

V-180 R C構造物の塩害環境の定量的評価に関する研究

運輸省港湾技術研究所 正会員 福手勲
 運輸省港湾技術研究所 正会員 浜田秀則
 東京工業大学 正会員 長滝重義
 東京工業大学 正会員 大即信明

1. まえがき

R C構造物の塩害が顕在化して以来かなりの時間が経過した。この間、この問題に関して精力的に研究が進められ、その中で、「耐久設計」、「耐久性設計」へのアプローチがなされるまでに至り、土木学会、J C Iからもその試案が出されている^{1) 2)}。これらの中においては、構造物の置かれている環境条件を定量的に評価することは必要不可欠とされ、文献1) 2)の中においても「環境指数」あるいは「環境係数」としてその記述がなされている。しかしながら、その手法は確立されているとは言い難い。筆者らはR C構造物(特に港湾構造物)の塩害環境を定量的に評価する手法を確立すべく研究を進めている。本文においては、その基本的な考え方を紹介するとともに、これまでに得られた結果の一部について報告を行う。

2. 環境条件評価手法および研究方法

環境条件評価手法の基本的な考え方を図-1に示す。内部に鉄筋を埋設した標準モルタル円柱供試体を構造物の置かれている環境に一定期間暴露した後、供試体の変化を種々の角度から試験し、その結果を総合的に解析することにより、環境条件の定量的評価を行おうとするものである。筆者らは標準モルタル供試体を全国の港湾施設に暴露しその性状変化を、「鋼材の腐食」ならびに「モルタル中への塩分浸透」の2つの観点から調べた。その結果をもとに環境条件評価を行うことを試みている。

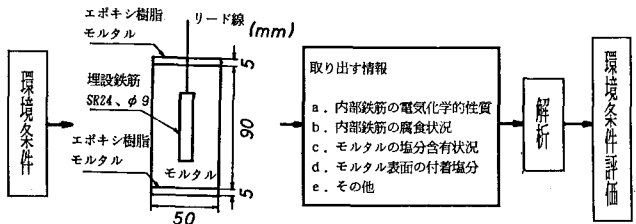


図-1 環境条件評価の基本的考え方および標準モルタルの概要

3. 実験概要

3.1 標準モルタル供試体

使用した供試体の形状、寸法を図-1に示す。モルタルの使用材料は、セメントが普通ポルトランドセメント(比重3.16)、細骨材が豊浦標準砂、練りませ水が水道水である。モルタルの配合はW/Cが50%、S/Cが1.8である。丸鋼は、クエン酸二アンモニウム溶液に浸せきし黒皮の除去を行った後、光沢の出ている状態で埋設した。供試体の上下面に塗布したエポキシ樹脂モルタルは、エポキシ樹脂:砂が1:3(重量比)となるように両者を混合したものをを使用した。

3.2 暴露対象港および暴露期間

図-2に供試体の暴露を実施した港を示す。全国的に分散するように、19港(うち1つは港湾技術研究所構内)を選択した。各港の海中中部(常時海水に没している)、感潮部(平均海面付近にあり、干満の影響を受ける)、飛沫部(桟橋下面にあり波しぶきを受ける)、陸上部(港湾区域内で潮風を受ける)という4つの異なる環境に供試体を暴露した。暴露期間は最長24ヶ月を設定し、6ヶ月、12ヶ月、24ヶ月時に種々の試験を実施した。

3.3 モルタル供試体表面の付着塩分の定量方法

供試体上下面のエポキシ樹脂モルタル部分の付着塩分を除去した後に、容量500ccのビーカーに一定容量の蒸留水を入れその中に供試体を浸せきし、ポリスマンでモルタル表面をこすった。浸せき開始後1時間放置した後に蒸留水中の塩分濃度を測定し、検出された塩分が供試体表面に付着していた塩分であるとの仮定のもとに表面付着塩分量(単位: $Cl^-: g/cm^2$)を計算した。

3.4 モルタル中の塩化物含有量の定量方法

供試体を割裂し鉄筋周囲のモルタル塊(かぶり厚さ20mmに相当)を取り出した。モルタル塊を微粉砕(150 μ 以下)したものを試料とし、JCI法³⁾に準拠して全塩化物含有量の定量を行った。

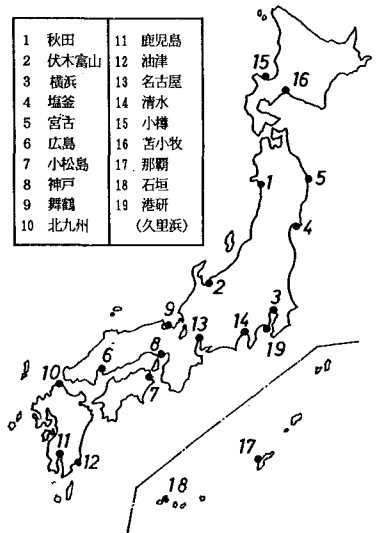


図-2 暴露対象港

4. 実験結果

4.1 モルタル供試体表面の付着塩分量

海中部および感潮部の供試体は、港により程度の差はあるが貝類がその表面にかなり多量に付着しているものが多かった。このように、貝類の付着が著しい供試体においては表面付着塩分の定量が困難となる。このため、海中部および感潮部の供試体においては表面付着塩分の定量は工学的意味を持たないと判断した。図-3に陸上部および飛沫部の供試体の表面付着塩分量の測定結果を示す。陸上部に比べて飛沫部の方が明らかに付着塩分量は大きくなっている。また、港ごとに幾分かの差がみられる。しかし、暴露12ヶ月に比べて24ヶ月の方が必ずしも大きくなっていない港もあり、表面付着塩分量は経年的に蓄積されていないものと考えられる。「港研」暴露の供試体の表面付着塩分量が、他の港の供試体のそれに比べて5倍近くの値を示している。港研の飛沫部と言うのはシミュレーション環境であり、1日あたり6時間の海水のスプレーがなされる環境である。飛沫塩分量という観点で比較すると、この港研のシミュレーション環境はかなり厳しいといえる。

4.2 モルタル中の塩化物含有量

図-4にモルタル中の塩化物含有量の測定結果を示す。海中部と感潮部を比べてみると、塩分含有量および各港ごとの傾向が比較的良好一致している。また、いずれの港においても暴露6ヶ月に比べて暴露24ヶ月の方が塩分含有量が大きくなっていることより、モルタル中に経年的に塩分が蓄積されていることがわかる。飛沫部暴露供試体は海中部および感潮部に比べて、塩分含有量は小さいものやはり経年的に塩分が蓄積されており、また、各港ごとでかなりの差異が認められる。一方、陸上部暴露供試体は塩分含有量もかなり小さく、暴露6ヶ月と24ヶ月でほとんど差がないことより、塩分の蓄積はさほど進んでないことがわかる。コンクリート1m³中のモルタル量を1500kgと仮定して、コンクリート中の塩化物含有量への換算を行うと、0.1%が1.5kg/m³となる。図-4よりわかるとおり、暴露6ヶ月時において土木学会の塩分総量規制値0.6kg/m³を下回っているのはわずかに陸上部だけである。中下は、本研究と同寸法、同形状のモルタル供試体を横浜港および川崎港に暴露する実験を行い、モルタル中の塩分含有量(飛沫部暴露の場合)は、「かえり波」、「風域の広さ」、「前面の防波堤の有無」が決定要因となっていることを示している⁴⁾。本研究で各港ごとに差が生じた要因のいくつかは上記のものと考えられる。

5. あとがき

筆者らが進めている環境条件評価に関する研究について、その基本的な考え方およびこれまでに得られている結果の一部を報告した。各港に暴露した供試体間でその性状に差がでていることより、環境条件評価が可能であることが確認された。今後、データの蓄積を継続し、それらの解析法についてさらに詳しく考察を加えたいと考えている。

参考文献

- なお、本研究は平成3年度文部省科学研究費補助金試験研究B(01850108)の分担研究である。
- 1) コンクリート構造物の耐久設計指針(試案);土木学会、平成元年8月
 - 2) 鉄筋コンクリート構造物の耐久性設計に関する考え方;(社)日本コンクリート工学協会、1991年5月
 - 3) コンクリート構造物の腐食・防食に関する試験方法ならびに規準(案)、(社)日本コンクリート工学協会
 - 4) 中下兼次;海洋コンクリートの鋼材腐食に対する環境条件評価、東京工業大学修士論文、平成3年3月

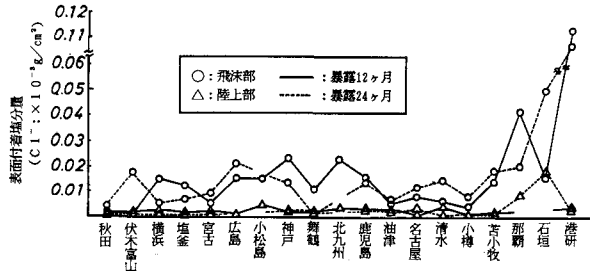


図-3 モルタル供試体の表面付着塩分量

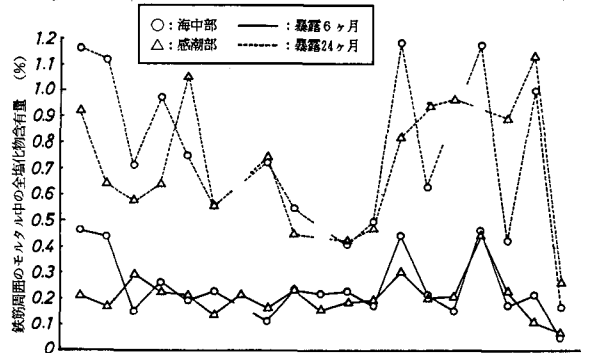
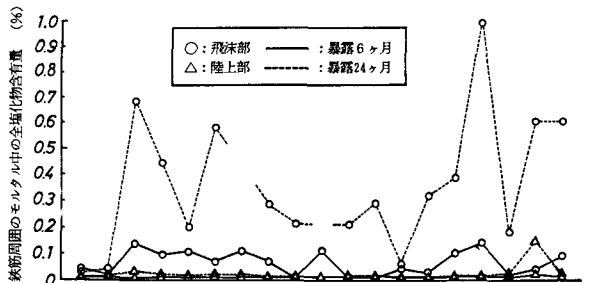


図-4 鉄筋周囲のモルタル中の塩分含有量