

WAPP 法による材齢 22 年のコンクリート構造物の中性化評価に関する考察

青木あすなろ建設（株）技術研究所 正会員 ○後藤佳子 谷口克彦 村田康平 フェロー会員 牛島 栄

1. はじめに

コンクリート構造物の品質評価を目的として、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。しかし、コンクリート構造物の品質として、強度を評価する非破壊試験は規格化されているが、耐久性を示す指標については未だ開発段階となっている。一方で、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の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。本報告では、水密性の非破壊試験方法として写真 1 に示す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、高流動コンクリートにて作製された壁構造模擬供試体での WAPP 法および中性化深さの測定を実施し、WAPP 法による中性化評価に関する考察を行った結果について報告する。

2. 試験概要

今回対象とした壁構造模擬供試体（高さ 1.8m）は、寒中時の養生方法が高流動コンクリートに及ぼす影響を検討することを目的として作製された。この壁構造模擬供試体において、WAPP 法と中性化深さの測定を同一箇所で行った。壁構造模擬供試体は、作製後に屋外暴露され、測定時の材齢は 22 年である。その概念図、使用材料および配合を図 1、表 1 および表 2 にそれぞれ示す¹⁾。WAPP 法については「3. WAPP 法の概要」に後述する。中性化深さの測定方法は、「JIS A 1152 コンクリートの中性化深さの測定方法」に準拠した。

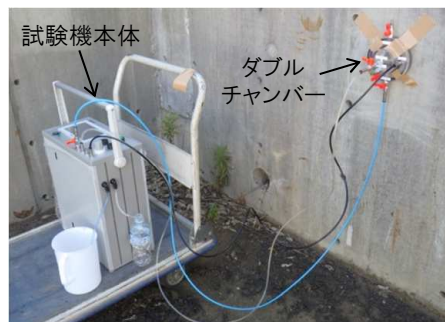


写真 1 ダブルチャンバー式加圧透水・透気試験機

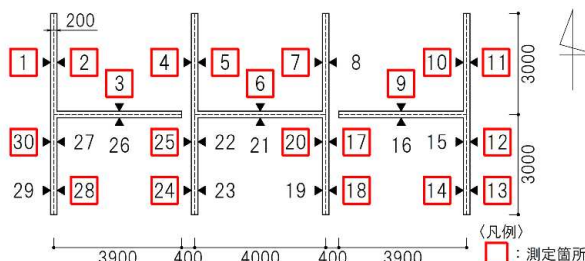


図 1 壁構造模擬供試体概念図

表 1 使用材料

材料名	材料の種類	記号
セメント	普通ポルトランドセメント 密度 3.16g/cm ³	OP
	中熱 3 成分セメント 密度 2.85g/cm ³ (中熱セメント:高炉スラグ:フライアッシュ=2:2:1)	MBF
細骨材	震ヶ浦産陸砂 表乾密度 2.59g/cm ³ 粗粒率 2.60	S
粗骨材	筑波産砕石 2005 表乾密度 2.70g/cm ³ 実績率 60.8%	G
混和剤	高性能 AE 減水剤	ポリカルボン酸系 SP
	AE 剤	ポリオキシエチレンアルキルエーテル系 AE
	増粘剤 (V) (分離低減剤)	微生物菌体系 DP
		多糖類ポリマー系 BP
		水溶性セルロース系 SF

表 2 配合

配合	測定箇所	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)					SP	AE	V	
				W	OP	MBF	S	G	(C×Wt%)※	(C×Wt%)※	種類	(kg/m ³)
MBF-DP	9~14	35	47.3	175	-	500	741	861	1.2	0.005	DP	1
MBF-BP	1~3,28,30	35	47.3	175	-	500	741	861	1.2	0.02	BP	0.8
OP-SF	4~7,17,18,20,24,25	50	51.1	185	370	-	865	861	2.3	0.013	SF	0.4

※セメントに対する質量比

$$P = \frac{G\rho w^2}{2tA^2P_u} \times 10^{-4} \dots \dots \dots (1)$$

ここで、 P : 表層透水係数 P 値 ($\times 10^{-10}$ m/s), G : 重力加速度 (m/sec²), ρ : 水

キーワード: 透水試験, 非破壊検査, 中性化, 高流動コンクリート

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

の単位体積質量 (g/cm^3), w : 透水量 (cm^3), t : 透水時間 (sec), A : 内側チャンバーの断面積 (cm^2), P_u : 透水水压 (kPa)

本報告では, 標準圧力である 55kPa にて 20 分間加圧透水した時の透水量から表層透水係数 P 値を算出し, 中性化深さとの比較検討を行った.

4. 測定結果

壁構造模擬供試体の既発表論文^{2), 3)}において, WAPP 法における表層透水係数 (P 値) および中性化深さは施工条件に加え設置後の環境条件が複合的に影響し, 長期材齢が経過した場合の中性化深さは初期の施工条件に比べ設置後の環境条件の影響を受ける傾向が見られたことを報告した. そこで, 本報告では, 測定結果を環境条件ごとに整理した. 環境条件は, 降雨による湿潤と日照による乾燥の繰り返しを考慮し, 日照の当たりやすさから図 2 のように数値化を行った. 環境条件 1 では最も北側に位置するため乾燥し難く湿った環境とし, 環境条件 3 では最も南側に位置するため乾燥しやすい環境条件とした. WAPP 法および中性化深さ測定の結果を環境条件ごとに整理したものを図 3 および図 4 に示す. 図 3, 4 より, 環境条件のみに対する明確な傾向は確認されなかった. これは, 環境条件に加え施工条件の影響も複合的に受けていることや環境条件には日照以外の影響も含まれることが考えられる. しかし, 図 3, 4 の分布を比べると, 表層透水係数 P 値と中性化深さは環境条件に対し, 概ね同様の分布同様の傾向を示すと考えられた.

5. 中性化評価に対する考察

図 5 に表層透水係数 P 値と中性化深さの関係を示す. 図 5 より, 表層透水係数 P 値が大きくなるほど, 中性化深さが大きくなることが見られた. これは, 壁構造模擬供試体の 3 種類全ての配合で見られた. したがって, 本報告における結果においては, 表層透水係数 P 値が大きくなると, 中性化深さも大きくなることが言える. 今後も測定結果の拡充が必要となるが, 非破壊試験法である WAPP 法から中性化深さを評価することができる可能性があると思われる.

参考文献: 1) 牛島栄, 舟川勲: 寒中時養生方法が各種混和材料を用いた高流動コンクリートの諸性状に及ぼす影響, 材料, 53 巻 10 号, pp.1083-1090, 2004. 2) 後藤佳子, 牛島栄, 谷口克彦, 村田康平, 豊福俊泰: ダブルチャンバー式加圧透水・透気試験機 (WAPP) を用いた透水試験の測定事例, コンクリート構造物の非破壊検査シンポジウム論文集 (Vol.6), pp.171-174, 2018. 3) 後藤佳子, 谷口克彦, 村田康平, 牛島栄: 施工条件の異なる高流動コンクリート構造物の材齢 22 年における中性化深さ, 土木学会第 73 回年次学術講演概要集, 第 V 部門, pp.369-370, 2018.

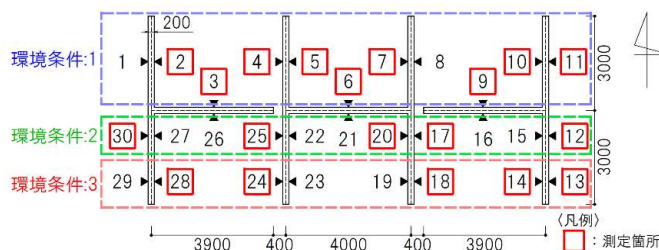


図2 環境条件

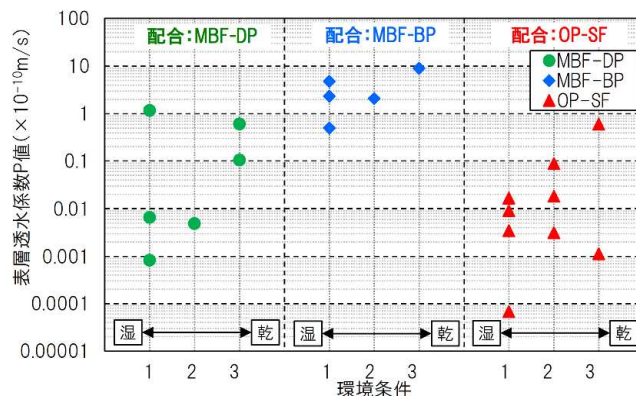


図3 WAPP法測定結果

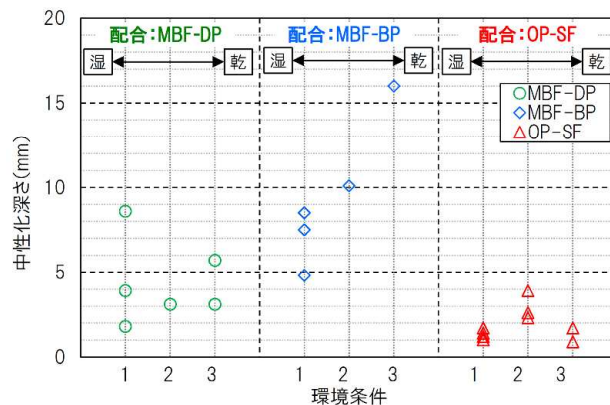


図4 中性化深さ測定結果

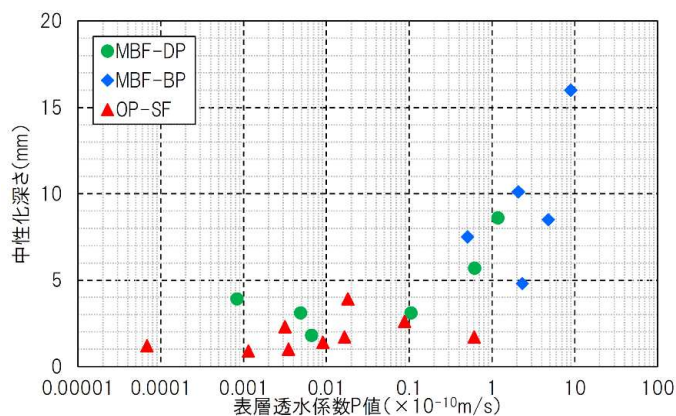


図5 表層透水係数 P 値と中性化深さの関係