名古屋工業大学大学院 正会員 〇吉田 亮

1. はじめに

コンクリート内部における物質移動現象の理解は, 耐久性を予測するうえで最も重要である。なかでも空 隙内部における水分移動現象は,硬化体の乾燥収縮や 塩化物イオンの侵入などにおける不可欠な要素である.

本研究では、モルタル供試体における液状水の吸水 現象を理解するために、アルキメデス法により測定さ れる吸水量および乾燥量と水銀圧入法で得る全空隙・ 連続空隙量の関係について検討を行った.

2. 実験概要

2.1 使用材料と配合

使用材料を表1に示し、配合およびフレッシュ性 状を表2に示す. セメントおよび混和材種類の異な るコンクリートを作製した. 混和材の置換はそれぞ れ A, B, C 種の範囲で行った. 配合のなかで、単 位水量 165 kg/m³, 水結合材比 50%, 細骨材量, 粗骨 材量は一定である.フレッシュ性状は、スランプが 10 cm ± 2 cm,空気量が 2%以下となるように,高性能 AE 減水剤および消泡剤を添加した.

モルタル試料は、材齢28日に φ 100 × 200 mm の 円柱コンクリート供試体のモルタル部より,一辺8mm 程度の立方体を採取した. 前処理には、アセトン浸漬 を 24 時間, その後に R.H.11% のデジケーター内で真空 乾燥を7日間行った.

2.2 空隙量測定

空隙量の測定は水銀漸次繰返し圧入法¹⁾により、全

空隙と連続空隙を取得した.空隙構造分析は, Micromeritics 社製 AutoPoreⅢを使用し、空隙径の算出 には、Washburn 式に接触角 $\theta = 130^{\circ}$, 水銀の表面張 力 γ = 484 dyn / cm を用いた. 配合ごと2回の測定を 行い,その平均値を試験結果として採用した.ただし, 2回の測定空隙量曲線が異なる場合には、複数回の再 測定を追加し,空隙量曲線が重なる複数の測定結果の 平均を試験結果とした.

2.3 吸水量・乾燥量の測定

吸水量の測定はアルキメデス法によって,浸漬後1,3, 12,24 時間に行った.また吸水後の試料を R.H.11%の デジケーター内に静置し、浸漬後1,3,12,24時間の乾 燥量を測定した.配合ごとに3回の測定を行い、同様 の傾向が得られた2回以上の測定結果の平均値を試験 結果として採用した.

3. 吸水量・乾燥量の経時変化

図1に吸水量の経時変化,図2に乾燥量の経時変化 を示す.吸水量は全ての配合において,吸水開始から 1時間で最も大きな増加が観察される.1時間以降の吸 水量曲線は, BFS30-50, BFS45-50 で緩やかな傾きとな り、その他の試料では水平に近い直線が描かれている. 乾燥量の経時変化は、乾燥開始3時間までが大きい. そして3時間以降において乾燥量曲線は水平に近づく. 24 時間の吸水量を結合材種で比較すると、吸水量が

小さいものから SF→BFS, OPC→FA→MPC と並ぶ. 乾

表2 配合およびフレッシュ性状

記号	5.76	密度 (g/cm ³)	種別	W/B (%)	単位量(kg/m ³)								混和剤(g/m ³)		スランプ	空気量	C.T
	名称				W	0	М	S	G	BFS	FA	SF	SP	А	(cm)	(%)	(°C)
OPC	普通ポルトランドセメント	3.15	OPC50		165	330	-	907	1034	-	-	-	2640	23	8.0	1.0	21.5
MPC	中庸熱ポルトランドセメント	3.21	MPC50		165	-	330	907	1034	-	-	-	2310	20	10.0	1.8	24.7
BFS	高炉スラグ微粉末 4200 cm²/g	2.88	BFS30-50		165	231	-	907	1034	99	-	-	1815	36	10.0	1.0	23.0
FA	フライアッシュ 4420 cm²/g	2.28	BFS45-50		165	182	-	907	1034	149	-	-	1650	30	10.0	1.9	22.9
SF	シリカフューム 18.7 m²/g	2.2	BFS65-50		165	116	-	907	1034	215	-	-	1320	23	10.0	1.4	22.3
w	水道水	-	FA10-50	- 50	165	297	-	907	1034	-	33	-	2805	26	11.0	1.7	22.5
S	瀬戸産砕砂	2.68	FA30-50		165	231	-	907	1034	-	99	-	2145	20	10.0	1.6	22.2
G	瀬戸産砕石 Gmax =20 mm	2.71	SF10-50		165	297	-	907	1034	-	-	33	4290	40	11.0	1.9	23.0
SP	高性能AE減水剤 ポリカルボン酸系	-	SF15-50		165	281	-	907	1034	-	-	50	3300	40	10.0	1.9	20.4
А	消泡剤 ポリエーテル系	-	SF30-50	ſ	165	231	-	907	1034	-	-	99	4290	50	3.0	2.0	21.4

キーワード:空隙構造,水銀圧入法,吸水試験,乾燥,混和材

連絡先:〒466-8555 名古屋市昭和区御器所町 名古屋工業大学大学院 TEL 052-735-5125



図2 乾燥量の経時変化

図4 3時間の吸水量と空隙量の関係(左:全空隙,右:連続空隙)

燥量でも同じ順序 SF, BFS→OPC→FA→MPC となるが, 吸水量では OPC と同程度であった BFS は,乾燥量に おいて SF と同程度まで小さくなる. 24 時間の範囲で は,BFS で吸水された水分は乾燥しにくいことが示唆 される. 混和材の置換率に関しては,SF と BFS におい て置換率が増加すると吸水量・乾燥量は減少する傾向 が確認できた.FA ではこれと逆の傾向が観察された.

4. 吸水量・乾燥量と水銀圧入法で得る空隙量の関係

図3に1時間後の吸水量と水銀圧入法で測定される 空隙量の関係を、図4に3時間後の乾燥量と水銀圧入 法で測定される空隙量の関係を示す.吸水・乾燥量の 測定時間は,それぞれの測定値が安定する1,3時間を 採用した.また,累積空隙量は10,40,100,500 nm を最小直径として比較した.左のグラフでは全空隙量 を対象とし,右のグラフでは全空隙量からインクボト ル空隙量を差し引いた連続空隙量を対象としている.

まず吸水量と空隙量の関係を見る. グラフ凡例中に 示した決定係数 R²の最大値は,40 nm 以上の全空隙量 において 0.66,40 nm 以上の連続空隙量において 0.88 となった. 全空隙・連続空隙ともに,100 nm 以上の累 積空隙量と吸水量の間には関係性が見出せない. つぎに乾燥量と空隙量の関係を見る. R²の最大値は, 10 nm 以上の全空隙量で 0.74, 10 nm 以上の連続空隙量 で 0.89 となり,吸水量との関係よりも良好となった. これは 1 時間の吸水量に,水銀圧入試験で測定できる 毛管空隙よりも微細な空隙を濡らした水分量が含まれ ていることに起因すると考えている. R.H.11%よりも 高い相対湿度で調湿することで,吸水量との関係にも より高い相関が得られることが考えられる.

5. まとめ

モルタル硬化体の吸水・乾燥性状と水銀圧入法で得 る空隙量の関係について検討した.本研究の範囲にお いては,1時間吸水・3時間乾燥の測定量と空隙量の相 関が高く,また,全空隙量よりも連続空隙量との間に より高い相関関係があることを確認できた.

謝辞:本研究は東京大学 生産技術研究所 岸利治 教授 の御厚意により水銀圧入試験機を使用させて頂き,酒 井雄也 助教のご協力を頂き,実施することができまし た.ここに記し深く感謝致します.

参考文献:1)吉田亮,岸利治:水銀の漸次繰返し圧入 による空隙の連続性抽出と有効圧力範囲に関する研究, 東大生研研究速報,60巻,5号,pp.126-129,2008