

RCの塩害劣化寿命予測システムの適用性について

鹿島技術研究所 正会員 横関 康祐
同 上 正会員 古澤 靖彦

1. はじめに

塩害による構造物の劣化進行程度を正しく把握することは、劣化の程度に応じた補修・補強などの対策を効率的に行う上で重要である。筆者らは、塩害による劣化を想定した室内試験結果・暴露試験結果・解析的検討をバックデータとして、RCに腐食によるひび割れが発生するまでの期間（寿命）を推定するシステムを構築した。本報告では、塩害による劣化を受けた構造物に対するはつり、コア抜きなどを伴う実調査を実施した結果と、システムによる予測結果の比較を通じて、その適用性を検証した結果を述べる。

2. 塩害劣化寿命予測システムの概要

本システムは塩害が図-1に示す経緯で進行すると考え、表-1に示す要因を入力データとして、塩分浸透期間 T_0 を Fick の拡散則に、ひび割れの進展期間 T_1 を弾塑性 FEM ひび割れ進展解析に基づき算定するものである¹⁾。RC構造物の寿命は、腐食ひび割れ発生以降の劣化速度が極めて大きいことを考慮して、 T_0 と T_1 の和で定義している。システムはパソコンを用いた対話入力型のソフトウェアとなっている。

3. 構造物の概要と入力条件

今回、システムによる寿命推定を行った構造物は1981年に建設された海水の貯留・循環槽で、最も簡略化して示すと図-2のように矩形箱形の壁・天井を内部柱・梁が支える構造となっている。柱高は5m程度で、底板から80cm程度の高さまでは常時海水が貯留される。構造物内には海水がシャワー状に流入するため、喫水部より上部は海水飛沫の影響を受け、その度合は位置が高くなるほど小さくなる。このように、本構造物は部材・位置によって塩害環境として考慮すべき条件が異なり、また、鉄筋径・間隔などの設計条件も異なるため、システムの入力条件も部材・環境に応じて変化させ、柱・底板については、かぶりも入力の変動要因として予測を実施した。表-2に、部材毎の環境・設計条件に対応したシステムの入力条件、共通条件を示す。

構造物は、構築後15年を経過して内部の柱を中心にクラック、錆汁の浸出、浮きなどの劣化現象が顕著となったもので、調査項目は①目視観察（ひび割れ、錆汁の状況等）、②鉄筋状況調査（はつりによる直接観察、かぶり深さ、断面減少率測定）、③圧縮強度、④含有塩分量測定であり、破壊検査を伴う項目（②～

④）は劣化程度や塩害環境条件の異なる部位から代表的な位置を選択して実施された。なお、強度試験結果はシステムの入力値となる。

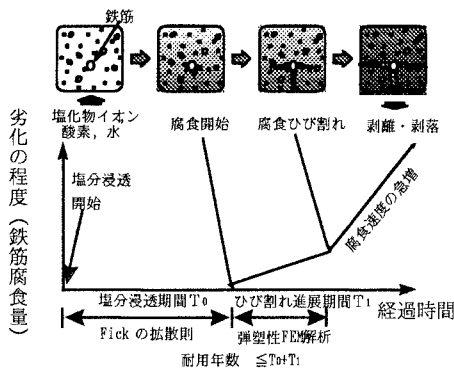


図-1 塩害劣化の進行過程

表-1 MS LIFE 入力データ

入力条件	入力値の種類
配合条件	セメント種類、水セメント比、圧縮強度 初期混入塩化物イオン量
環境条件	設置位置（海中、干満、飛沫）、環境温度 打設方向と塩分浸透方向
設計条件	かぶり、かぶり誤差、鉄筋間隔、鉄筋径 構造物（部位）種類（スラブ、梁、柱など）
その他	クリープ係数、腐食生成物の体積膨張率 腐食角度

キーワード；コンクリート、劣化、寿命、塩害、評価・診断、拡散則、FEM、弾塑性解析

〒182 東京都調布市飛田給2-19-1 TEL 0424-89-7071 FAX 0424-89-7073

表-2 システムの入力条件および寿命予測結果

部材毎に固有の入力条件						寿命予測結果(年)			
部材	塩分浸透 方向	設置 位置	対象筋	鉄筋径 (mm)	鉄筋間隔 (mm)	かぶり (mm)	T ₀	T ₁	寿 命
底版	垂直	海中	主筋	19	200	40	1	194	195
						60	3	386	389
						80	5	514	519
柱	水平	干満 飛沫帯	主筋	25	115	40	1	6	7
						60	3	11	14
						80	5	13	18
		7-7°筋	13	100	30	1	5	6	
					45	2	11	13	
					60	3	16	19	
梁	垂直	干満 飛沫帯	主筋	19	230	60	3	11	14
						80	5	23	28
			7-7°筋	13	250	60	3	22	25
共通入力条件									
セメント種類；フライッシュ15%（B種相当），水セメント比；46.2%，圧縮強度；38.5N/mm ² ，初期塩化物；0kg/m ³ ， 環境温度；21.8℃，7-7°係数；0.4，腐食生成物体積膨張率；3.2，腐食角度；360°									

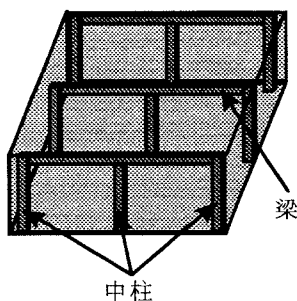


図-2 構造物簡略図

これは、酸素の供給量の差による腐食速度の相違によるもので、海中条件で酸素の供給が海水中の溶存酸素のみに限定される底版では腐食速度が極めて小さくなり、飛沫帯・干満帯に区別される柱・梁では、気中からコンクリートを浸透して酸素が充分供給されて腐食速度が海中の場合の100倍以上となるためである。表-2の寿命予測結果と構造物材令（15年）から、現時点での劣化状況として、①底版については耐久性上問題なし、②柱についてはかぶりの大小によってすでに部分的に腐食ひび割れが生じている、③梁はかぶりが大きければ健全と推定される。この予測結果は、表-3に示した調査結果、①底版には目視によっても異常が観察されていない、②柱のかぶりの小さい部分にはクラックや浮きが観察されている、③梁のかぶりは大きく被害は観察されていない、に良く一致する。なお含有塩分量測定は、主に柱について高さ別に実施したが、海水噴水付近から高さ2 m程度までの海水の影響の大きい領域で鉄筋位置の塩分が、本システムで定められる限界腐食量（0.6kg/m³）の5倍程度の値を示し、予測システムでT₀が極めて短いと算定されたことにも一致する。

4. まとめ

塩害により劣化した実構造物の調査と、塩害劣化寿命予測システムによる評価の比較を通じてシステムの適用性を検証した。特にシステムは、環境条件・施工条件の相違による劣化の有無を精度良く予測・評価できることが示された。今後も予測精度の向上を目的として、実構造物の調査・比較検討を行う予定である。

<参考文献>

1)横関；防錆管理，vol.40，No.7，pp.237-239，

1996

3. 調査結果と予測結果の比較

予測結果を表-2

右に、調査結果の一部を表-3に示す。なお圧縮強度については、部材毎の変化が小さかったため平均値をシステム入力値とした。表-3より、底版の寿命予測値はかぶりが小さいケースでも極めて長く、柱・梁ではかぶりが大きいケースでも短くなっている。

表-3 調査結果

調査項目	結果				
目視観察	底版；変状無し				
	柱；噴水から高さ3.6m程度の位置までに集中してひび割れ、錆汁、浮きが顕著				
鉄筋状況調査	梁；変状無し				
	部位と位置	柱			梁
		下部	中部	上部	
	かぶり	46mm	55mm	73mm	70mm
	直接目視	主筋；フシ一部欠損 7-7°；全面断面欠損	主筋；部分浮錆 7-7°；全面断面欠損	主筋；健全黒皮 7-7°；健全黒皮	主筋；7-7°とも健全
	断面減少率(%)	主筋；0 7-7°；31.2	主筋；0 7-7°；13.0	主筋；0 7-7°；7.7	