

配合と養生がコンクリート表層の透気性に及ぼす影響程度に関する一考察

芝浦工業大学大学院	学生会員	○松崎	晋一郎
名古屋工業大学	正会員	吉田	亮
東京大学生産技術研究所	正会員	岸	利治

1. 目的

コンクリートの耐久性を考える上で、透気性に代表される物質移動抵抗性を把握することは、構造物の維持管理を行う上でも重要である。コンクリートの透気性に影響を与える要因には、配合や養生などが挙げられる。そこで本研究では、水セメント比、単位水量および養生が透気性に及ぼす影響程度を定量的に確認することを目的とした。また、既往の研究により透気性はブリーディングにより形成される水みちの影響を受けるとされるため、水みちの移動経路および分布箇所を確認することを目的とした。

2. 実験概要

(1) 配合と試験方法

配合は水セメント比 $W/C=30, 45, 60\%$ とし、それぞれ単位水量 $W=145, 155, 165, 175, 185\text{kg/m}^3$ に変動させた計 15 種類とした。 $\Phi 150 \times 300\text{mm}$ の円柱型枠に 2 層で打設し、各層で締固めを行った。打設後から表面を封緘養生し、打設一日後から表面のみ湛水・封緘・気中養生の三通りで 28 日間養生を行った。封緘・気中養生は脱型後に、湛水養生は脱型後に温度 20°C 、湿度 $\text{RH}60\%$ に設定された部屋で一週間乾燥させた後に TORRENT 透気試験機による透気試験を行った。ブリーディング試験は、水セメント比 45% で 5 種類の単位水量で配合を行い、傾向をとらえられる簡易な手法を用いた。

(2) 水みちの可視化試験

供試体は水セメント比 $W/C=45\%$ 、単位水量 $W=$

165kg/m^3 とし、 $\Phi 150 \times 300\text{mm}$ の円柱型枠に 4 層で打設した。

各層間には色の異なる蛍光塗料を散布し、割裂した後、ブラックライトを照射させ、水みちの有無と移動経路と分布箇所を確認した。

3. 透気試験結果

(1) 水セメント比の影響

水セメント比を変動させた、単位水量と透気係数 (KT) の関係を養生ごとに図-1~3 に示す。

透気係数は水セメント比の増加と共に増加している。水セメント比が増加するとセメント粒子同士の間隔が広がり空隙径は大きくなるため、コンクリート表層を覆うセメントペーストの品質が低下すると推察できる。

(2) 養生の影響

養生の影響を比較すると、気中、封緘、湛水養生の順で透気性が大きい傾向を示した。これは、養生の相違が水和反応の過程で空隙組織に影響を与えたと考えられる。

気中養生と封緘養生では水セメント比 $45\text{-}60\%$ 間の透気係数の増加は $30\text{-}45\%$ 間の分よりも大きい。水セメント比 60% ではセメント量に対して水が多く、間隙水が増大し、コンクリート表層の水分が逸散しやすいため、セメントペーストの品質が低下していると考えられる。一方、湛水養生では各単位水量での透気係数は水セメント比の増加に伴い、等間隔で増加する傾向を示した。これは、セメント粒子に対

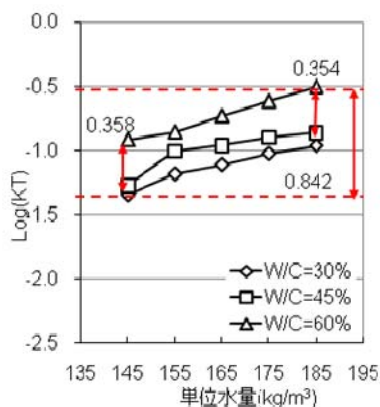


図-1 打設面：気中養生

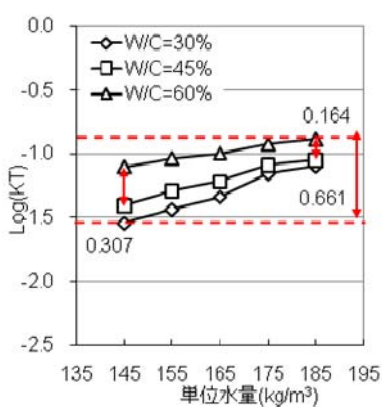


図-2 打設面：封緘養生

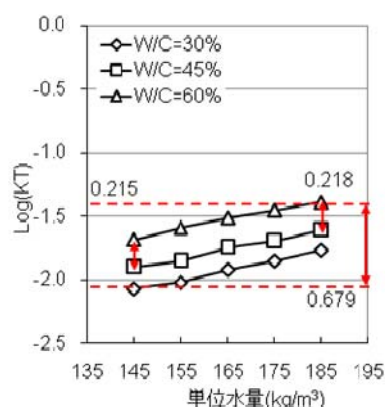


図-3 打設面：湛水養生

キーワード 水セメント比, 単位水量, 養生, 透気, ブリーディング

連絡先 〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5 芝浦工業大学 複合材料研究室 TEL03-5859-8358

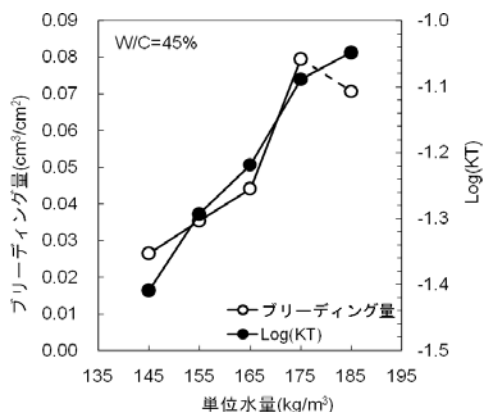


図-4 単位水量がブリーディング量に与える影響

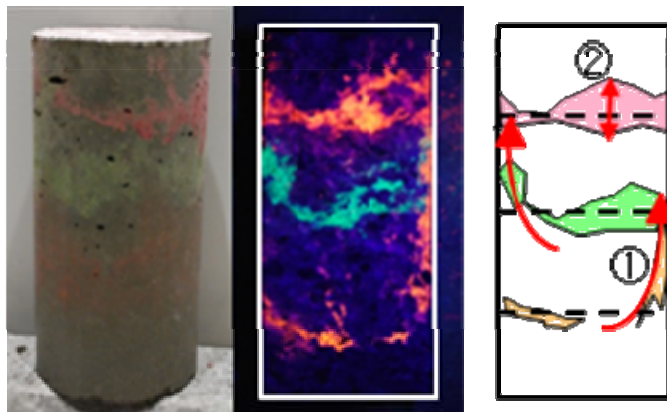


図-5 水みちの可視化試験

(左:脱型後, 中央:割裂後, 右:イメージ図)

して水が十分に存在するため, 配合に準じた粒子間隔を保ちながら水和反応が進行したと考えられる。

封緘養生の水セメント比 30%の透気係数は湛水養生の水セメント比 60%の透気係数より大きいことから, 養生の影響は配合要因に比べて格段に大きいことを確認した。

(3) 単位水量の影響

透気係数は単位水量の増加と共に増加している。これはブリーディング現象により表層のセメントペーストの品質が低下したためと考えられる。

4. ブリーディング試験結果

単位水量とブリーディング量の関係について図-4に示す。高性能 AE 減水剤の差が僅かなのに対し, 単位水量 165kg/m³と 175 kg/m³の間でブリーディング量は急激に増加している。透気係数はブリーディング量と同じ挙動を示しており, 透気性とブリーディングは相関関係にあると考えられる。

単位水量 165 kg/m³と 175kg/m³の間で見られる差は, 単位水量 175 kg/m³になると, 各粒子の周囲に水が十分に存在するためセメント粒子や骨材同士を拘束する力が弱まり, 材料分離抵抗性が低下する境界があることを示唆していると考えられる。

5. 水みちの可視化試験

供試体の脱型後と割裂後の蛍光塗料の散布状況を図-5に示す。脱型後の図(左)より, 各蛍光塗料が型枠に沿って上昇するのを確認した(イメージ図: ①)。また, 割裂後の図(中央)より型枠からではなく, 型枠中央付近で鉛直方向に上昇する水みちを確認した(イメージ図: ②)。

蛍光塗料は底面に近い層ほど型枠近傍から上昇し,

着色面積が狭い傾向にある。これは上部の層の重量により型枠近傍に蛍光塗料が押し出されたためと考えられる。また, 振動機で締固めた際に底面付近ほど振動機の影響を受けたと考えられる。今回確認した型枠近傍と中央付近の水みちが, 打設面と側面の透気性に与える影響程度を把握するために, 透気性と水みちの分布箇所, 量(面積)の関係を検証することが必要だと考えられる。

6. 結論

本研究では, 以下のような知見が得られた。

- 1) 水セメント比は単位水量より透気性に与える影響が大きいことを確認した。
- 2) 単位水量の増加は材料分離現象であるブリーディング現象を介して, 透気性に影響を与えていることを確認した。
- 3) 養生に関しては, 湛水養生では低い透気性を示し, 気中養生では透気性が高いことを示した。養生は単位水量, 水セメント比によらず透気性への影響が大きいことを示した。
- 4) 以上の結果より, 養生, 水セメント比, 単位水量の順で透気性に及ぼす影響は大きいことを確認した。ブリーディングは寸法の影響を受けるため, 単位水量の影響程度に関しては今後も検証が必要である。
- 5) 水みちの可視化試験では二通りのブリーディング水の上昇経路を確認した。

参考文献

- 1) 辻正哲, 坂井秀紀: ブリーディングの発生機構に関する基礎的研究, セメント技術年報 37, 229_232, 1983.12