

乾湿繰返しの腐食促進実験における鉄筋腐食のモニタリング手法に関する一考察

鉄道総合技術研究所 正 ○牛田 貴士 正 仲山 貴司 正 仁平 達也

1. はじめに

地下 RC 構造物において、塩分混じりの地下水が漏水して、内空側表面から浸透することで鋼材腐食が生じる事例が報告されている¹⁾。また、調査データの分析²⁾から、コンクリート表面における塩化物イオン濃度は、多くの場合は一般的な海中・干満帯の設計値以下であるが、それを超えるデータも散見されることが確認された。この一因として、漏水の季節変動に起因する乾湿繰返し、塩化物イオンの濃縮が考えられる。

そこで本研究では、地下構造物における漏水の季節変動を想定した、乾湿繰返しによる腐食促進実験を実施して、鉄筋腐食に及ぼす影響を検討した。本稿では、コンクリート表面ひずみによる実験時の鉄筋腐食モニタリングとその分析について報告する。

2. 実験方法

供試体の概要を図 1 に示す。供試体は高さ 150 mm×幅 280 mm×厚さ 60mm の RC 供試体である。コンクリートの配合を表 1 に示す。材齢 28 日で圧縮強度 42.6 N/mm²、静弾性係数 22.2 kN/mm²であった。W/C は既設の鉄道開削トンネルを想定して 0.55 とした。また、鉄筋は同じく既設の鉄道開削トンネルの配力筋を想定して D16 とした。

鉄筋の腐食膨張に伴うコンクリート表面ひずみをモニタリングするため、鉄筋の直上、直交方向にひずみゲージを貼り付けた。塩水を用いた劣化促進試験であるため、ひずみゲージは、防水型 (WFLM-60-11) を選定した。

実験ケースを表 2 に示す。供試体は各ケース 2 体とし、そのうち 1 体に前述のひずみゲージを貼付した。本実験での主な劣化促進因子は温度と乾湿サイクルである。まず温度について、高温であるほど、塩化物イオンの浸透、鉄筋腐食ともに促進されることから、一般環境よりも高温の 50℃とした。

次に乾湿サイクルは 7 日/サイクル、試験期間は 20 サイクルとした。実験には 5%塩水を用いており、既往研究³⁾から促進には乾燥時の温度が重要で、塩水加熱の重要性が低いという知見が得られていることから、塩水は室温で作成・保管した。

漏水の季節変動は、く体コンクリートの温度膨張・収縮に起因する年周期の変動と仮定して乾燥と湿潤期間を同等に設定した Case3、漏水量が多いため通年で漏水している (あるいは空気に接しない地山側を模擬した) Case1、その中間の Case2 とした。

実験装置の概要を図 2 に示す。実験装置は恒温槽内に設置した。アクリル製の水槽にケースごとに試験体を設置して、条件に合わせた時期に塩水を給水・排水した。

キーワード 地下構造物, 塩化物イオン, 鋼材腐食, 乾湿繰返し実験

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 鉄道総合技術研究所 TEL 042-573-7261

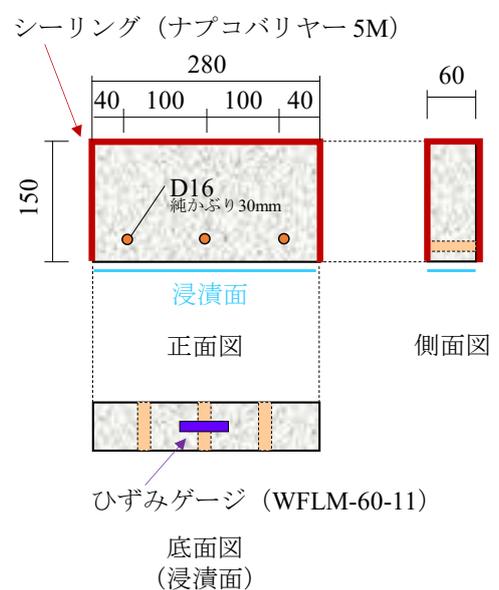


図 1 供試体の概要

表 1 コンクリートの配合

W/C	セメント種類	呼び強度	スランプ	最大骨材径
0.55	普通	27	18	20

表 2 実験ケース

Case	腐食促進条件	
	温度	乾湿サイクル
Case1	50℃	乾燥 0 日・湿潤 7 日 (浸漬)
Case2	50℃	乾燥 1 日・湿潤 6 日
Case3	50℃	乾燥 3 日・湿潤 4 日

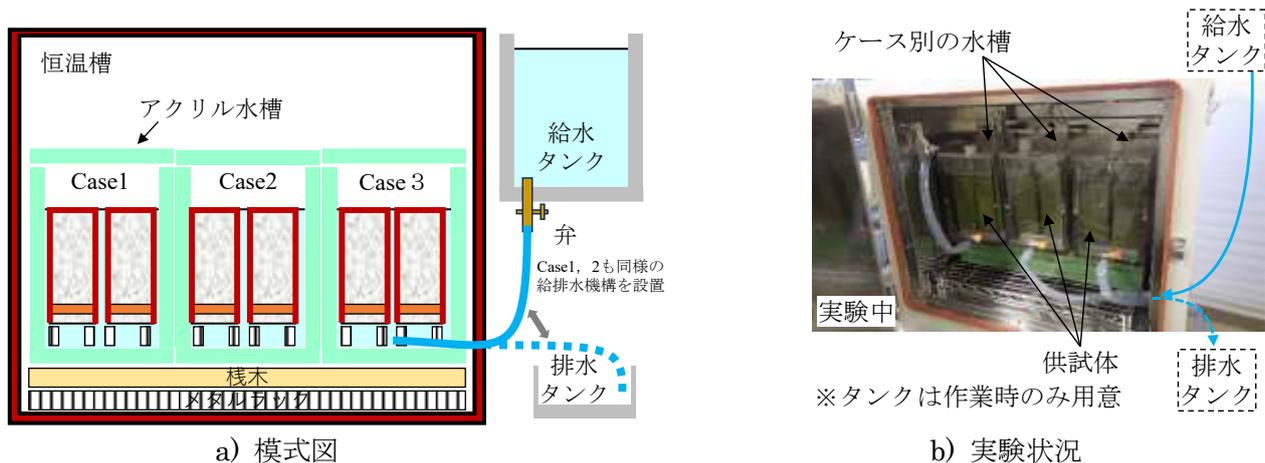


図2 実験装置

3. 実験結果

コンクリート表面ひずみの計測値を図3 a)に示す。全ケースで実験開始後14日程度で120 μ 程度まで表面ひずみが増加した。これは供試体温度の影響を除く目的で試験前日から50 $^{\circ}$ Cを維持していたため、供試体が乾燥して給水膨張したものと考えられる。また、乾燥時には腐食とは無関係と考えられるひずみ低下が認められ、乾湿繰返し実験では、コンクリートの含水状況の影響を除去する補正の必要性が示唆された。

上記を踏まえて、直前の湿潤期間と同様に乾燥期間も腐食進行すると仮定して補正した表面ひずみを図3 b)に示す。浸漬した供試体(Case1)では表面ひずみの変化が認められなかった。乾燥期間が長いほど(Case2, Case3)表面ひずみが大きい傾向が認められ、地下構造物において、漏水の季節変動に起因して塩化物イオン濃度が高まることが示唆された。

4. まとめ

本稿では、地下構造物における漏水の季節変動を想定した、乾湿繰返しによるRC供試体の腐食促進実験について報告した。乾湿繰返し実験におけるコンクリート表面ひずみのモニタリングおよび分析方法を提示するとともに、地下構造物における漏水の季節変動に起因する塩化物イオンの浸透、鋼材腐食の進行を示唆する結果を得た。今後は、供試体中の塩化物イオン濃度や鉄筋腐食状況等の分析を実施する計画である。

参考文献

- 1) 山本努, 武藤義彦, 小椋紀彦, 葛目和宏, 大即信明: 地下鉄トンネルにおける塩害発生条件の検討, コンクリート構造物の補修, 補強, アップグレード論文報告集, Vol.11, pp.147-154, 2011.
- 2) 牛田貴士, 木下果穂, 仲山貴司, 仁平達也: 地下コンクリート構造物における塩害による鋼材腐食の推定法の提案, 地下空間シンポジウム論文・報告集, Vol.26, pp.123-130, 2021.
- 3) 砂川恒雄, 富山潤: 塩水浸漬温度がコンクリート中への塩分浸透速度に与える影響についての実験的研究, コンクリート工学年次論文集, Vol.38, No.1, pp.759-764, 2016.

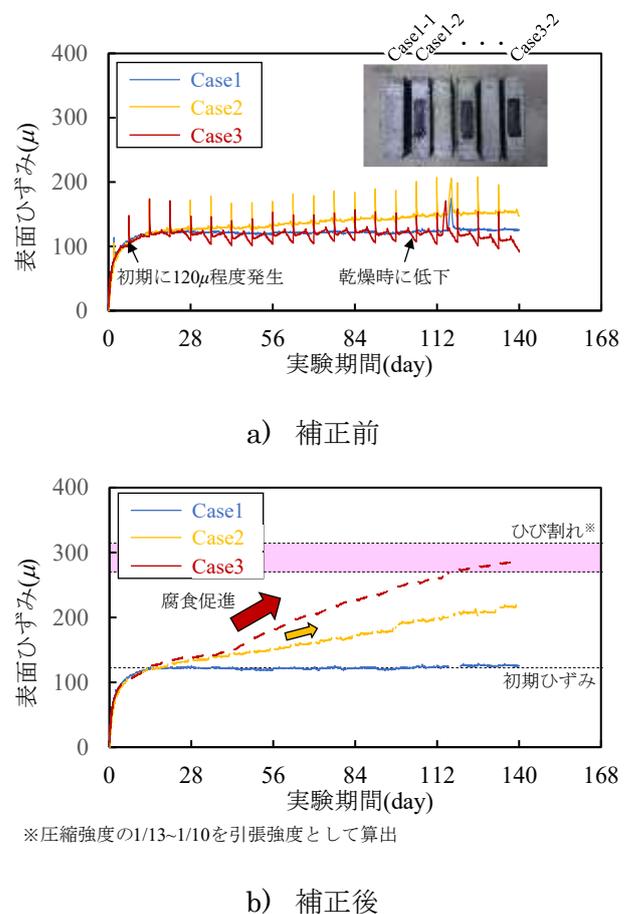


図3 表面ひずみの計測値