

普通ポルトランドセメントを用いたコンクリートの非破壊透水試験時の水分浸透深さの測定

青木あすなる建設（株）技術研究所 正会員 ○後藤佳子，岡 流聖，フェロー会員 牛島 栄
エフティーエス（株） 正会員 峰村富夫，正会員 藤原貴央

1. はじめに

コンクリート構造物を対象とした様々な非破壊試験方法が開発され、その適用性が検討されているが、耐久性を評価する試験方法については未だ開発段階となっている。加えて、近年、水の浸透がコンクリート構造物の耐久性に影響を及ぼすことが認識されており、2017年度のコンクリート標準示方書【設計編】の改訂において、中性化に対し水の浸透に伴う鋼材腐食に対する照査が定められた。これらの背景より、コンクリート構造物を対象として、耐久性を示す指標の一つである水密性を非破壊試験で測定し定量的に評価することが求められている。筆者らは、水密性を測定する非破壊試験であるダブルチャンバー式加圧透水・透気試験機（WAPP）を用いた透水試験（以下、WAPP法という）に着目し検討を実施しているが、水密性を測定する非破壊試験では、試験時に、実際はどの程度の深さまで水が浸透しているかが分からない課題がある。そこで、WAPP法実施時の水分浸透深さを測定し、透水量と水分浸透深さの間に良好な相関関係が見られたので報告する。

2. 試験概要

普通ポルトランドセメントを用いて水セメント比 45, 55, 65%の配合にて円柱供試体（φ150×高さ約150mm）を作製した。平滑である底面を測定面とし、脱型後、測定面以外をアルミテープまたはビニルテープで封緘後、温度 20℃、相対湿度 60%の環境で気中養生を行い、材齢 28～30 日において、WAPP法および水分浸透深さ測定を実施した。円柱供試体の配合、フレッシュ性状および圧縮強度（材齢 28 日）は表-1 に示す。

WAPP法は、測定用チャンバーを測定面に設置し、内側チャンバーおよびチューブ内を満水にした後、加圧透水した時の透水量の経時変化を測定する試験である。通常、WAPP法では表層透水係数 P 値を測定値とするが、本報告では透水量と水分浸透深さの比較を行うため、測定終了時の透水量を測定値とした。試験条件は、加圧透水の測定時間を 20 分間、加圧圧力を 55kPa とした。写真-1 に測定状況を示す。

水分浸透深さは、WAPP法測定終了後に割裂した供試体の割裂面に対し、WAPP法において加圧透水した範囲を各割裂面につき 5 点、約 1cm 間隔で水分浸透深さを測定し、その平均値を平均水分浸透深さ、最大値を最大水分浸透深さとした。水分浸透深さ測定時の着色方法および水分浸透深さ計測方法は、「短期の水掛かりを受けるコンクリート中の水分浸透速度係数試験方法（案）（JSCE-G 582-2018）」に準拠した。



写真-1 WAPP法測定状況

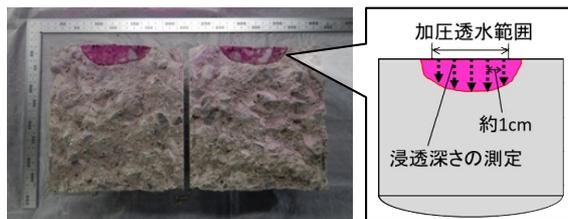


写真-2 着色状況、水分浸透深さ測定状況

表-1 円柱供試体の配合、フレッシュ性状および圧縮強度（材齢 28 日）

配合	水セメント比W/C (%)	細骨材率 s/a (%)	単用量(kg/m ³)					スランブ値 (cm)	空気量 (%)	温度 (°C)	圧縮強度 (N/mm ²)
			水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G	AE減水剤 AD				
W/C45%-1	45.0	42	170	378	714	1015	3.78	13.5	45.0	20	50.1
W/C45%-2	45.0	42	170	378	723	1015	3.40	13.0	3.5	20	48.8
W/C55%-1	55.0	44	170	309	773	1013	1.24	14.0	4.7	22	33.3
W/C55%-2	55.0	44	170	309	773	1013	2.47	13.5	4.0	20	37.0
W/C65%-1	65.0	46	170	262	827	997	1.57	12.0	3.9	21	28.3
W/C65%-2	65.0	46	170	262	837	997	2.10	13.0	4.8	20	25.5

C: 普通ポルトランドセメント, S: 山砂, G: 碎石, AD: AE減水剤

キーワード：透水試験，非破壊試験，水分浸透深さ

連絡先：〒300-2622 茨城県つくば市要 36-1 青木あすなる建設（株）技術研究所 材料研究部 TEL：029-877-1116

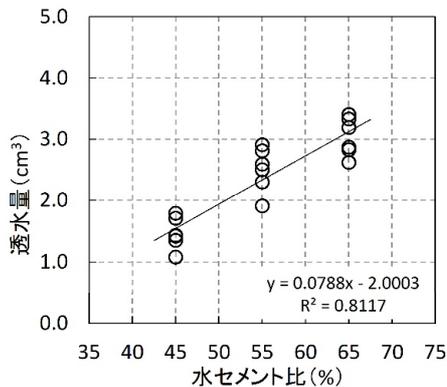


図-1 WAPP 法測定結果

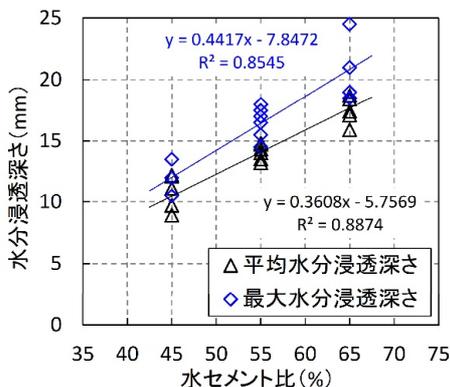


図-2 水分浸透深さ測定結果



写真-3 水分浸透時の骨材の影響例

3. 測定結果

WAPP 法測定結果および水分浸透深さ測定結果を、水セメント比に対して整理したものを図-1, 2 にそれぞれ示す。

図-1, 2 より、水セメント比が小さくなるほど透水量および水分浸透深さが小さくなることからわかる。水セメント比が小さくなると水密性が増すため、本報告における試験結果も同様の傾向を示している。図-2 において、平均水分浸透深さと最大水分浸透深さを比較すると、平均水分浸透深さに比べ最大水分浸透深さの方が値のばらつきが大きい。これは、写真-3 に示すように、コンクリート中の骨材の存在が水の浸透に影響を及ぼし、均一に浸透しなかった箇所があることが原因と思われる。なお、図-2 に示すように最大水分浸透深さと平均水分浸透深さの差は概ね 4mm 以下であった。

透水量と平均水分浸透深さの関係を図-3 に示す。全ての水セメント比において、透水量が大きくなるほど平均水分浸透深さが大きくなることが確認された。最も水密性が高い水セメント比 45% はプロットの左下の範囲に分布し、最も水密性が低い水セメント比 65% はプロットの右上の範囲に分布している。

また、図-3 における全プロットの近似曲線の決定係数 (R^2) が 0.9008 と高い値を示しており、透水量と平均水分浸透深さの間には良好な相関関係が見られる。この相関関係は、水セメント比に依存せず、1つの近似曲線を中心とした一定の範囲に分布しているのではないかとと思われる。

透水量と最大水分浸透深さの関係を図-4 に示す。図-4 も図-3 と同じく、良好な相関関係が見られ、平均水分浸透深さと同様に、透水量と最大水分浸透深さの関係は、1つの近似曲線を中心とした一定の範囲に分布しているのではないかとと思われる。しかし、値のばらつきが大きいため、図-4 における全プロットの近似曲線の決定係数 (R^2) は 0.8551 となり、平均水分浸透深さより低い値となった。

4. まとめ

透水量および水分浸透深さは水セメント比が小さくなるほど小さい値を示すことが確認され、WAPP 法が水密性評価のための測定として用いることは可能であると考えられる。また、平均水分浸透深さおよび最大水分浸透深さとともに透水量と間には、水セメント比に依存しない良好な相関関係が見られ、平均水分浸透深さに比べ最大水分浸透深さの方が値のばらつきが大きいことが確認された。今後は、他の試験条件やセメントの種類の違いによる測定データの拡充を行い、WAPP 法による水密性評価の測定を行いたい。

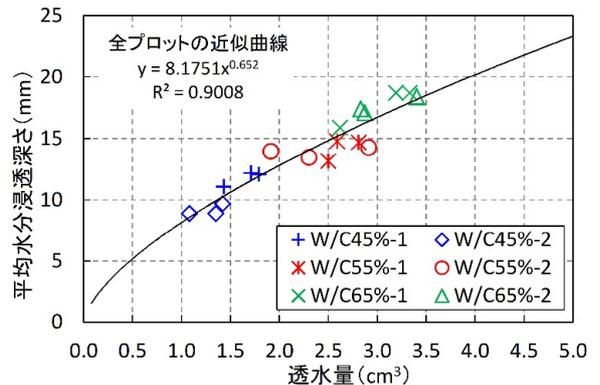


図-3 透水量と平均水分浸透深さの関係

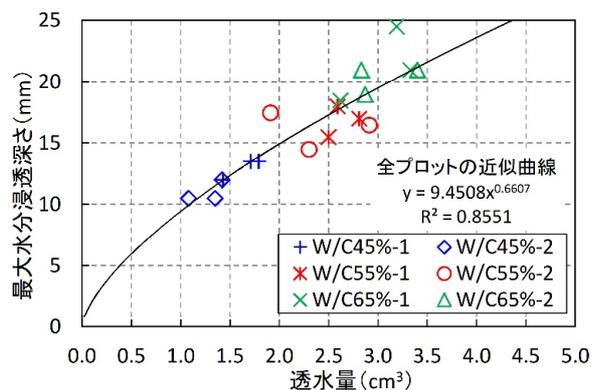


図-4 透水量と最大水分浸透深さの関係