

## ひび割れを有するコンクリートのひび割れ面からの塩分浸透分布

### Distribution of the Chloride Ion Concentration from Crack Plane with Cracked Concrete

○齊藤 準平<sup>1</sup>, 下邊 悟<sup>1</sup>  
Junpei Saito<sup>1</sup>, Satoru Shimobe<sup>1</sup>

Abstract: The chloride ion penetration of concrete has to be evaluated it adequately, to carry out the effective maintenance repair plan of the concrete structure against damage by salt attack and cyclic traffic load. Because the existence of the crack lets chloride ion penetration of concrete accelerate more, its salt penetration characteristics must be evaluated adequately. This study tried to make it clear that how the chloride ion concentration from crack plane with cracked concrete distribute along its plane.

#### 1. はじめに

多くの交通インフラは、疲労損傷と塩害の複合的な作用によって、著しい鉄筋腐食に伴う構造的な機能損失に陥る恐れがある。交通インフラとして担うべき機能を効率的に維持・管理するには、現状のひび割れ状態での補修・補強の必要性を見極めること、すなわちその状態での塩分浸透特性を適切に評価する必要がある。

本研究は、著者の種々の実験による検討によって構築した、評価できるひび割れ条件や材料条件および部材の適用制限を拡張した拡散係数評価式<sup>1)</sup>を実構造物に適用するために必要となる、ひび割れ面からの塩分浸透の影響を強く受ける範囲（開放面から鉄筋まで塩分が浸透する間に、ひび割れ面から塩分が浸透する範囲と定義）を明確にすることを目的とする。本論文では、塩分浸せき試験によって、ひび割れ開口部からの各ひび割れ深さにおける、ひび割れ面からコンクリートへ浸透した塩分の濃度分布を検討した。

#### 2. 実験概要

想定するひび割れとひび割れの片側の部材の周辺の領域について、実構造物サイズのモデル化した供試体 (Fig. 1) を作製し、塩分浸せき試験を行う。モデル化した供試体は、ひび割れに塩分が侵入し、その後ひび割れ面から垂直に内部へ塩分が浸透するひび割れモデル (I) と、開放面から塩分浸透する開放面モデル (II) である。これら供試体から、ひび割れ面からと開放面からのコンクリートへの塩分浸透を別々に検討することができ、各塩分濃度は、 $C_{(V)}$  はひび割れ開口部からひび割れ深さに応じた値が、 $C_{(H)}$  は一定値が得られる。

Fig.2 にモデル化供試体の概要を示す。ひび割れ幅は  $w_{cr}=0.2\text{mm}$  とする。供試体の形状は、塩分浸透面が  $100\text{mm}\times 100\text{mm}$ 、浸透方向が  $80\text{mm}$  となる直方体とする。材料はモルタルを用いる (Table 1)。

塩分浸せき試験は、JSCCE G 572<sup>2)</sup> に準じて、一定塩分

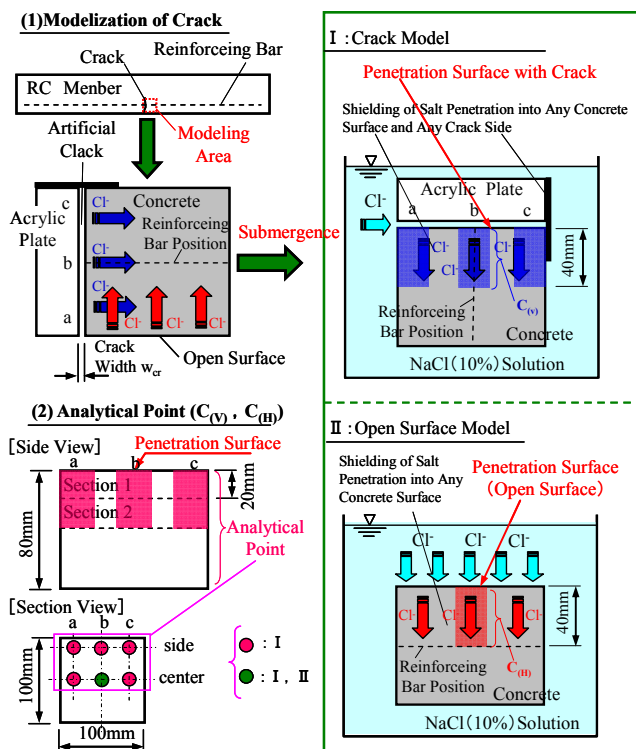


Fig.1 Modelization of Crack

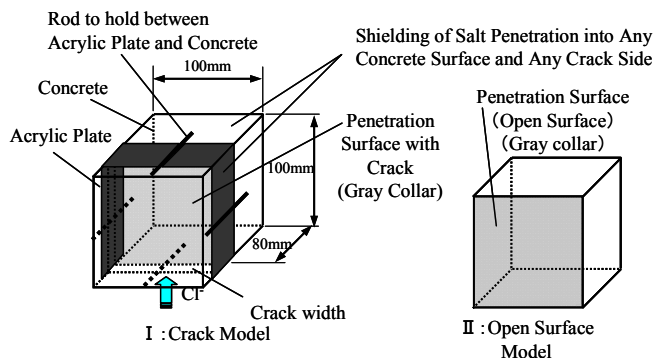


Fig.2 Summary of Modeled Specimens

Table 1 Mixproportion and Properties of Concrete

W/C (%)	S/C (vol%)	Unit Weight (kg/m <sup>3</sup> )			Compressive Strength (N/mm <sup>2</sup> )
		W	C	S	
55	400	257.9	469.0	1576	37.3

濃度 (NaCl (10%)) 水溶液中に供試体を浸せきする。浸せき期間は 3 ヶ月とする。塩化物イオン濃度の分析は、JIS A 1154<sup>3)</sup>に準じ、自動電位差滴定装置で行う。

### 3. 実験結果および考察

Table 2 に塩化物イオン濃度の分析結果を示す。ひび割れ面上の分布において、ひび割れ開口部からの同一の分析深さ (各 a,b,c) の side 部と center 部を比較すると、概ね同じ値になる傾向が見られる。これにより、ひび割れ開口部から同一のひび割れ深さにおいては、side と center の違いに関係なく一様に塩分が侵入したことがわかる。

Fig.3 に、ひび割れモデルのひび割れ開口部からひび割れ深さ方向への各ポイント (a,b,c) におけるコンクリート中の side と center の Cl<sup>-</sup>の平均値を示す。参考までに開放面モデルの値も併記する。図より、開放面モデルよりひび割れモデルの結果が小さくなることがわかる。また、ひび割れモデルにおいて、ひび割れ開口部からひび割れ深さ方向へのコンクリート中の Cl<sup>-</sup>の推移は、深くなるにつれて小さくなる傾向が確認できる。これらは、ひび割れを介することによって、ひび割れ面への塩分の供給を抑制させることや、ひび割れの深い箇所への塩分侵入が困難なことに起因すると考えられる。

Fig.4 に C<sub>(V)</sub>値 (section1, 2 の合計) (一部、参考文献 1) よりデータを引用) を示し、 $\alpha (= C_{(V)} / C_{(H)})$  の目盛りを併記する。図より、開放面からの塩分浸透量 (C<sub>(H)</sub>) に対するひび割れ面からの塩分浸透量 (C<sub>(V)</sub>) の割合  $\alpha$  は、同一ひび割れ幅 (W<sub>cr</sub>=0.2mm) では、ひび割れ開口部に近い箇所では約 0.9、中心部で 0.75、深部で約 0.6 程度であり、その傾向はひび割れ開口部に近い箇所から深部に向かって低下する。また、同一箇所 (I-b) において、ひび割れ幅の違いを比較すると、ひび割れ幅が大きくなるに伴い、塩分侵入が容易になるためか、 $\alpha$  の値はやや大きくなることがわかる。

### 4. まとめ

本研究の範囲内で、以下に知見をまとめる。

①ひび割れ面からコンクリートに浸透する塩分濃度の分布は、ひび割れ開口部に近い箇所ほど濃度は高く、深くなるにつれて低下する。

②開放面からの塩分浸透量に対するひび割れ面からの塩分浸透量の割合  $\alpha$  は、1.0 より小さく、その傾向はひび割れ開口部に近い箇所から深部に向かって低下する。また、ひび割れ幅の増加に伴い大きくなる。

本論文は、分析を終えた初期データを基に速報的に知見を示した。今後更に分析を進め  $\alpha$  の値を検討する。

Table 2 Analysis Results

Analytical Point	section1		section2	
	Analytical Value (kg/m <sup>3</sup> )	Mean Value (kg/m <sup>3</sup> )	Analytical Value (kg/m <sup>3</sup> )	Mean Value (kg/m <sup>3</sup> )
I-a	side	12.089	2.058	1.651
	center	12.309	1.243	
I-b	side	11.146	2.448	1.659
	center	8.966	0.870	
I-c	side	9.252	1.351	1.111
	center	9.436	1.950	
II	center	14.34		1.669

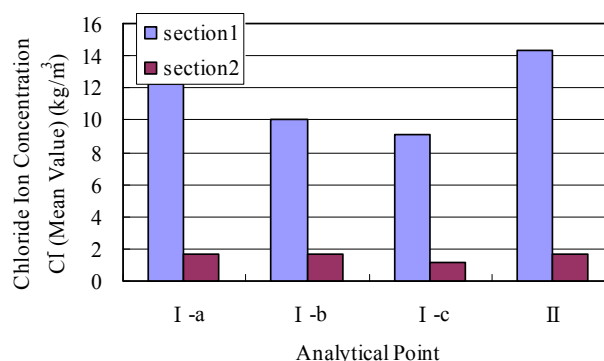


Fig.3 Cl<sup>-</sup> at each Analytical Point

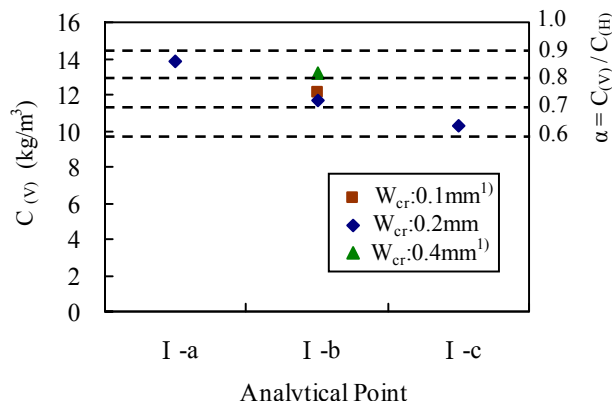


Fig.4 C<sub>(V)</sub> and  $\alpha$  at each Analytical Point

### 謝辞

本研究は、科研費 (若手(B)No.26820186) の助成を受けた。また、各種実験には、研究室所属の小野亮君、大崎意君、宮澤佑輔君にご協力頂いた。ここに付記し、謝意を表します。

### 引用・参考文献

- 1) 齊藤準平, 下辺悟: ひび割れを有するコンクリートのひび割れ垂直方向への塩分浸透に関する実験的検討, 2014 コンクリート工学年次講演会論文報告集, pp.940-945, 2014.
- 2) 土木学会: コンクリート標準示方書 [規準編 土木学会規準および関連規準] (2010年版), pp.319-323, 2010.
- 3) 土木学会: コンクリート標準示方書 [規準編 JIS 規格集] (2010年制定), pp.527-536, 2010.