が高くなった。NaOH 濃度 0.5mol/L および 1.0mol/L のものは不動態状態と考えられる分極抵抗となり、2.0mol/L のものは低～中程度の分極抵抗となった。溶液温度 20℃、濃度 2.0mol/L のものでは、浸漬後も分極抵抗に変化が見られなかった。なお、いずれの浸漬溶液も試験期間中には腐食生成物の溶解等による変色や、鉄筋表面の外観上の変状は認められなかったため、コンクリート中における実験結果を踏まえると、鉄筋の腐食は生じていないものの、形態の異なる酸化鉄皮膜を形成するなどが生じているものと推察される。今回の実験では、溶液中に酸素供給を強制的に行っておらず、酸素律速の影響については更なる検討が必要であるものの、NaOH 溶液濃度が高くなると、一般的なコンクリート中とは異なる自然電位や分極抵抗を示す可能性が示唆された。

## 4. まとめ

NaOH を添加したコンクリート中の腐食モニタリングについては、更なる検討が必要であるものの、通常のコンクリート中の電位および分極抵抗と異なる値を示す可能性が示唆され、ASR と塩害による複合劣化等の検討を行う際の腐食モニタリングの際にはこれらの影響を考慮する必要がある。

## 5. 参考文献

1) 鳥居和之, 奥田由法, 松田康孝, 川村満紀: 凍結防止剤の影響を受けた ASR 損傷コンクリート橋脚の調査. コンクリート工学年次論文集, Vol.22, No.1, pp55-60, 2000

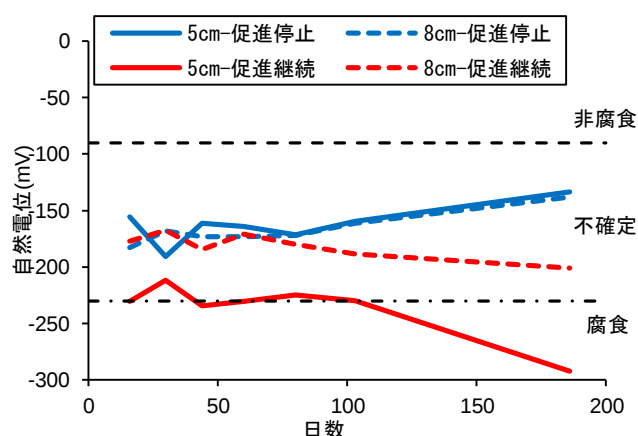


図-2 コンクリート供試体の自然電位

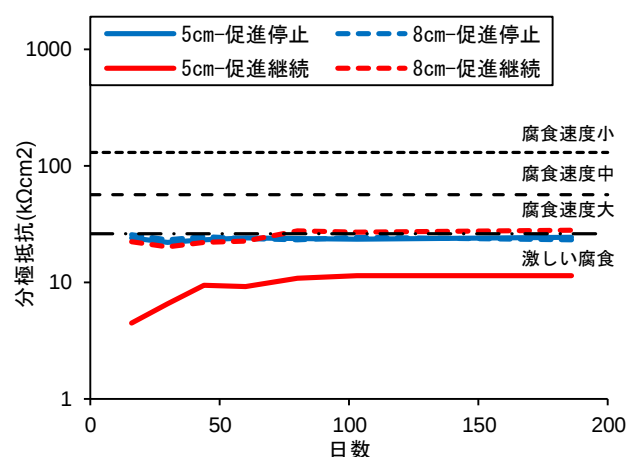


図-3 コンクリート供試体の分極抵抗



図-4 コンクリート供試体から取り出した鉄筋  
(左: 5cm 位置, 右: 8cm 位置)

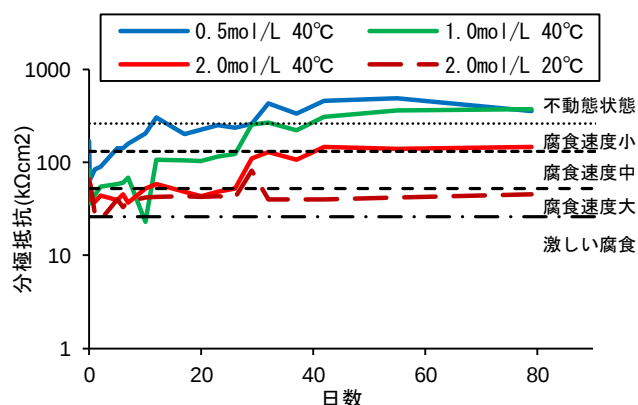


図-5 NaOH 溶液中の鉄筋の分極抵抗