Microsoft Access を用いた RC 橋の塩害対策データベースの開発と危険度判定

長岡工業高等専門学校専攻科　学生会員　○荒川　岳
長岡技術科学大学大学院　学生会員　白田　幸忠
豊橋技術科学大学　笠原　崇佑
長岡工業高等専門学校　正会員　井林　康

1. 背景と目的

これまで鉄筋コンクリート構造物に対する劣化や耐久性に関する研究・調査は数多く実施されてきているものの，有効な知見が必ずしも集約されているとは言えない．本研究では，数ある鉄筋コンクリートの劣化事例の中から，塩害に関して Microsoft Access を用いてデータベースを構築し，塩害対策を目的とした基礎的な検討を行い，既往の研究にある塩害の耐久性評価式についての検討も行った．

2. 塩害項目

塩害劣化の進行を，コンクリート表面に変化が見られない潜伏期・進展期の「鉄筋の腐食発生」と，コンクリート表面に外的変化を確認できる加速期・劣化期の「腐食ひび割れ発生」の 2 つに分けて考え，土木学会の「コンクリートの耐久性に関する現状とデータベース構築のためのフォーマットの提案」[1]を参考に，判定までのステップごとに**図-1** のような項目を設定した．

3. データベースの機能

本データベースは基本的に，閲覧･検索画面・危険度判定・入力画面・ヘルプといった 4 つの画面で構成される．検索･閲覧画面は，構造物ごとに塩化物イオン量など各項目の情報を入力・検索・閲覧が可能であり，加えて構造物の写真や，大まかな位置を把握できる地図の表示機能などを作成した．また，構造物ごとに詳細な情報を表示させることもできる．印刷を選ぶと詳細情報を印刷することが可能で，エクスポートを選ぶとその情報を Excel ファイルとして保存することができる．

危険度判定については，塩害を **2.** で設定した段階で分け，さらに示方書[維持管理編][2]を参考に，潜伏期・進展期・加速期～劣化期と分類した．潜伏期と進展期は塩化物イオン量 1.2kg/m^3 で区分し，進展期と加速期は劣化ひび割れの有無で線引きを行った．橋梁名(部位)・都道府県名・使用年月日・暴露環境・海岸からの距離・写真・欠陥種別・塩化物イオン量が 3 つの危険度判定画面に表示され，腐食ひび割れ発生では，残存開口幅・かぶり厚さ・環境条件の係数が加えて表示される．

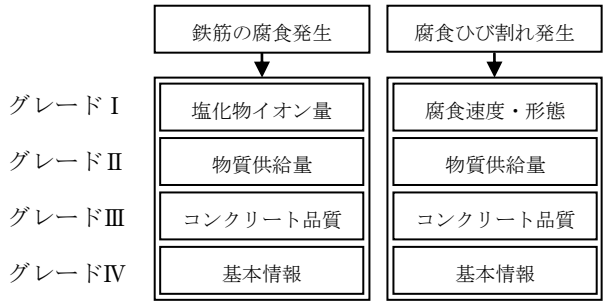

図-1 塩害項目

4. 危険度判定

4.1 式の導入

データベースに入力するデータは，既往のサンプルデータを用いたが，危険度判定に用いる塩化物イオン量が測定されてないケースが多くあった．そこで，示方書式，森川ら[3]，前田ら[4]，岡村ら[5]の論文より 4 つの式を用いて，拡散係数等から塩化物イオン量を求め，実際に測定された塩化物イオン量と比較し，式の妥当性を検討した．

示方書式：

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

x:表面からの距離(cm)，t:暴露期間(year)

キーワード　データベース，塩害，　Microsoft Access，危険度判定
連絡先　〒940-8532 新潟県長岡市西片貝町 888　長岡工業高等専門学校　環境都市工学科 Tel:0258-34-9271

C(x,t):表面からの距離xにおける暴露期間tのときの塩化物イオン濃度(kg/m^3)，C_0:コンクリート表面における塩化物イオン濃度(kg/m^3)，D:塩化物イオン拡散係数(cm^2/year)

森川らの式[3]：

$$C_d = C_0\left\{1-erf\left(\frac{0.1\cdot c}{2\sqrt{D_d\cdot t}}\right)\right\} \quad (2)$$

C_d:鋼材位置における塩化物イオン濃度(kg/m^3)　，c:かぶり(cm)，D_d:塩化物イオンに関する見かけの拡散係数(cm^2/year)

前田らの式[4]:

$$C(x,t) = 2A\left[\sqrt{\frac{t}{\pi D}}\cdot\exp\left(-\frac{x^2}{4Dt}\right)-\frac{x}{2D}\left\{1-erf\left(\frac{x}{2\sqrt{Dt}}\right)\right\}\right] \quad (3)$$

A:単位時間あたりにコンクリート表面に付着する塩化物イオン濃度(kg/m^2/year)

岡村らの式[5]:

$$C(x,t) = C_0\left[\exp\left(-\frac{x^2}{4D\cdot t}\right)-\frac{x\sqrt{\pi}}{2\sqrt{D\cdot t}}\left\{1-erf\left(\frac{x}{2\sqrt{Dt}}\right)\right\}\right] \quad (4)$$

4.2 予測値を用いた塩害危険度判定の結果

構造物サンプルデータ計 121 個を設定した塩害危険度判定基準で評価を行った結果を**図-2** に示す．判定を行った結果，示方書式，前田らの式，岡村らの式では潜伏期が 60%以上を占めるという結果になったが，森川らの式のみ他の予測式と異なり，進展期の判定結果が潜伏期よりも多く，また他の式では判定されなかった加速期以降にあるものの判定も検出された．なお，判定不能のサンプルは，判定に用いているデータが入力されていない，ひび割れは生じているが塩化物イオン濃度が腐食発生限界に達していない等の理由で，判定基準に当てはまらないことから判定不能となった．

4.3 予測式の適合性の検討

実測値の調査データとしては山口県下関市の構造物調査データを用いた．コンクリート造(Y1～4 梁 Y5～Y6 スラブ)の構造物で，暴露期間は 30 年，暴露環境は飛沫帯，干満帯であり，塩化物イオン供給源は海洋である．結果を**図-3** に示す．これより，この条件の場合では示方書式が最も予測に適していることが判明した．

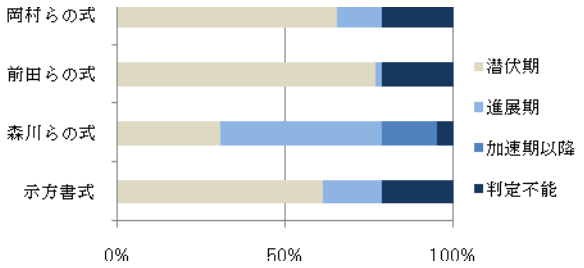

図-2 各予測式で算定した塩化物イオン濃度

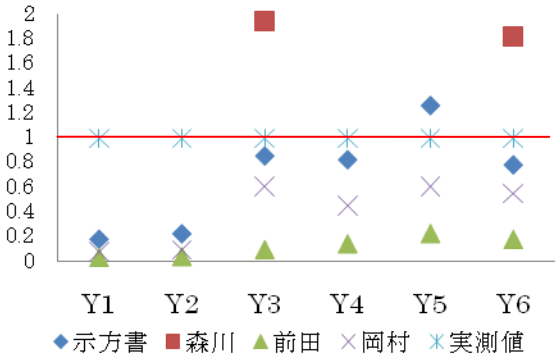

図-3　実測値との比較結果

5. まとめと今後の改良点

本研究では基本的な機能を持ったデータベースの構築を行い，塩化物イオン量等からの危険度判定機能の作成を行った．今後は危険度判定基準の検討をさらに行い，実在のデータを入力して検討を行う予定である．なお，データベースはネットワークを通じて入力可能なシステムとし，研究機関や建設事業などへのデータベースの普及率を高めることが将来的な目標である．

参考文献

1) 土木学会:コンクリートの耐久性に関する研究の現状とデータベース構築のためのフォーマットの提案　2002

2) 土木学会:コンクリート標準示方書[維持管理編] 2001

3) 森川英典，森田祐介，小島大祐：不確定性を考慮した塩害劣化RC橋における劣化および安全性の評価，土木学会論文集No.809/V-70,pp117-130,2006.2

4) 前田聡，武若耕司，山口明伸：塩害データベースを用いたコンクリート中への塩化物イオン拡散係数の定量評価，土木学会論文集No,760/V-63，109-120,2004.5

5) 岡村甫，小窪幸恵：塩害を受けるコンクリート道路橋の耐久性評価，高知工科大学2005年度成果報告，http://www.kochi-tech.ac.jp/coe21/result/pdf.2005/22_1_3.pdf (URLは2008/04/02時点で確認されたものとする)