

氏 名	青 戸 章 あお と しよう
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	論 工 博 第 1362 号
学位授与の日付	昭 和 56 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	鉄筋コンクリートの耐海水性に関する研究

論文調査委員 (主 査) 教授 岡 田 清 教授 畠 昭治郎 教授 吉澤 四郎

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、近年増加しつつある海洋環境にさらされる鉄筋コンクリート構造を対象に、その耐海水性に対しコンクリートの各種特性に及ぼす海水の影響とコンクリート中の鉄筋の腐食性について、5年に亘る海中曝露試験をも含め実験的に検討した結果をまとめたもので、7章からなっている。

第1章は序論で、鉄筋コンクリートの耐海水性はコンクリート自体の耐海水性と硬化コンクリート中に埋込まれた鉄筋の海水腐食とに分けられることを述べ、本研究の動機と目的とを明らかにし、本論文の内容について概述している。

第2章では、コンクリート中の鉄筋の耐海水性に関する既往の実験手法、研究成果を詳述し、その問題点について議論を行っている。既往海洋構造物についての鉄筋腐食の実態調査では、通常、構造物建設後の年数が古く、各種要因と腐食劣化との関係を定量的に確定することは困難な場合が多い。鉄筋コンクリート供試体の実際海中での曝露試験は各種腐食要因とその実験水準を明確にしうる利点をもつが、一般に長期間かつ多大の労力と経費を必要とする。これらの欠点を改善するために屢々行われている人為的に塩分を混入した鉄筋コンクリート供試体の曝露試験においても長期間の観測を必要とし、かつコンクリート硬化以前に鉄筋と塩分が接触することは必ずしも実在鉄筋コンクリート構造の実態とは即応しない欠点がある。これらに対し海洋環境を模擬した水溶液中の鉄筋や同じくコンクリート中の鉄筋の電気化学的実験は多くの利点を有し、とくに後者は固相と液相の共存する硬化コンクリート中の鉄筋の腐食性状を迅速かつある程度定量的に把握しうる利点が大いことを述べている。

第3章では、コンクリートの特性ならびに鉄筋の耐腐食性に及ぼす海水の作用に関する3系列の実験において採用した実験要因およびその水準、さらに鉄筋の耐腐食性の判定に関する電気化学的実験手法について論じている。上記3系列の実験においては、多くの従来研究を参考にしてセメントとしてはポルトランドセメント、混合セメントを含む5種類、配合要因としてスランプ3水準、水セメント比3水準、市販の陽極反応抑制型防錆剤、減水剤の使用の有無、NaCl添加量4水準、養生水（真水、海水）2種、鉄筋として亜鉛めっきの有無、かぶり2水準をとり、それぞれの実験目的により要因数を選択し、海中曝露期

間は7～28日より5年の短長期にわたる観測を行っている。

第4章では、前章の実験条件下で行ったコンクリート特性に及ぼす海水作用に関する実験結果について詳述している。海水養生、海中曝露されたコンクリートの圧縮強度は中庸熱系および混合セメント使用のものが最も良好であり、5年曝露では強度劣化や中性化の進行は認められず、また海中曝露による浸透塩分量は水セメント比小で、かつ混合セメント使用の場合が最も少なく、かぶりは鉄筋近傍の塩分濃度を減少させるにきわめて有効であることを述べている。

第5章では、鉄筋の耐腐食性を電気化学的手法で判定する各種方法について、その電流、電位測定値とコンクリートおよび鉄筋に関する各種要因との関係を詳細に要因分析するとともに、各方法の適用限界について検討している。最も多用されている鉄筋の自然電極電位による方法は、亜鉛めっきの有無、添加または浸透塩分量、防錆剤の要因効果は判定しうるが、その他の効果の少ない要因についての判定ができないこと、これに反し定電流陽分極、陰分極試験では分極曲線において、それぞれ適当な分極電位における電流密度を採用することにより、セメントの種類、配合要因、防錆剤その他の混和剤や塩分添加、鉄筋の種類、かぶり等の耐腐食性に及ぼす要因効果の判定も可能であることを示し、さらに定電位陽分極試験では分極曲線は3種のパターンを示すが、近似的にこれから推定した不動態保持電流は同様に上記要因効果の判定に役立つことを明らかにしている。

第6章では、前記各試験の結果より、鉄筋の腐食性に及ぼす各種要因の効果を総括している。コンクリートにおいて混合セメント、低スランプ、低水セメント比の使用により腐食電流密度は減少すること、 NaCl 1 kg/m^3 程度の添加では防錆剤使用により腐食電流は30～40%軽減しうること、亜鉛めっき鉄筋の使用は長期間曝露による pH 値の低下や浸透塩分量の多くなるほど有利性が高くなることを明らかにしている。さらにコンクリート中の浸透塩分量と腐食電流密度とはとくに高い相関を示し、コンクリートの水密性の向上が鉄筋腐食防護上きわめて重要であると述べている。

第7章は結論で、本研究によって得られた成果を要約している。

論文審査の結果の要旨

近年になって海洋環境にさらされる鉄筋コンクリート構造が急増しつつあり、その耐海水性について設計、施工の面からの再検討が強く望まれている。本論文は鉄筋コンクリートを対象に、コンクリートの各種特性に及ぼす海水の影響とコンクリート中の鉄筋の腐食性に及ぼす各種要因の影響について系統的な実験的研究を行なった結果をまとめたもので、得られた成果の主なものは次の通りである。

(1) 鉄筋コンクリートの耐海水性に関する多数の既往研究を詳細に調査し、これらの多くは単数ないし数個の要因効果を対象としていることを指摘し、近代海洋構造としてセメントの種類、スランプ、水セメント比等の配合要因、防錆剤、減水剤等の混和剤、養生水、等の数水準の多数因子を含めたコンクリートの5年に亘る海水曝露試験を行い、コンクリートの強度、中性化等への影響を要因分析により考察を加え、実際設計、施工上きわめて有用な資料を提供した。

(2) 耐海水コンクリートとしては低水セメント比で混合セメントを使用することが最も望ましく、ポルトランドセメントの使用の場合に比し pH 値はやゝ低下するが、強度劣化、浸透塩分量を最小に押えうる

こと、また混和剤の使用は長期強度への悪影響のないことを明らかにし、従来結論の裏付けを確認した。

(3) 硬化コンクリート中の鉄筋の耐腐食性に対する自然電極電位による判定方法はセメントの種類、配合要因等の要因効果の比較的小さいものを除けば、亜鉛めっきの有無、添加または浸透塩分量、陽極反応抑制型防錆剤等の要因効果判定が可能であることを示し、その適用範囲を明確にした。

(4) 硬化コンクリート中の鉄筋の定電流陽分極および陰分極試験における $E\text{-log}i$ 分極曲線において、自然電極電位より適当量 (100~400mv SEC) 分極したときの直線部を用いて求めた電流密度を腐食電流の評価基準とすることにより、本研究で採用した全要因との相関をかなり定量的に判定しうることを示し、この方法の有用性を明らかにした。

(5) 硬化コンクリート中の鉄筋の定電位陽分極曲線は、要因組合せにより複雑な3種のパターンを示すが工学的にこれらより推定した不動態保持電流は(4)同様に各種要因効果の判定にかなり有効であることを明らかにした。

以上要するに本論文は、鉄筋コンクリートの耐海水性について、系統的な実験的究明を行い、材料、設計、施工上有用な知見をうるとともに、各種要因の鉄筋腐食への効果追求のための電気化学的手法の適用限界に関し考察したもので、学術上、實際上寄与するところが少なくない。

よって、本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。