

V-70 再生骨材コンクリートの諸強度および水密性

福岡大学 正員 江本 幸雄
 福岡大学 正員 大和 竹史
 福岡大学 正員 添田 政司

1. まえがき

近年、老朽化や機能低下によるコンクリート構造物の解体が増加している。従来、コンクリート廃棄物はほとんど埋め立てによって処理されてきたが、都市化や環境規制により次第に投棄場所が制限されてきた。また、交通事情の悪化により投棄場所があっても運搬に長時間を要するなどの問題も出てきている。さらに河川骨材の採取規制や閉鎖等により良質な骨材の入手が困難となってきた。このような状況のもとでコンクリート破砕物を再生処理して有効利用を図ることは時代の趨勢と考えられる。実際のプラントによる再生骨材の生産もかなり行われるようになり路盤材としての使用実績は増加してきているが、コンクリート用骨材としては解決されていない問題も多く本格的な使用はなされていない。これまで、筆者らは再生骨材を用いたコンクリートの強度や耐凍害性などについて検討してきたが、本報告では強度、耐熱性、圧縮疲労強度および水密性についての検討を行った。

2. 実験概要

セメントは普通ポルトランドセメント(比重3.16)、細骨材は除塩した海砂、粗骨材には、角閃岩砕石およびプラントで実際に生産されている再生骨材を使用した。再生骨材の製造フローチャートを図-1に示す。プラントでは路盤材として製造されているので、本実験では20mmと5mmでふるい分けて使用した。実験に使用した骨材の物理的試験結果を表-1に、使用したコンクリートの配合を表-2にそれぞれ示す。なお、コンクリートの配合はこれまでの実験から再生骨材混入率の増加とともに強度の減少が生じることが明らかとなったので、耐熱性試験、疲労試験および透水試験にはできるだけ実験時の強度が同程度になるようにした配合Bを用いた。耐熱性試験は $\phi 10 \times 20$ cmの円柱供試体を打設し、材令28日まで水中養生を行い105度Cの予備乾燥の後、電気炉で200,400,600および800度Cの設定温度で3時間の本加熱を実施した。疲労試験は $\phi 7.5 \times 15$ cmの円柱供試体を使用し、上限荷重を静的強度の85,75および65%,下限荷重を全て1tとし、5Hzで繰返し载荷した。透水試験は $\phi 15 \times 30$ cmの中空円筒供試体を用いて水中養生および蒸気養生の2種類についてインプット法で実施した。試験時の材令は91日とし、試験の2週間前に自然乾燥させて試験を行った。水圧は5kgf/cm²、透水時間は48時間として試験を行い、終了後、供試体の上下3cmを除いて5mm毎に浸透深さを測定し、平均浸透深さから拡散係数を算出した。

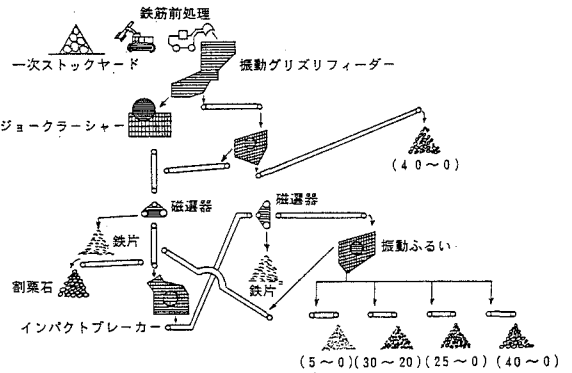


図-1 再生骨材の製造フローチャート

表-1 骨材の物理的試験結果

種 類	比重	吸水率 (%)	粗粒率	40: 破砕値 (%)	すりへり減量 (%)
骨材					
再生骨材	2.39	5.88	6.72	20.0	28.6
砕石	2.89	0.83	7.01	8.7	15.9
A					
海砂	2.64	0.92	2.35	—	—
骨材					
再生骨材	2.50	6.60	4.82	17.9	38.9
砕石	2.89	0.83	6.67	11.4	23.2
B					
海砂	2.56	0.92	2.60	—	—

表-2 コンクリートの配合

種 類	スランブ (cm)	空気量 (%)	w/c (%)	f _{ck} (MPa)	単位量 (kg/m ³)				f / m ³	
					C	W	S	G1	G2	減水剤
配合 A	GRA 0	13.5	5.5	51	340	173	747	1102	0	0.850
	GRA 20	10.2	6.4					869	180	
	GRA 30	15.0	6.4					759	209	
	GRA 50	14.6	5.9					542	449	
	GRA 75	14.6	6.4					271	673	
	GRA 100	10.6	6.2					0	897	
配合 B	GRB 0	11.1	3.1	47	44	362	772	1109	0	0.905
	GRB 30	9.5	3.0	47	43	362	755	791	293	0.905
	GRB 50	11.6	2.9	45	43	378	749	560	485	0.945
	GRB 70	9.2	2.9	45	42	378	732	342	691	0.945
	GRB 100	9.1	3.0	40	45	425	767	0	915	1.063

3. 実験結果および考察

骨材の物理的試験結果から再生骨材の特徴として普通骨材に比べて比重が小さく、逆に吸水率が極めて大きい点が上げられる。また、BS規格の40t 破砕値やすりへり減量も普通碎石に比べてかなり大きな値を示している。コンクリートの配合Aは再生骨材の混入率だけを変化させても、スランプには大きな変動がないことが判る。これは再生骨材が比較的丸みを帯びていることや吸水率が大きくても十分にプレウエッチングして用いているためと考えられる。配合Bは単位水量を一定としてできるだけ実験時の強度が同程度になるようにしたものである。同程度の強度を得るためには再生骨材の混入率とともに単位セメント量を増す必要がある。図-2はコンクリートの圧縮強度試験の結果である。圧縮強度は再生骨材混入率が増加すると低下しており、同程度の強度を得ようとした配合Bにおいても再生骨材混入率が高くなると長期強度の伸びは小さくなっている。これは、再生骨材の吸水率や破砕値が大きいことに起因していると考えられる。図-3は耐熱性試験の結果を示したものである。加熱後の強度を加熱前の強度で除して求めた圧縮強度百分率からは再生骨材混入率による差はほとんど認められなかった。図-4は各応力比における生存確率と繰返し回数との関係から生存確率50%におけるS-N曲線を最小2乗法で求めたものである。200万回疲労限は再生骨材を用いない普通コンクリートで63%であるのに対し、再生骨材混入率50%および100%の場合、それぞれ約59%および60%である。再生骨材を使用した場合、普通碎石コンクリートに比べて疲労限は若干小さく、骨材強度の影響が出ているものと考えられる。図-5は透水試験結果を示したものである。再生骨材混入率50%程度までは普通コンクリートと大差はないが、水中養生の再生骨材混入率100%、蒸気養生70%以上になると拡散係数の増加が認められる。これは再生骨材の量が増すとそれに付着しているモルタル分の影響で水が浸透し易くなるためと考えられる。

4. あとがき

再生骨材を多量に使用すると普通コンクリートに比べ強度が低下する傾向が認められるが、単位セメント量を増すなどして強度を同程度に保てば強度以外の性質もかなり改善されるものと考えられる。また、これまで実施してきた耐凍害性試験などの結果から再生骨材混入率30~50%程度であれば普通コンクリートと大差のないものと考えられる。さらに、再生骨材の強度のばらつきを押さえるためには、モルタル分をできるだけ落とす工夫や再生骨材の原料として搬入されるコンクリート廃棄物の品質を明らかにすることが必要である。

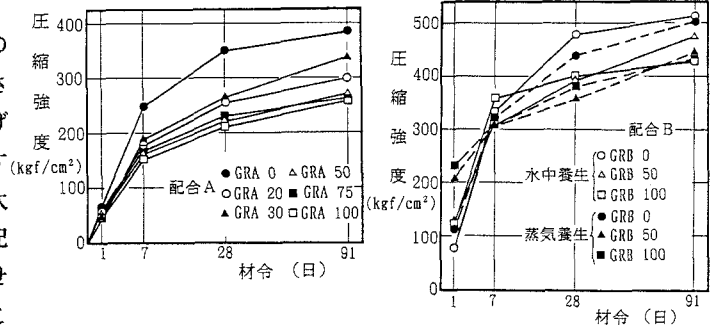


図-2 コンクリートの圧縮強度

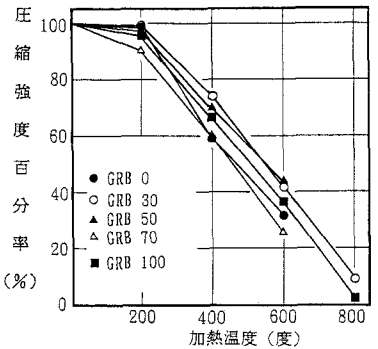


図-3 耐熱性試験結果

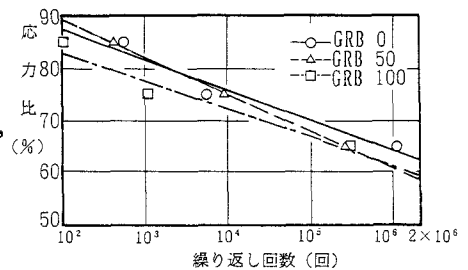


図-4 S-N曲線

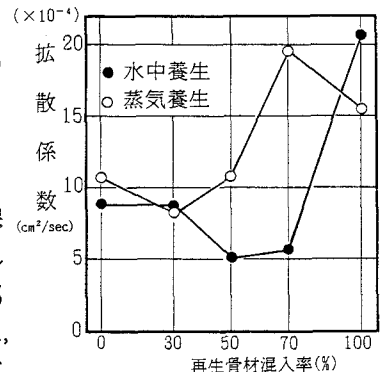


図-5 透水試験結果