

大阪大学工学部 正員 福本 暁士
NKK 正員 三輪 恭久

大阪大学工学部 正員 松井 繁之
大阪大学大学院 学生員 ○ 金本 圭史

1.はじめに 現在、構造物の劣化が大きな社会問題となっており、環境に対する耐久性評価が重要な課題となっている。一般に、R/C構造物の劣化発生における環境要因としては、炭酸ガス、塩分、湿度、雨水、太陽熱などがあり、最近では亜硫酸ガス、酸性雨などの新たな因子も考えられている。また、土木構造物においては、活荷重、温度変化などの繰り返し荷重を受けており、腐食環境に相まって疲労劣化の速度は加速される。従来からも構造物の疲労、劣化あるいは防錆、防食に関して数多くの研究がなされている。著者らは環境要因を複合的に与え、複合的な劣化機構、劣化速度について促進実験を行い、構造物の耐久性評価を行う一連の研究を行っているが、今回基礎的実験資料を得たのでここに報告する。

2.実験概要 今回の研究では、環境によるR/C構造物の劣化についての基礎的資料を得るため、最も基礎的かつ主要な環境として次の2種類を考えた。

①太陽熱による温度の繰り返しや大気中の湿度の影響を受ける通常環境

②海洋からの塩化物の影響を受ける海洋環境

これら2つの環境下におかれたR/C構造物の劣化特性・腐食機構について調査・研究を行うため、両環境を人工的に再現・促進できる①恒温恒湿サイクル装置(タバイエスベック)、②塩・乾湿・複合サイクル試験機(スガ試験機)を用いた環境促進実験を行った。両装置の設定条件を表-1、2に示す。

表-1 通常環境促進装置の設定条件

設定項目	設定値	所要時間
温度	5℃	1時間15分(5℃を保持)
	↓	45分(移行時間)
	80℃	1時間15分(80℃を保持)
	↓	45分(移行時間)
温度	5℃	
湿度	85%	一定

実験で使用した供試体は、内部に4本の鉄筋を配した直方体のR/C供試体である。(図-1)セメントには普通ポルトランドセメントを用い、水セメント比は55%とした。腐食因子としてかぶり厚さ、ひびわれ、海砂の使用、締固め不十分、ひびわれ後の塗装補修のパラメーター

表-2 海洋環境促進装置の設定条件

状態	温度	湿度	時間
塩水噴霧	35℃	98%	4時間
乾燥状態	80℃	---	2時間
湿潤状態	50℃	---	2時間
塩水濃度		5%	

(ただし次の温度への移行時間は含まない)

(表-3)を設定した。

鉄筋の錆の発生状況を推測するため、定期的に鉄筋の自然電位、分極抵抗を測定した。さらに、実験終了段階において供試体を解体し、内部鉄筋の錆の発生状況を目視観察するとともに、海洋環境促進装置において実験を行った供試体については、JIS-SC5に基づき、「塩化物イオン選択性電極を用いた電位差滴出法」によって、コンクリート中の塩分浸透量の測定を行った。

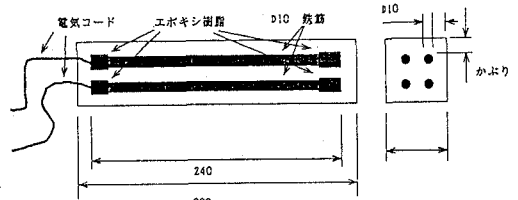


図-1 供試体

3.実験結果 通常環境における実験では、供試体を260サイクル経過時の実験終了段階において解体し内部鉄筋の腐食・劣化状況を調査した。その結果、全供試体において全く錆の発生は認められなかった。また、図-2に示すように、自然電位・分極抵抗の値も実験開始時から大きな変化はなかった。したがって、通常の乾燥状態の環境下におけるR/C部材の腐食発生要因として、温度

表-3 塗装補修条件

	パテ	プライマー	中塗り	上塗り
塗装1	エポキシ樹脂	エポキシ樹脂	エポキシ樹脂	フッ素
塗装2	エポキシ樹脂	エポキシ樹脂	ウレタン樹脂	フッ素
塗装3		弾性系プライマー	ポリマーセメント(硬)	
塗装4		弾性系プライマー	ポリマーセメント(軟)	

繰り返しは考えられず、その主要因はコンクリートの中
性化であると考えられる。

海洋環境における実験では、自然電位・分極抵抗の結果、120サイクル経過時の実験終了段階での解体目視観察より、いずれの供試体においても腐食・劣化が進行していた。図-3に自然電位の測定結果を示す。これより、内部鉄筋の腐食・劣化においてかぶり厚さが大きく影響しており、かぶり厚さと腐食発生までの速度がほぼ比例関係にあるといえる。また、コンクリート内部における塩分の浸透量は、その深さとほぼ比例して小さくなっていった。(図-4)したがって、コンクリート表面から浸透した塩化物が、海洋環境下における腐食発生の主要因となっていると考えられる。ひびわれの影響については、自然電位の変化が、かぶり厚さ1cmの供試体と同様の傾向がみられた。塗装を施した供試体では、自然電位・分極抵抗の測定が不可能であるため、内部鉄筋の腐食状況をコンクリート中の塩分浸透量を測定することによって、塗装を施していない他の供試体と比較することにした。図-5に示す通り、ひびわれ後の塗装補修を施した供試体における塩分の浸透は、通常施工の無塗装の供試体に比べ、2オーダーほど低減されていることが確認された。

4.まとめ

- (1) 通常の乾燥状態においては、各種の腐食・劣化因子を与えても内部鉄筋において錆は発生しない。内陸部でのコンクリート中の鉄筋腐食の原因は、主にコンクリートの中性化であると思われる。
- (2) 海洋環境での内部鉄筋腐食・劣化状況は、かぶり厚さ、ひびわれと密接に関係している。
- (3) 各種のコンクリート塗装を施すことは、無塗装の同じかぶり厚さのコンクリートと比べて、腐食・劣化は生じにくく、防錆・防食手段として非常に効果がある。

本研究は、文部省科学研究費補助金(一般研究A:代表 福本 秀士)を受け行ったものである。

《参考文献》

1) 井上, 小林, 藤井: コンクリート中の鋼材腐食の非破壊測定方法と劣化診断について, コンクリート構造物の耐久性診断に関するシンポジウム論文集, pp. 85-90, 1988-5
 2) 蒔田, 片脇, 宮川: 各種防食方法の特徴と実例, コンクリート工学, Vol. 19, No. 3, March 1981
 3) JIS: 塩水噴霧試験方法, Z 2371-1988

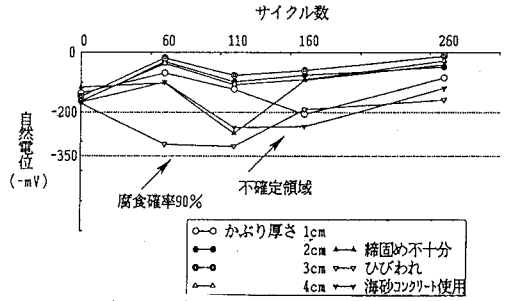


図-2 自然電位の変化(通常環境)

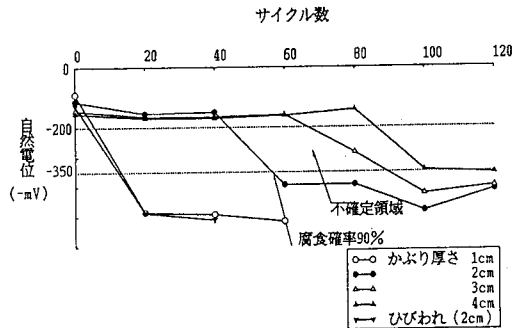


図-3 自然電位の変化(海洋環境)

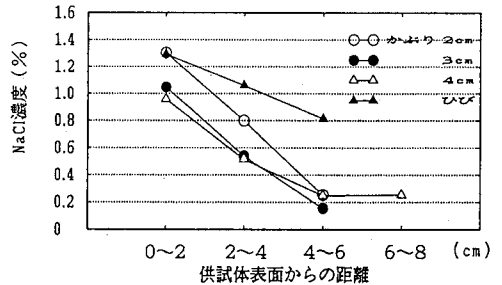


図-4 塩分浸透量測定結果

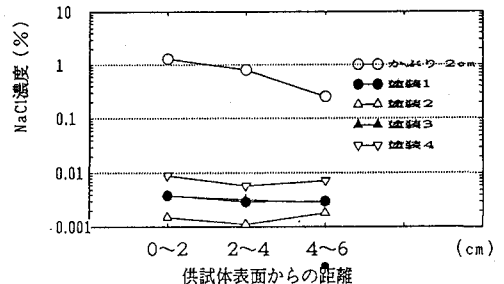


図-5 塗装コンクリートの塩分浸透量