

供試体の作製方法がポーラスコンクリートの強度に及ぼす影響

Affections of Specimen Preparation Methods to Strength of Porous Concrete.

浅野 勇*, 向後 雄二*, 林田 洋一*

Isamu ASANO, Yuji KOHGO and Yoichi HAYASHIDA

1.はじめに

ポーラスコンクリート (Porous Concrete:POC)は透水性及び透気性に優れた環境共生型コンクリートである。また、破碎が容易なことから、リサイクル性が高いコンクリートとも言える。このような特徴を有する POC は、河川護岸等さまざまな方面で注目されている。

しかし、POC にはいくつかの課題が残されている。特に圧縮強度をどのように求めるかは重要な問題である。一般のコンクリートに比較して空隙が多いPOCでは、単に水セメント比だけではなく空隙率も強度に大きな影響を与える。これは、供試体の作製方法が POCの強度に大きく影響を与えることを意味する。岡田ら¹⁾は締固め方法及び締固め層数が圧縮強度に影響することを報告しているが、供試体作成法としてどのような方法が最適であるかについては言及していない。本研究では、供試体の作製方法が POC の圧縮強度に及ぼす影響について検討する。

2.実験の概要

実験を行った POC の配合を表-1 に示す。骨材は 5号砕石 (表乾密度: 2.67g/cm³, 吸水率: 0.7%)及び建設廃棄物処理場で破碎したコンクリートガラを粒径 5-20mm に調整した骨材 (表乾密度: 2.39g/cm³, 吸水率: 6.5%, 以下再生骨材と呼ぶ)を使用した。骨材の実績率は共に約 40%であった。セメントは高炉 B 種を、混和剤として高性能 AE 減水剤を使用した。パン型強制練混ぜミキサを使用し練混ぜを行った。ペーストのフロー値は約 190 とした。

表-1 配合

Mix proportions.

使用骨材	目標空隙率 (%)	W/B (%)	単位量 (Kg/m ³)			混和剤 (Kg/m ³)
			W	B	G	
5号	30	24	42.2	176	1590	0.176
再生	30	25	43.2	173	1420	0.173

実験の因子を表-2 に、実験ケースを表-3 に示す。供試体の締固めには、こて型バイブレータ (振動数 150~180Hz) 及び突き棒を用いた。供試体は、材齢 1 日で脱型し、標準水中養生させた。材齢 5, 6 日でポーラスコンクリートの物性試験 (案)²⁾に基づき空隙率を測定した。材齢 7 日で圧縮試験を行った。円柱供試体では上面のみにキャッピングを行った。角柱供試体はキャッピングを省略した。円柱供試体では載荷方向と締固め方向は一致するが、角柱供試体では、

載荷方向は締固め方向と直角をなす。載荷速度はひずみ速度で 0.25%/分とした。

表-2 実験の因子

Factors of experiments

因子	水準
骨材種別	5号砕石 (13-20), 再生骨材 (5-20)
締固め方法	型枠バイブレータ 突き棒
層数	1, 2, 3 層
層厚 (cm)	7, 10, 20
供試体形状	円柱, 角柱
供試体高さ	10, 20cm

表-3 実験ケース

Experimental conditions.

NO.	骨材	締固め方法	層数	締固め時間 (s)	供試体形状	供試体高さ (cm)	
1	5号	B	1	30	円柱	20	
2			2	15		20	
3			T	-		20	
4		B	B	1	15	角柱	10
5				1	15*		10
6				1	-		20
7	再生	B	1	20	円柱	20	
8			2	10		20	
9			3	5		20	
10		T	-	20			
11		B	B	1	10	角柱	10
12				1	10*		10
13				1	-		20

B: こて型バイブレータによる締固め。T: 突き棒 1 層 25 回

*: 角柱の締固め時間は約 10 × 10cm の面積に対する値

3.結果と考察

図-1,2 に圧縮試験結果を示す。図から以下のことがわかる。1 層締固め (実験ケース 1, 7) では供試体下層で破壊が生じる。これは、供試体の下層が上層に較べて空隙率が大きいためである。上層と下層の空隙率を調べると、下層は上層に較べて 5~8%空隙率が大きかった。1 層締固め供試体では下層に破壊が集中するため、均一な強度試験を行うことは難しい。2層締固め (実験ケース 2, 8) 及び3 層突き棒締固め (実験ケース 3, 10) では、供試体はほぼ中央部で破壊し、ほぼ均一な強度試験が可能である。しかし、突き棒による供試体の圧縮強度は、他の供試体の圧縮強度に較べ小さい。これは、突き棒による締固めエネルギーが小さく、供試体が十分締め固まっていなかったためと考えられる。また、

*独立行政法人 農業工学研究所 造構部 構造研究室

振動を与えることなく締め固めるためペーストが十分流動化しないことも原因の一つと考えられる。供試体の破壊性状を観察しても、他の高い強度の供試体では骨材が破断しているのに対し、突き棒供試体ではペースト界面での破壊が多く、他の供試体に較べてペースト自体の強度が小さいと予想される。POC が実施工では振動コンパクター等で締め固められることを考えれば、突き棒による供試体作製では強度を低めに見積もる可能性がある。

高さを10cmとした円柱供試体(実験ケース4, 11)の圧縮強度は、高さ20cmの円柱供試体のものより大きい。5号砕石では2層供試体強度の1.87倍、再生骨材では1.27倍になる。普通コンクリート供試体では、この倍率が1.1倍程度であることを考えれば、POCの圧縮強度は、普通コンクリートより供試体高さと同径の比の影響を受けやすいと考えられる。これは、POCでは、供試体の端面拘束が普通コンクリートより破壊を抑制するためと考えられる。高さ10cmの供試体は均一な供試体が作製可能であるが、圧縮強度が端面拘束に大きな影響を受ける点が問題である。

角柱試験体では、打込み方向と直角な方向に載荷した場合の強度を求めることができる。大小の粒径骨材が混合された再生骨材では角柱の強度は同じ高さの円柱供試体の強度とほぼ等しかった。一方、単粒に近い5号砕石では、角柱の強度は円柱供試体に比べ低くなった。また、その破断面も骨材が破断するものよりペースト界面が破断しているものが多かった。単粒に近い骨材を使用したPOCでは打込み方向とそれと直角方向の強度特性には差が生じるものと考えられる。

図-3に再生骨材供試体の代表的な応力ひずみ曲線を示す。ひずみは載荷板変位より計算した。高さ20cmの供試体の応力ひずみ曲線は、2,000~3,000 μm でピークに達し、その後急激に軟化し、最終的には1~2 N/mm^2 程度の残留状態に至る。一方、高さ10cmの供試体では、5,000~7,000 μm ひずみでピークに達しその後軟化し、残留状態に至る。10cmの供試体のピークひずみが20cmの供試体より大きくなるのはベディングエラーによるものと考えられる。また、高さ10cm供試体の残留応力が高い理由は載荷板の拘束の影響が20cmのものより大きいからと考えられる。図には示していないが、破壊が供試体中央部で生じる供試体では、その応力ひずみ曲線についてもばらつきは少なかった。

以上より、上層下層で空隙率に差が少ないこと、破壊が供試体の中央部で発生していること、試験値にばらつきが少ないことから、POCの圧縮供試体作製法としては2層締め固め方式が最適と考える。

4. おわりに

今後、7日材齢以外の場合についても検討を行う。また、ポーラスコンクリートの強度特性について空隙率と水結合材比に基づくモデル化を試みる。

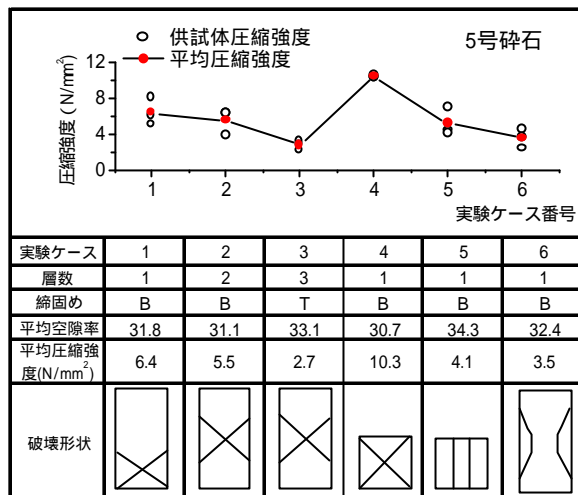


図-1 圧縮強度と破壊性状(5号砕石)

Compression strength and failure condition(No.5 crushed stone)

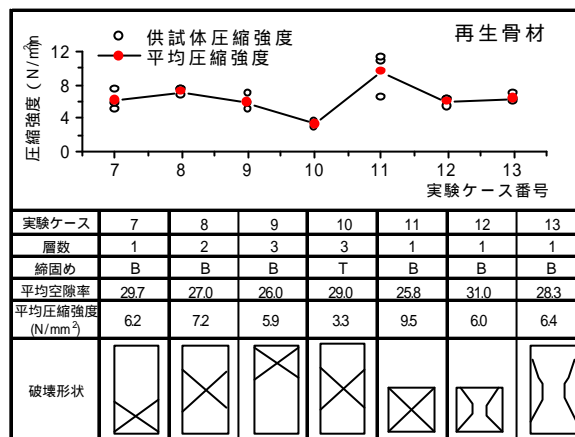


図-2 圧縮強度と破壊性状(再生骨材)

Compression strength and failure condition(Used recycled aggregate)

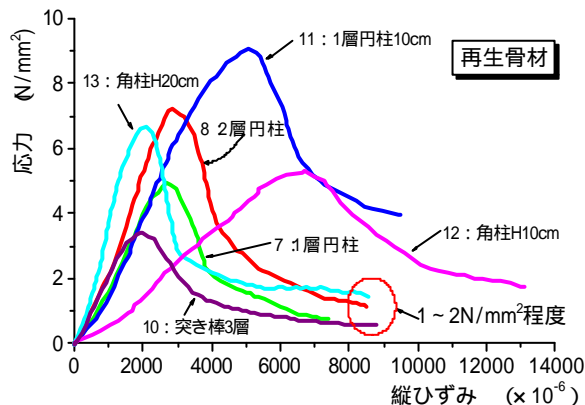


図-3 応力-ひずみ曲線(再生骨材)

Stress-strain curves(Used recycled aggregate)

参考文献

- 岡田他(1999). ポーラスコンクリートの振動締め固め方法に関する研究, コンクリート工学年次論文報告集, Vol. 21, No. 1, 241-236.
- 岡本他(1998). ポーラスコンクリートの製造・物性・試験方法, コンクリート工学, Vol. 36, No. 3, pp. 52-62, 1998.