

硫酸水溶液浸漬下の鉄筋腐食モニタリング

京都大学 ○ 学生員 松永 健 正会員 服部篤史
正会員 山本貴士 フェロー 宮川豊章

1. 研究目的

本研究では、硫酸侵食を受ける RC 部材の劣化過程において鉄筋の腐食および耐荷性の経時変化を把握することを目的とし、まず、硫酸水溶液に浸せきした RC 部材における自然電位の経時変化を測定した。

2. 実験概要

(1) 供試体 図 1 に示すように、幅×高さ×全長=100×200×1,600mm のはり型とした。コンクリートの圧縮強度は同一とし、平均で 30.7N/mm^2 (W/C = 60%) であった。主筋は 2-D13(SD295A) を対称複鉄筋とし、せん断区間には十分な量のスターラップ(D6mm・135 度フック付き)を配した。なお、主筋、スターラップはいずれも電氣的に接続している。また、浸せきに際し劣化面を曲げ区間の縁面のみに限定するため、図 2 に示すようにコーティングを行った。

(2) 浸せき環境 硫酸水溶液は、比較的低濃度の 0.15wt%(理論値： $1.53 \times 10^{-2}\text{mol/l}$ ・pH=1.51)、高濃度の 2wt%(0.204mol/l ・pH=0.389)の 2 種類とした。これらはいずれも実環境より一般に高濃度であり、劣化促進環境となる。浸せきは室内にて行い、図 3 に示すように、供試体 1 体ごとにポリプロピレン製半割りパイプ中に喫水 50mm となるよう静置した。この場合の接触面積比(硫酸水溶液との接触面積と硫酸水溶液の体積の比)は $2.67 \times 10^{-3}\text{mm}^2/\text{mm}^3$ となる。濃度をできるだけ一定に保つため pH を監視し、0.15wt% では pH=3.0、2wt% では pH=1.5 になった時点で再調整した。

(3) 測定項目 硫酸水溶液から引き上げた状態での外観観察と、プラスチック製のブラシで脆弱部を除去して水洗し、浮き水を拭拭した後の寸法測定(接触部分の断面高さ 6 箇所をノギスで測定し平均)、および、図 2 に示す位置に照合電極(飽和塩化銀電極)を設置した鉄筋の自然電位の測定とした。なお、10φ20cm の円柱供試体も作成し、両端面をコーティングのうえ、同様の環境下($1.67 \times 10^{-2}\text{mm}^2/\text{mm}^3$)に供した。円柱供試体については直径および質量を測定した。

3. 実験結果および考察

(1) 外観観察 写真 1 に示すように、0.15wt% では溶脱は顕著ではないが、2wt% では全ての供試体において粗骨材の露出が顕著であった。また、いずれの供試体においてもひび割れの発生は目視では認められなかった。

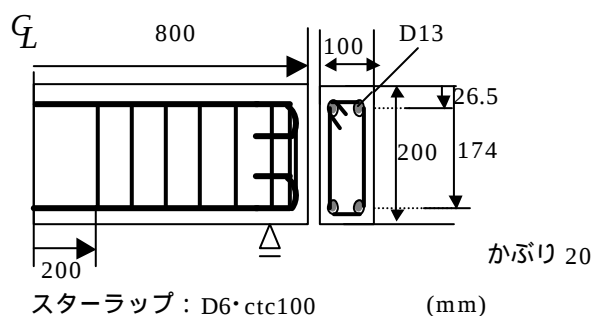


図 1 供試体寸法および配筋

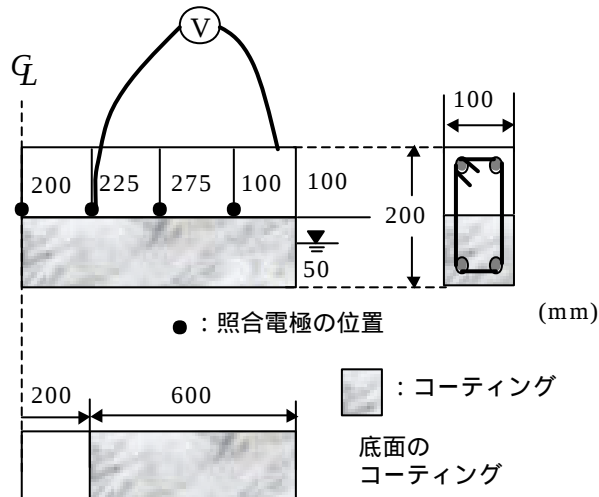


図 2 コーティングと自然電位の測定

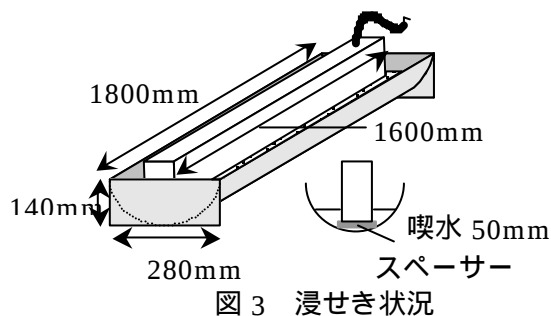


図 3 浸せき状況

キーワード 化学的侵食、硫酸劣化、鉄筋腐食、自然電位、劣化過程

連絡先 〒606-8501 京都市左京区吉田本町 TEL: 075-752-5102 FAX: 075-752-1745

(2) 寸法および質量 はり供試体の断面高さは、平均で 0.85mm(全高に対して 0.43%、かぶりに対して 4.3%)減少していた。侵食速度は、2wt%で 0.042mm/day、0.15wt%で 0.012mm/day と、前者が速いが、水素イオン濃度比 13:1 ほどではなかった。円柱供試体の質量は、2wt%においては浸せき後 7 日で吸水のため最大値をとり、以降は減少傾向を示したのに対し、0.15wt%では浸せき後 49 日で最大値をとり、以降は減少傾向を示したが、現在も初期質量の 100%以上を示していた。

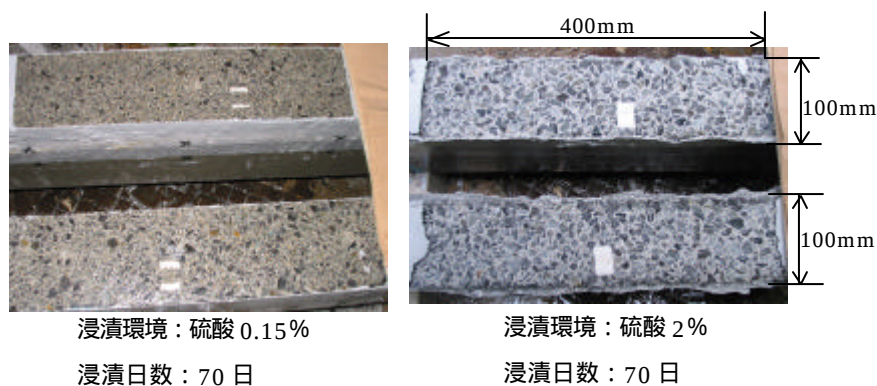


写真1 硫酸浸漬した供試体の外観例

(3) 自然電位

図4に供試体中央部における自然電位の経時変化を示す。0.15wt%の場合、自然電位の顕著な変化は見られない。また、その値は ASTM C 876 による腐食傾向としては

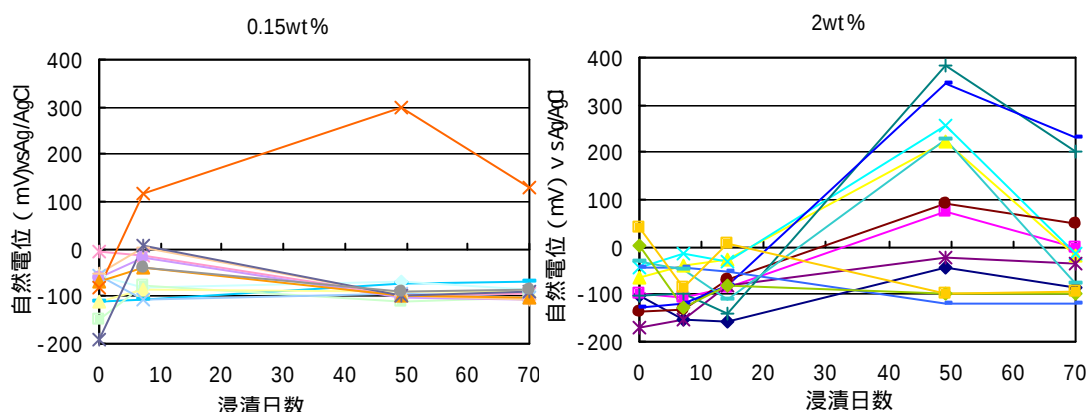
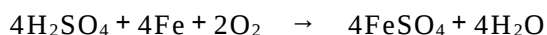


図4 供試体中央部における自然電位の経時変化

-90mV 以上と 90%以上の確率で腐食が生じていない範囲にある。2wt%の場合、全体的に一旦貴変する傾向となっている。また、接触部分およびコーティング部分に渡る測定位置による顕著な傾向は見られなかった。

硫酸による軟鋼の腐食は、水可溶性の FeSO_4 を生成し、ネスト内で自己触媒作用⁽¹⁾



により腐食が加速され、腐食作用が激しいと言われている。しかし、本研究における浸せき状況では、鉄筋の実際の腐食状況は未確認ではあるが、硫酸がコンクリートとの反応に消費されたこと、また常時浸漬のため赤錆の生成に必要な酸素の供給が十分でないことから、顕著な腐食に至っていないものと推定される。鉄筋の腐食は、コンクリートの溶脱より遅れて発生するものと予測される。

4. 結論

(1) 浸食速度は、水素イオン濃度比程には異ならなかった。

(2) 2wt%の硫酸水溶液中では、寸法は減少傾向にあり、粗骨材も露出し、硫酸侵食を受けコンクリートが溶脱していたが、同じ段階で鉄筋の自然電位は卑変せず、一旦貴変する傾向であった。貴変の原因は定かではないが、硫酸水溶液への浸せきでは、現状では顕著な腐食は発生していないと推定され、鉄筋の腐食はコンクリートの溶脱より遅れて発生することが予測された。

今後さらに浸せきを継続し、自然電位の測定を行うとともに、所定の期間経過後に鉄筋のはつり出しにより実際の腐食状況と関連付け、加えて曲げ載荷試験により耐荷性の経時変化の把握を行う予定である。

参考文献

(1) 防錆・防食技術総覧、(株)産業技術サービスセンター、p.106、2000.5