

ポーラスコンクリートの品質のばらつきに関する実験的研究

九州工業大学大学院 学生会員 三船 慎治
九州工業大学 フェロー 出光 隆
九州工業大学 正会員 山崎 竹博

1 はじめに

深刻化していく環境保全対策には、排出規制、環境浄化、生態保全などの方策が実施されコンクリート分野では、エコセメントの他、緑化コンクリート等に対応したエココンクリートが使用されつつある。本研究では植物とコンクリート構造物との調和・共存を考え、それらの材料の1つとして透水性・透気性に優れ、連続空隙を有するポーラスコンクリート(No-Fines Concrete 以下 NFC とする)を取り上げた。NFC に求められている性能は植生が可能な空隙率を有し、建設省治水課河川護岸試験施工特記仕様書(案)のよると設計基準強度 9.8Mpa 以上である。一般に NFC は空隙を有するため普通コンクリートに比べて強度のばらつきが大きく、また空隙率自体の変化も大きい。そこで、それらのばらつきが小さく、要求性能を満足する配合設計および製造方法等について実験的考察を行った。

2 実験概要

本研究では NFC の粗骨材容積率を 62%, 60%, 58%とした。NFC の配合では設定空隙率は(粗骨材の空隙率-ペースト容積率)と考えられるが実測空隙率は粗骨材表面に付着するペーストが原因となり、設定空隙率よりも大きくなる。本研究では1 配合につき 20 供試体を打設し、設定空隙率と実測空隙率との関係を調べた。また建設省特記仕様書に定める 9.8Mpa を確保する圧縮強度の標準偏差について検討を行い、設計基準強度を満たす配合を明確にする。実験は打設後 4 週間水中養生を行い空隙率、圧縮強度を測定した。配合を表-1 にそれぞれ示す。NFC は連続空隙を持つため流水に対する劣化が大きく、セメント水和による水酸化カルシウムを炭酸ガス養生で固定し、流水中に放置した NFC の強度試験を実施した。実験の手順と配合を図-1・表-2 にそれぞれ示す。

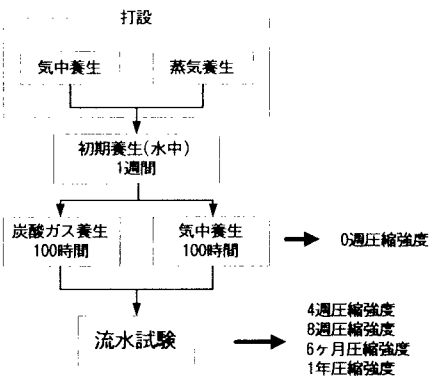


図-1 流水への耐久試験の実験手順

表-1 ばらつき検討試験の配合表

粗骨材 容積率 (%)	設定 空隙率 (%)	W/B(%)	SF 置換率 (%)	単位量(kg/m ³)				
				B				
				W	C	SF	G	SP
62	20	20	15	76.5	325.2	57.4	1630.6	9.8
	25			55.3	234.9	41.5	1630.6	7.0
	20			74.3	316.0	55.8	1614.0	9.5
	25			55.8	237.0	41.8	1614.0	7.1
	30			37.2	158.0	27.9	1620.0	4.7
60	20	25		85.0	289.1	51.0	1614.0	8.7
	25			63.8	216.8	38.3	1614.0	6.5
	30			42.5	144.6	25.5	1614.0	4.3
	20			81.8	347.6	61.3	1560.2	10.4
	25			63.2	268.6	47.4	1560.2	8.1
58	30	20		44.6	189.6	33.5	1560.2	5.7

3 実験結果

3-1 NFC の空隙率・圧縮強度のばらつきの検討

空隙率の測定結果を表-3・図-3 に示す。粗骨材容積率を 60%, 水粉体比を 20, 25%と変化させた供試体では実測空隙率の差がほとんど見られず水粉体比は空隙率に影響を与えないことが分かる。NFC の粗骨材容積率の設定においては粗骨材実積率よりも 2~3%程度小さくすることにより設定空隙率に近い空隙率を持った供試体を作製することができる。しかし、実測空隙率は平均値から±1.3~±3.7%程度ばらつきがある。従って配合において空隙率を設定する際、空隙率のばらつきを考慮しなければならない。

表-2 流水への耐久試験の配合表

粗骨材容積率(%)	設定空隙率(%)	W/B(%)	SF置換率(%)	単位量(kg/m ³)				
				B				
				W	C	SF	G	SP
58.1	20	20	15	81.5	346.5	61.2	1557.1	10.4

表-3 実測空隙率の平均(%)と変動係数

	粗骨材容積率62%		粗骨材容積率60%		粗骨材容積率58%	
	W/B=20%	W/B=25%	W/B=20%	W/B=25%	W/B=20%	W/B=25%
設定空隙率20%	26.3(4.3)	24.3(3.4)	25.6(3.3)	22.3(6.9)		
設定空隙率25%	31.8(3.4)	27.9(3.1)	29.5(6.0)	26.5(3.2)		
設定空隙率30%		34.4(3.4)	34.0(2.9)	31.6(3.3)		

※ ()中に変動係数(%)を示す。

また、表-4 に平均 4 週強度とその標準偏差を示した。設定空隙率の減少により標準偏差が増加する傾向があった。これは設定空隙率が減少するほど骨材に付着するペースト割合が増加するためであると考えられる。NFC 供試体には必要質量を計り、型枠に詰め込むが、この時にペーストが多く付着した骨材がたくさん型枠の中に入れば強度が大きく、ペーストが少ないと強度が低下してしまう。すなわち、設定空隙率が小さい NFC の強度の標準偏差が大きくなったと考える。

水粉体比が 25% の供試体は 20% のものに比べて平均強度が小さく、また標準偏差が大きく NFC の配合には適当でないといえる。NFC を緑化コンクリートとして使用するためには設計基準強度を満たすことと同時に植物の根が生育することのできる空隙が必要である。最大の実測空隙率は 27.9% で、その時の平均強度は 14.2MPa であった。これより今回の配合において粗骨材容積率を 60%・設定空隙率を 25% とした時の配合が緑化コンクリートとして使用するには適当であるといえる。

3-2 NFC の流水中における耐久性試験

養生方法の異なる供試体を長期間流水中に放置した場合の強度劣化状況を調べた。結果を図-4 に示す。初期に蒸気養生を行った供試体は 4 週強度において最も強度は高いが、その後の試験においては、初期に水中養生を行った供試体の強度を下回っている。この原因として蒸気養生は促進養生のため初期の圧縮強度は水中養生よりも大きくなるが、4 週を境に強度増加が減少したのではないかと考えられる。また、養生方法に関係なく 6 ヶ月強度よりも 1 年強度の方が上回っているが、ばらつきによる誤差を考えれば、長期間流水中に放置した場合どの養生方法においても強度はほぼ安定してくると判断される。流水中に NFC 供試体を放置する場合、初期に気中養生を行うのが適当ではないかと提案する。

4 結論

- (1) 水粉体比 20% の NFC は最適な空隙率を設定することにより設計基準強度を確保でき実用化可能だが、水粉体比 25% のものはばらつきが大きく、危険率 5% とすると目標の設計基準強度が得られなかった。
- (2) 今回用いた配合で最も空隙率が大きく、設計基準強度を満たしていた配合は実積率を 60%・水粉体比を 20%・設定空隙率を 25% としたものであった。
- (3) 長期間流水中に放置した供試体は初期に気中養生を行ったものでは 15% 程度、蒸気養生を行ったものでは 30% 程度強度が減少した。従って気中養生を行った方が流水に対して耐久性が高いことが分かった。

[参考文献]

- 1) 岡本 享久, 安田 登, 増井 直樹, 佐藤 文則: 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, 日本コンクリート工学協会 1998
- 2) ポーラスコンクリート河川護岸試験施工特記仕様書(案), 建設省治水課

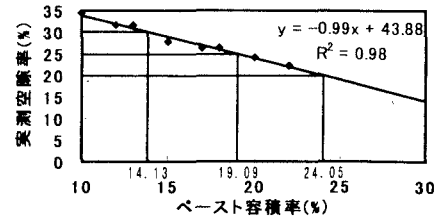


図-3 実測空隙率とペースト容積率の関係

表-4 圧縮強度の平均(MPa)と標準偏差

	粗骨材容積率62%	粗骨材容積率60%		粗骨材容積率58%
	W/B=20%	W/B=20%	W/B=25%	W/B=20%
設定空隙率20%	19.3(1.50)	16.9(2.66)	13.2(2.91)	17.2(2.91)
設定空隙率25%	10.6(1.60)	14.2(1.83)	11.9(2.66)	16.1(2.85)
設定空隙率30%		7.9(1.25)	8.8(1.11)	11.6(1.16)

※ ()中に標準偏差(MPa)を示す。

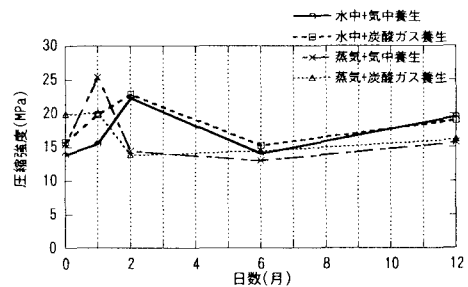


図-4 流水中における日数と圧縮強度の関係