

空気室圧力法を応用したポーラスコンクリートの空隙率測定方法に関する研究

(その2: 各測定方法による測定結果の比較)

ポーラスコンクリート 空隙率 空気量試験器
容積法 質量法 遠心脱水処理

正会員 ○松村 豪 *1
同 中川武志 *2
同 三島直生 *3
同 畑中重光 *4

1. はじめに

本報告では、(その1)に引き続き、JIS A 1128によるフレッシュコンクリートの空気量試験器を応用した容積圧力法により、骨材粒径が5mm以下程度の小粒径ポーラスコンクリートを含めて精度良く空隙率を測定できるかどうかを検証する。さらに、空隙率の測定結果に及ぼす骨材粒径、締固めの影響を把握するとともに、容積法および質量法を含めて気中質量の測定時間を短縮し、測定精度を向上させるための供試体の遠心脱水処理の効果についても報告する。

なお、本報では、空隙を(その1)に示した3つのレベル、すなわち、連続空隙率、準連続空隙率、独立空隙率に分類する。

2. 実験の概要

2.1 実験の要因と水準

表-1に、実験の要因と水準を示す。本実験は、幅広い範囲の骨材粒径および空隙率をもつ硬化ポーラスコンクリートに対し、各空隙率の測定方法の適用性および妥当性を検討することを主な目的としている。

2.2 供試体の作成方法

表-2に今回の供試体の調合条件および諸元を示す。骨材には、5~8号砕石を用いる。結合材の水セメント比は、3種類に変化させた。また本実験では、単位結合材量と締固めの程度を適宜組み合わせることにより空隙率を制御する。締固め程度が軽微なコテ仕上げの供試体が含まれることから、調合設計時には、砕石の実積率として、JIS A 1104に準拠したものに加え、突き棒で締め固められていない条件で得られた値も別途測定した。練混ぜには、傾胴ミキサを使用した。供試体は、圧縮強度試験用型枠(φ100×200mm)を使用して作成した。作成した供試体は、合計48体である。

実験では、まず、ポーラスコンクリート供試体の作成時に、質量法による空隙率の測定を行った。硬化後のポーラスコンクリート円柱供試体については、容積法、質量法、容積圧力法の3つの方法による空隙率測定を、各水準につき1回ずつ実施した。

また、特に小粒径ポーラスコンクリートにおいて、水中浸漬および気中放置の際に供試体の含水状態が安定しないことにより空隙率測定結果の精度が低下すること¹⁾を改善するため、市販の洗濯機の脱水槽(直径350mm、回転数800rpm、約7分)を用いて、供試体の遠心脱水処理を行い、気中放置の場

表-1 実験の要因と水準

要因	水準		
粒径	5号(13~20mm) 7号(2.4~4.8mm)	6号(5~13mm) 8号(1.2~2.4mm)	
単位結合材量	136L/m ³ ※	241L/m ³	315L/m ³
締固め方法	コテ仕上げ	表面振動機による振動締固め	
空隙率測定方法	質量法、容積法、容積圧力法など計9種類		

※: 8号砕石を用いた場合のみ、結合材量の調整が必要のため155L/m³とした。

表-2 供試体の諸元

骨材種類	単位結合材量 (L/m ³)	W/C (%)	締固め方法 *	設計空隙率 (%)	単位量 (kg/m ³)				
					W	C	G	SP	
5号	241	30	コテ	25.2	117	390	1381	0	
			振動	20.8			1501		
6号	136	46	コテ	35.2	80	175	1385	0	
			振動	30.5			1512		
	241	30	コテ	24.7	117	390	1385		
			振動	20.0			1512		
7号	136	46	コテ	36.3	80	175	1366	0	
			振動	33.2			1450		
	241	30	コテ	25.8	117	390	1366		
			振動	22.7			1460		
	315	25	コテ	18.1	137	560	1366		2.8
			振動	15.0			1450		
8号	155	46	コテ	34.1	92	200	1361	0	
			振動	30.2			1466		
	241	30	コテ	25.6	117	390	1361		
			振動	21.7			1466		
	315	25	コテ	17.9	137	560	1361		2.8
			振動	14.0			1466		

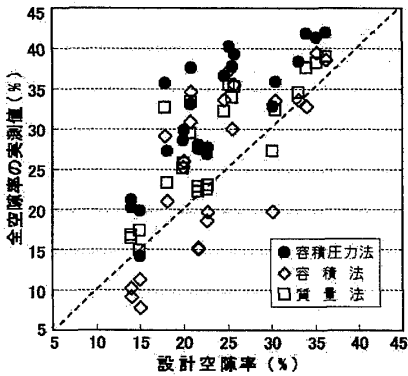
[注] *: 「コテ」はコテ仕上げのみを、「振動」は表面振動機による振動締固めを示す。

合の結果と比較した。

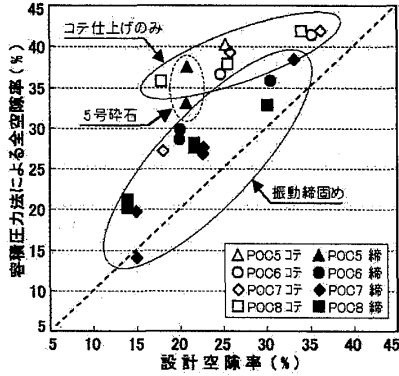
3. 実験結果と考察

硬化したポーラスコンクリート供試体について、容積法、質量法および容積圧力法で測定した全空隙率を図-1に示す。ここで、容積法および容積圧力法で得られる測定値については、連続空隙率と準連続空隙率を合計したものを全空隙率として示した。

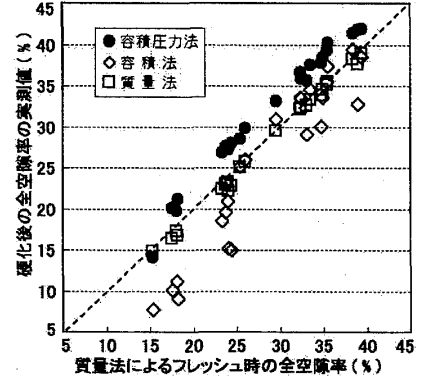
図-1(a)は、3種類の測定方法で得られたすべてのデータと設計空隙率の関係を示したものである。図によれば、いずれの測定方法においても全空隙率の測定値はばらついており、設計空隙率との相関性が明瞭ではない。これは、供試体作成時に、型枠の壁効果²⁾や締固めの不足等の影響により、空隙率が設計値からずれたことによると考えられる。図-1(b)では、容積圧力法による測定結果について、骨材および締固めの影



(a) 全空隙率の実測値と設計空隙率との関係

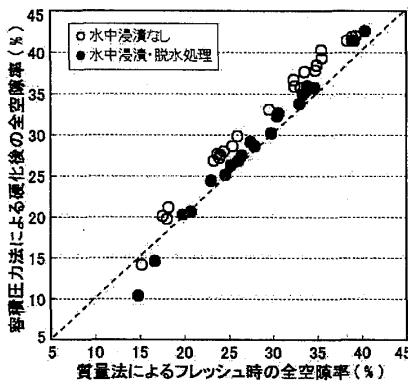


(b) 容積圧力法による全空隙率の実測値と設計空隙率との関係

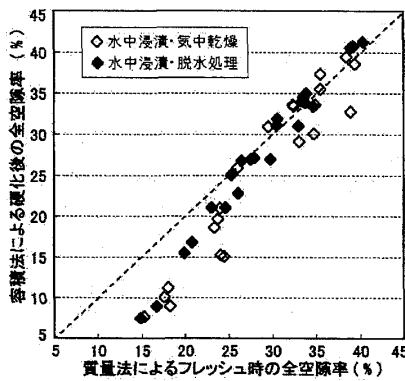


(c) 全空隙率の実測値と質量法によるフレッシュ時の全空隙率との関係

図-1 全空隙率の実測値の比較



(a) 容積圧力法



(b) 容積法

図-2 供試体の遠心脱水処理の効果

響を検討する。図から、振動締固めはコテ仕上げと比較して設計空隙率からの乖離が小さいこと、5号砕石を用いた供試体では締固め方法によらず設計空隙率からの乖離が大きくなるのがわかる。図-1(c)には、硬化後の全空隙率の測定結果と、現時点で全空隙率に対しては最も測定誤差が小さいと考えられるフレッシュ時の質量法による全空隙率の測定結果との比較を示す。硬化後の全空隙率と設計空隙率とを比較した図-1(a)と比べて、測定値の相関が良い。したがって、以下、硬化後の空隙率の測定結果との比較対象として、質量法によるフレッシュ時の全空隙率測定結果を用いることとする。

測定方法については、容積圧力法と質量法によるデータのばらつきが小さく、これに対し、容積法ではデータのばらつきが大きいことがわかる。これは、供試体によっては水中浸漬および気中放置の過程で含水量が安定しない場合が生じることによると考えられる。測定値の大きさに関しては、硬化後の質量法による値がフレッシュ時の結果とほぼ同程度となるのに対して、容積圧力法は大きめの、容積法は小さめの値となる傾向がある。この原因としては、容積圧力法では脱型後にそのまま気中質量を測定した場合に、供試体が表乾状態

と比べて、わずかに乾燥しており、空隙率が大きく測定されたことが考えられる。また、容積法で空隙率が小さく測定される傾向は、既往の研究結果¹⁾と同様である。

図-2に、供試体の遠心脱水処理の効果を示す。図(a)に示す容積圧力法では、遠心脱水処理により、質量法によるフレッシュ時の全空隙率に近い値となっている。図(b)に示す容積法では、気中乾燥した供試体はデータがばらついているのに対し、脱水処理を行ったデータではばらつきが小さくなっており、脱水処理が空隙率の測定精度改善に対して有効であると考えられる。

4. まとめ

本報において得られた知見を以下に示す。

- 1) 容積圧力法により、小粒径ポーラスコンクリートを含めた空隙率測定が可能である。また、連続空隙と準連続空隙の分類、所要時間の短縮も可能になるなどの利点がある。
- 2) 従来、用いられてきた容積法は、測定値のばらつきが大きく、空隙率が15%以上の範囲では、最大で10%程度小さい値となる場合がある。
- 3) 空隙率の測定に際し、水中浸漬を行う場合、測定精度の向上策として遠心脱水処理が有効である。

【謝辞】

本研究の一部は平成19年度日本学術振興会科学研究補助金・基礎研究(B)(研究代表者:畑中重光)によった。付記して謝意を表す。

【参考文献】

- 1) 前川明弘、山本晃、三島直生、畑中重光:小粒径ポーラスコンクリートの基礎的特性に関する実験的研究、セメント・コンクリート論文集、No.60、pp.264-270、2006
- 2) 平岩睦、田中清人、谷川恭雄、森博嗣:ポーラスコンクリートの調合設計に関する基礎研究、コンクリート工学年次論文報告集、Vol.23、No.1、pp.1117-1122、2001.7

*1 川島工業技術部
 *2 三重大学大学院工学研究科建築学専攻・大学院生・修士(工学)
 *3 三重大学大学院工学研究科建築学専攻・助教・博士(工学)
 *4 三重大学大学院工学研究科建築学専攻・教授・工博

*1 Kawashima Industry, Engineering Dept.
 *2 Graduate Student, Div. of Arch, Graduate School of Eng. Mie Univ., M. Eng.
 *3 Assist. Prof., Div. of Arch., Graduate School of Eng. Mie Univ., Dr. Eng.
 *4 Prof., Div. of Arch., Graduate School of Eng. Mie Univ., Dr. Eng.