

V-376

摩耗を施したコンクリート破砕物のコンクリート用骨材としての利用 に関する一考察

○ 九州東海大学工学部 坂田康徳

1. はじめに

近年、コンクリート構造物の老朽化や機能低下、都市の再開発等に伴って取り壊される構造物が多くなり、膨大な量のコンクリート廃材が産出されると共に、その量は益々増加の一路を続けている。そこで、その処理方法の一貫としてコンクリート廃材の再利用が望まれているが、その利用範囲は未だ少なく、早急な対策が必要である。廃材破砕物のコンクリート用骨材としての再利用については、これをそのまま使用した場合、骨材に付着するモルタル分の影響も有って未だ十分な解決には至っていない。ここでは、軽微な摩耗を施した廃材破砕物のコンクリート用骨材としての利用について実験的に検討したので報告する。

2. 実験概要

市販の再生骨材にはアスファルトな木片等の不純物が多く含まれていてそのままでは使用し難いため、ここでは、実験室で予め製作したモルタル及びコンクリートを破砕機で破砕して使用した。実験は2回に分けて行ない、最初の予備実験では、配合や種類の異なる骨材を使用したコンクリートを破砕し、これを5 mmおよび20mmフルイでフルイ分けした後、水セメント比 $W/C=50\%$ と 60% の定配合モルタル及びコンクリートにして普通骨材使用のケースと標準養生材齢28日における強度比較を行なった。2回目の実験は、1回目の実験結果を基に、普通骨材使用の $W/C=45\sim 65\%$ のコンクリート破砕物に軽微な摩耗を施し、それを粗骨材に使用した $W/C=50\%$ と 65% 、スランプ $7.5+1.5\text{cm}$ のコンクリートを製作して普通骨材使用のケースと標準養生材齢28日における強度比較を行なった。破砕物の摩耗にはロスアンゼルス試験機を使用し、その摩耗方法としては、回転容器内容積の約 $1/4$ ほど30mm以下の破砕物を入れ、鋼球を使用せずに200,500,1000回摩耗した。摩耗骨材は水洗い、乾燥後にフルイ分け、5~20 mmの一定粒度の骨材に粒度調整してコンクリート用粗骨材に使用した。表-1は予備実験に使用した骨材製造用コンクリートの配合条件及び特性値を、また表-3は2回目の実験で使用した砕石及び摩耗前後の破砕物の特性値を示している。

3. 実験結果及び考察

予備実験では、各破砕物中の2.5~5mm間の粒子が多く含まれていたため、これを約半分にカット

した破砕細骨材を使用して、 $4\times 4\times 16\text{cm}$ のモルタル供試体3本による曲げ及び圧縮強度の平均値を求め、川砂使用の基準モルタルに対する強度比を求めた。またコンクリートでは、普通コンクリートの $\phi 15\times 30\text{cm}$ 円柱形供試体3本による平均圧縮強度を求め、砕石使用の基準コンクリートに対する強度比を求めた。

表-3は川砂使用のケースに対する各破砕細骨材使用ケースのモルタルの圧縮および曲げ強度比 n_c 及び n_b を示している。 $W/C=60\%$ においては曲げ及び圧縮強度共に n_c, n_b が1.0を下回るケースは少ないのに対して $W/C=50\%$ においては n_c, n_b が1.0を下回るケースが若干多くなっているのが判る。これよりモルタルでは、 $W/C=50\%$ 程度の高強度になると、破砕細骨材中の砂に付着するセメントペーストが強度に若干悪影響を

表-1 破砕物製造用コンクリートの配合条件及び特性値

種 類	記号	W/C	f_c'	SL (FL)	使用骨材
普通モルタル	A	55	38.6	(180)	川砂
普通コンクリート	B ₁	45	42.4	5	川砂利, 川砂
普通コンクリート	B ₂	55	37.6	5	川砂利, 川砂
普通コンクリート	B ₃	65	29.9	5	川砂利, 川砂
A Eコンクリート	C	55	34.4	5	砕 石, 川砂
軽骨材コンクリート	D	55	39.3	6	ALG, 川砂
任意コンクリート	E	—	44.8	—	—

W/C : 水セメント比 (%)、 f_c' : 圧縮強度(MPa)、SL : スランプ (cm)

FL : フロー値 (mm)、ALG : 人工軽骨材

表-2 砕石及び摩耗前後の破砕物の特性値

粗骨材の種類	比重	吸水率 (%)	単位容積重量 (ton/m ³)	実積率 (%)	粗粒率
砕 石	3.04	0.60	1.81	60.0	6.70
摩耗前破砕物	2.50	5.86	1.44	59.1	6.82
200回摩耗破砕物	2.57	4.90	1.49	60.9	6.71
500回摩耗破砕物	2.53	5.37	1.51	62.0	6.67
1000回摩耗破砕物	2.56	5.02	1.54	63.2	6.61

及ぼすことが判る。これに対して $W/C=60\%$ では曲げ及び圧縮強度共に強度比が1.0を下回るケースは少なく、 $W/C=60\%$ 程度の低強度モルタルでは破碎細骨材を用いても強度的な損色は少ないと考えられる。

表-4は予備実験におけるコンクリートの圧縮強度試験結果を示している。若干ばらつきはあるものの $W/C=50\%$ 、 $W/C=60\%$ 共に $n_c=0.8\sim 0.95$ 付近にあって、いずれも1.0以下となっているのが判る。この様にコンクリートの強度に関係無く強度低下が起こるのは、コンクリート破碎物中の骨材に付着するモルタル分の組織の一部が破碎時の衝撃によって破壊されたまま付着しているためと考えられる。

2回目の実験では、組織の弛んだ部分を取り除くために破碎物に軽微な摩耗を施し、その摩耗破碎物を粗骨材とするコンクリートの圧縮および引張り強度を求めた。表-5は粗骨材に碎石を使用したケースに対する摩耗破碎物使用の $W/C=65\%$ （配合A）と $W/C=50\%$ （配合B）のケースの圧縮強度比 n_c と引張り強度比 n_t を示している。 $W/C=65\%$ の摩耗前破碎物使用のケースでは n_c 、 n_t 共に0.88であるのに対して、摩耗破碎物使用のケースでは $n_c=1.10\sim 1.17$ 、 $n_t=0.94\sim 1.08$ となり、同等またはそれ以上となっている。また $W/C=50\%$ のケースでもそれより若干低い値となっているが、相対的には強度低下率が比較的小さくなっていることが判る。これより、破碎物をそのまま粗骨材に使用するよりも、若干摩耗を施して使用の方が強度損失が少ないことが判る。また、摩耗回数については、若干ばらつきはあるものの500回付近が強度的に大きくなっており、1000回のケースでは強度が若干低下している。これは試験回数が少ないことに基づく試験値のばらつきの影響もあるが、摩耗回数の増加に伴う骨材粒子形状や骨材表面粗度の変化、あるいは骨材表面への微細粒子の付着等の影響も考えられる。故に、破碎物の組織の弛みを除去することを目的とする限りでは、過度の摩耗は不要とも考えられる。

4. 結論

以上のことを要約すると、次のような結論が得られる。

- (1) 5mm以下のコンクリート破碎物をそのまま使用した $W/C=60\%$ 程度のモルタルでは、川砂使用モルタルに比べて強度低下はほとんど認められず、また $W/C=50\%$ でも強度低下率は比較的小さいことが判った。
- (2) コンクリート破碎物をそのまま粗骨材とするコンクリートの強度は、同配合の普通骨材使用のケースに比べて強度低下率が大きくなる。これは破碎時の衝撃に基づくモルタル組織の一部が弛むことに基づく影響がかなり大きいものと考えられる。
- (3) 軽微な摩耗を施した破碎物を粗骨材に使用したコンクリートの強度低下率は比較的低いことが判った。

〔参考文献〕 坂田康徳：コンクリート廃材の再利用のに関する2,3の考察，九州東海大学紀要工学部，第20号，1994.3

表-3 川砂使用モルタルに対する破碎物使用モルタルの圧縮及び曲げ強度比較

使用骨材の種類	W/C=50%				W/C=60%			
	f_c'	n_c	f_b	n_b	f_c'	n_c	f_b	n_b
川 砂	48.9	1.00	7.18	1.00	34.8	1.00	6.40	1.00
A	46.7	0.98	6.83	0.95	40.1	1.15	6.42	1.00
B ₁	49.6	1.03	7.03	0.98	43.5	1.25	6.86	1.07
B ₂	49.4	1.02	7.84	1.09	40.5	1.16	7.35	1.15
B ₃	42.0	0.87	7.45	1.04	34.3	0.99	7.22	1.13
C	39.8	0.92	8.35	1.16	39.0	1.12	7.26	1.14
D	43.5	0.90	6.90	0.96	32.0	0.92	5.73	0.90
E	41.9	0.87	7.51	1.05	35.6	1.02	7.49	1.17

f_c' ：圧縮強度(MPa)， f_b ：曲げ強度(MPa)， n_c ：圧縮強度比， n_b ：曲げ強度比

表-4 砕石コンクリートに対する破碎物使用コンクリートの圧縮強度比較

使用骨材の種類	粗骨材	細骨材	W/C=50(%)		W/C=60(%)	
			f_c'	n_c	f_c'	n_c
砕 石	川 砂		52.2	1.00	43.8	1.00
A	川 砂		44.4	0.85	41.3	0.94
B ₁	川 砂		44.6	0.85	41.7	0.95
B ₂	川 砂		47.5	0.91	39.9	0.91
B ₃	川 砂		45.7	0.87	34.4	0.79
C	川 砂		46.6	0.98	38.9	0.89
D	川 砂		43.7	0.84	41.5	0.95
E	川 砂		46.6	0.89	38.9	0.89

f_c' ：圧縮強度 (MPa)， n_c ：圧縮強度比

表-5 砕石コンクリートに対する摩耗前後の破碎物使用コンクリートの圧縮及び引張り強度比較

配合及び骨材の種類		圧縮強度 (MPa)	圧縮強度比 n_c	引張強度 (MPa)	引張強度比 n_t
配 合 A	砕 石	29.0	1.00	2.93	1.00
	摩 耗 前 破 砕 物	25.5	0.88	2.58	0.88
	200回摩耗破碎物	33.3	1.15	2.92	1.00
	500回摩耗破碎物	33.9	1.17	3.18	1.08
	1000回摩耗破碎物	31.9	1.10	2.76	0.94
配 合 B	砕 石	43.5	1.00	4.07	1.00
	摩 耗 前 破 砕 物	41.1	0.94	3.50	0.86
	200回摩耗破碎物	42.6	0.98	3.71	0.91
	500回摩耗破碎物	45.3	1.04	3.68	0.90
	1000回摩耗破碎物	40.8	0.94	3.80	0.94

配合A： $W/C=65\%$ ，配合B： $W/C=50\%$