

## ひび割れを有するコンクリートへのクーロンによる塩分浸透性評価

### Evaluation of Chloride Penetration by Coulomb to Cracked Concrete

○ 齊藤 準平<sup>1</sup>, 柳沼 善明<sup>1</sup>  
Junpei Saito<sup>1</sup>, Yoshiaki Yaginuma<sup>1</sup>

Abstract: This study examined possibility of the evaluation of chloride penetration by coulomb to cracked concrete. The test was carried out by the electrical migration test method with some specimens which changed several crack parameters.

#### 1. はじめに

ASTM C1202 (AASHTO T277) : Electrical Indication of Concrete's Ability to Resist Chloride Ion Penetration<sup>[1]</sup>は、コンクリートに 60V の直流定電圧を 6 時間印加した際のクーロンから 5 段階のランクにて塩分浸透性を判定するもので、コンクリートの塩分浸透性を迅速にかつ簡便に評価するための促進試験方法として、北米を中心に比較的多く採用されている<sup>[2]</sup>。

コンクリートにひび割れを有する場合、適切な維持管理計画を行うために、その状態での塩分浸透性の把握が必要である。しかし、ASTM C1202 にはひび割れを有す場合の塩分浸透性のランク判定を規定していない。また、塩分浸透性へのひび割れの影響をクーロンにて検討した研究はほとんどない。

ここでは、その判定をひび割れが無い状態のクーロンから概略的にでも行えるようにすることが必要であると考え、ひび割れ条件を変化させた供試体を用いた実効拡散係数試験を行い、求めた実効拡散係数とクーロンから、その可能性を検討した。

#### 2. 実験概要

実験装置 (Fig. 1) は実効拡散係数試験方法 (JSCE-G571)<sup>[3]</sup> に準拠した。測定項目は、電流、電位、陽極側と陰極側の塩化物イオン濃度、pH および溶液温度で、実効拡散係数は塩化物イオン濃度の経時変化が一定になった時の流束から計算した。クーロンは、電流値を用いて計算した。供試体 (Fig. 2) は、かぶりを 40mm と設定しモデル化した立方体とした。ひび割れ条件は、Table 1 に示すように、ひび割れ幅、ひび割れ深さとした。比較のためにひび割れがないものを作製した。樹脂被膜したものは、塩分浸透をひび割れ部に限定したもので、ひび割れ部以外の表面にエポキシ樹脂被膜処置を施した。

#### 3. 実験結果および考察

Table 2 に、クーロンによる塩分浸透性評価を示す。W/C55% の場合および樹脂被膜の場合では、ひび割れがある供試体の判定はひび割れがない供試体と変わらなかった。しかし、W/C45% の場合ではひび割れ、ひび割れ深さの増加に伴い、塩分浸透性の判定が 1 ランク危険側に上がった。これは、W/C45% のようにコンクリート自体の塩分浸透性が低い場合は、発生したひび割れが供試体の塩分浸透性に大

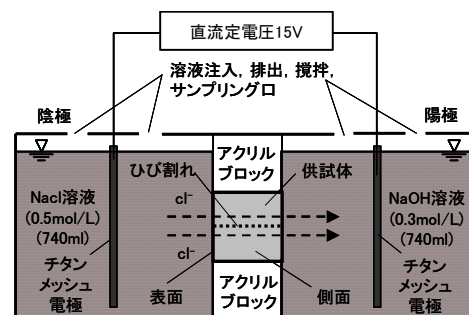


Fig. 1 Schematic View of Migration Cell and Experimental Set-Up

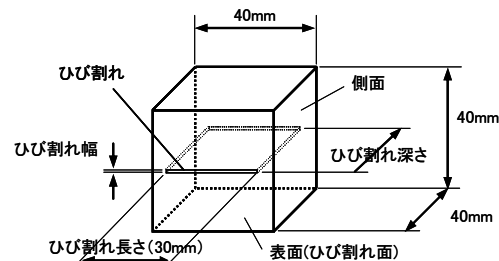


Fig. 2 Typical Shape of Specimens

Table 1 Specimens

供試体名	ひび割れ幅 (mm)	ひび割れ深さ (mm)	水セメント比 (%)		樹脂被膜 (W/C55%)
			45	55	
S-20	0.1	20	—	○	○
S-40		40	○	○	○
M-10	0.2	10	—	○	—
M-20		20	○	○	○
M-30		30	—	○	—
M-40		40	○	○	○
L-20	0.4	20	—	○	○
L-40		40	○	○	○
N	—	—	○	○	—

Table 2 Evaluation of chloride penetration by coulomb

供試体名	W/C45%		W/C55%		樹脂被膜 (W/C55%)	
	クーロン	判定 <sup>*1</sup>	クーロン	判定 <sup>*1</sup>	クーロン	判定 <sup>*1</sup>
S-20	—	—	3062	Moderate	859	Very Low
S-40	962	Very Low	3367	Moderate	1266	Low
M-10	—	—	2726	Moderate	—	—
M-20	1474	Low	3358	Moderate	1401	Low
M-30	—	—	2454	Moderate	—	—
M-40	2093	Moderate	3231	Moderate	1670	Low
L-20	—	—	3375	Moderate	1374	Low
L-40	2394	Moderate	3864	Moderate	1959	Low
N	1142	Low	2215	Moderate	—	—

\*1: 塩分浸透性ランク<sup>[1]</sup>—極小(Very Low): 100~1000, 小(Low): 1000~2000, 中(Moderate): 2000~4000, 大(High): 4000~(単位: A・s)

大きく影響することに起因していると考えられ、低水セメント比の範囲において、この評価方法は有用であるといえる。一方で、W/C55%の場合のように、コンクリート自体の塩分浸透性が低い場合は、判定基準ではひび割れ無しからのひび割れ有りへのこの程度のクーロンの増加では塩分浸透性に影響を及ぼさないと判断され、ひび割れの影響を考慮されない判定になる場合があることがわかった。しかし、実効拡散係数とクーロンの関係 (Fig. 3) には、それらが概ね相関関係にあり、クーロンが大きくなると塩分浸透性が高くなることが示されており、ひび割れ無しのクーロンからひび割れ有りのクーロンの変化によってひび割れを有する場合の塩分浸透性の一応の評価ができる可能性は示されたと考える。

クーロンならびに実効拡散係数とひび割れ幅の関係のそれぞれを比較すると (Fig. 4, Fig. 5), ひび割れ幅の増加に伴うクーロンならびに実効拡散係数の増加傾向は概ね見られる。しかし、ひび割れ幅とクーロンの関係における W/C55%のように、その傾向があまり見られない場合も確認できる。これは、クーロンと異なり、実効拡散係数は塩化物イオン濃度も用いて計算されるため精度面で優位に働いたものと考えられる。

ひび割れ有りの場合のクーロンをひび割れが無い場合のクーロンからを求めるために、割増す程度をひび割れ有り/ひび割れ無しのクーロンと実効拡散係数 (Fig. 6, Fig. 7) から検討すると、ひび割れ幅の限界値 (0.2mm) では W/C55%では共に約 1.5~2.0 程度でほぼ同じになり、W/C45%では共に約 1.5~2.5 程度で近い値となった。しかし、ひび割れ幅の限界値以上になると、W/C55%ではほとんど変わらないが、W/C45%ではクーロンは最大で 2.5 倍程度、実効拡散係数は 4 倍程度になり、低水セメント比ではひび割れ発生によるクーロンでの評価は過小評価される可能性があることがわかった。

4. まとめ

- ①W/C45%の場合、ひび割れ、ひび割れ深さの増加に伴い、塩分浸透性の判定が 1 ランク危険側に上がった。
- ②ひび割れ幅の限界値 (0.2mm) でのひび割れ有り/ひび割れ無しは、クーロンおよび実効拡散係数でそれぞれ近い値を示し、その値は W/C55%では約 1.5~2.0 程度、W/C45%では約 1.5~2.5 程度となった。

謝辞

本研究は、科研費 (若手(B)No.23760430) の助成を受けたものである。ここに付記し、謝意を表します。

参考文献

[1] Standard Test Method for Electrical Indication of Concrete's Ability to Resist Chloride Ion Penetration, ASTM Designation:C1202  
 [2] 鉄筋腐食・防食および補修に関する研究の現状と動向,土木学会技術シリーズ, 1997(その1), 2000(その2)  
 [3] 土木学会:コンクリート標準示方書 [規準編] (2007 年版), 2007

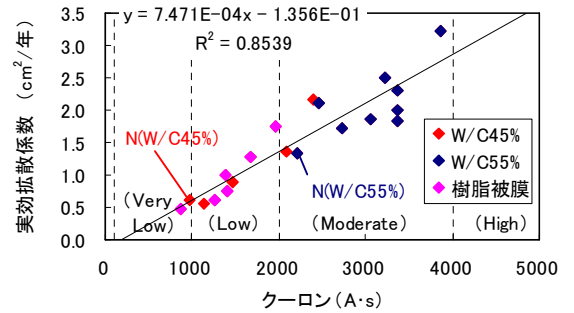


Fig. 3. Relationship between effective diffusion coefficient and coulomb

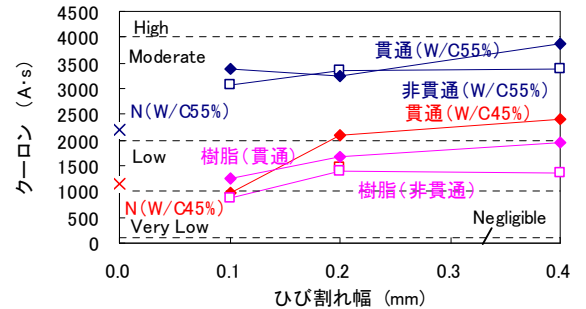


Fig. 4. Relationship between coulomb and crack width

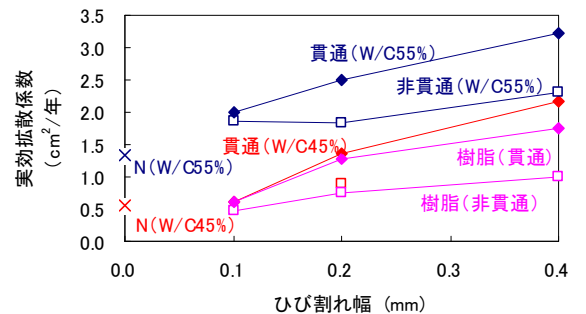


Fig. 5. Relationship between effective diffusion coefficient and crack width

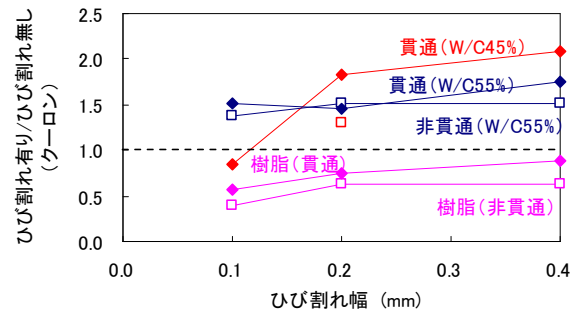


Fig. 6. cracked/uncracked (coulomb)

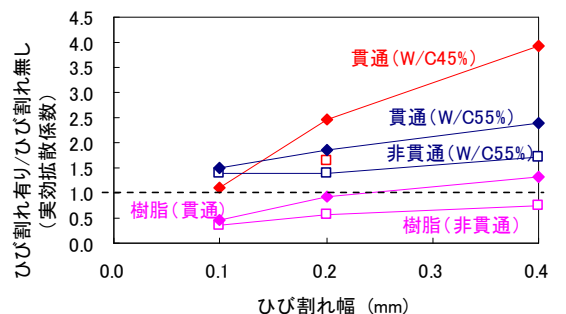


Fig. 7. cracked/uncracked (effective diffusion coefficient)