

V-143

コンクリート中への塩化物イオンの浸透速度の定量化に関する実験的検討

鹿島技術研究所 正会員 岡田 浩司
 東京電力（株） 正会員 堤 知明
 鹿島技術研究所 正会員 横関 康祐
 同 上 正会員 本橋 賢一

1. はじめに

コンクリート中への塩分の浸透現象を拡散理論でモデル化し、鋼材の腐食開始までの期間推定に役立てるためには、拡散方程式の定数である表面塩化物イオン濃度 C_s 、拡散係数 D 及び腐食限界塩化物イオン濃度 C_{cr} がコンクリートの材料・配合、施工条件及び環境条件によってどのように変化するかを定量的に把握することが重要である。この目的に沿って、筆者らは急速塩素イオン透過性試験（基本はAASHTO T-277に準拠、以後RCPT試験と略記）を中心とした室内試験とともに、実海洋環境下でのコンクリート供試体の暴露実験を行っている¹⁾²⁾。今回、暴露3年の調査結果と室内試験結果を総合的に整理・検討し、上記3つの定数のうち C_s および D の定量化を試みたので、ここに報告する。

2. 実験概要

暴露実験は、福島県双葉郡の太平洋沿岸の海中と干満帯に1辺25cmの立方体供試体を平成3年11月から暴露しているものであり、実験要因は、結合材の種類、水結合材比、スランプ、鉄筋の配置方向および海水に接する材齢である。また、この暴露試験供試体と同一の配合条件のコンクリートについてRCPT試験を実施している。ここでは、暴露3年の供試体中の塩化物イオンの濃度分布を基に C_s および D を算定するとともに、この D とRCPT試験のデータとの関連性を検討した。

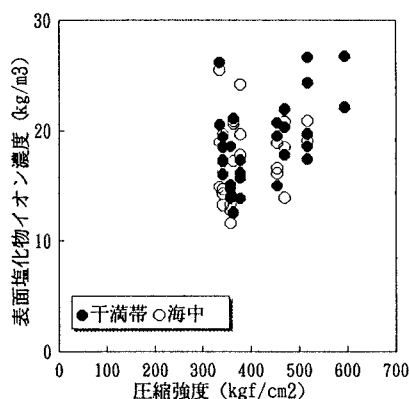
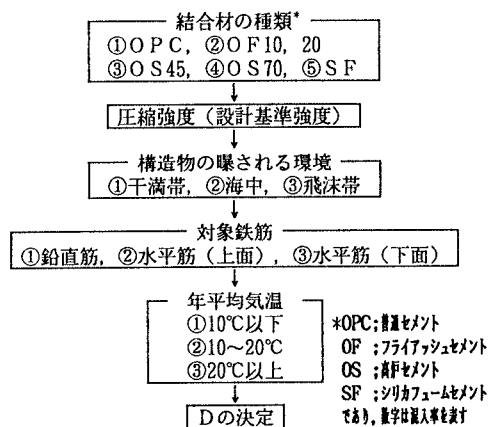
3. C_s の定量化

暴露3年の調査結果から算定した C_s は、かなりばらついており、 C_s と材齢28日圧縮強度との関係を整理したものが図-1である。 C_s は大略 $10 \sim 28 \text{ kg/m}^3$ （コンクリート重量比で約0.5～1.2%）の範囲に分布しており、圧縮強度が大きいほど C_s は増加する傾向が見られる。 C_s は暴露2年から3年で約1.3倍になっており、既往の報告³⁾によれば、 C_s はばらつきは大きいものの、コンクリートの品質に関わらず、コンクリート重量比1%程度と考えて差し支えないと言われていることから、 C_s の増加は暴露3年でほぼ収束しつつあるものと推察される。

また、海中と干満帯を比較すると、海中の C_s の方が若干小さい傾向が確認された。

4. 拡散係数 D の定量化

筆者らは、材料・配合、構造物の曝される環境、塩

図-1 圧縮強度と C_s の関係図-2 D の推定フロー

化物イオンの浸透方向等によって変化するDの定量化を検討しており、現在考えているDの推定フローは図-2に示すとおりである。その根幹は、RCPT試験によりコンクリートの材料・配合から定まる塩化物イオン浸透抵抗性能を評価し、暴露実験および実構造物の調査結果から得られた塩化物イオンの濃度分布と照らし合わせて、Dを定量化するというものである。

まず、暴露3年の調査結果から求めたDの傾向について述べる。Dは暴露場所の影響を受け、海中と干満帯との比は1.42:1.0であった。また、塩化物イオンの浸透方向の影響を受け、下向きの浸透、上向きの浸透および水平方向の浸透の比は1.0:1.43:1.12であった。

次に、Dと材齢28日で実施したRCPT試験における電流量 C_{60V} （負荷電圧60V）との関係は、一例を図-3に示すとおり、良好な相関を示し、暴露場所および塩化物イオンの浸透方向毎に式（1）で回帰できる。

$$D = 10^{(C_{60V}-m)/n} \quad \text{式(1)}$$

ここに、m, n; 定数

さらに、電流量 C_{60V} は C_{10V} （負荷電圧10V）に8.0を乗じることで求められる。 C_{10V} と材齢28日圧縮強度との関係は、一例を図-4に示すとおり、結合材の種類毎に明瞭な負の相関が認められ、式（2）で回帰できる。

$$C_{10} = a \cdot \exp(b \cdot fc) \quad \text{式(2)}$$

ここに、fc; 圧縮強度, a, b; 定数

以上の結果を用いて、図-2のフロー図に従って材齢28日圧縮強度から算定したDと暴露3年の調査結果から求めたDを比較すると図-5に示すとおりである。このデータは、暴露条件としての飛沫帯および年平均気温10℃以下と20℃以上の条件を含まないものであるが、大略的には暴露3年の供試体における塩化物イオン拡散係数Dを精度良く推定しているものと考えられる。

5. おわりに

室内試験結果及び実海洋環境における暴露実験結果を整理・検討した結果、従来定性的な評価にとどまっていたコンクリートの塩化物イオン浸透抵抗性に関して、C_oおよび特にDを精度良く定量化ができる見通しが得られたと考えるものである。

【参考文献】

- 1)山本ら; CONSEC' 95 (投稿中), 2)岡田ら; 土木学会第49回年次学術講演会, pp. 442~443,
- 3)武若; 土木学会第43回年次学術講演会, pp. 36~37, 1988

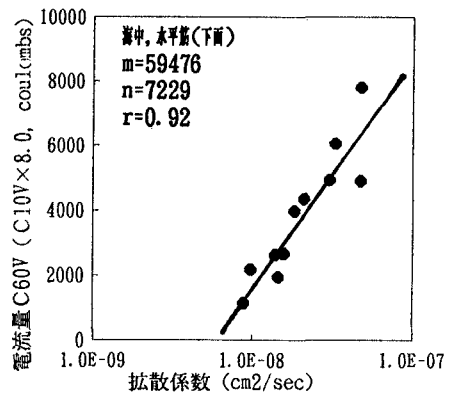


図-3 C_{60V} とDの関係

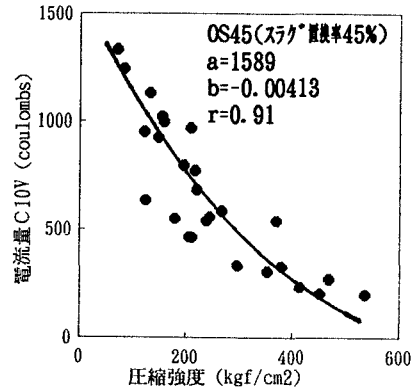


図-4 圧縮強度と C_{10V} の関係

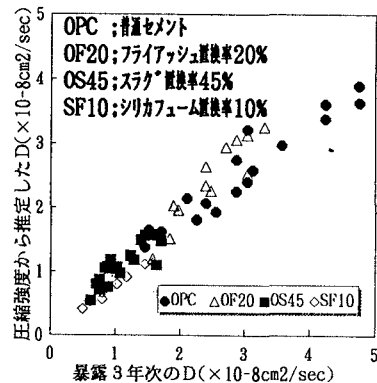


図-5 Dの比較