

再生骨材コンクリートの強度特性に関する基礎的研究

芝浦工業大学 学生会員○萩原 和也
芝浦工業大学 正会員 伊代田 岳史

東京大学生産技術研究所 正会員 マイケル ヘンリー
東京大学生産技術研究所 正会員 加藤 佳孝

1. はじめに

現在、再生骨材のほとんどが路盤材に利用されているが、今後、路盤材需要の減少によるコンクリート解体材の供給過多が予想され、有効利用されずに最終処分場の逼迫や、不法投棄など、より身近な問題を引き起こす可能性がある。

再生骨材は2005年から2007年にかけてJIS規格化され、再生骨材コンクリートを利用する環境は整いつつあるものの、十分に普及していない。再生骨材コンクリートが普及しない原因として、再生骨材の製造コストやエネルギー消費量が高いことや、骨材品質のバラツキにともなう信頼性の不足が考えられる。

そこで本研究では、製造コストやエネルギー消費量が普通粗骨材と同程度である低品質な再生粗骨材を使用したコンクリートの圧縮強度のバラツキおよび、安定性を考慮した使用方法の把握を目的とし、実験的検討を行った。

2. 実験概要

表-1に骨材の物理的性質を示す。再生粗骨材はR1～R3の3種類を使用した。R2、R3に関しては規格化された中でも最も低品質なL種の規格値(吸水率5～7%)を外れている。

表-1 骨材の物理的性質

	記号	表乾密度 (g/cm ³)	吸水率 (%)	微粒分量 (%)	不純物量 (%)	規格*)
普通細骨材	S	2.62	2.09	-	-	-
普通粗骨材	N	2.71	0.78	0.05	0	-
再生粗骨材	R1	2.45	5.66	0.79	0.11	L種
	R2	2.38	7.89	0.33	1.48	規格外
	R3	2.36	7.91	1.09	1.79	規格外

*) JIS A 5023 再生骨材Lを用いたコンクリート

再生粗骨材は普通粗骨材と同じ条件とするため事前に洗い、微粒分を除いた上で吸水させ、表乾状態として使用した。

表-2に、実験で使用したコンクリートの配合を示す。配合は、スランプ12±2.5cm、空気量5±1.5%となるように作製した。また、再生骨材製造プラントには、様々な現場から異なる種類の原コンクリートが搬入される状況と想定される。したがって種類の異なる粗骨材を50%ずつ混合させた配合についても併せて検討した。ここで、配合毎にφ10×20cm供試体を30本ずつ作製し、28日間の標準水中養生を経て、圧縮強度試験を実施した。

3. 実験結果と考察

3.1 圧縮強度および変動係数とCWの関係

表-3に、圧縮強度と見かけの密度に加え、それらの標準偏差と変動係数を示す。ここで、見かけの密度の変動係数に着目すると、再生粗骨材を混合させた場合を除き、概ね一定となっている。

表-3 コンクリートの圧縮強度と見かけの密度

記号	圧縮強度 (N/mm ²)	標準偏差 (N/mm ²)	変動係数 (%)	密度 (kg/m ³)	標準偏差 (kg/m ³)	変動係数 (%)
30-N	68.2	3.39	5.0	2347	6.93	0.30
30-R1	52.0	2.16	4.2	2260	7.37	0.33
50-N	41.9	1.23	2.9	2346	6.58	0.28
50-R1	32.4	1.26	3.9	2203	5.86	0.27
50-R2	32.7	1.28	3.9	2197	7.75	0.35
50-R3	28.8	1.24	4.3	2177	3.40	0.16
50-N-R1	31.3	1.38	4.4	2246	5.91	0.26
50-R1-R3	28.7	1.72	6.0	2179	11.9	0.54
70-N	22.5	0.61	2.7	2299	8.59	0.37
70-R1	18.9	0.72	3.8	2188	5.90	0.27

表-2 コンクリートの配合

記号	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)										スランプ (cm)	空気量 (%)
			W	C	S	N	R1	R2	R3	SP	AE 減水剤	AE剤		
30-N	30	39	177	589	596	989	-	-	-	4.12	-	0.035	14.0	5.8
30-R1			171	569	609	-	914			4.84		0.040	14.0	6.7
50-N	50	43	177	353	742	1042	-	932	866	-	8.47	0.021	13.0	5.5
50-R1		45	177	354	785	-	897				8.50	0.028	13.5	6.3
50-R2		43	166	332	771		-				7.97	0.033	9.5	5.4
50-R3		45	176	352	787	503	-				8.45	0.028	14.5	4.8
50-N-R1		45	175	350	789		453				8.40	0.032	13.0	6.5
50-R1-R3		43	177	353	749		466				8.47	0.035	13.5	5.4
70-N	70	47	179	256	857	1001	-	-	-	-	-	0.026	13.0	5.5
70-R1			187	267	841	887	887					0.032	13.5	4.6

注) 記号R1～R3は再生粗骨材の品質の高低に対応

キーワード 再生骨材, 再生骨材コンクリート, 圧縮強度, 変動係数

連絡先 〒135-8545 東京都江東区豊洲 3-7-5 T E L 03-5859-7000 E-mail : h07075@sic.shibaura-it.ac.jp

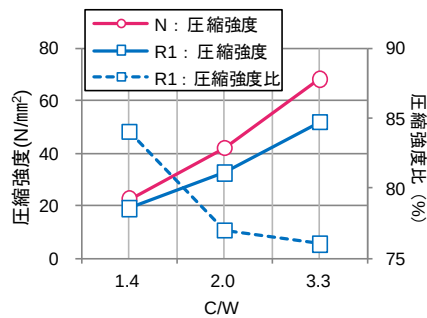


図-1 圧縮強度と C/W の関係

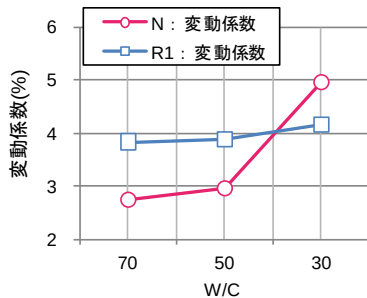


図-2 圧縮強度の変動係数と W/C の関係

図-1 に粗骨材 N, R1 を使用したコンクリートの圧縮強度および, N を使用した場合の圧縮強度に対する比と C/W の関係を示す. R1 の圧縮強度比は, N の 76~84% 程度であり, 既往の研究¹⁾が示す 80~85% と類似している. また, C/W=1.4 における圧縮強度比は 84% 程度であるのに対して, C/W=2.0 では 77%, C/W=3.3 では 76% となることが分かった. すなわち, 圧縮強度の増加に伴い, 圧縮強度比の低下率は減少するものの, C/W=2.0 以上では, 概ね一定となる傾向を確認することができた.

図-2 に圧縮強度の変動係数と W/C の関係を示す. 粗骨材 N を使用した場合において, W/C が 70, 50, 30% のとき, 圧縮強度の変動係数は 2.7, 2.9, 5.0 となった. R1 を使用した場合は, 3.8, 3.9, 4.2 となった. したがって, 圧縮強度の変動係数は W/C=50% 以上で概ね一定となり, W/C=30% のような低 W/C の場合は, 大きくなることがわかった.

3.2 同 W/C における圧縮強度と変動係数の関係

図-3 に, W/C=50% シリーズの圧縮強度を示す. ここで, 再生粗骨材の物理的性質に着目すると, 吸水率が高いほど, 圧縮強度は小さくなる傾向を示した (N>R1>R2>R3). また, 粗骨材 N と R1, R1 と R3 をそれぞれ混合使用した場合の圧縮強度は, 吸水率の高い粗骨材の圧縮強度と同程度となることが分かった (NR1≒R1, R1R3≒R3). 一般的に, W/C=50% のコンクリートでは, 圧縮強度試験における破壊形態が骨材界面とモルタルとの付着力に依存するものと考えられ, 種類の異なる粗骨材を混合しても, 結果的に界面の付着力が小さい粗骨材が破壊に大きな影響を及ぼす可能性を示唆していると推察される.

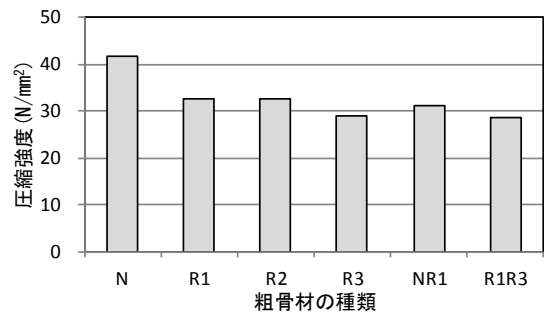


図-3 W/C50%シリーズの圧縮強度

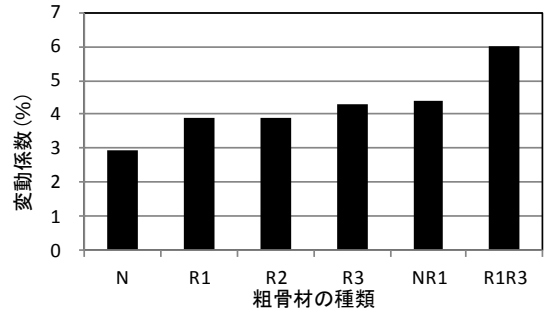


図-4 W/C50%シリーズの圧縮強度の変動係数

図-4 に, W/C=50% シリーズの圧縮強度の変動係数を示す. 変動係数は, N に比べて R1~R3 が 1% 前後大きく, また, 粗骨材を混合した場合には, それぞれ吸水率の高い R1 と R3 よりも大きくなる傾向を示した. したがって, 吸水率の小さい粗骨材を, 吸水率の大きい粗骨材に対して置換しても, 変動係数はむしろ大きくなることが分かった. 一方, 再生粗骨材を混合せず使用した場合, 本実験条件下においては, 4% 程度で安定することを確認した.

4. まとめ

本実験で得られた結論は以下の通りである.

- (1) 再生骨材 L 種を用いたコンクリートに対する普通骨材コンクリートの圧縮強度比は, 76~84% 程度となった.
- (2) 異なる種類の粗骨材を混合させて使用した場合, コンクリートの圧縮強度は, より低品質な粗骨材の界面とモルタルの付着力に依存する可能性がある.
- (3) 吸水率の小さい粗骨材を, 大きい粗骨材に対して置換すると, 変動係数は大きくなることが分かった.
- (4) 再生粗骨材を混合せず使用した場合の変動係数は, 本実験条件下において, 4% 程度で安定することがわかった.

参考文献

- 1) 田中順, 福手勤, 伊藤正憲, 早川健司『海洋環境下における再生コンクリートの耐久性に関する研究』: コンクリート工学年次論文報告集, Vol.20 No.2, pp.1087-1092, (1998)