

再生骨材コンクリートの塩害劣化予測とLCAに関する一考察

早稲田大学大学院 石塚直久 早稲田大学 堂園菜緒子

早稲田大学 武田優人 早稲田大学 フェロー 関博

1. はじめに

塩害を受けるRC構造物の劣化予測にはコンクリートの塩化物イオン拡散係数が必要である．ところで2002年制定コンクリート標準示方書〔施工編〕にはセメントの違いによって、拡散係数がW/Cの関数として示されているが、使用骨材による拡散係数の違い等については記述されていない．そこで、骨材の違いによる拡散係数を求め、それを基にした塩害劣化予測とLCA評価を行なった．

2. 実験方法

本研究では再生骨材を対象として、表-1に示す骨材の組合せで供試体を作成し、強度試験とJSCE-G571-2003¹⁾に示される、電気泳動によるコンクリート中の塩化物イオンの実効拡散係数試験を行なった．使用骨材の物性と供試体のコンクリートの配合を表-2および表-3に示す．

表-1 骨材のパラメータ

	粗骨材		細骨材	
	普通(V)	再生(R)	普通(v)	再生(r)
Vv-55	○		○	
Rr-55		○		○
Rv-55		○	○	
Vr-55	○			○

表-2 骨材の物性

	密度: ρ_s (g/cm ³)	吸水率 (%)	実積率 (%)	粗粒率
普通粗骨材	2.64	0.49	60.23	6.38
普通細骨材	2.56	1.90	66.41	2.81
再生粗骨材	2.57	1.79	60.79	6.44
再生細骨材	5.97	2.32	63.20	3.31

表-3 コンクリートの配合

供試体名	粗骨材の 最大寸法 (mm)	スランブ (cm)	W/C (%)	空気量 (%)		s/a (%)	単位量 (kg/m ³)				
				電気泳動	強度試験		W	C	S	G	混和剤 (ℓ)
Vv-55	15	7	55	7.5	7.5	49.6	183	332	857	886	3.8
Rr-55	15	6	55	6.5	9.0	49.6	183	332	856	875	2.3
Rv-55	15	8	55	6.8	5.0	52.1	186	339	840	824	1.9
Vr-55	15	7	55	5.0	4.0	52.1	195	354	823	818	4.4

注：Wは混和剤溶解溶液を含んだ値である．

3. 実験結果

圧縮強度試験の結果を表-4に示す．これによると骨材の相違による明確な差は認められなかった．

表-4 圧縮強度試験の結果

	Vv-55	Rr-55	Rv-55	Vr-55
28日・圧縮強度 [N/mm ²]	40.7	38.6	38.2	37.9

電気泳動試験の結果から得られた見掛けの拡散係数を図-1に示す．本図では文献1)に示されている拡散係数も併せて示している．

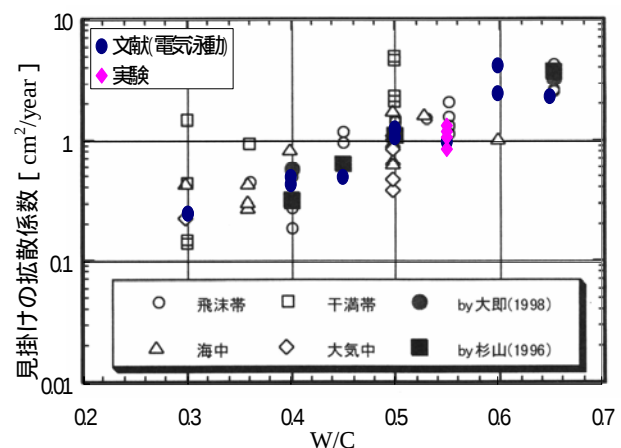


図-1 見掛けの拡散係数とW/Cの関係

図-1に示したように本実験で得られた結果は、既往の研究の結果とほぼ類似しており、本実験で得られた結果は十分照査に利用できることがわかる．

4. 塩害劣化の予測

今回の実験で得られた拡散係数を利用し、塩害環境下にあるRC栈橋を対象として、外部から浸透する塩化物イオンにより鉄筋の腐食が開始するまでの時間をFickの拡散方程式²⁾により算定した。

計算結果を表-5に示す。

表-5 劣化予測の結果

鉄筋の腐食開始時期 [年]			
Vv-55	Rr-55	Rv-55	Vr-55
7.1	10.0	6.4	8.0

表-5より、劣化予測の結果は最大でも3.5年程度の差しかないことがわかる。これは、今回劣化予測に用いた条件下での鉄筋の腐食開始時期と見掛けの拡散係数との関係が、図-2の枠内で示す変動の少ない範囲にあるためである。

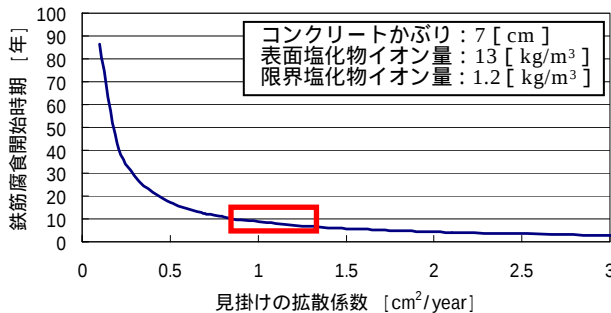


図-2 見掛けの拡散係数と腐食開始時期との関係

5. LCAの評価

実験の結果から、4つのシリーズすべてで強度、劣化予測の結果ともに大きな相違は認められない。このため、どのシリーズの配合でも同等の品質の構造物が施工できるとものと仮定して、LCA評価を行なった。すなわち、RC栈橋の材料製造、建設と解体撤去時に排出されるCO₂、SO_x、NO_x、ばいじんの排出量原単位を用いて、インベントリ分析とLIMEによる統合化評価を行なった。

インベントリ分析(LCCO₂)の結果とLIMEによる統合化の結果を図-3および図-4に示す。

図-3、4より、再生骨材を使うことによる環境影響評価に対して有意な差はないことがわかる。

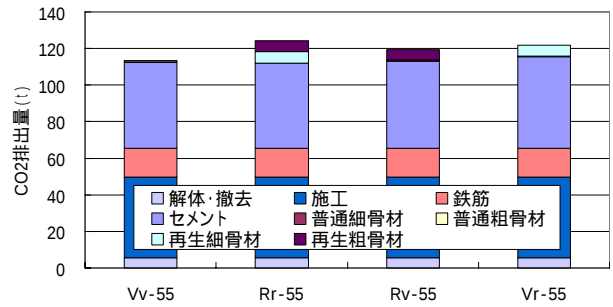


図-3 骨材の組合せとLCCO₂の関係

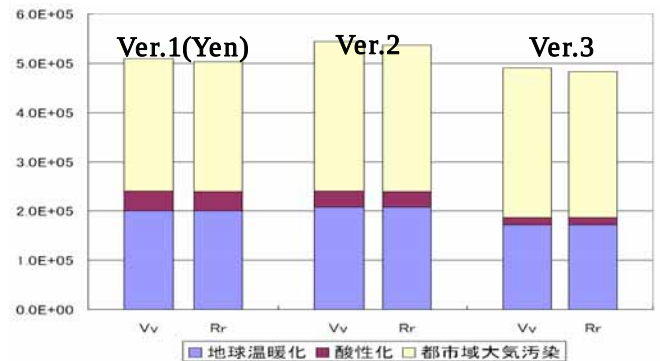


図-4 LIMEによる統合化係数

5. まとめ

今回使用した再生骨材の範囲では、以下の事項が明らかとなった。

- (1) 骨材の違いによる拡散係数の若干の差が劣化予測に及ぼす影響は、ほとんど認められなかった
- (2) RC栈橋の材料製造から解体撤去に至るLCMの評価では、骨材の違いによる環境負荷に有意な差は認められなかった。

本研究は、早稲田大学特定課題研究助成費(2007B-096)によって実施したものである。(株)三菱マテリアルテクノにはいろいろとご協力頂いた。ここに関係者各位に感謝の意を表す次第である。

【参考文献】

- 1) コンクリート技術シリーズ55 コンクリートの塩化物イオン拡散係数試験方法の制定と基準化が望まれる試験方法の動向, 土木学会, 2003年
- 2) コンクリート標準示方書[施工編], 土木学会, 2002年

キーワード LCA, LIME, 再生骨材, 拡散係数, 劣化予測

連絡先 〒169-8555 東京都新宿区大久保3-4-1 51号館 1609室 TEL03-5286-3407