# 骨材の有無が物質浸透性に与える影響

芝浦工業大学大学院　学生会員　○本名　英理香
元芝浦工業大学　中田　康喜
芝浦工業大学　正会員　伊代田　岳史

## １．はじめに

鉄筋コンクリート構造物の耐久性は，劣化因子がコンクリート中に浸透することで低下する．特にセメントペーストと骨材の接合面近傍に形成される遷移帯はセメントペーストの約 1/3 を占めるといわれており，連続的な空隙を形成することから耐久性への影響が大きいといわれている[1]. モルタルとコンクリートの大きな違いは粗骨材の有無であり，モルタルとコンクリートの耐久性の差には，この遷移帯が大きく起因していると考えられる. そこで本研究では，異なるセメント種と水セメント比で作製したモルタルとコンクリートを，同一水準にて物質浸透性について比較することで骨材の影響を把握することを目的とした.

## ２．実験概要

### 2.1 使用材料及び配合

同一水準による物質浸透性を比較するため，**表１**に示すコンクリートと，そのコンクリートから粗骨材のみを除いた**表２**に示す配合のモルタルを用いた．使用したセメントは普通ポルトランドセメント(N)と N に高炉スラグ微粉末(BFS)を 45%置換した試製高炉セメント B 種(BB)の 2 種類とした. 同一配合のコンクリート，モルタル供試体を同日に作製し，翌日脱型し，その後温度 20℃一定の環境下で封緘養生を 28 日間行った. 試験項目と各試験の供試体寸法を**図１**に示す.

### 2.2 促進中性化試験

促進中性化試験は JIS A 1153 に準拠した．養生終了後，打ち込み側面の一面を開放し，促進中性化試験装置($CO_2$濃度：5%,温度：20℃,湿度：60%)に静置した．中性化深さは JIS A 1152 に準拠して計測した.

### 2.3 非定常電気泳動試験

塩化物イオン($Cl^-$)の浸透を短期的に評価するために非定常電気泳動試験を行った．供試体は塩化ビニル管の型枠を用いて作製し，前処理として真空飽水処理を行った．セル内溶液は陰極側に塩化ナトリウム水溶液

表１　コンクリートの配合表とフレッシュ性状

| セメント種類 | W/C (%) | s/a (%) | 単位量(kg/m³) W | OPC | BFS | S | G | AE剤 | 減水剤 | フレッシュ性状 スランプ (cm) | 空気量 (%) | 練上温度(℃) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N | 45 | 48 | 22 | 373 | | 848 | 943 | 1A | 0.7% | 9.5 | 4.0 | 26.9 |
| BB | | | | 205 | 168 | 842 | 936 | 1A | 0.7% | 17.0 | 4.9 | 26.1 |
| N | 55 | 50 | | 305 | | 911 | 935 | 2A | 0.6% | 4.5 | 5.5 | 26.5 |
| BB | | | | 168 | 137 | 906 | 930 | 1A | 0.8% | 9.5 | 4.1 | 25.1 |
| N | 65 | 52 | | 258 | | 968 | 917 | 1A | 0.9% | 10.0 | 3.7 | 22.1 |
| BB | | | | 142 | 116 | 964 | 913 | 1A | 0.7% | 12.0 | 3.5 | 22.8 |

表２　モルタル配合表

| セメント種類 | W/C (%) | s/a (%) | 単位量(kg/m³) W | OPC | BFS | S | AE剤 | 減水剤 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N | 45 | 48 | 168 | 373 | | 848 | 1A | 0.7% |
| BB | | | | 205 | 168 | 842 | 1A | 0.7% |
| N | 55 | 50 | | 305 | | 911 | 2A | 0.6% |
| BB | | | | 168 | 137 | 900 | 1A | 0.8% |
| N | 65 | 52 | | 258 | | 968 | 1A | 0.9% |
| BB | | | | 142 | 116 | 958 | 1A | 0.7% |

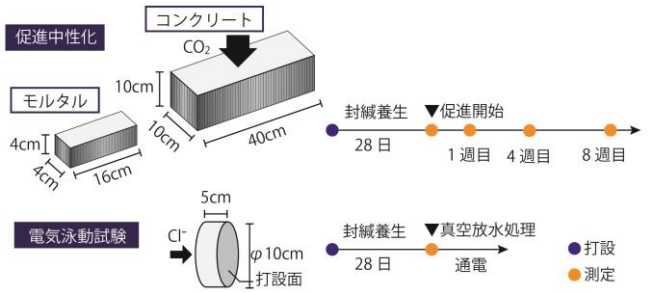


図１　試験概要と試験体寸法

NaCl(0.5N)を，陽極側には水酸化ナトリウム水溶液 NaOH(0.3N) を使用した. 印加電圧は 30V とした. 所定の通電時間で供試体を割裂し，割裂面に硝酸銀溶液(0.1N)を噴霧した．白色に呈色した部分を 7 点計測し，その平均値を塩化物イオンの浸透深さとした.

## ３．試験結果及び考察

### 3.1 中性化促進試験

**図２**に中性化促進試験の結果を示す．W/C55，65%において，促進中性化開始直後では急激に中性化が進行するが，時間経過とともに深さ方向へ進行は緩やかになった．また，BB のモルタルは W/C45%では N と同等だが，W/C55，65%では大きい値を示した．これは，セメント中のアルカリが低いためと考える. 一方で，コンクリートでは N は W/C が大きいとモルタルとの差が大きく，BB は W/C が小さいと差が大きい結果となった.

キーワード　物質浸透性，コンクリート，モルタル，塩分，中性化，骨材
連絡先　〒135-8548　東京都江東区豊洲３－７－５芝浦工業大学マテリアルデザイン研究室　ＴＥＬ03-5859-8356

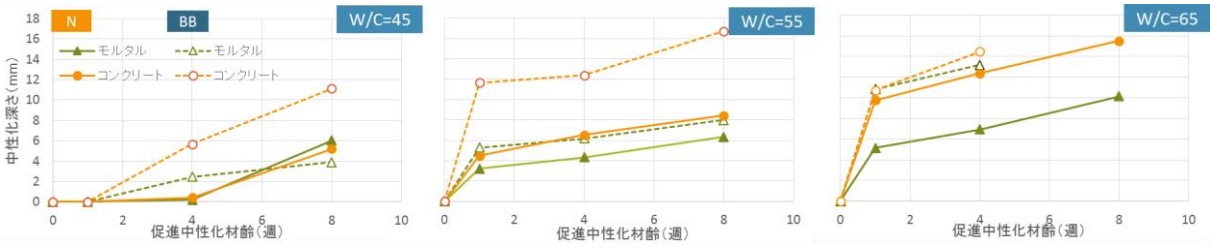


図２　水セメント比ごとの中性化深さ

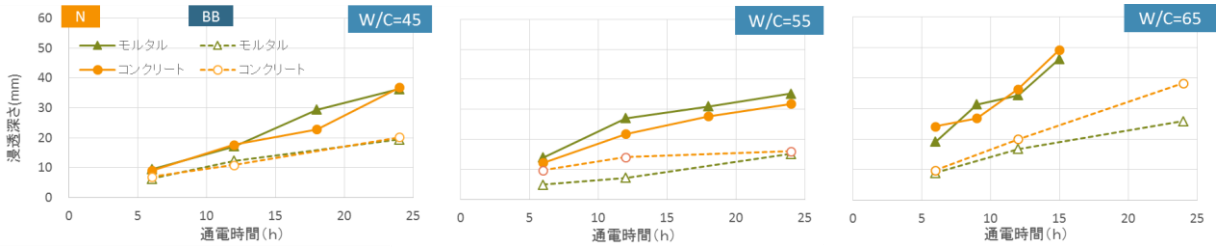


図３　水セメント比ごとの塩分浸透深さ

### 3.2 非定常電気泳動試験

図３に非電気泳動試験の結果を示す．W/C の増加に伴い，N はコンクリートとモルタル共に浸透深さが大きくなっている．一方で BB は，W/C が増加してもコンクリートとモルタルで浸透深さは変わらない．これは小林ら[2]が，高炉スラグ微粉末で置換することにより，粗骨材周りの粗な空隙が緻密化されると報告している．本研究においてもその傾向は表れたと考えられる．

### 3.3　単位ペースト量による物質浸透性の変化

モルタル部分に含まれるペーストと骨材の間には，遷移帯が存在し，劣化因子浸透に大きな影響を与える．そこで，単位ペースト量の変化による中性化速度係数と拡散係数を検討した．中性化速度係数は√t 則より，拡散係数は NTBUILD492 を用いて算出した．

図４に単位ペースト量と各物質浸透性を示す．単位ペースト量の増加に伴い，物質浸透性は BB のコンクリートの塩分浸透では変化が見られないが，その他では低くなった．セメント別に見ると，N では単位ペースト量が少ないほど，コンクリートとモルタルの物質浸透性に差があるが，BB では逆に単位ペースト量が多いほど差が大きく見られた．ここで，コンクリートとモルタルの物質浸透性の差分を遷移帯の生成による影響と仮定し，近似式にて示した。劣化因子の種類によらず，N では単位ペースト量が増加するほど抑制するが，BB では逆に単位ペースト量の増加に伴い浸透しやすくなり，異なる傾向を示した．よってセメント種により遷移帯の形成メカニズムが異なることが予測される。

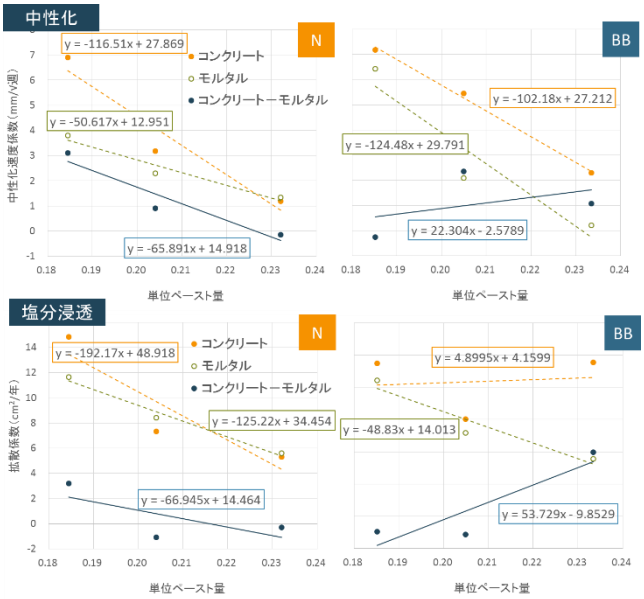


図４　単位ペースト量と物質浸透性

## ４．まとめ

本研究で得られた知見を以下に示す．

(1) 水セメント比により骨材の有無が，物質浸透性に与える影響が異なった．

(2) モルタルとコンクリートの物質浸透性の差を遷移帯の影響と仮定すると，セメント種により異なる傾向を示した．

## 参考文献

1) 内川浩：セメントペーストと骨材の界面の構造・組織がコンクリートの品質に及ぼす影響，コンクリート工学，Vol.33，No.9，pp5-16，1995

2) 小林孝一，服部篤史，宮川豊章，藤井學：微粉末混和材を用いたセメントペーストと骨材の界面性状，材料，第 45 巻，第 9 号，pp.973-978，1996