

鹿児島大学 正会員 武 若 新 司

東 大 生 研 ッ 小 林 - 輔

同 上 ッ 伊 藤 利 治

1 まえがき

著者らは、海砂を使用した場合あるいは海洋環境下に鉄筋コンクリート構造物を建設した場合に、その構造物の耐久性を支配すると思われる鉄筋の腐食問題について一連の検討を行なっている。本報告では、現在なお継続中である各種鉄筋コンクリート供試体の屋外暴露実験の内2年間を経過した供試体の一部について、実際の塩分環境下におけるコンクリート中の鉄筋の腐食性を調査するとともに、エポキシ樹脂被覆鉄筋あるいは亜鉛メッキ鉄筋の防食効果についても検討を行なった。

2 実験概要

暴露実験は海砂の使用を想定した塩分環境および海洋環境下で行なっている。前者の場合には、コンクリートの練り混ぜ時に砂重量に対して0.3% (NaCl換算)の塩分を混入し、千葉市郊外の住宅区域の一角の草地で暴露を行なった。この環境においては外部から新たにコンクリート中に塩分が侵入することは考えられない。また、海洋暴露実験は静岡県伊豆半島東海岸の飛沫帯に相当する環境で実施した。

今回検討の対象とした鉄筋コンクリート供試体は図-1に示す2種類の円柱供試体である。(a)の供試体ではφ13mmのみがき丸鋼をコンクリート中に完全に埋込んであり、(b)の場合にはD10mmの黒皮付異形鉄筋(SD-35)を一部供試体外に露出させて埋込んである。

表-1に本報告における主な実験の概要をまとめて示す。

3 実験結果および考察

3-1 海砂の使用を想定した塩分環境における鉄筋の腐食状況

住宅区域で1年半の暴露実験を行なったW/C=60%のコンクリートの平均中性化深さは2mm程度であり、塩分を含まないコンクリート中の鉄筋にはまったく腐食は生じていなかった。これに対してコンクリート中に塩分を含む場合には鉄筋に明らかな腐食箇所が確認された。図-2はこの場合の鉄筋の腐食面積率とかぶり厚との関係について示したものである。いずれのかぶり厚においても異形鉄筋のフシ部あるいはリア部のつけ根付近に孔食状の腐食が点在していたが、かぶり厚が増加するにつれて腐食量はほぼ直線的に減少する傾向が見られた。

3-2 海洋環境における鉄筋の腐食状況

図-3は海洋暴露2年後のコンクリートの平均中性化深さを示したものである。水セメント比が70%となると中性化深さは急激に増加するが、水セメント比50%および60%では中性化はわずかしか生じておらず、海洋環境で上述の住宅区域の環境よりも中性化速度は小さくなる傾向にあった。

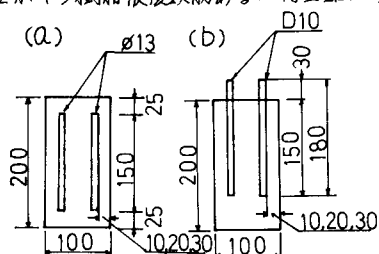


図-1 暴露供試体の形状寸法(単位mm)

表-1 実験の概要

要 因	住宅地暴露	海洋暴露
水セメント比(%)	60	50, 60, 70
かぶり厚(cm)	1, 2, 3	1, 2, 3
暴露期間	1年半	1年, 2年
供試体の形状	(b)	(a), (b)
塩分量(%)	0, 0.3	0
防食方法	—	エポキシ樹脂被覆鉄筋 (目標塗膜厚: 100, 200μ) 亜鉛メッキ鉄筋 (目標塗膜厚: 150μ)

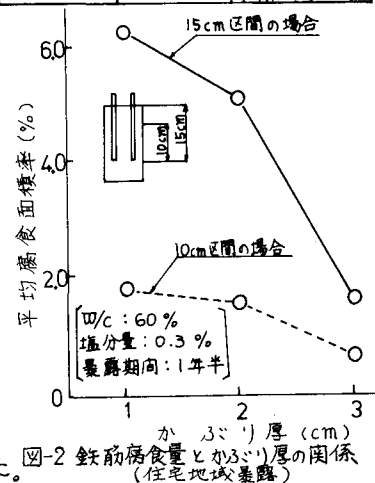


図-2 鉄筋腐食量とかぶり厚の関係(住宅地暴露)

図-4はコンクリート中に埋込まれたみかき丸鋼の暴露2年後の腐食量について示したものである。この結果から、かぶりコンクリートにひびわれ等の欠陥がない場合には、水セメント比の低減あるいはかぶり厚の増加が鉄筋の防食上非常に有効であることがわかる。

これに対して図-5は鉄筋の一部をコンクリート外に露出させた場合の鉄筋の腐食量について示したものである。この場合、鉄筋露出部の影響を受けないと考えられる区画(10cm区画)の鉄筋の腐食量は先の図-4の結果と同様の傾向を示したが、露出部の影響を考慮した場合には、水セメント比あるいはかぶり厚が鉄筋の腐食に及ぼす影響が著しく小さくなる結果が得られた。このことは、コンクリートにひびわれ等の欠陥がある場合の鉄筋腐食抑制に対して水セメント比の低減あるいはかぶり厚の増加がどの程度の効果を持つか疑問視され、さらに十分な検討が必要であることを示すものと思われる。

なお図-6は、上述の二つ所での暴露供試体においてコンクリート中の鉄筋の自然電位を測定した結果を示したものである。この結果、鉄筋の自然電位が飽和塩化銀電極に対し -300mV となる付近において腐食量が急激に変化し、自然電位がコンクリート中の鉄筋の腐食性の大小を十分に把握し得ることが確認された。

3-3 海洋環境下における被覆鉄筋の防食効果

写真-1は静電粉体塗装を行なったエポキシ樹脂被覆鉄筋の海洋暴露2年後の状況の一例を示したものである。塗膜厚が $100\mu\text{m}$ の場合には鉄筋露出部だけでなく露出部近傍のコンクリート中においても被覆に劣化が生じ明らかに素地鉄筋が腐食している箇所が存在したが、塗膜厚が $200\mu\text{m}$ の場合にはコンクリート中の鉄筋には何らの変状も見られず、十分に防食効果が確保されていた。

また、溶融亜鉛メッキ鉄筋の場合には、コンクリート中の鉄筋に白色の亜鉛腐食生成物が付着しており、これはコンクリートのかぶり厚が小さいほど著しい。また鉄筋露出部近傍では素地鉄筋がかなり腐食している状況も認められた。

写真-1 海洋暴露2年後のエポキシ樹脂被覆鉄筋の状況

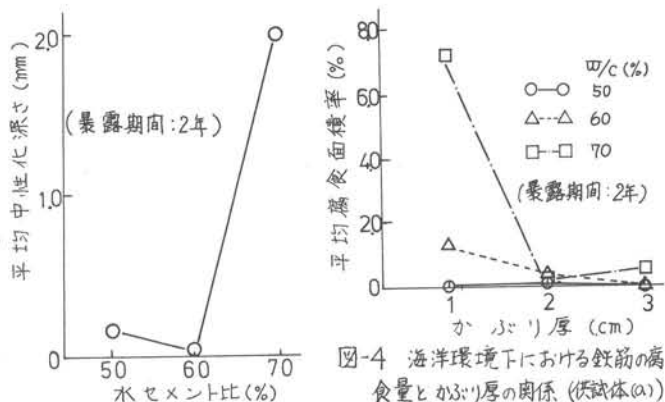


図-4 海洋環境下における鉄筋の腐食量とかぶり厚の関係 (供試体(a))

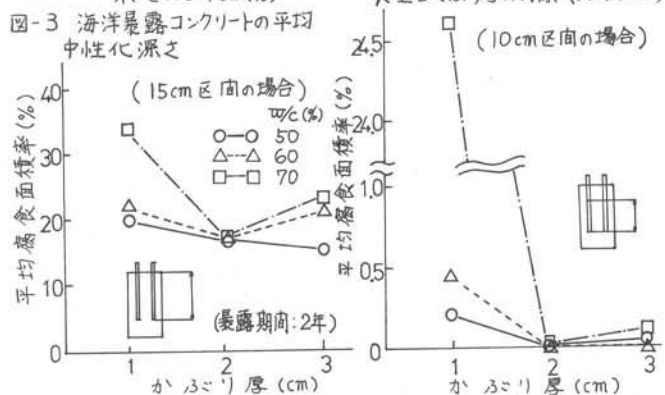


図-5 海洋環境下における鉄筋の腐食量とかぶり厚の関係 (供試体(b)の場合)

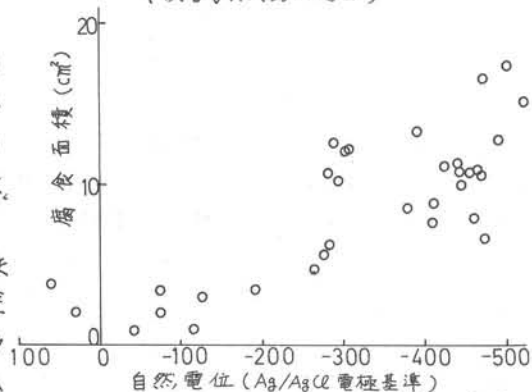
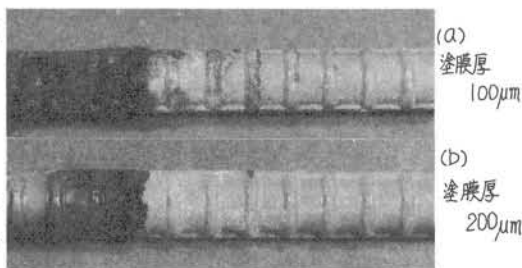


図-6 コンクリート中の鉄筋の自然電位と腐食量の関係



鉄筋露出部 | コンクリート中の部分