

再生粗骨材のRC部材への適用に関する基礎的研究

近畿大理工学部 学生員 ○佐藤洋司
 近畿大理工学部 正 員 水野俊一
 大阪市大工学部 正 員 山田 優

近畿大理工学部 正 員 柳下文夫
 近畿大理工学部 正 員 佐野正典

1. まえがき 構造物の老朽化および都市改造などに伴う解体により発生するコンクリート廃材は、従来その大半を埋立により処理されてきた。しかし、近年の地下高騰による埋立用地の確保難、またその発生場所が都市部に集中的である等の理由により処理費用の高騰を招き、それらを起因とする“廃材の不法投棄”が大きな社会問題となってきた。これら問題の打開策として、コンクリート廃材から骨材を再生し利用することが考えられている。そこで、本研究は再生粗骨材のRC部材への適用について実験的に検討したものである。

2. 実験概要

2-1. 試験体および使用材料 試験体の種類および配筋方法を表-1に示す。試験体は $12 \times 18 \times 170$ cmのはり形試験体である。コンクリートの設計目標強度は 200 kgf/cm^2 であり、使用した骨材の材料の性質および配合を、それぞれ表-2と表-3に示す。セメントは早強 ϕ ポルトセメントを用いた。なお、使用した再生骨材の“すり減り減量”は15%前後のものである。

2-2. 実験方法

①静的曲げ試験 加力は単純ばり3等分点荷重方法(図-1a)で行った。荷重における荷重設定の基準は、各試験体の断面構成材料の実強度を用いて学会式より求めた終局曲げ耐力(M_u)より決定した。荷重は一方向繰返し加力として行い、最大耐力に至るまでは $0.25P_u$ 、 $0.5P_u$ 、 $0.75P_u$ 、 $1P_u$ の各段階において3サイクルの繰返し荷重を行った。

さらに、変位制御(6, 9, 12, 15, 20mmの各変形で3サイクル)において試験体が破壊するまで連続的に荷重を行った。各荷重ステップにおいて、試験体の変形・鉄筋の軸方向ひずみ・ひび割れ幅・ひび割れ状況等の測定・観察を行った。

②静的せん断試験 加力は連続ばり逆対称荷重方式(図-1b)で行った。荷重は全て変位制御で行い、1, 2, 3, 4, 6, 8, 10mmの各せん断変位において、3サイクルの繰返し荷重をおこなった。計測内容については、曲げ試験と同様である。

③曲げ疲労試験 加力方法は静的破壊試験同様である。疲労荷重は、上限荷重を静的破壊試験より得られた最大荷重の40%、下限荷重0.5tonの間で、3Hzの荷重速度で行った。所定の荷重回数時(0, 1, 2, 3, 4, 5, 7.5, 10, 25, 50万回)の上限荷重において、静的試験同様の計測・観察を行った。50万回終了後、変形20mmに達するまで静的単調漸増荷重を行い実験を終了した。

④せん断疲労試験 加力方法は静的破壊試験同様である。疲労荷重における上限荷重は、曲げ疲労試験と同一設定の最大荷重の40%であり、計測内容も同様である。50万回終了後、変形10mmに達するまで静的単調漸増荷

表-1 配筋方法

試験体名	引張鉄筋鉄筋比	圧縮鉄筋鉄筋比	せん断補強鉄筋比(%)
B3-a B3-r	D13×3本 $a_t=2.02$	$\phi 6 \times 2$ 本 $a_c=2.09$	$\phi 6 \times 26$ 本 $P_w=0.47$
B2-a B2-r	D13×2本 $a_t=1.34$	$\phi 6 \times 2$ 本 $a_c=2.09$	$\phi 6 \times 26$ 本 $P_w=0.47$
S9-a S9-r	D13×3本 $a_t=2.02$	D13×3本 $a_t=2.02$	$\phi 6 \times 31$ 本 $P_w=0.93$
S4-a S4-r	D13×3本 $a_t=2.02$	D13×3本 $a_t=2.02$	$\phi 6 \times 26$ 本 $P_w=0.47$

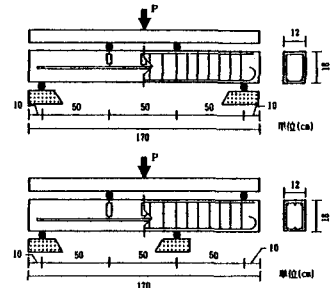
a_t (引張鉄筋比) : a_c (圧縮鉄筋比)
 P_w (せん断補強鉄筋比)

表-2 骨材の材料の性質

骨 材 名 称	粒 形 (mm)	比 重 (kgf/cm^3)	吸 水 率 (%)
普通粗骨材	5号碎石 6号碎石	2.5 ~ 1.5 1.5 ~ 0.5	2.70 2.68
再生粗骨材	5号相当 6号相当	2.5 ~ 1.6 1.6 ~ 0.5	2.52 2.52
普通細骨材(河砂)	5 以下	2.58	1.91

表-3 コンクリート配合

目標強度 (kgf/cm ²)	水セメント比 (%)	スランプ [*] (cm)	単位重量(kgf/m ³)				
			水量	セメント	砂	6号	5号
200	75.7	12	203	268	869	684	293



(上) 図-1 (a) 曲げ (下) 図-2 (b) せん断

荷を行い実験を終了した。

3. 実験結果と考察 図-2および図-3に静的繰り返し試験より得られた荷重-変形関係およびせん断応力-変形関係の包絡線をそれぞれ示す。同図より、曲げおよびせん断試験とも、初期ひび割れ・初期剛性・耐力・靱性等に、再生骨材使用による顕著な影響は認められなかった。曲げ疲労における処女載荷時と50万回終了時のひび割れパターンの比較の一例(B3-a, B3-r)を図-4に示す。両試験体とも曲げひび割れ(若干の曲げせん断ひび割れを含む)の進展が見られる程度であり、再生骨材使用による差はほとんど認められなかった。また、図-5はせん断疲労におけるひび割れパターンの比較の一例を示したものであり、再生骨材使用のものでは付着の劣化を示すひび割れが顕著である。図-6にせん断疲労中の最大ひび割れ幅の推移を示す。再生骨材使用のものが大きな値を示す傾向があるものの、その差は小さい。さらに、せん断疲労中の剛性低下の様子を図-7に示す。10万回経過後に差が大きくなる傾向が見られ、50万回経過後では、普通骨材使用のものに比して10%程度低下している。

4. まとめ 以上の実験結果をまとめると次のようになる。曲げが支配的な部材に関しては、変形・耐力・破壊性状において再生骨材使用の影響は少なかった。しかし、せん断力が支配的なものについては、低荷重域において引張主筋に沿って付着の劣化を示すひび割れが発生する傾向を示した。したがって、再生骨材コンクリートの構造部材への適用については、使用箇所を限定するなどの条件付きで十分期待できるといえる。

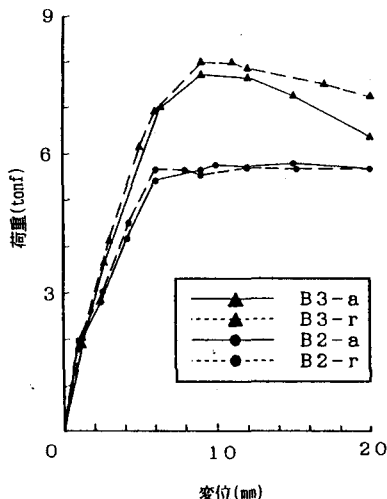


図-2 荷重-変形関係(曲げ)

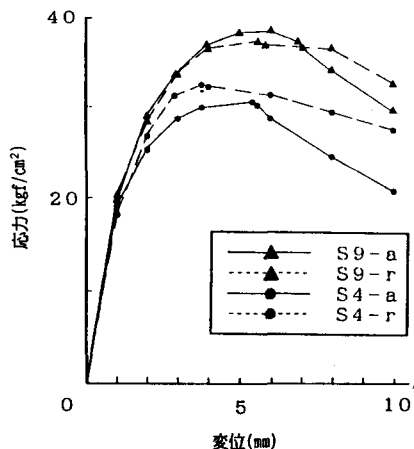


図-3 応力-変形関係(せん断)

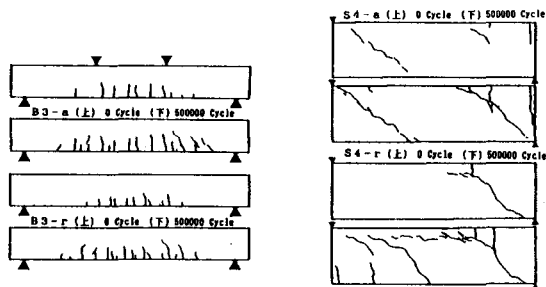


図-4 ひび割れパターン (B3シリーズ)

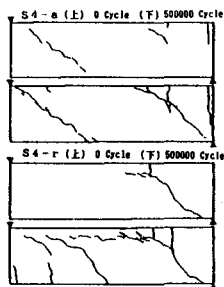


図-5 ひび割れパターン (S4シリーズ)

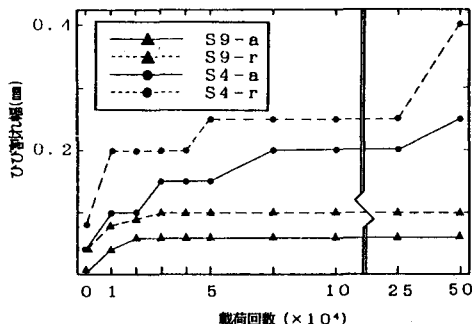


図-6 疲労試験によるひび割れ幅の推移(せん断)

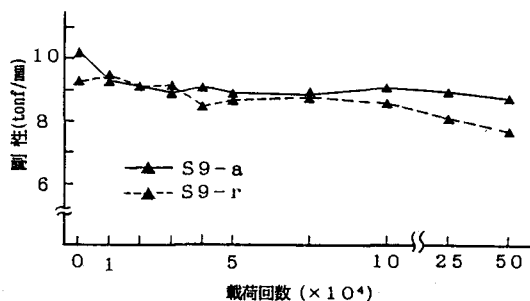


図-7 疲労試験による剛性の低下(せん断・S9シリーズ)