

# コンクリート中微小領域の Cl<sup>-</sup> 拡散係数測定方法の開発

東京工業大学大学院 理工学研究科 国際開発工学専攻

Yodsudjai Wanchai

大即 信明

西田 孝弘

山根 洋之

## 1. はじめに

コンクリートは、セメント・水・骨材など複数の材料から構成されている。そのため、コンクリート内部の微小領域は不均質であり、各領域の性状は異なる。特に、コンクリート内部に比べて、コンクリート表層部は物透過性が高いといわれている。外的要因による劣化がコンクリート表面から内部へ進むとすれば、表層部の品質が耐久性と大きな係わりを持つことになる。最近ではコンクリート表層部の品質評価に関する研究が種々行われているが、コンクリートの表層部の Cl<sup>-</sup> 拡散係数に関する研究は数少ない。

そこで本研究では、コンクリート中の微小領域の Cl<sup>-</sup> 拡散係数測定方法を開発することおよびそれをを用いコンクリート中微小領域の物透過性を評価することを目的とする。

## 2. 微小領域の拡散係数測定方法の開発

図 1 に微小領域の Cl<sup>-</sup> 拡散セル用試験片の作製方法を示す。柱供試体から、湿式カッターおよび乾式カッターを用いて、50 x 15 x 1 mm の試料 A を切り出す。

アイソメットを用いて試料 A を切断し、15 x 15 x 4 mm の試料 B を作製する。エレクトロワックスを用い、ガラス板と試料 B を付着させる。アイソメットを用いて、ガラス板に付着させた試料 B から 5 x 5 x 4 mm の試験片 C を切断する。熱を加え試験片 C とガラス板を分離する。この際試験片 C に付着したエレクトロワックスを、アセトンを用いて除去する。試料 C を円型の型枠内に設置し周囲にエポキシ樹脂を入れ硬化させる（試料 D）。試料 D を、研磨紙を用いて厚さが 0.5 mm まで研磨し、試料 E を作製する。図 2 に Cl<sup>-</sup> 拡散セルの概要を示す。試料 E を薄いゴムシートを介しアクリルの円筒状のセルにより挟む。次に、一方のセル(被検出側セル)に Ca(OH)<sub>2</sub> 飽和水溶液、他方のセル(拡散側セル)に NaCl 3%wt 水溶液を封入する。実験開始後、被検出セルから 1 日 1 回の割合で溶液 0.2 ml 採取し、Cl<sup>-</sup> 濃度の測定を行った。濃度変化が定常になった時の傾きを Cl<sup>-</sup> の透過速度 ΔQ<sub>Cl</sub> [mol/l・sec] とある。透過速度 ΔQ<sub>Cl</sub> とフラックス J<sub>i</sub> [mol/cm<sup>2</sup>・sec] には次のよ

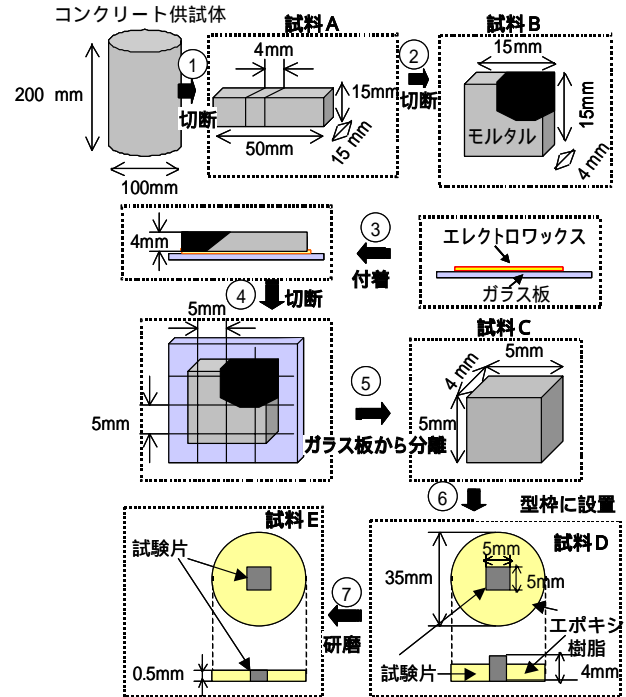


図 1 微小領域の Cl<sup>-</sup> 拡散係数セル用試験片の作製方法

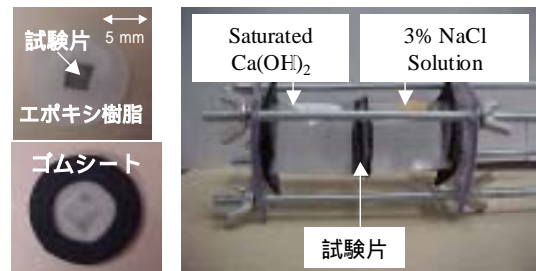


図 2 Cl<sup>-</sup> 拡散セルの概要

うな関係があるので、濃度変化よりフラックスが算出できる。

$$J_i = \Delta Q_i \cdot \frac{V_{cell}}{A} \quad [1]$$

ここで、V<sub>cell</sub> は被検出セル中の溶液量[l]、A は試験片の断面積[cm<sup>2</sup>]である。

### 3. 測定方法の精度に関する検討

図3に、縦軸に普通の拡散セル試験<sup>1)</sup>から測定したセメントペーストの拡散係数を、横軸に微小領域を対象とした拡散セル試験から測定したセメントペーストの拡散係数をプロットしたグラフを示す。これより、本研究で開発した試験の結果は、普通の拡散セル試験の結果とよく一致しており十分な精度で測定できると確認される。

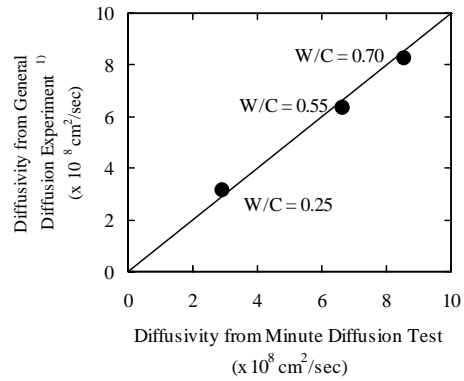


図3 普通の拡散セルと微小拡散セルの比較

### 4. コンクリート中微小領域のCl<sup>-</sup>拡散係数の評価

表1 配合

W/C	単位水量 (kg/m <sup>3</sup> )				ブリーディング率(%)
	水	セメント	細骨材	粗骨材	
0.25	155	620	682	939	0.00
0.40	170	425	786	939	0.58
0.55	175	318	852	939	1.25
0.70	180	257	884	939	4.96
0.55	140	255	862	1042	0.18
0.55	210	382	733	855	0.51
0.55	280	509	596	734	4.58

表1に、本研究で使用したコンクリートの配合を示す。ここでは微小領域対象とした拡散セルを用いて、供試体側面表層部(0 cm)、および内部(5 cm)の拡散係数を測定した。その結果を図4~図6に示す。図4より、表層部の方が内部より拡散係数が高いことが確認される。加えて、W/C が大きい場合表層部と内部のCl<sup>-</sup>拡散係数の差が大きくなることも確認される。また、図5よりコンクリート中微小領域のCl<sup>-</sup>拡散係数と単位水量の関係を示す。これより、上面表層部 > 側面表層部 > 底面表層部 > 内部の順に拡散係数が高いことが確認される。加えて、単位水量が多い場合拡散係数が大きくなることも確認される。さらに、図6よりブリーディング率が高くなるとコンクリート中微小領域のCl<sup>-</sup>拡散係数が大きくなることも確認される。

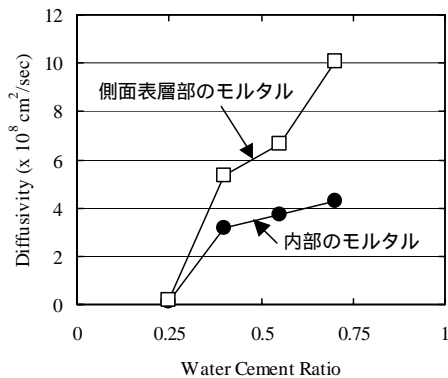


図4 コンクリート中微小領域のCl<sup>-</sup>拡散係数とW/Cの関係

### 5. 結論

- (1) コンクリート中微小領域に対するCl<sup>-</sup>拡散係数の試験方法を開発できた。
- (2) 表層部の方が内部よりCl<sup>-</sup>拡散係数が高いことが確認される。
- (3) ブリーディング率が高くなるとCl<sup>-</sup>拡散係数が大きくなる。

#### 【参考文献】

1) 大即信明ほか、電気泳動実験による各結合を用いたモルタル中の塩化物イオンの拡散係数の推計、材料、Vol.48、No.8、pp.876-881(1999)

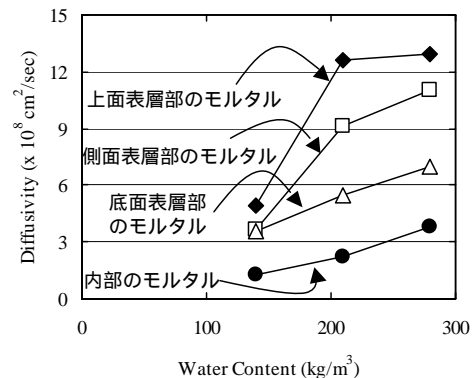


図5 コンクリート中の微小領域のCl<sup>-</sup>拡散係数と単位水量の関係

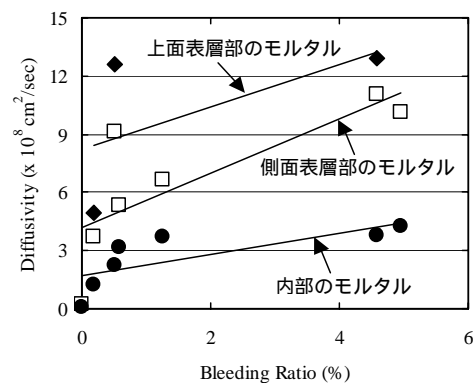


図6 コンクリート中の微小領域のCl<sup>-</sup>拡散係数とブリーディングの関係