

電気抵抗率による RC 構造物の健全性評価について

電力中央研究所 正会員 ○松井 淳

1. はじめに

著者は、計測が簡便な電気抵抗率による RC 構造物の健全性評価手法の開発を進めている¹⁾。本研究では、電気抵抗率の計測結果に基づき、コンクリート中の物質透過性状を評価する枠組みを提案する。

2. 健全性評価の手順

表 1 に、その概要を示す。Ⅰは最も簡便な手順であり、電気抵抗率または電流密度そのものが耐久性能の指標である。Ⅱは電気抵抗率から、耐久性能の照査に必要な物性値を求めるもので、様々な材料モデルや実験式が提案されている。Ⅲは規準化された室内試験で、物性値を実測する。Ⅳは屋外曝露実験が典型的な例である。当然のことながら、Ⅰが最も廉価であるが、Ⅳが物性値を最も精確に評価するため、費用対効果を考慮して適宜選択されるのが实际的である。

3. 適用例

適用例の一つとして、塩素イオンの侵入に伴う鋼材腐食を対象とした。ここでは、物質透過性状として、コンクリートの見掛けの塩素イオン拡散係数が重要になる。表 2 に示すように、Ⅰは ASTM C1202 に、Ⅲは土木学会の規準試験方法の G571²⁾および G572²⁾に、Ⅳは G573²⁾に、それぞれ該当するが、Ⅱに該当する基準化された手法は見当たらないことから、室内試験および既往の文献調査から実験式を作成した。NORDTEST492 で定義される非定常実効拡散係数(D_{ne})、および G571 等で定義される定常実効拡散係数(D_e)に対して、電気抵抗率を説明変数としてべき乗関数で回帰した結果、ひび割れをエポキシ樹脂で補修した領域¹⁾および長期間供用されてきた RC 構造物中のコンクリートに対する適用結果¹⁾を、それぞれ図 1～図 4 に示す。 D_{ne} が $10\text{cm}^2/\text{年}$ 、 D_e が $1.0\text{cm}^2/\text{年}$ を超えた場合、推定精度が低下するものの、類似の拡散係数を対象とした既往の代表的な研究例³⁾に比べて、良好な結果となっている。さらに、 D_{ne} および D_e を計測するための試験期間についても、同様に電気抵抗率を説明変数として直線で回帰した結果を図 5 および図 6 に示す。試験期間が 100(hr)未満の場合、推定精度が低下する傾向がみられるが、コスト評価上重要な 100(hr)以上の場合では、推定精度は良好である。 D_{ne} および D_e がそれぞれ $10\text{cm}^2/\text{年}$ 、 $1.0\text{cm}^2/\text{年}$ を越える場合、その推定精度が低下する原因は、セメント系材料内部における塩素イオン等の移動に、電気泳動現象以外の因子による影響が卓越してくることを示唆するもので⁴⁾、提案する実験式の改良のための大きな課題の一つといえる。

4. おわりに

前項で示した実験式は、適用性の範囲に関する考察を除き、統計的な手法を適用して作成している。したがって、塩素以外の物質移動に関する評価においても、同様な進め方で、その枠組みの作成が可能と見込まれる。

謝辞：本研究に実施にあたっては、電力 9 社、日本原子力発電（株）、電源開発（株）ならびに日本原燃（株）による電力共通研究の成果の一部を参照した。関係各位に謝意を表する次第である。

参考文献

- 1) 原子力土木委員会：原子力発電所屋外重要土木構造物の構造健全性評価に関するガイドライン 2012, 2012.
- 2) 土木学会：コンクリート標準示方書[規準編]，丸善，2010.
- 3) 皆川ら：コンクリートの電気抵抗率と塩化物イオンの見掛けの拡散係数との関係に関する基礎的研究，土木学会論文集 E，Vol.66，No.1，pp.119-131，2010.
- 4) 松井：鉄筋コンクリート構造物の塩害劣化予測に用いる塩化物イオン実効拡散係数の評価方法の合理化，電力中央研究所報告，研究報告：N12018，2013.

キーワード 電気抵抗率，非破壊検査，健全性評価，維持管理，RC 構造物

連絡先 〒270-1194 千葉県我孫子市我孫子 1646 TEL：04-7182-1181

表 1 健全性評価の手順例

step	内容
I	電気抵抗率
II	電気抵抗率から照査に用いる物性値を推定
III	照査に用いる物性値を計測
IV	実データの取得

表 2 健全性評価の手順例(塩素の場合)

step	内容
I	電気抵抗率または電流密度
II a	電気抵抗率から実効拡散係数を推定
II b	電気抵抗率から拡散係数試験の所要時間を推定
III	各種拡散係数を室内試験で計測
IV	曝露試験等で見掛けの拡散係数を実証

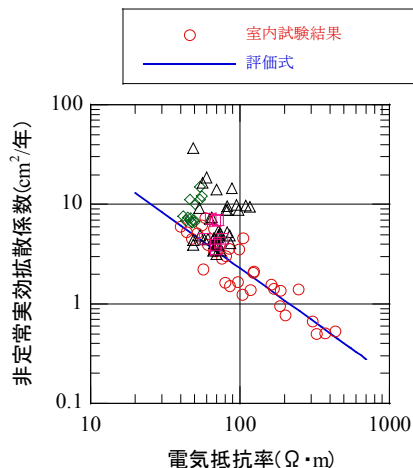


図 1 電気抵抗率と非定常実効拡散係数の関係

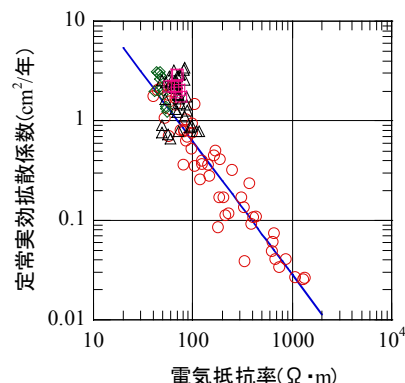


図 2 電気抵抗率と定常実効拡散係数の関係

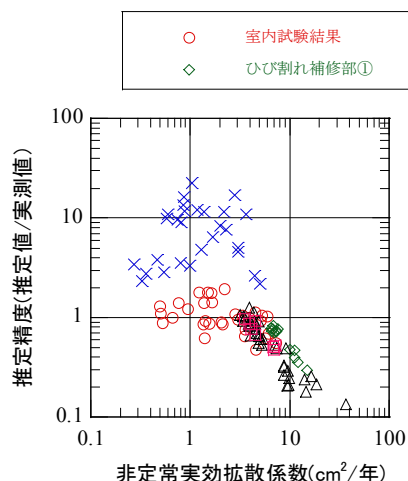


図 3 非定常実効拡散係数の予測精度

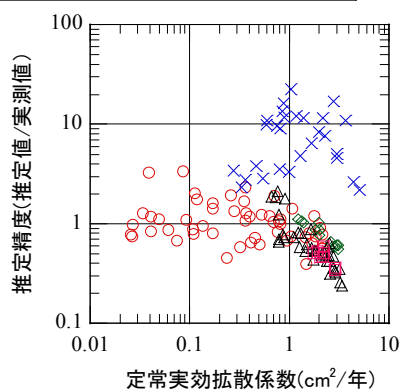


図 4 定常実効拡散係数の予測精度

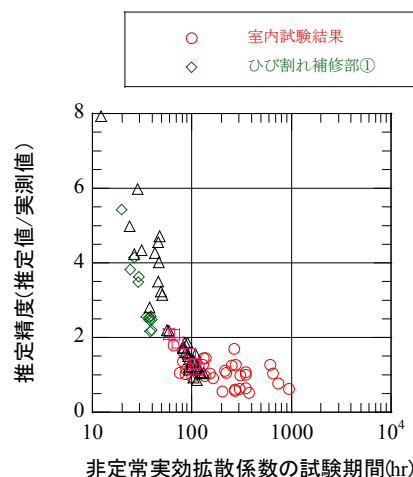


図 5 非定常実効拡散係数の試験期間の予測精度

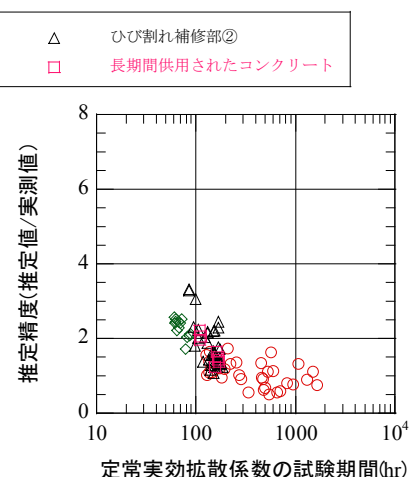


図 6 定常実効拡散係数の試験期間の予測精度