

九州工業大学 正員 渡辺 明
 同上 〇 学生員 西田 隆治
 同上 学生員 松尾 幸久

1. まえがき

コンクリート用骨材事情の悪化に伴い海砂の使用率が年々増加し、とくに西日本地区では既に70~90%にも達している。そこで、通常の構造物に近い条件で、塩分量と鋼材の腐食に関する総合的研究を計画・実施した。すでに供試体作製後4年経過したので、RC柱に関する試験結果を報告する。また、加熱促進養生を行った工場製品が海洋構造物に使用される場合、コンクリート中への塩素イオンの浸透が問題になるため、蒸気養生、オートクレーブ養生によるコンクリートのCl⁻イオンを測定した。

2. 実験概要

RC柱供試体の概要を表-1に示す。塩分量は単位水量の一部に海水を、また塩化ナトリウム(一級試薬)を使用して調節した。表中の塩分量は細骨材の絶乾重量に対する割合である。鉄筋は黒皮のままとし、配筋状態による発錆量の相違を検討できるように鉄筋の両端を折り曲げて使用した。また、一部に防錆剤を規定量使用した。標準養生、蒸気養生、およびオートクレーブ養生を行った供試体の概要を表-2に示す。蒸気養生は最高温度およびその保持時間を65℃、5時間とし、オートクレーブ養生では180℃、10気圧で5時間保持した。

3. RC柱の試験結果および考察

3.1 硬化コンクリート中の塩分量とその分布状態

海岸放置供試体の硬化コンクリート中の塩分量とコンクリート表面からの深さとの関係を図-1に示す。同図によると、コンクリート表面から内部へ海水浸透の影響が顕著に認められ、塩分量が時間の経過に伴って増加する傾向にある。コンクリート中への塩分の浸入量から拡散方程式(1)により拡散係数Dを近似計算すると、2年目で約 $5.0 \times 10^{-8} (\text{cm}^2/\text{s})$ 、4年目において $4.5 \times 10^{-8} (\text{cm}^2/\text{s})$ と考えられる。

$$C - C_i = (C_0 - C_i) \left[1 - \operatorname{erf} \left(\frac{x}{2\sqrt{Dt}} \right) \right] \quad \text{----- (1)}$$

(C: 実測塩分量, C₀: 海水の塩分濃度, D: 拡散係数, C_i: 打設時塩分量 × 0.5 ③打設時塩分量の50%が固定化される)

3.2 鉄筋の発錆面積率と塩分量の関係

内陸放置RC柱の発錆面積率と打設時塩分量の関係を図-2に示す。同図より、発錆面積率は打設時塩分量の増加に伴い増加する傾向にあるが、打設時塩分量0.3%以下では発錆面積率が2%以下と小さい。塩分量0.5%では、発錆面積率は材令2年目より4年目で大きくなっている。塩分量0.5%でかぶり35mm、55mmの鉄筋の発錆量が大きいのは、この鉄筋が打設上面にあることからブリージングの影響によるものと考えられる。図-3には、海岸放置供試体のかぶりと発錆面積率の関係を示

表-1 供試体概要

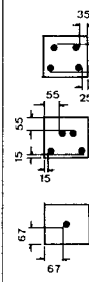
供試体	RC柱
寸法 (mm)	150×150×600
かぶり (mm)	 15, 25, 35, 55, 67
鋼材の種類	異形鋼棒, D13
水セメント比 スラング	55.6%, 9-10
塩分量 (%)	0, 0.1, 0.3, 0.5 海砂(0.14%) 海砂+防錆剤
放置場所	内陸・海岸
放置期間 (年)	1, 3, 6, 9, 12

表-2 供試体概要

養生方法	標準, 蒸気, オートクレーブ
寸法 (mm)	150×150×450
塩分量 (%)	0.2
水セメント比 スラング	55.6%, 1.6 cm
放置場所	海中・気中・水中
放置期間	1.5ヶ月, 3ヶ月, 1年, 3年

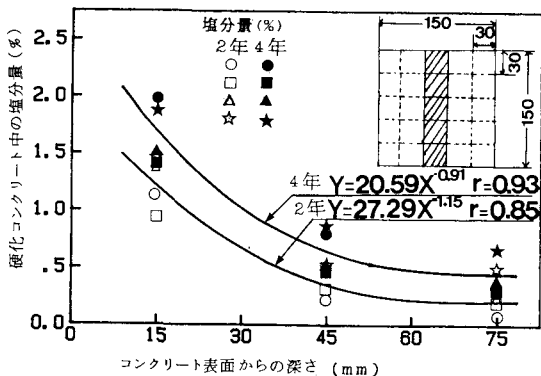


図-1 コンクリート表面からの深さと硬化コンクリート中の塩分量

す。同図によると、材令2年での発錆面積率はかぶりがいほど大きくなっているが、材令4年ではそのような傾向を見出せない。硬化コンクリート中の塩分量と発錆面積率との関係を図-4に示す。同図によると、内陸放置での発錆面積率は塩分量が約0.3%程度で急激に大きくなる傾向がみられる。海岸放置での発錆面積率は塩分量の増加とともに大きくなり、大部分6%以上にもなっている。図-5には、放置期間の違いによる発錆面積率の相違を示す。同図において、 $Y=X$ 線より上側にある点は放置期間2年の発錆量が大きいことを示している。同図によると、内陸放置での発錆面積率は、2年目と4年目を比較するとほとんど同程度であるが、海岸放置では明らかに4年目の発錆量が大きいことを示している。

4. 標準・蒸気・オートクレーブ養生と塩分の浸透

各養生後、水銀圧入法によってコンクリートの細孔径分布を測定した。オートクレーブ養生でのコンクリートの細孔径分布は $750 \text{ \AA}$ 以上の細孔径が蒸気、標準養生と比べてかなり大きくなっている。そのため、細孔容積はオートクレーブ養生供試体が最大を示し、標準・蒸気養生のそれはほぼ同一であった。図-6には、海中放置供試体の塩分量の分布を示す。オートクレーブ養生供試体が最大の塩分量を示している。細孔容積と浸入塩分量の関係を図-7に示す。同図によると、浸入塩分量は細孔容積と高い相関が認められる。

最後に、実験に御協力を賜った新日本製鉄化学工業(株)に深謝致します。

参考文献

渡辺明, RCおよびPC構造物における海砂使用上の問題点解明に関する総合研究, 科学研究費研究成果報告書, 昭和56年

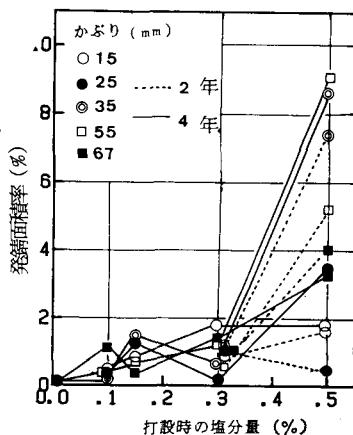


図-2 打設時塩分量と発錆面積率の関係

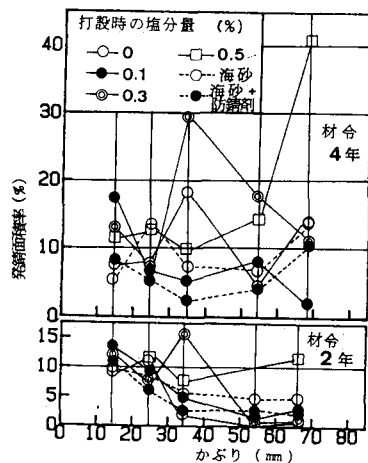


図-3 海岸放置供試体の発錆面積率とかぶりとの関係

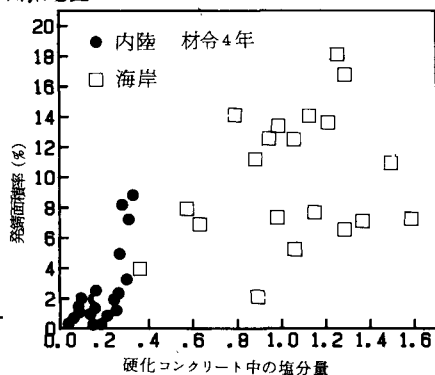


図-4 硬化コンクリート中の塩分量と発錆面積率

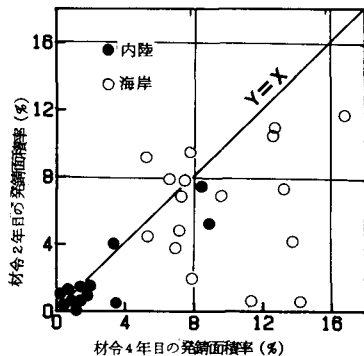


図-5 放置期間の違いによる発錆面積率の相違

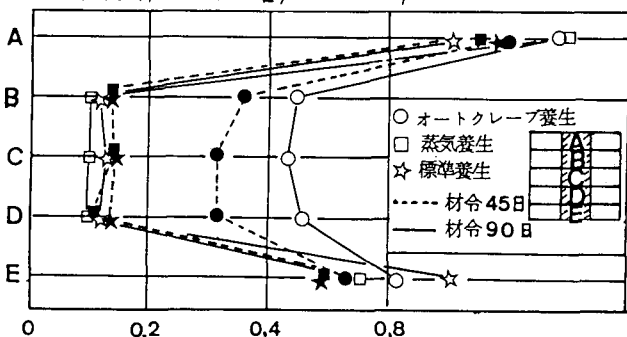


図-6 硬化コンクリート中の塩分量 (%)

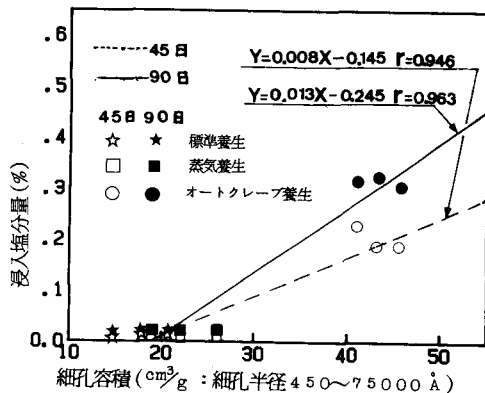


図-7 浸入塩分量と細孔容積の関係