非定常電気泳動試験のポリマーセメントモルタルに対する適用性に関する基礎的検討

東亜建設工業　正会員　　○小林　雄一，田中　亮一，網野　貴彦
東洋大学　　フェロー会員　福手　勤

１．はじめに

コンクリートの塩化物イオン拡散係数を算出する試験方法として定常状態による電気泳動試験（JSCE-G571）や浸せき試験（JSCE-G572）による方法があるが，遮塩性の高いセメントや混和材料，配合を用いた場合，電気泳動試験であっても数ケ月～1 年以上を要する場合があることが報告されている [1)]．このようなコンクリートに対し，高い電圧を印加することで数時間から数日間で塩化物イオン拡散係数を算出できる非定常電気泳動試験の適用が検討されている [2), 3)]．しかし，遮塩性の高いポリマーセメントモルタル（以下，PCM）に適用した検討事例はない．そこで本論文では，非定常電気泳動試験に供する PCM 試験片の材齢や厚さ，通電時間を変化させ，これらの条件の違いが，非定常電気泳動試験のひとつである NT BUILD 492 の式 [3)] から算出される塩化物イオン拡散係数に及ぼす影響について検討した．

２．実験概要

本検討では，**表-1** に示すように，非定常電気泳動試験に供する PCM 試験片の厚さを 20，35，50mm の 3 ケース，試験材齢を 28 日，91 日の 2 ケースを設定した．なお，PCM は主成分がポリアクリル酸エステル系の左官用の断面修復材を使用してφ100×200mm の円柱供試体を製作し，材齢 27 日または 90 日まで標準養生した後に上下端 45mm 程度を取り除き中央部分から所定厚さの試験片を切り出した．その後 24 時間は，飽和水酸化カルシウム水溶液に試験片を浸した状態で真空脱気処理を施し，**図-1** に示す電気泳動試験装置に試験片をセットした．

材齢 28 日の試験片の通電にあたっては，まず初期印加電圧を 30V に設定して，**図-1** に示す既知の 10Ω 抵抗間の電位差から電流量を確認し，NT BUILD 492 に示される電流量と印加電圧，通電時間の参考表 [3)] を目安にして，**表-1** のように印加電圧を設定した．通電時間は 24 時間を基本とし，それより短い 6 時間，さらに材齢 91 日の厚さ 50mm のケースではそれより長い 48 時間も検討した．なお，材齢 91 日の印加電圧および通電時間は材齢 28 日のものと同じにした．通電中は，**図-1** に示すように，既知の 10Ω 抵抗間の電位差から電流を測定し，さらに陽極側と陰極側のセル内の溶液温度の変化を測定した．通電中に計測された電流およびセル内の溶液温度の平均値を**表-1** に示す．

所定の通電時間後に試験片を取り出して割裂し，割裂面の両面に 0.1N 硝酸銀水溶液を噴霧して，**図-2** に示すように発色境界を片面 7 測線（計 14 測線）測定し，その平均値を塩化物イオン浸透深さとした．また，塩化物イオン拡散係数 D_{nssm} は，NT BUILD 492 に示される式 [3)] により算出した．なお，以降の結果は，**表-1** に示す各ケースに対し 1 体毎の試験結果である．

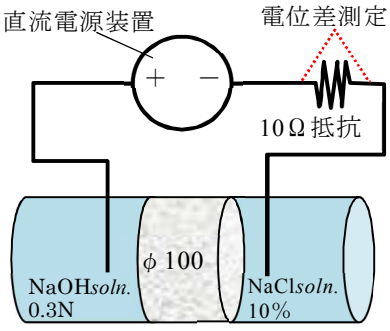

図-1 非定常電気泳動試験概略図

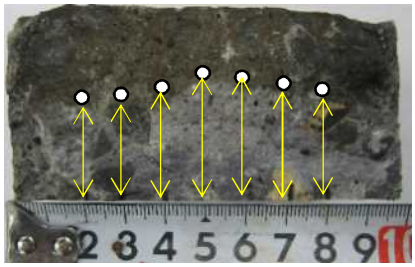

図-2 塩化物イオン浸透深さの測線

表-1　検討ケース一覧

記号	試験材齢（日）	試験片厚さ（mm）	印加電圧（V）	印加電流（mA）※	セル内溶液温度（℃）※	通電時間（hour）
PCM28(20)	28	20	20	80	21.8	6，24
PCM28(35)	28	35	25	63	21.7	6，24
PCM28(50)	28	50	30	49	21.7	6，24，48
PCM91(20)	91	20	20	56	21.4	6，24
PCM91(35)	91	35	25	29	21.2	6，24
PCM91(50)	91	50	30	28	21.2	6，24，48

※印加電流およびセル内の溶液温度は，各試験片の通電中の平均値である

キーワード　非定常電気泳動試験，ポリマーセメントモルタル，塩化物イオン拡散係数，供試体厚さ，材齢
連絡先　〒230-0035　横浜市鶴見区安善町 1-3　東亜建設工業技術研究開発センター　TEL 045-503-3741

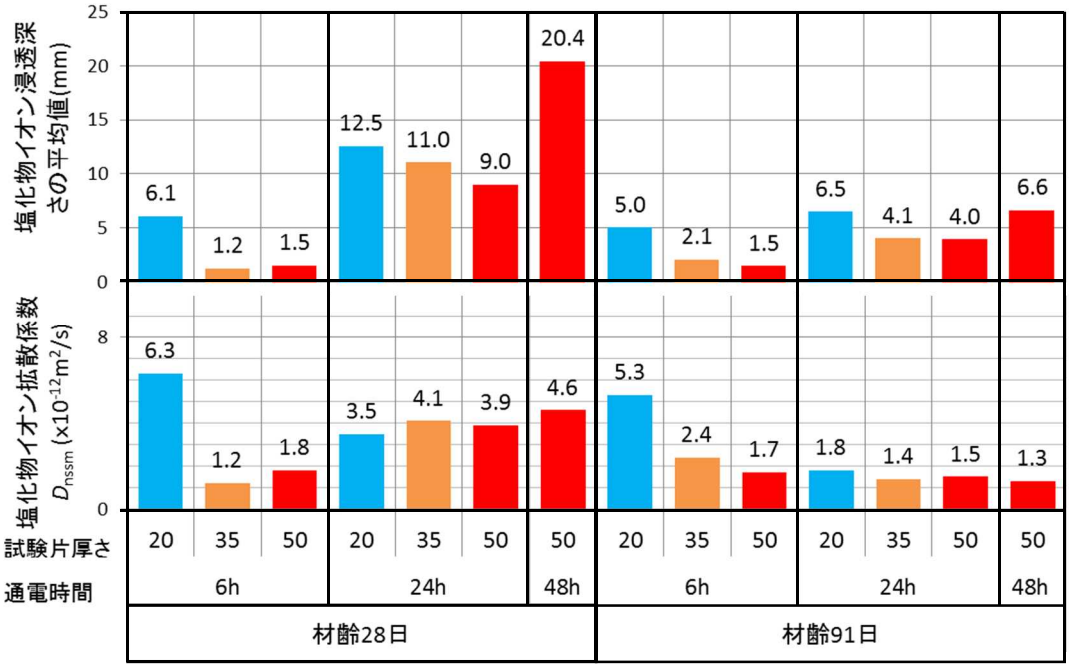

図-3 塩化物イオン浸透深さの平均値（上図），塩化物イオン拡散係数 D_{nssm}（下図）

3．試験結果

図-3 に，塩化物イオン浸透深さおよび NT BUILD 492 の式により算出した塩化物イオン拡散係数を示す．これによると，材齢 28 日，91 日とも，6 時間通電により得られた塩化物イオン拡散係数が試験片厚さごとに大きく異なる値となったが，24 時間，48 時間通電により得られた塩化物イオン拡散係数は試験片厚さや通電時間によらずほぼ同等の値を示した．

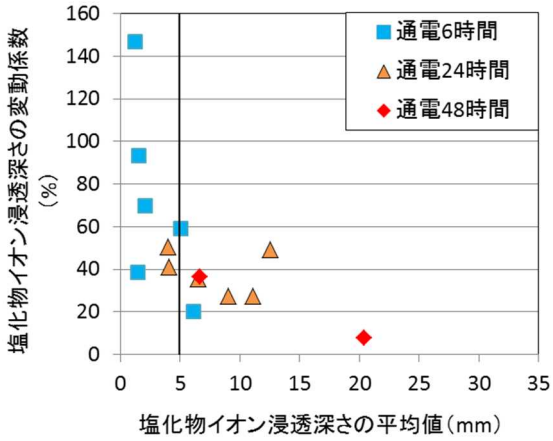

図-4 塩化物イオン浸透深さの変動係数

図-4 に，通電終了後の各供試体の割裂面で測定した 14 測線の塩化物イオン浸透深さの平均値とその変動係数を整理した結果を示す．これによると，塩化物イオン浸透深さが 5mm 程度未満であると変動係数が大きくなる傾向が見られ，これらは 6 時間通電のものが大半であった．すなわち，塩化物イオン浸透深さの平均値が 5mm 程度未満であると塩化物イオン浸透深さの測定結果の信頼性が乏しくなり，算出される塩化物イオン拡散係数にも大きく影響する可能性があることがわかった．

4．まとめ

非定常電気泳動試験（NT BUILD 492）により PCM の塩化物イオン拡散係数を得るには，NT BUILD 492 に示される電流量と印加電圧，通電時間の目安表にしたがって，塩化物イオン浸透深さ 5mm 以上になるように，印加電圧（または印加電流）と通電時間を設定する必要があることがわかった．また，本研究の範囲では，PCM の場合，試験片厚さの違いは算出される塩化物イオン拡散係数の値にほとんど影響を及ぼさないことがわかった．

参考文献

1） 荻野正貴，大脇英司，白瀬光泰，中山雅：非定常電気泳動と EPMA によるコンクリート中の塩化物イオン拡散係数の迅速測定，コンクリート工学年次論文集，Vol.39, No.1, pp.703-708, 2017

2） 中村英佑，皆川浩，宮本慎太郎，久田真，古賀裕久，渡辺博志：通電後の塩化物イオン浸透深さを用いたコンクリートの遮塩性の評価，土木学会論文集 E2（材料・コンクリート構造），Vol.72, No.3, pp.304-322, 2016.

3） NT BUILD 492 : Concrete, Mortar and Cement-based Repair Materials: Chloride Migration Coefficient from Non-steady-state Migration Experiments, Nordtest, Finland,1999.