

### 海洋環境下における RC 柱の鉛直方向の鉄筋腐食傾向

(独) 港湾空港技術研究所    正会員    ○審良    善和  
 正会員    山路    徹  
 非会員    小林    浩之

#### 1. 目的

海洋環境下では、構造物が設置される環境として、「海上大気中」「飛沫帯」「干満帯」「海水中」「海底土中部」の5環境に分類される。これは、腐食環境が環境区分によって異なることによるが、構造物の種類によっては、5環境にまたがって建設される場合がある。無防食の鋼材の深度方向の腐食傾向は、図-1に示すように、飛沫帯の腐食速度が大きいが、L.W.L.直下にマクロセル腐食による集中腐食が生じることが知られている<sup>1)</sup>。RC構造物においても、鋼構造物と同様に環境差による集中腐食が発生する可能性があるが十分に分かっていない。そこで、本研究では、RC柱供試体を作製し、海洋環境下におけるRC構造物の深度方向の腐食傾向を把握することを目的に暴露試験を実施した。

#### 2. 実験概要

試験体概要図を図-2に示す。供試体は、400mm(W)×200mm(D)×3500mm(H)のRC柱とした。供試体には、かぶりを50mmとして、D16鉄筋を4本埋設した。また、試験面からのみ外部因子の侵入を許容するように供試体の上面、底面、側面をエポキシ樹脂で被覆した。コンクリートの配合条件は、水セメント比50%、最大粗骨材寸法20mm、単位水量160kg/m<sup>3</sup>、スランプ10±2.5cm、空気量：4.5±1.5%とした。セメントは普通ポルトランドセメント(以下、OPC)および高炉セメントB種(以下、BB)を用いた。なお、コンクリートには予め5kg/m<sup>3</sup>の塩化物イオンを混入させた。

供試体は、(独)港湾空港技術研究所内の長期暴露試験施設に暴露した。本施設は、実海水を使用し1日に2回海水をポンプで干満させる施設である。供試体は図-2に示すように直立させて、供試体下部から900mmまでを海中部に、900mm～2400mmまでを干満帯に、2400mm～3500mmまでを海上大気中に設置した。なお、暴露期間は2年である。

暴露試験後の鉄筋位置の塩化物イオン濃度を確認したところ、初期混入量と同程度であった。よって、環境差による腐食速度の変化の方が大きいと仮定し、同一塩化物イオン濃度環境下における柱部材の鉄筋腐食傾向を検討した。

#### 3. 結果および考察

図-3に自然電位の深さ変化を示す。満水位から下方にいくにしたがって卑化する傾向を示した。特にBBの深さ方向の電位差が大きく、大気中と海水中との電位差は300mV程度であった。OPCの電位差は150mV程度であった。この電位の卑化は鉄筋表面の酸素の供給に大きく依存しているものと推察されるが、この急

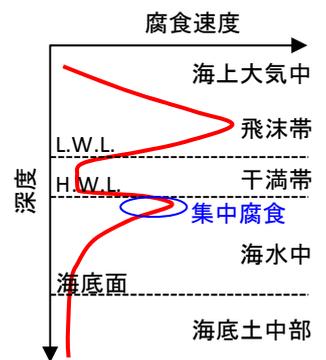


図-1 鋼材の腐食傾向 (無防食)

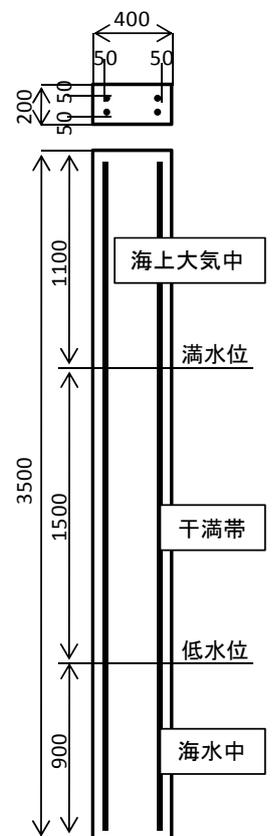


図-2 供試体概要

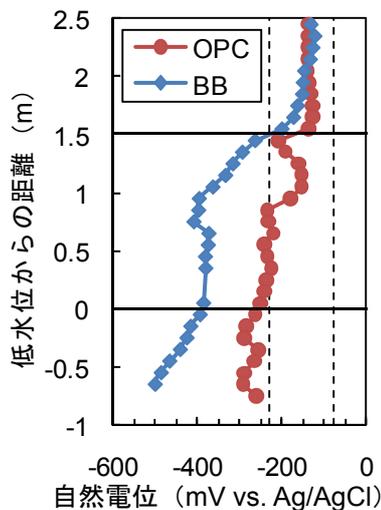


図-3 自然電位の深さ変化

キーワード 塩害, 鉄筋腐食, 海洋環境, RC柱, 集中腐食

連絡先 〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬3-1-1 (独) 港湾空港技術研究所 TEL 046-844-5059

激な環境変化は鋼構造物と同様に集中腐食（マクロセル腐食）の発生要因になると考えられる。

図-4に、暴露試験後、鉄筋を取り出し、腐食面積を測定した結果を示す。図には×印で各鉄筋の腐食面積率を示し、赤線で平均値を示した。この結果、明らかにOPCの方が腐食面積率が大きいことが分かる。また、深さ方向には、鉄筋上端から徐々に下方に行くにしたがって、腐食面積率は小さくなる傾向を示している。BBは低水位以深の腐食は殆ど確認されなかった。海水中のみに暴露した結果では、塩化物イオン濃度が10kg/m<sup>3</sup>以上でも腐食が生じていないとの報告もあり<sup>1)</sup>、高さ方向の環境変化による影響が考えられる。ただし、鋼構造物のような集中腐食は確認されず、干満帯および海水中の腐食は非常に軽微なものであった。これは、図-5に交流抵抗法によるコンクリート抵抗を示すが、海水の抵抗(抵抗率:20~30Ωcm)に比べコンクリート抵抗は明らかに高く、また、OPCに比べBBの方が高い。この抵抗の違いがマクロセル腐食が生じる際のカソードの範囲に影響を及ぼし、腐食の抑制につながったものと推察される。

図-6に自然電位と腐食面積率の関係を示す。今回の試験では、鉄筋位置の塩化物イオン濃度はほぼ一定であるため、濃度差によるマクロセル腐食は生じない環境である。したがって、アノード分極曲線はほぼ一定であると推察される。図-6では、OPC、BBともに干満帯および海水中の自然電位と腐食面積率との関係により相関があり、干満帯に比べ海水中の方が自然電位が卑化し、腐食面積率が小さくなる傾向を示している。これは、同一アノード分極曲線中の腐食反応において、カソード分極曲線が環境の違いによって変化することで腐食速度が変化すると推察される。

今回の結果より、環境間での広範囲のマクロセル腐食はほとんど生じていないと考えられ、塩化物イオン濃度が一定の場合は、それぞれの環境での鉄筋腐食の進行を把握すれば、ある程度評価できると考えられる。ただし、塩化物イオン濃度が異なれば、集中腐食が生じる可能性もあるため<sup>3)</sup>、実構造物での確認等が必要であると考えられる。

4. まとめ

本研究では海洋環境下（海上大気中、干満帯、海水中）における柱部材の腐食傾向について検討した。その結果、鉄筋位置の塩化物イオン濃度が同程度の場合、OPC、BBともに、大気中の鉄筋腐食が大きく、次いで干満帯、海水中となった。環境の違いによるマクロセル腐食はほとんど生じておらず、それぞれ位置する環境の腐食進行と同程度になると推察される。

参考文献

- 1) 沿岸技術研究センター：港湾鋼構造物防食・補修マニュアル（2009年度版），p.13，2009
- 2) 山路徹ほか：海洋コンクリートの耐久性に及ぼす暴露環境およびセメントの種類の影響，JCI年次論文集，No.23，Vol.2，pp.577-582，2001
- 3) 中崎豪士ほか：大型RC部材の海洋暴露実験によるシラスコンクリートの塩害抵抗性検討，土木学会第63回年次学術講演会，pp.449-450，2008

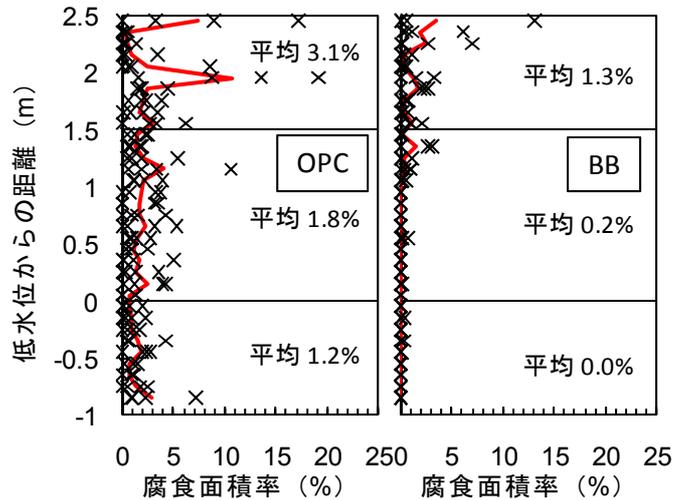


図-4 腐食面積率の深さ変化

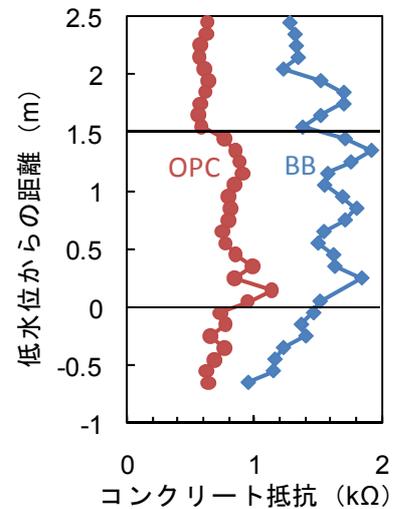


図-5 コンクリート抵抗の深さ変化

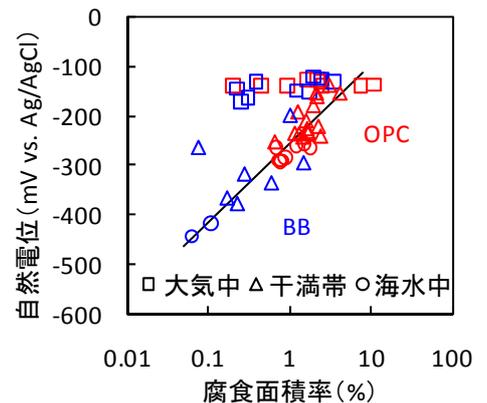


図-6 自然電位と腐食面積率の関係