

H1-1

ひび割れを有するコンクリートの塩分濃度分布と塩分侵入ひび割れ面の関係

The Relationships between Chloride Ion Distribution of Cracked Concrete and the Number of Crack Sides subjected to salt penetration

齊藤準平<sup>1</sup>, 下辺悟<sup>1</sup>, ○落合政允<sup>2</sup>, 小野亮<sup>2</sup>

Junpei Saito<sup>1</sup>, Satoru Shimobe<sup>1</sup>, \*Masachika Ochiai<sup>2</sup>, Toru Ono<sup>2</sup>

Abstract: Recently the deterioration of concrete have greatly attracted its attention to us. Particularly, the salt damage to concrete with cracks was very intense. This study investigated the relationships between chloride ion distribution of cracked concrete and the number of crack sides subjected to salt penetration.

1. はじめに

日本における多くのコンクリート構造物は高度経済成長期に建設されて約 50 年が経過した。その結果、様々な劣化が顕在化し、その対応が問題になっている。さらに将来、維持管理・更新費は、今後 25 年で約 2 倍になると予想され、一方でコンクリート構造物の維持管理技術者は、今後 50 年で半分以下になると予想されている<sup>[1]</sup>。そのため、コンクリート構造物の維持管理を効率的に行うには簡便な維持管理手法の確立が急務である。これに対し、本研究ではコンクリート構造物の劣化原因の約 50%を占める塩害と多くのコンクリート構造物の宿命であるひび割れが複合した劣化に着目し、そのメカニズム解明に実験的に取り組んでいる。

土木学会コンクリート標準示方書<sup>[2]</sup>では、塩害に対する照査で鋼材位置における塩化物イオン算出式を制定した。この算出式は、はりに生じる曲げひび割れに関しては塩分浸透速度をひび割れ幅から簡便に算出可能であるが、精度の面では未だ多くの課題が残されている。その算出式は、ひび割れを有する一部材面からの塩分侵入モデルによって考察されている<sup>[3]</sup>、実際には複数の部材面から塩分が侵入することが想定される。そこで、本研究は塩分が侵入するひび割れを有する部材面（以下、塩分侵入ひび割れ面と呼称）の数の違いが、当該塩分濃度分布に及ぼす影響について検討したものである。

2. 実験概要

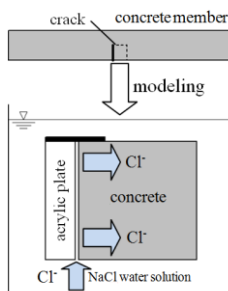
ここでは、モルタル供試体を用いて実験を行った。セメントには、普通ポルトランドセメント（密度：3.16g/cm<sup>3</sup>）を、細骨材には千葉県君津産（最大骨材寸法：2.5mm, 表乾密度：2.65g/cm<sup>3</sup>）を用いた。モルタルの配合を Table 1 に示す。供試体は、打設後 24 時間で脱型し、28 日間の封緘養生を行った。

Table 2. Specimen Condition

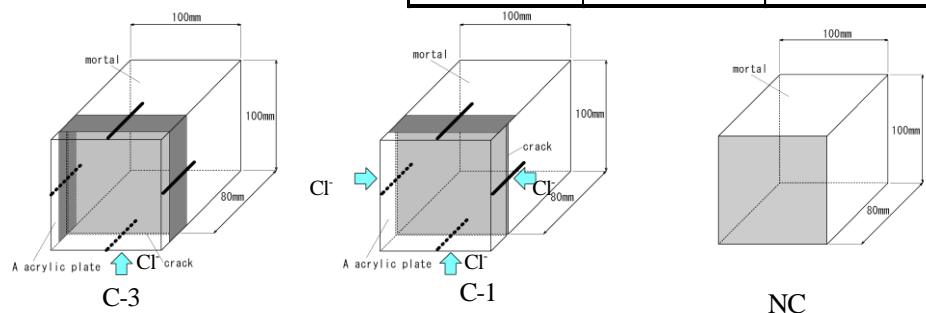
Specimen	Crack Width (mm)	Salt Penetration Crack Side
C-1	0.2	1side
C-3	0.2	3side
NC	None	None

Table 1. Mixture Proportions of Mortar and Material Characteristics

W/C (%)	S/C (vol%)	Mass per Unit Volume (kg/m <sup>3</sup> )			Compressive Strength (N/mm <sup>2</sup> )	Mass of Unit Volume (kg/m <sup>3</sup> )
		W	C	S		
45	400	257.9	468.0	1574	40.11	2221



(a) Schematic View of Moldeling



(b) Test Specimen type

Figure 1. Salt Water Penetration

1：日大理工・教員・交通 2：日大理工・学部・交通

供試体のモデル化および形状と寸法を **Figure 1** に、供試体条件を **Table 2** に示す。供試体は、ひび割れ周辺をモデル化した 100×100×80mm の角柱供試体とし、アクリル板にて模擬的にひび割れを作製した(ひび割れ幅 0.2mm)。ひび割れは、塩分侵入面からひび割れ幅 0.2mm の間隔を空け、アクリル板を固定することによりひび割れをモデル化した。実験には、ひび割れ供試体 2 種類とひび割れのない供試体 1 種類を用いた。塩分侵入面以外はエポキシ樹脂により被覆した。塩分侵入ひび割れ面は 1 方向と 3 方向とし、1 方向ははりの下面からの塩分侵入を想定し、3 方向ははりの下面と側面からの塩分侵入を想定した。非侵入面は VM テープにより一部のアクリル板と供試体の間隔を塞ぐ処置を施した。

塩分の浸せきは、JSCE-G 572 に準じて行い、浸せき期間は 1 ヶ月とした。塩化物イオンは供試体を塩分侵入面と平行する形でダイヤモンドカッターにより 20mm 毎に 4 分割 (I ~ IV 断面) し、それぞれ採取箇所 (**Figure 2** 参照) よりコンクリートの粉末を採取し、塩分濃度分析を行った。

### 3. 実験結果および考察

**Figure 3** に塩分侵入深さ方向の塩分浸透分布を示す。I 断面 (0~20mm) の塩分濃度は、NC が大きく、C-1, C-3 はともに NC の約 80% の値となり、ひび割れ有りはひび割れ無しより塩分浸透し難い傾向にあることが分かった。これは、C-1, C-3 では塩分がひび割れを侵入した後に塩分浸透面からコンクリートに浸透したのに対し、NC は塩分浸透面が開放されていることからダイレクトに塩分が供給されるためであると考えられる。浸せき期間が短いためか III 断面 (40mm) 以降の塩分濃度はほぼ 0 であった。塩分侵入ひび割れ面の数の影響は、ここでは、ほとんど見られなかった。

**Figure 4** に I 断面 (0~20mm) の下面からの距離ごとの塩分濃度分布を示す。C-1 はひび割れが深い位置になるほど塩分濃度が低くなる傾向が見られたが、C-3 はその位置の違いは見られなかった。**Figure 5** に I 断面 (0~20mm) の下面から 50mm 地点の塩分浸透分布を示す。C-3 は C-1 より若干塩分濃度が大きい値を示した。NC の塩分濃度はそれらより最大で 6 割程度大きくなった。

以上より、ひび割れの有無および、塩分ひび割れ侵入面の数の違いが塩分濃度分布に影響を及ぼす傾向が見られた。今後の展開として、ひび割れ侵入面数の違いによる、より明確な定性的、定量的傾向を見るために、現在 3 ヶ月間の長期にわたり供試体浸せきを実施中であり、また塩分濃度分析実験の精度の向上を目指し新たな測定方法を検討中である。

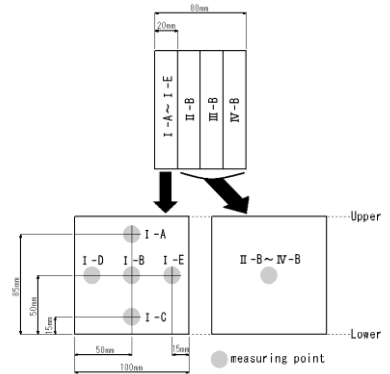
### 4. 結論

本研究の範囲内で得られた主な結論は以下の通りである。

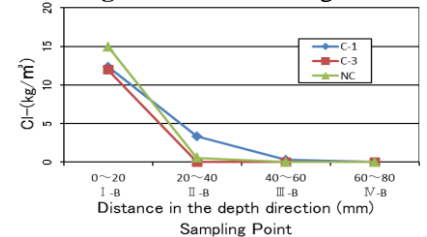
- ① 塩分濃度は、塩分浸透面が開放されダイレクトに塩分が供給されるひび割れ無し供試体より、塩分がひび割れから侵入した後に塩分浸透面からコンクリートに浸透するひび割れ有り供試体のほうが、低くなる傾向がある。
- ② 塩分の侵入するひび割れ面が多くなれば、コンクリート中の塩分濃度は高くなる傾向がある。

### 参考文献

- [1] 国土交通省：国土の長期展望，中間とりまとめ，p.10，2011 年。
- [2] 土木学会編：2012 年制定土木学会コンクリート標準示方書 [設計編]，p.113，2012 年。
- [3] 西利明，下村匠，佐藤博之：ひび割れを有するコンクリート中における水蒸気の移動拡散モデル化，コンクリート工学年次報告集，Vol.21，No.21，pp.859-864，1999 年。

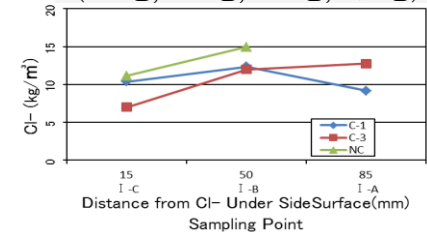


**Figure 2. CI Measuring Point**



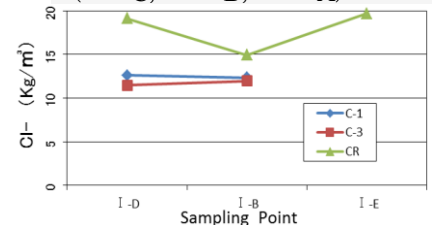
**Figure 3. CI Depth Distribution**

(I - B, II - B, III - B, IV - B)



**Figure 4. CI Surface Distribution**

(I - C, I - B, I - A)



**Figure 5. CI Surface Distribution**

(I - D, I - B, I - E)