

# コンクリートの物質移動に与える遷移帯の影響把握

芝浦工業大学大学院 学生会員 ○深澤 英将  
芝浦工業大学 正会員 伊代田 岳史

## 1. はじめに

コンクリート構造物において、コンクリートの耐久性の把握は極めて重要である。耐久性は、コンクリート表層から中性化や塩害を引き起こす二酸化炭素や塩化物イオンなどの劣化因子が侵入してくることで低下する。一般的にコンクリートの構成材料の一つである骨材は、上記の劣化因子は透過しないが、骨材とペーストの間には遷移帯(ITZ: Interfacial Transition Zone)と呼ばれる領域があり、連続した空隙が形成されることで耐久性へ影響を及ぼすといわれている。既往の研究では、ブリーディングが多くなるとコンクリートに形成される遷移帯も大きくなり、物質透過性も低下すると報告されている<sup>1)</sup>。ここで劣化因子は気体・液体のように様々な状態でコンクリートに侵入・透過する。そこで本研究では、コンクリートの物質移動に与える遷移帯の影響が、気体と液体で異なるのかを明らかにするために検討を行った。

## 2. 実験概要

### 2.1 使用材料及び配合

本研究では、普通ポルトランドセメント[OPC]（密度：3.16g/cm<sup>3</sup>,粉末度：3130cm<sup>2</sup>/g）を使用した。細骨材は混合砂（表乾密度：2.60g/cm<sup>3</sup>,粗粒率：2.62,吸水率：1.92%）を使用した。粗骨材は大分県津久見市上青江産の碎石（表乾密度：2.70g/cm<sup>3</sup>,粗粒率：6.61,吸水率：0.26%）を使用した。

表-1にコンクリートの計画配合を示す。ブリーディングによって遷移帯を形成させるため、水セメント比を大きく設定することで多量のブリーディングを発生させ、主に骨材下面に形成される空隙を助長させた。

### 2.2 実験概要

使用する骨材径により遷移帯の生成量が変化すると考え、作製したコンクリートをJISに規定された金属製網ふるいでウェットスクリーニングを実施し、最大粗骨材寸法が20mmと10mmとなるように試料採取し硬化体を作製した。養生方法は恒温恒湿室にて封緘養生

表-1 コンクリートの計画配合

	W/C (%)	単体量[kg/m <sup>3</sup> ]			
		W	OPC	S	G
OPC	60	170	283	874	976

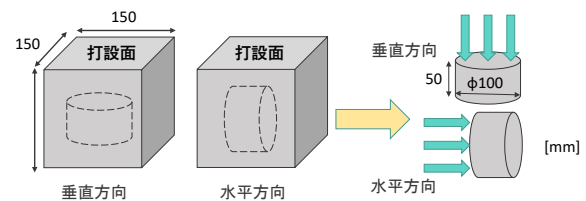


図-1 異方性を考慮した透気試験概要

を7日間行った。

#### (1) 空隙率試験

φ100×50 mmの供試体を用いて乾燥質量を計測し、その後真空飽水処理を施し、飽水質量・水中質量を計測後、アルキメデス法により空隙率を算出した。

#### (2) 透気試験

ブリーディングによる遷移帯形成を想定し粗骨材下面の空隙を評価する目的で図-1で示すようにコンクリートの異方性を考慮した。150×150×150 mmの型枠を使用してコンクリートを作製し、打設面に対して垂直及び水平方向にφ100mmでコアを採取、φ100×50 mmになるようコンクリートカッターで切断した。その後、乾燥炉にて絶乾状態にした各試験体に空気を0.2MPaの圧力で透過させ、透過した空気量を水上置換法より計測し、透気係数を算出した。

#### (3) 真空吸水試験

透気試験の供試体を用いて、容器に供試体が約半分浸かるように水を張り、真空チャンバーに投入し脱気及び吸水を行った。供試体を真空環境下で3時間保持した後、試験後に質量を計測後、供試体を割裂し真空吸水深さを計測した。ここで、供試体の試験前の乾燥質量と試験後の供試体質量から増加率を算出し、これを真空吸水率とした。

キーワード 遷移帯, 異方性, 透気係数

連絡先 〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5 芝浦工業大学土木工学科 [Tel:03-5859-8356](tel:03-5859-8356) E-mail:me19073@shibaura-it.ac.jp

### 3. 実験結果および考察

図-2に透気試験の結果を示す。垂直・水平方向に着目するとどちらの骨材径の場合でも、垂直方向の結果より水平方向での透気係数が大きくなり、骨材下面の空隙形成の影響ではないかと考える。また、骨材寸法で比較すると、20mmの方が10mmよりも透気係数は大きくなり、また垂直・水平方向での透気係数の差も大きい結果となった。これは骨材サイズが大きいほど骨材下面に形成される空隙が大きくなり、空隙同士の連結性が高くなったためであると考える。

図-3に真空吸水深さの結果を示す。どちらの骨材径においても水平方向の結果が大きくなった。また、垂直・水平方向での真空吸水深さの差は骨材径20mmが大きい結果となったが、全ての結果において20mm垂直方向の結果が最も小さくなった。

図-4に真空吸水率と空隙率の結果を示す。ここで、空隙は骨材には存在せず、すべてセメントペースト中に存在すると仮定して、真空吸水率は各コンクリート中のセメントペーストの割合で整理した。また、空隙率とはコンクリート中の総空隙量を示している。真空吸水率及び空隙率は骨材径10mmのほうが大きくなった。このように物質の透過性と真空吸水率の大小関係が逆転することが確認された。

図-5に骨材周囲の空隙のイメージを示す。液体の浸透メカニズムが空隙内を液体で満たすことで次の空隙に浸透すると仮定すると、20mm垂直の場合は骨材下面の空隙が図の矢印のように大きくなり、空隙内を液体で満たすまでに時間がかかるため真空吸水深さは小さくなったが、20mm水平では矢印が小さいため、真空吸水深さは大きくなったのではないかと考える。10mmにおいては空隙の連結性が20mmの場合と比較すると低くなることで透気係数及び真空吸水深さは小さくなったと考えられる。これは、気体・液体が通過することができない空隙経路の行き止まりが存在すると考えられる。この行き止まりとなっている空隙は液体を溜めることができるため、真空吸水率が大きくなったのではないかと推察する。

### 4. まとめ

本研究で骨材径が大きいとブリーディングにより形成される遷移帯が厚くなり、空隙の連結性も異なることが確認された。また、気体と液体の違いも遷移帯における物質移動性に影響を与える可能性が示唆された。

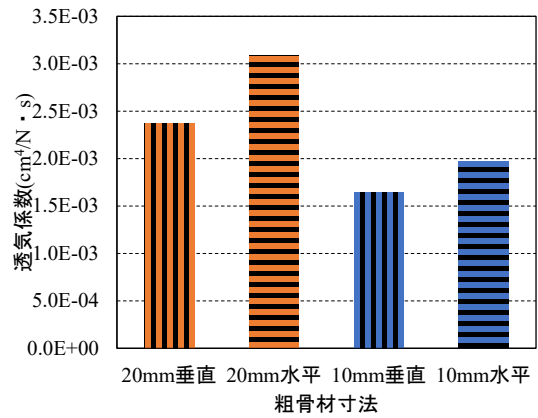


図-2 透気試験結果

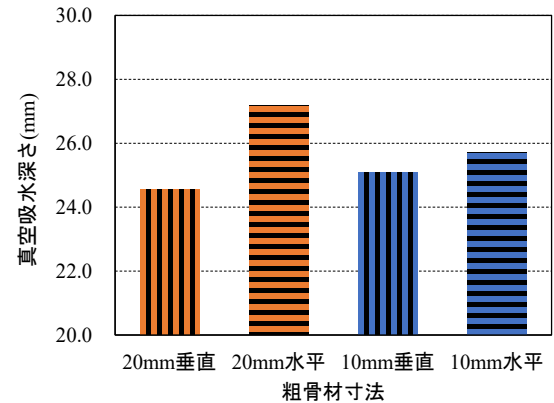


図-3 真空吸水深さの結果

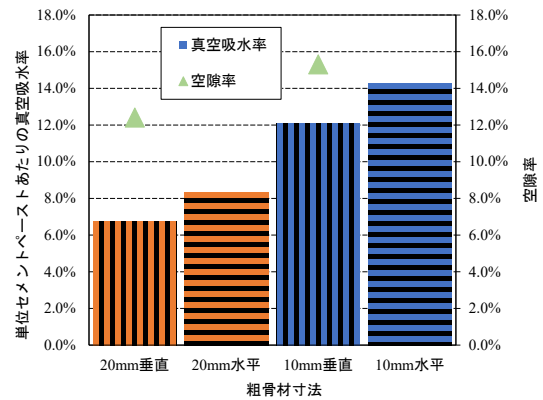


図-4 真空吸水率と空隙率の関係

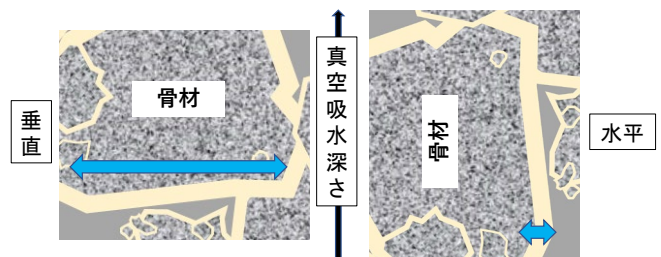


図-5 骨材周囲の空隙イメージ

### 参考文献

- 1) 荒木 萌ほか;ブリーディングに伴う骨材界面の空隙が物質移動透過性に与える影響, 土木学会第73回年次学術講演会, V-249, 2018