

琉球大学学術リポジトリ

塩害環境下における鉄筋コンクリート構造物の劣化予測に関する研究

メタデータ	言語: 出版者: 山田義智 公開日: 2009-07-22 キーワード (Ja): 塩化物イオン, 有限要素法, 劣化予測, ニューラルネットワーク, HSMAC法, 腐食限界塩化物イオン量, 耐久性, 鉄筋腐食状態, 飛来塩分量, 飛来塩分, 塩分浸透過程, 鉄筋コンクリート構造物 キーワード (En): Durability, Penetrating Process of Chloride Ions, Air Born chlorides, Neural-Network, Chloride Ions, Finite Element Method 作成者: 山田, 義智, Yamada, Yoshitomo メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/11387

塩害環境下における鉄筋コンクリート構造物の
劣化予測に関する研究

(課題番号 13650636)

平成13年度～平成14年度科学研究費補助金(基盤研究(C)(2))研究成果報告書

平成15年5月

研究代表者 山田義智

(琉球大学工学部助教授)

はしがき

コンクリート構造物は、その優れた耐久性と耐震性より、社会資本として信頼され、数多くの建造物に採用されてきた。しかし近年、骨材資源の枯渇に伴う海砂への依存および海洋環境へのコンクリート構造物の進出等により、鉄筋コンクリート構造物の塩害による劣化事例が社会的に大きくクローズアップされ、その耐久性が再考されている。

コンクリート中に塩化物イオンが侵入する経路は、海砂、練り混ぜ水およびその他の材料等に伴って混入される場合(以後、内部塩化物と称す)と、コンクリート硬化後、海水のしぶきや海から風により内陸部に運ばれてくる海塩粒子・海水滴が表面に付着し、浸透・拡散によってコンクリート内に入ってくる場合(以後、外部塩化物と称す)が考えられる。

特に、沖縄県のように、四方を海に囲まれ、飛来塩分がほぼ県全域にもたらされる環境下にある鉄筋コンクリート構造物においては、建設時の塩分管理だけでは塩害を防ぐ解決にはならず、外部塩化物による塩害で鉄筋コンクリート構造物の損傷が顕在化する可能性が考えられる。

このように厳しい塩害環境下に建設された鉄筋コンクリート構造物は、鉄筋腐食に起因する早期劣化が大きな問題になってくる。海岸付近で、飛来塩分量の多い塩害環境下におけるコンクリートは、コンクリート中に塩化物イオンが浸透・蓄積し、鉄筋周辺で短期間に高濃度となり、鉄筋の腐食を促進させる。したがって、飛来塩分量とコンクリートに浸透する塩化物イオン量の関係、コンクリート中での塩化物イオン量の分布状況を把握すること等は、鉄筋コンクリート構造物の耐久診断および耐久設計において重要な問題である。しかし、飛来塩分量とコンクリートに浸透・蓄積する塩化物イオン量や、コンクリート中での塩化物イオン量分布についての資料は少ないのが現状である。また、実験的に様々な条件下で資料を構築するには長時間を要するため、解析的にこれらの知見を得ることが望まれている。

そこで、本研究では、飛来塩分解析の手法を示し、沖縄県宜野湾市伊佐地区を例に解析を行った。得られた解析結果は実測値と比較して、本解析手法の有用性を確認した。また、建物周りの風速場を解析的に再現し、建物のどの部分に飛来塩分の作用が大きいかを定性的に示し、実測値との比較を行った。続いて、データベース的能力に汎化能力を併せ持つシステムであるニューラルネットワークを用いて、コンクリート表面を介して内部に浸透する塩化物イオンのフラックス量を求める手法を示し、この境界条件(塩化物イオンのフラックス量)を用いた塩化物イオン浸透解析を有限要素法にて行う手法を示した。

さらに本研究では、内陸部における飛来塩分量を解析的手法により予測し、その飛来塩分量を条件に、ニューラルネットワークと有限要素法により、コンクリート中への塩化物イオン浸透量を予測する手法を示した。

本研究で開発された上記の手法は、塩害環境下における鉄筋コンクリート構造物の劣化予測に役立つとの期待される。

研究組織

研究代表者：山田義智（琉球大学工学部環境建設工学科助手（平成14年12月より助教授））

交付決定額（配分額）

（金額単位：千円）

	直接経費	間接経費	合計
平成13年度	1,900	0	1,900
平成14年度	600	0	600
総計	2,500	0	2,500

研究発表

口頭発表

- * 仲地司，山田義智：内陸部における飛来塩分量の予測シミュレーション（沖縄県宜野湾市の伊佐地区を例として），日本建築学会九州支部研究報告，第42号，pp.161-164，2003.
- * 長嶺健吾，SORN Viar，山田義智，大城武：フライアッシュを細骨材の一部代替として用いたコンクリートの塩化物イオン浸透性状と鉄筋の防食性に関する研究- その2. 鉄筋の防食性 -，日本建築学会九州支部研究報告，第42号，pp.5-8，2003.
- * 長嶺健吾，山田義智，大城武：Neural Network による塩分浸透解析の境界条件設定，日本建築学会大会学術講演梗概集（北陸），A-1，pp.591-592，2002.

- 目次 -

第1章 序論	
1-1. 研究の背景と目的	・・・ 1
1-2. 既往の研究	・・・ 3
1-2-1. 飛来塩分量に関する既往の研究	・・・ 3
1-2-2. コンクリート中への塩化物イオンの浸透に関する既往の研究	・・・ 4
参考文献	・・・ 7
第2章 飛来塩分解析	
2-1. 目的	・・・ 9
2-2. 飛来塩分に関する移流拡散方程式の誘導と離散化	・・・ 10
2-2-1. 移流拡散方程式の定式化	・・・ 10
2-2-2. 移流拡散方程式の有限要素法による離散化	・・・ 12
2-3. 飛来塩分量の解析値と実測値の比較	・・・ 14
2-4. HSMAC法による建物周りの風速場の計算と飛来塩分量の定性的な関係	・・・ 22
2-4-1. HSMAC法について	・・・ 22
(1). MAC法	・・・ 22
(2). HSMAC法	・・・ 24
2-4-2. 解析事例	・・・ 26
2-5. まとめ	・・・ 32
参考文献	・・・ 33
第3章 ニューラルネットワークと有限要素法の併用による塩化物イオン浸透量予測	
3-1. 目的	・・・ 34
3-2. ニューラルネットワークの構築	・・・ 35
3-2-1. NN-1システムの構築方法	・・・ 36
3-2-2. NN-2システムの構築方法	・・・ 38
3-3. 有限要素法による塩分浸透解析	・・・ 42
3-4. 解析値と実測値の比較	・・・ 44
3-5. まとめ	・・・ 57
参考文献	・・・ 58

第4章 数値計算による内陸部におけるコンクリート中への塩化物イオン浸透量の予測	
4-1. 目的	・・・ 59
4-2. 内陸部における飛来塩分量の予測	・・・ 59
4-2-1. 解析事例	・・・ 59
4-2-2. 考察	・・・ 73
4-3. 塩化物イオン浸透量の予測	・・・ 77
4-3-1. 解析事例	・・・ 77
4-3-2. 考察	・・・ 120
4-4. まとめ	・・・ 125
参考文献	・・・ 126
第5章 結論	・・・ 127

関連文献