

コンクリートコア採取による塩分浸透性状評価とその信頼性向上に関する研究

北海道大学大学院 学生会員 ○中村一貴
 北海道大学大学院 フェロー会員 横田 弘
 北海道大学大学院 正会員 橋本勝文
 北海道大学大学院 学生会員 古谷宏一

1. まえがき

近年、塩害などによる構造物の劣化問題が顕在化している。コンクリート構造物の劣化性状は、様々な不確定要因により、同一構造物や部材内においても非一様である¹⁾。したがって、劣化にかかわる不確定要因を工学的に処理し、既設構造物の性能評価や将来予測の精度を向上させる必要がある。

本研究では、実際の栈橋床版からコアを採取し、塩化物イオン量を測定して、塩分浸透性状のばらつきを定量化した。さらに、各コアから得られた測定データを元に、コア採取本数および採取場所がこれらの平均値および標準偏差に与える影響の検討を行った。

2. 対象構造物の調査部材

調査対象とした部材(幅400mm×長さ1600mm×厚さ300mm)は、供用期間が40年になる栈橋コンクリート上部工から切り出した床版の一部である。本研究では、直径33.4mmのコンクリートコアを30本採取した。採取したコアの暴露面から1cm間隔で試験片を切出し、JIS A 1154に準拠して塩化物イオン量を測定した。

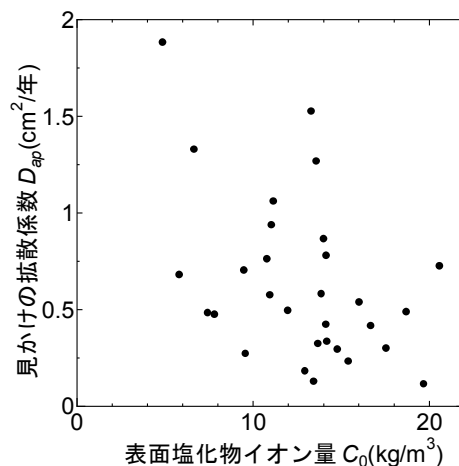
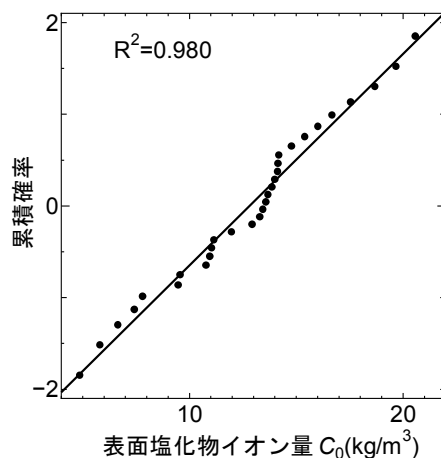
3. 塩化物イオン量分布

得られたデータを式(1)で回帰することにより、表面における塩化物イオン量および塩化物イオンの見かけの拡散係数を算出した。

$$C(x, t) = C_0 \left(1 - \operatorname{erf} \frac{x}{2\sqrt{D_{ap}t}} \right) \quad (1)$$

ここで、 $C(x, t)$: 深さ x (cm)、時刻 t 年における塩化物イオン量(kg/m^3)、 C_0 : 表面における塩化物イオン量(kg/m^3)、 D_{ap} : 塩化物イオンの見かけの拡散係数($\text{cm}^2/\text{年}$)、 erf : 誤差関数である。

図1に30本のコアから得られた表面塩化物イオン

図1 C_0 と D_{ap} の関係図2 C_0 の正規確率紙上のプロット結果

量 C_0 と見かけの拡散係数 D_{ap} の関係を示す。これより、塩分浸透性状を C_0 と D_{ap} で表現した場合、これらの値が場所ごとに大きく異なることが確認された。

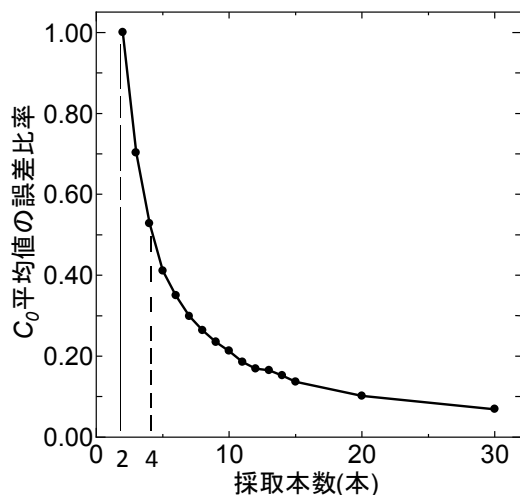
4. 結果および考察

4.1 C_0 および D_{ap} の分布形

C_0 と D_{ap} の分布性状を調べるため、正規確率紙にデータをプロットした。 C_0 の結果を図2に示す。その結果、 C_0 , $\ln D_{ap}$ は正規確率紙上で直線性が成立し

キーワード コンクリート、塩分浸透性状、誤差評価、正規分布、対数正規分布

連絡先 〒060-8628 札幌市北区北13条西8丁目 TEL 011-706-6204

図3 採取本数による C_0 平均値の誤差比率

た. なお, 回帰分析により, C_0 の R^2 値は 0.980, $\ln D_{ap}$ の R^2 値は 0.986 となり, 強い相関が見られた. また, カイ 2 乗検定においても, 有意水準 5% で有意であることが確認された.

以上より, C_0 は正規分布, D_{ap} は対数正規分布に近似できることが確認された. このとき, C_0 の平均値は 12.81kg/m^3 , 標準偏差は 3.94kg/m^3 , $\ln D_{ap}$ の平均値は -0.662 (D_{ap} の単位: $\text{cm}^2/\text{年}$), 標準偏差は 0.690 であった.

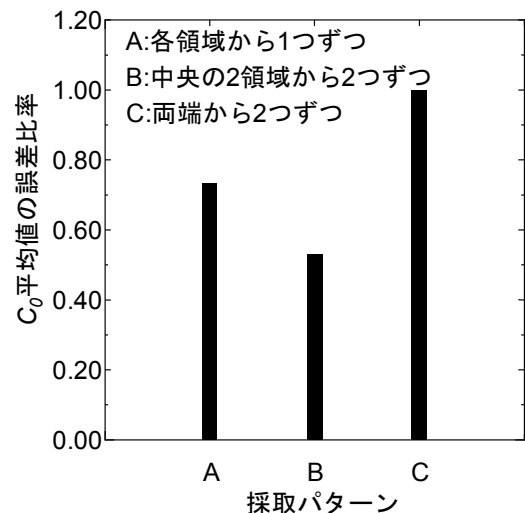
4.2 採取本数の検討

コアを採取する本数の違いにより C_0 , $\ln D_{ap}$ の平均値および標準偏差に与える影響を評価した. ここで, コア 30 本から得られた上記の値を真値とした. 分布形に従った乱数を発生させ, 真値との差分により誤差を評価した. コアを 2 本採取した場合の誤差を 1.0 とし, 各本数との誤差比率を算出した. 図 3 に採取本数と C_0 の平均値の誤差比率との関係を示す.

これより, C_0 について, コアを 2 本採取した場合と比較して 4 本採取した場合は誤差が約 5 割低下した. また, C_0 の標準偏差と $\ln D_{ap}$ の平均値および標準偏差も同様の傾向を示した.

4.3 採取場所の検討

コアを採取する場所の違いにより C_0 , および $\ln D_{ap}$ の平均値および標準偏差に与える影響を評価した. コアを 4 本採取すると仮定し, 供試体を 4 つの領域(部材両端の 2 領域と中央の 2 領域)に分けて, 各領域から 1 本ずつ(A), 中央の 2 領域から 2 本ずつ(B), 両端の 2 領域から 2 本ずつ(C)採取する場合の 3 パターンを検討した. C パターンの誤差を 1.0 とし, それぞ

図4 採取場所による C_0 平均値の誤差比率

れの平均値, 標準偏差の誤差比率を算出した. 図 4 に C_0 の平均値の誤差比率を示す.

これより, 誤差は B パターンにおいて A パターンより約 3 割, C パターンより約 4 割低下し, 最も誤差が小さくなった. 同様に標準偏差の誤差比率を算出すると A パターンおよび B パターンが C パターンに比べ約 4 割低く, A パターンと B パターンに差はあまりなかった. したがって, 採取本数が 4 本の場合, 中央の 2 領域から採取するのが最適と言える. C_0 の標準偏差と $\ln D_{ap}$ の平均値および標準偏差に同様の傾向が見られた.

5. まとめ

本研究の結果, 以下の知見を得た.

- (1) 海洋環境下に位置するコンクリート部材において, C_0 は正規分布, D_{ap} は対数正規分布に近似できる.
- (2) コアを 2 本採取する場合と比べ 4 本採取する場合は, C_0 および $\ln D_{ap}$ の誤差が約 3 割低下する.
- (3) コアを中央領域から採取すると, C_0 および $\ln D_{ap}$ の誤差は, そうでない場合と比べて約 4 割小さくなる.

本研究は科学研究費・基盤研究 (B) (課題番号: 20360195, 研究代表者: 横田弘) の一環として実施した.

参考文献

- 1) 加藤絵万, 岩波光保, 山路徹, 横田弘: 建設後 30 年以上経過した栈橋上部工から切り出した RC 部材の劣化性状と構造性能, 港湾空港技術研究所資料, No.1140, 2006 年