

直交ひび割れを有するモルタルのひび割れからの塩分浸透

日本大学 正会員 ○齊藤 準平

日本大学 正会員 下邊 悟

1. はじめに

道路橋のような RC 構造物は交通輪荷重による疲労損傷と塩害を同時に受けると著しい鉄筋腐食が生じ、構造的機能を失う恐れがある。それに対し維持補修を適切なタイミングで効率的に行うためには、現状の損傷状態における塩分浸透特性を適切に評価し、補修・補強の必要性を的確に見極めることが重要となる。

ここでは、RC 床版に多く見られる直交ひび割れからの塩分浸透特性を把握するために、ひび割れを有するコンクリートにおけるひび割れ周囲のコンクリートの塩分浸透特性を明確にすることを目的として、モデル化したモルタル供試体の塩分浸せき試験を行った。

2. 実験方法

図-1のように、実構造物に見られる直交ひび割れについて、直交ひび割れとその片側の部材の周辺領域をモデル化(図-2)した供試体を用いた塩分浸せき試験を行い、塩化物イオン(Cl^-)濃度を分析するものである。供試体の配合を表-1に示す。材料はモルタルを用い、セメントは普通ポルトランドセメント、細骨材には山砂(最大寸法2.5mm)、水は蒸留水を用いた。

表-2に供試体の各設定条件を示す。供試体は、ひび割れモデルと、開放面モデルの2種類とする。ひび割れモデルは図-2に示すように、直交ひび割れのため塩分浸透面は2面にし、模擬ひび割れ幅 w_{cr} を供試体とアクリル板との間に条件通りに保持したものである。直交ひび割れへの塩分侵入方向 n は鉛直方向において、1, 2 方向とした。①1 方向は下面のみに発生したひび割れを意図し、下面のひび割れ開口部からの塩分侵入、②2 方向は貫通ひび割れを意図し、上面、下面の両方からの塩分侵入である。塩分浸せき試験は、図-1に示すように JSCE G572¹⁾に準じて、NaCl 水溶液(10%濃度)に供試体を 3 ヶ月浸せきした。比較のために、塩分浸透面にひび割れのない開放面モデル(アクリル板無し、塩分浸透面1面(単面))を同時に浸せきした。 Cl^- 濃度の分析は、JIS A 1154²⁾に準じた。分析箇所は、ひび割れ

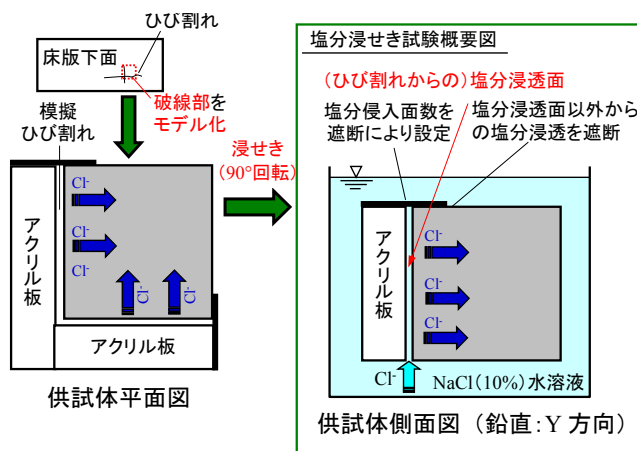


図-1 塩分浸せき試験概要

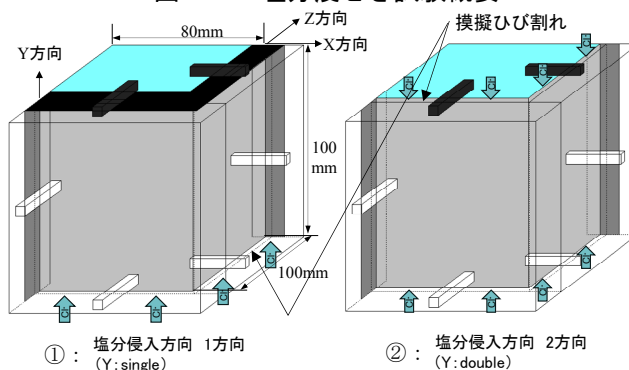


図-2 供試体の概要(ひび割れモデル)

表-1 供試体の配合

W/C (%)	S/C (vol%)	単位量(kg/m ³)			単位 容積質量 (kg/m ³)
		W	C	S	
55	400	257.9	469.0	1576	2173

表-2 供試体の各設定条件

供試体	ひび割れ幅 w_{cr} (mm)	ひび割れへの 塩分侵入方向 n	塩分浸透面
ひび割れ モデル	0.1	①1方向(Y方向) ②2方向(Y方向)	2面(直交面)
	0.2		
	0.4		
開放面 モデル	無し	-	1面(単面)

直交部から X, Z の各方向に 60mm まで 20mm 間隔に切断し(Y 方向には切断せず), 20mm×20mm×100mm の柱状の分析片となる。

3. 実験結果および考察

図-3に、ひび割れ幅 $w_{cr}=0.2\text{mm}$ 、塩分浸透方向 $n=2$

キーワード : 塩分浸透, ひび割れ

連絡先 : 〒274-8501 千葉県船橋市習志野台 7-24-1 日本大学理工学部交通システム工学科 TEL047-469-5241

方向の Cl^- 濃度分布を示す。塩分浸透面から同一深さ位置毎に同一色で表示した。塩分浸透面から浸透方向に直交する箇所 (X 方向と Z 方向の 45° 方向) (以降、直交箇所と略す) の Cl^- 濃度は、それ以外の同一深さ位置の Cl^- 濃度と比べ高くなることがわかる。なお、他の供試体も概ねこの傾向が確認された。

この傾向において、 Cl^- 濃度に及ぼす w_{cr} および n の影響を検討するために、各供試体の直交箇所 (図-4 a, b, c 箇所) の Cl^- 濃度を図-4 に示す。図より、全ての供試体において塩分浸透方向に濃度勾配が認められた。各条件の影響として、ひび割れ幅が最も小さく塩分浸透方向が少ない場合、すなわち塩分の侵入が最もしにくい条件 ($w_{\text{cr}}=0.1\text{mm}$, $n=1$) において、 Cl^- 濃度が最も低くなることが確認できる。ただし、それより塩分が侵入しやすい条件では、 w_{cr} , n の違いの影響は確認されない。

開放部に対するひび割れ部の塩分浸透比 α なる係数を設定し検討する。 α は、ひび割れモデルにおける直交箇所 (a, b, c) の Cl^- 濃度の和を、開放面モデルにおける塩分浸透面からの各深さ (0~20mm, 20~40mm, 40~60mm) の Cl^- 濃度平均値の和で除したものである。図-5 に α と w_{cr}^* の関係を示す。 w_{cr}^* は各条件を総合して一指標で示すために、塩分浸透面 1 面で塩分侵入方向が 1 方向の場合のひび割れ幅に換算したもので、ひび割れ幅、塩分浸透面の数、塩分侵入方向の数の積で求める。比較のために、塩分浸透面 1 面の供試体で各条件を変化させた場合の既往研究データ³⁾を併記する。図より、直交ひび割れの Cl^- 濃度は塩分浸透面 1 面の場合より、開放面モデルの Cl^- 濃度 ($\alpha=1.0$) に近くなることがわかる。データ数や条件の不足のためか、直交ひび割れの α と w_{cr}^* の関係に明確な傾向は見られないが、 w_{cr}^* の増加に伴う α の増加、あるいはある特定の w_{cr}^* を上限とする頭打ち現象などの兆しが見られた。この傾向については今後の課題としたい。

4. まとめ

直交ひび割れからの塩分浸透は、直交箇所の Cl^- 濃度が最も高くなる。その Cl^- 濃度はひび割れへの塩分の侵入が最もしにくい条件において最も低くなる。また、全体的に開放面から浸透する Cl^- 濃度に近くなる。

謝辞

本研究の一部は、科研費 (若手(B) No. 26820186) の助成を受けた。ここに付記し、謝意を表します。

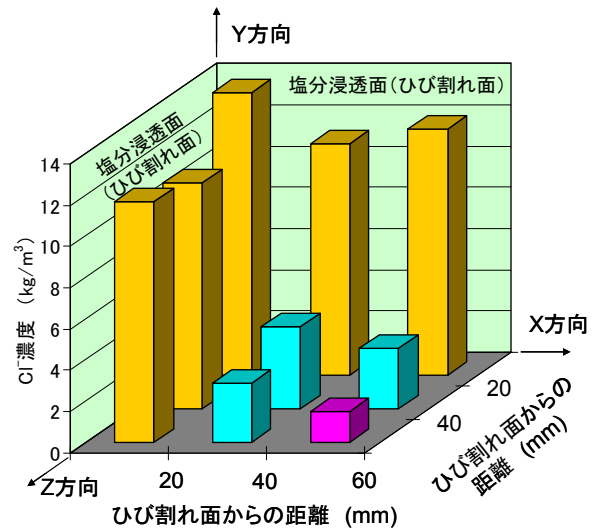


図-3 塩化物イオン濃度分布図
(ひび割れ幅 0.2mm, 塩分浸透方向 2 方向)

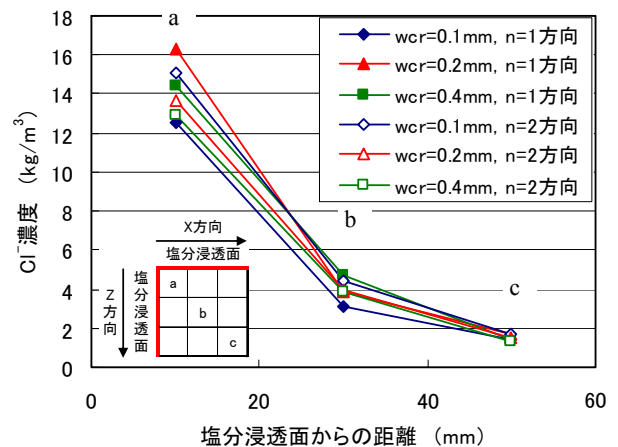


図-4 Cl^- 濃度と塩分浸透面からの距離の関係

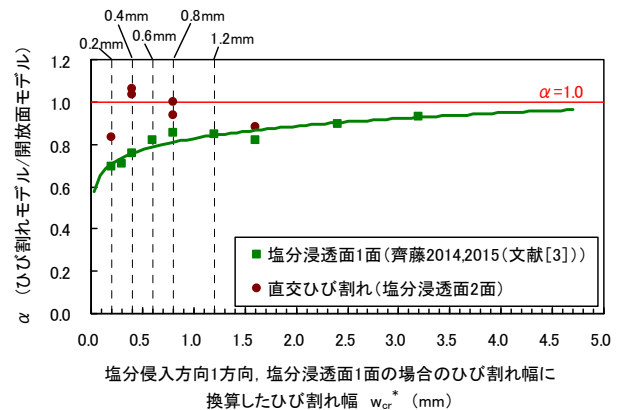


図-5 α と w_{cr}^* の関係

引用・参考文献

- 1) 土木学会：コンクリート標準示方書 [規準編] (2013 版), pp.372-376, 2013.
- 2) 日本工業規格 JIS A 1154 : 2012 「硬化コンクリート中に含まれる塩化物イオンの試験方法」, 2012.
- 3) 齊藤準平, 下邊悟：ひび割れを有するコンクリートのひび割れからコンクリートへの塩分浸透に関する実験的検討, 日本コンクリート工学会年次論文集, 2015.