

コンクリート中の塩化物イオン濃度と飽和度を考慮した鉄筋腐食評価

東京電力ホールディングス	正会員	○小林 保之
東電設計	正会員	中川 貴之
東電設計	フェロー	堤 知明
東京電力フュエル&パワー		園田 明大

1. はじめに

鉄筋コンクリートの塩害劣化による鉄筋腐食については、腐食発生限界塩化物イオン濃度で評価されるが、かぶり厚が十分確保されている場合には、この濃度を超過しても腐食が軽微であることを既報¹⁾にて示した。この要因に関し、実構造物調査により検討した結果について報告する。

2. 調査概要

対象構造物は写真 1 に示す供用 56 年を経過した火力発電所の放水路開渠である。調査範囲は H.W.L. (U.P.+2.000m) を基準高さとする、基準高さから-300~+880mm とし、環境条件は干満帯および飛沫帯である。当該設備に対して、採取したコンクリートコアによる塩化物イオン濃度、飽和度の測定、鉄筋腐食診断器による自然電位、分極抵抗の測定、コンクリートはつりによる鉄筋の腐食量、かぶりの測定を実施した。

飽和度のコンクリートコアは乾式のコアドリルで採取し、現地で速やかに約 20mm の試料に切り分け含水質量を測定した。その後、試験室で飽水質量と絶乾質量を測定し、含水質量と絶乾質量の差分を飽水質量と絶乾質量の差分で除したものを飽和度とした。

3. コンクリート中の塩化物イオン濃度と飽和度

コンクリート中の塩化物イオン濃度の分布を図 1 に示す。Fick の一次元拡散方程式の解を用いて回帰分析をした結果、表面塩化物イオン濃度は 8~16.5kg/m³ の範囲にあり、海水面に近づくほど表面塩化物イオン濃度は大きくなる傾向であった。見かけの拡散係数は 0.37~0.91cm²/年の範囲にあり、平均は 0.6cm²/年であった。図 1 では鉄筋位置(純かぶり)とコンクリート標準示方書²⁾の腐食発生限界塩化物イオン濃度(普通ポルトランドセメント, W/C=0.55)を示した。鉄筋位置(=75mm)の塩化物イオン濃度は 3~4kg/m³ と腐食発生限界塩化物イオン濃度(=1.75cm²/年)の 2 倍程度となっていた。塩化物イオン濃度の分布状況を見ると、

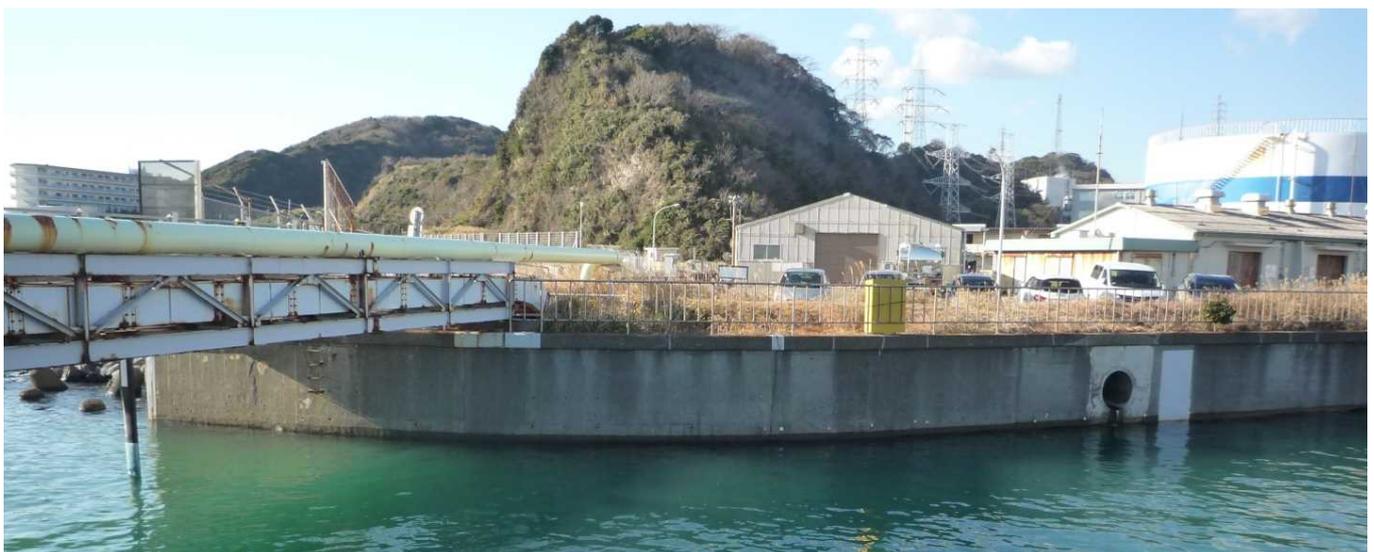


写真 1 調査箇所の全景

キーワード：塩害、塩化物イオン濃度、飽和度、鉄筋腐食、鉄筋コンクリート

連絡先：〒230-8510 神奈川県横浜市鶴見区江ヶ崎町 4-1 東京電力 HD 経営技術戦略研究所 TEL: 045-394-6000

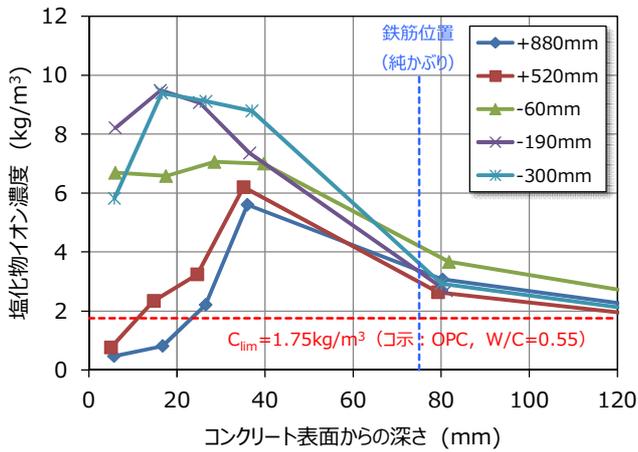


図1 コンクリート中の塩化物イオン濃度の分布

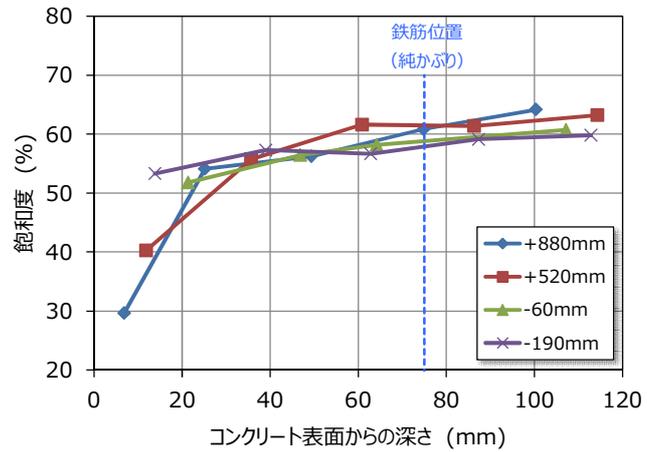


図2 コンクリート中の飽和度の分布

コンクリート表面から 20~40mm 程度でピークを持ち、30mm 以浅は塩化物イオン濃度が低下する傾向が見られ海水面からの高さで大きな差異が認められた。一方、30mm 程度以深は小さなばらつきであった。

コンクリート中の飽和度の分布を図2に示す。飽和度はコンクリート表面では小さく、深部ほど大きくなる傾向が認められた。鉄筋位置の飽和度は約 60%と比較的小さく乾燥状態にあると考えられる。飽和度の分布状況を見ると、塩化物イオン濃度と同様に 30mm 以浅は海水面からの高さでばらつきが比較的大きく、30mm 以深ではばらつきが小さくなる傾向が認められた。

塩化物イオン濃度と飽和度の分布状況において、コンクリート表面から 30mm 程度までばらつきが大きい理由としては、コンクリート表面近傍は外部環境に依存し、著しく不飽和な状態で移流が支配的であるからと考えられる。

4. 鉄筋の腐食状況

鉄筋の腐食状況を写真2に示す。鉄筋位置の塩化物イオン濃度は、腐食発生限界塩化物イオン濃度の2倍程度であり、当該調査箇所自然電位は-0.36~-0.28Vvs.CSEで海水面に近づくほど卑となる傾向を示したが、明瞭な鉄筋腐食は認められなかった。なお、分極抵抗は海水面に近い1箇所74kΩ・cm²と低~中程度の腐食速度を示したが、他は260kΩ・cm²以上と不動態状態(腐食なし)であった。

鉄筋位置の塩化物イオン濃度が大きくても腐食していなかった理由としては、本調査箇所の飽和度は約 60%と比較的小さく乾燥状態にあり、腐食反応に必要な水が不足していたことから、腐食電池が形成されにくかったものと考えられる。

参考文献

- 1) 瀬下ら：かぶり厚さが鋼材腐食量に与える影響，土木学会第71回年次学術講演会，V-453，pp.905-906，2016.9
- 2) 土木学会：2013年制定コンクリート標準示方書 [維持管理編]



(a) +60~80mm 位置

(b) +10~30mm 位置

写真2 鉄筋の状況