

ビニロン繊維補強モルタルの塩害に対する耐久性

東海コンクリート工業(株) 正会員 犬飼 利嗣 瀧上工業(株) 非会員 亀山 誠司
東海コンクリート工業(株) 非会員 中島 義信 瀧上工業(株) 正会員 松村 寿男

1. はじめに

道路橋などの壁高欄の施工には、工期の短縮や作業空間の制約から埋設型枠工法が採用されることがある。筆者の一部等が開発したPCF壁高欄工法^{1),2)}もその一つで、薄肉とした埋設型枠²⁾にはビニロン繊維補強モルタル(以下、VFRC)を用いている。VFRCは、低水結合材比であることから、これを埋設型枠とした壁高欄は耐久性が向上すると考えられる。そこで、VFRCの耐久性について検証することとした。前報³⁾では、VFRCは凍害および中性化に対し、極めて大きな耐久性を有することを報告した。本報では、塩水浸せき⁴⁾とEPMA法⁵⁾より求めた塩化物イオンの濃度分布と見掛けの拡散係数から、VFRCの塩害に対する耐久性について報告する。

2. 実験方法

2.1 試験体の概要

試験体(40×40×160mm)は、VFRCと比較検討用とした場所打ち壁高欄に打ち込まれる普通コンクリート(以下、NC)を用いた2種類とした。VFRCおよびNCの配合を表-1に示す。材齢28日まで標準水中養生した試験体を乾燥し、型枠面の1面(40×160mm)を除く5面をタールエポキシ樹脂でコーティングした。タールエポキシ樹脂が硬化した後、10%の濃度としたNaClの水溶液に6箇月間浸せきした⁴⁾。

2.2 EPMAによる面分析

試験体を塩水の浸せき方向に切断し、40×40×10mmの分析片を採取した。分析片を真空乾燥後、分析面(40×40mmの面)を平坦に研磨した。EPMAによる分析条件は、加速電圧15kV、プローブ電流量100nA、測定時間40ms/pointとし、ピクセルサイズおよびプローブ径は50μmを基本とした⁵⁾。面分析の測定は、VFRCでは中央部10mmを浸せき方向に10mmまで(200×200ピクセル)、NCでは中央部10mmを浸せき方向に40mmまで(200×800ピクセル)行った。

2.3 全塩化物イオンおよび塩化物イオンの見掛けの拡散係数の計算

塩化物イオンの濃度分布を拡散方程式(Fickの第2法則)の解析解である式(1)を用い、各深さ位置(浸漬面からの各距離)で測定されたCl⁻質量濃度平均値を最小自乗法により回帰分析し、表面の全塩化物イオンおよび見掛けの拡散係数を算出した。

$$C(x, t) - C_i = C_{a0} \left\{ 1 - \operatorname{erf} \left[\frac{x}{2\sqrt{D_{ap} \cdot t}} \right] \right\} \quad (1)$$

ここに、 x : 浸せき面から全塩化物イオンを測定した箇所までの距離(cm)、 t : 浸せき期間(年)、 $C(x, t)$: 距離 x (cm)、浸せき期間 t (年)において測定された単位質量あたりの全塩化物イオン(%), C_{a0} : 浸せき法による表面の全塩化物イオン(%), C_i

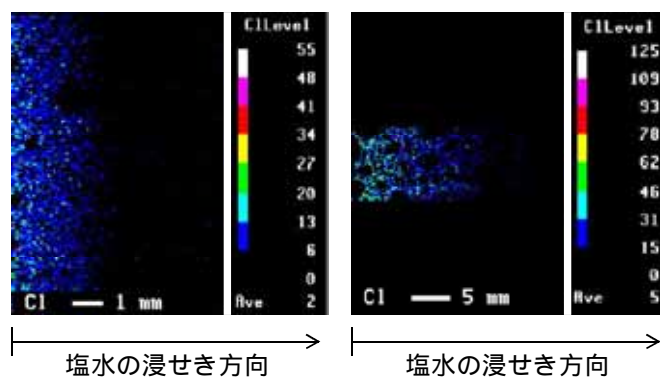
表-1 配合

(a) VFRC

W/B	単位量 (kg/m³)								
(%)	W	C	S	FA	SF	AD	AE	SR	VF
21.8	302	970	267	374	42	34.6	0.55	19.4	42

(b) NC

W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)					
		W	C	S1	S2	G	AD
51	44.4	162	318	492	318	1032	0.636



(a) VFRC

(b) NC

写真-1 Cl⁻の面分析結果

:初期に含有される単位質量あたりの全塩化物イオン (%) , D_{ap} :見掛けの拡散係数($\text{cm}^2/\text{年}$) , erf :誤差関数

3. 実験結果および考察

3.1 面分析および Cl^- の濃度分布

写真-1に Cl^- の面分析結果を、図-1に Cl^- の濃度分布を示す。写真および図から分かるように、 Cl^- の浸透深さはVFRCでは極めて小さく0.4cm程度である。一方、NCでは、2.5cm程度にまで達している。これは、硬化体組織の緻密さの違いによるもので、低水結合材比であるVFRCの硬化体組織は、NCの硬化体組織と比較して、極めて緻密であることが確認できる。

3.2 全塩化物イオンおよび塩化物イオンの見掛けの拡散係数

表面の全塩化物イオン(C_{ao})、および塩化物イオンの見掛けの拡散係数(D_{ap})を表-2に示す。VFRCの C_{ao} および D_{ap} は、NCと比較して、いずれも小さな値を示している。とくに D_{ap} は極めて小さく、NCの1/27程度の値となっている。表-3は、本実験で得られた D_{ap} を用い、文献6)に準拠して鋼材位置における塩化物イオン濃度が鋼材腐食発生限界濃度に達する年数を表したものである。VFRCの塩害に対する耐久性は極めて大きく、飛沫帯における鋼材位置が30mmでは、塩化物イオン濃度が鋼材腐食発生限界濃度に達するのは20年以上となっている。

4. まとめ

本報では、塩化物イオンの濃度分布と見掛けの拡散係数から、VFRCの塩害に対する耐久性について検証した。実験結果をまとめると以下ようになる。

- 1)VFRCの Cl^- 浸透深さは0.4cm程度であり、NCと比較して硬化体の組織は極めて緻密である。
- 2)VFRCの塩化物イオンの見掛けの拡散係数は極めて小さく、NCの1/27程度である。
- 3)VFRCの塩害に対する耐久性は極めて大きく、飛沫帯における鋼材位置が30mmでは、塩化物イオン濃度が鋼材腐食発生限界濃度に達するのは20年以上である。

【参考文献】

- 1)村田 茂, 亀山誠司: 重量交通上でのPCF壁高欄施工事例報告 - 天満川ランプ橋 -, 技報たきがみ, Vol.21, pp.15-19, 2003
- 2)プレストレストコンクリート床版研究プロジェクトチーム: 短繊維補強モルタルを用いた新型PCF壁高欄型枠の開発, 技報たきがみ, Vol.22, pp.67-75, 2004
- 3)亀山誠司: PCF壁高欄工法(VFRC)の耐久性能と設計条件 - PCF版の耐久性試験の実施報告と設計条件 -, 技報たきがみ, Vol.24, pp.1-15, 2006
- 4)JSCE-G 572-2003「浸せきによるコンクリート中の塩化物イオンの見掛けの拡散係数試験方法(案)」, コンクリート標準示方書[基準編], pp.275-279, 2002.3
- 5)JSCE-G 574-2005「EPMA法によるコンクリート中の元素の面分析方法(案)」, 土木学会論文集E, Vol.62, No.1, pp.246-259, 2006.2
- 6)コンクリート標準示方書[施工編], pp.24-28, 2002.3

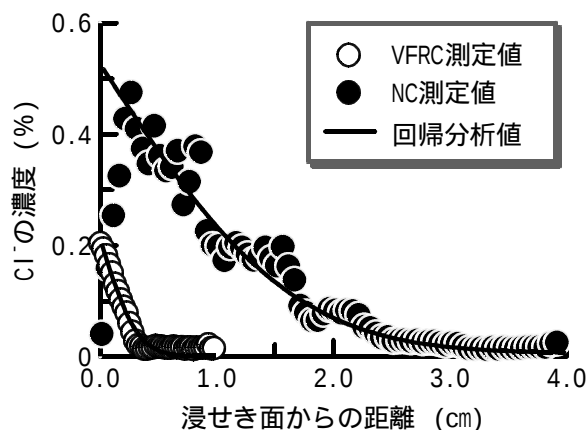


図-1 Cl^- の濃度分布

表-2 表面の全塩化物イオンおよび塩化物イオンの見掛けの拡散係数

試験体の種類	C_{ao} (%)	D_{ap} ($\text{cm}^2/\text{年}$)
VFRC	0.212	0.0621
NC	0.519	1.66

表-3 鋼材位置における塩化物イオン濃度が鋼材腐食発生限界濃度に達する年数

鋼材位置 c (mm)	海岸からの距離 (km)	表面濃度 C_o (kg/m^3)	到達年数 t (年)	
			VFRC	NC
30	飛沫帯	13.0	22	1未満
	汀線付近	9.0	27	1
	0.1	4.5	45	1
	0.25	3.0	69	2
	0.5	2.0	133	5
	1.0	1.5	200以上	10