

再生骨材を用いた鉄筋コンクリートはりの力学的性質

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
樋口産業(株) 牛尾和之

1. まえがき

構造物の老朽化や機能低下により解体せざるを得ないコンクリート構造物は年々増加しており、その解体によっ生じる廃材の量は1000万³mに達するとみられている。しかし、その投棄場所は十分に確保されておらず、特に都市部では交通事情、用地難等で廃棄処理が困難となってきた。一方では、環境保全の問題もあり、原石山の確保が難しくなり砕石の供給も無限とはいえない状況となっている。このような状況のもとで、構造物の解体で得られたコンクリート廃材を破砕し再び骨材として利用することは省資源の点からも有効と考えられる。再生骨材自体の物性や再生骨材コンクリートの材料的な研究はかなり行われているが、構造的な研究はまだ少ない。本研究は、粗骨材として再生骨材を用いた鉄筋コンクリートはりの載荷試験を行い力学的な性質を検討したものである。

2. 実験概要

使用材料としてセメントは普通ポルトランドセメント（比重3.16）、細骨材は洗砂（比重2.54）、粗骨材は碎石（最大寸法20mm、比重2.89）および再生粗骨材（最大寸法20mm、比重2.47）を用いた。なお、再生粗骨材は実際にプラントで生産されているものを使用した。鉄筋は D13（降伏点応力3550 kgf/cm²、引張強度5580 kgf/cm²）および D19（降

表-1 コンクリートの配合

種 類	スランパ (cm)	空気量 (%)	W/C (%)	s/a (%)	単 位 量 (kg/m ³)					cc/ m ³ 減水剤
					C	W	S	G1	G2	
GR 0	9.5	1.1	48	44	340	163	793	1148	0	1.43
GR 50	6.0	1.9	48	44	340	163	793	574	491	1.43
GR 100	9.2	0.8	48	44	340	163	793	0	981	1.43

伏点応力3440 kgf/cm²、引張強度5730 kgf/cm²）を、圧縮鉄筋およびスターラップ筋としてφ9 mmの丸鋼をそれぞれ使用した。コンクリートの配合および強度試験の結果を表-1および2にそれぞれ示す。供試体の種類は、粗骨材のうち再生骨材の割合を0、50および100 %とした配合で鉄筋径を D13およびD19 とした6種類とした。供試体の形状・寸法および載荷状況を図-1に示す。供試体は材令28日まで気中で養生したのち、各種類2本の静

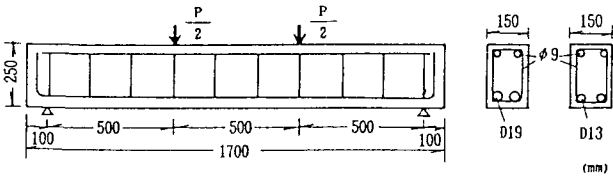
表-2 コンクリートの強度

種 類	圧縮強度 (kgf/cm ²)	静弾性係数 (kgf/cm ²)	引張強度 (kgf/cm ²)	曲げ強度 (kgf/cm ²)
GR 0	3 5 0	2.68×10 ⁵	29.9	43.3
GR 50	3 1 6	2.50×10 ⁵	25.7	44.3
GR 100	3 1 1	2.20×10 ⁵	23.3	40.6

3. 結果および考察

静的載荷試験の結果を表-3に示す。ひ

図-1 供試体の形状・寸法および載荷状況



静的載荷試験の結果を表-3に示す。ひびわれ発生は目視により観察したものと荷重-たわみの変化から判断したものとはほとんど差はなかった。ひびわれ発生荷重はA、Bシリーズとも普通粗骨材の場合と再生粗骨材を50%使用の場合ではほぼ同じであるが、再生粗骨材を100 %使用したものはやや小さな値を示した。荷重-たわみ曲線における変形が急増する点より求めた鉄筋の降伏荷重はAシリーズにおいては再生骨材混入による差は認められなかった。Bシリ

ーズにおいては再生骨材を混入した場合はいずれも主鉄筋は降伏せずせん断破壊をした。終局耐力は再生骨材の使用量が増すにつれて低下がみられ、再生骨材50%の場合で2～8%，再生骨材100%使用した場合11～12%の低下が認められた。破壊形式はAシリーズの場合、曲げ区間内の主鉄筋の降伏により全て曲げ破壊をしたがBシリーズでは斜引張びわれが発生し破壊が生じた。図-2は変形状を調べるためAシリーズの曲げモーメントと曲率の関係を表したものである。曲率は曲げモーメント一定区間の曲率が一定であると仮定し、次式で求めた。

$$\frac{1}{\rho} = \frac{2 \delta_2 - \delta_1 - \delta_3}{(a/2)^2}$$

ρ : 曲率半径

a : 曲げモーメント一定区間の距離

δ_2 : 中央点のたわみ

δ_1, δ_3 : 曲げモーメント一定区間左右のたわみ

図-2の傾きは $M/(1/\rho) = EI$ となり剛性を表している。再生骨材を50% 使用した場合、再生骨材を用いないコンクリートとはほぼ同じ勾配を示しているが、再生骨材を100%使用した場合はひびわれ発生後やや勾配が大きくなり剛性の低下が認められる。降伏荷重以降はいずれも急激な曲率の増加を示した。

疲労試験結果を表-4に示す。Aシリーズの場合、静的載荷試験では全て曲げ破壊を生じたが、疲労試験においては普通粗骨材および再生骨材50% のはりの応力比80% の場合を除き斜め引張びわれに起因するコンクリートの圧壊が認められた。これはコンクリートの強度がやや低いことが影響しているものと考えられる。疲労強度については、供試体の数が少なく、ばらつきも大きいが再生骨材50% および100%使用の場合には、かなり低下するものと考えられる。

4. あとがき

粗骨材に再生骨材を使用した場合、普通砕石だけを使用した場合に比べ耐力的にやや劣る傾向が認められた。これまでの再生骨材コンクリートの圧縮強度や耐久性など材料的な検討からは30% 程度の混入であれば普通骨材の場合と大差がないといわれているので、今後混入率を細かくし検討していく予定である。

表-3 はりの静的載荷試験結果

はりの種類	発生荷重 (t)	降伏強度 (t)	終局耐力	破壊形式	破壊位置
Aシリーズ (D13)	GR 0 1/2 1.8	9.4	11.20	曲げ	曲げ
	GR 50 1/2 1.8	9.5	10.68	曲げ	曲げ
	GR 100 1/2 1.6	9.5	9.90	曲げ	曲げ
Bシリーズ (D19)	GR 0 1/2 2.2	17.0	18.45	せん断圧	せん断
	GR 50 1/2 2.4	—	17.60	斜引張	せん断
	GR 100 1/2 1.6	—	15.95	斜引張	せん断

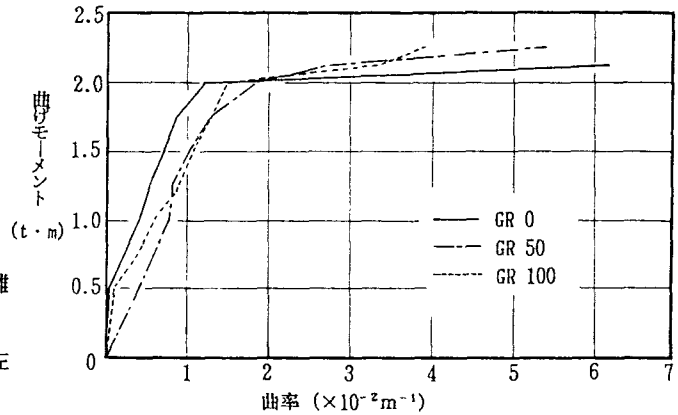


図-2 曲げモーメントと曲率の関係 (Aシリーズ)

表-4 はりの疲労試験結果

はりの種類	応力比 (%)	破壊回数 (回)	破壊形式	破壊位置
Aシリーズ (D13)	GR 0 60/80	2000000 230130 28310	せん断圧 曲げ	せん断 曲げ
	GR 50 70/80	131140 100100 41120	せん断圧 鉄筋断	せん断 曲げ
	GR 100 60/80	2000000 12240 3290	せん断圧	せん断
Bシリーズ (D19)	GR 0 60/80	366095 230130 132174	せん断圧 鉄筋断	せん断 せん断
	GR 50 60/80	365128 2468 1490	鉄筋断 斜引張	せん断 せん断
	GR 100 60/80	23877 81494 100	斜引張 鉄筋断 斜引張	せん断 せん断 せん断