

大阪工業大学大学院 学生員 ○宮内 新太郎

大阪工業大学工学部 正会員 三方 康弘
大阪工業大学工学部 正会員 井上 晋

1. 研究背景

近年、路盤材等に使用されている従来のリサイクルのみでは、コンクリート解体材が余剰状態になることが予想されている。そこで、解体材をコンクリート用骨材として再利用する、再生骨材の研究が進められている。しかし、材料の特性解明、コスト面等の課題を多く抱えており、使用事例が少ない。

このような背景から、再生骨材の品質が RC はり部材の耐荷特性に及ぼす影響について検討することを目的とし、載荷試験を行った。

2. 実験概要

骨材の物性を表-1 に示す。供試体には、図-1、2 に示すように、幅 100mm、高さ 200mm、全長 1800mm の RC はりとし、せん断補強筋の無しと、有り（配置間隔 170mm、せん断補強筋比 0.37%）の 2 種類を選定した。以上の要因から表-2 に示す計 8 体の供試体を作製した。また設計基準強度を 50N/mm^2 とした。主鉄筋には D19 を 2 本、せん断補強筋には D6 を使用した。供試体は 2 週間の散水養生後、室内で気中養生を行った。載荷方法は両端単純支持、曲げスパン 300mm、せん断スパン 460mm とした対称二点集中荷重方式とし、破壊に至るまで単調漸増型載荷とした。

3. 実験結果および考察

3.1. 載荷試験結果

表-2 に各供試体の実験結果、計算値を示す。せん断破壊荷重は土木学会「電力施設解体コンクリートを

用いた再生骨材コンクリートの設計施工指針（案）」により、曲げ破壊荷重はファイバー法により算出した。

せん断補強筋を有しない供試体は、骨材の品質に関わらずアーチ作用の卓越の差が最大荷重に影響を及ぼしバラつきが見られた。最大荷重の高かった NN、MH 供試体では、MM、ML 供試体と比較して、せん断ひび割れが載荷点近傍まで進展せず、曲げ圧縮部が健全であったため、アーチ作用が卓越したと考えられる。いずれの供試体も実測値がせん断破壊荷重計算値を大きく上回り、安全側の評価となった。

せん断補強筋を有する供試体は、破壊形式が異なる場合もあったが、最大荷重に大きな差は見られなかつ

表-1 骨材物性

		普通骨材	再生骨材H	再生骨材M	再生骨材L
細骨材	粗粒率 (FM)	3.02	-	3.03	-
	表乾密度 (g/cm ³)	2.62	-	2.43	-
	絶乾密度 (g/cm ³)	2.61	-	2.32	-
	吸水率 (%)	0.36	-	4.36	-
粗骨材	粗粒率 (FM)	6.58	6.57	6.78	6.56
	表乾密度 (g/cm ³)	2.71	2.5	2.56	2.37
	絶乾密度 (g/cm ³)	2.69	2.42	2.48	2.24
	吸水率 (%)	0.63	2.69	2.95	6.06

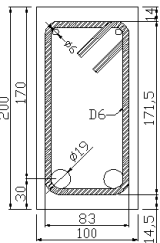
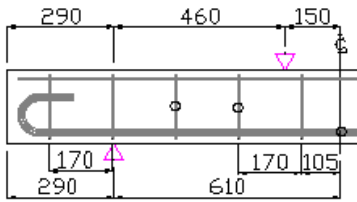


図-1 断面形状



○ひずみゲージ取り付け位置 (単位: mm)

図-2 供試体側面

表-2 供試体の詳細と載荷試験結果

実験概要				計算値		実験結果				
供試体名	細骨材	粗骨材	せん断補強筋の有無	曲げ破壊荷重 Pub(kN)	せん断破壊荷重 Pus(kN)	圧縮強度 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	せん断ひび割れ発生荷重 Pcrs(kN)	最大荷重 Pu(kN)	破壊形式
NN-0	普通	普通	無し	137.89	55.06	76.72	3.98	70.56	70.56	斜め引張
MH-0	再生M	再生H		132.74	30.52	53.60	2.31	60.27	79.00	斜め引張
MM-0	再生M	再生M		135.62	30.52	64.23	3.21	58.31	58.31	斜め引張
ML-0	再生M	再生L		134.82	30.52	60.95	2.48	59.04	59.31	斜め引張
NN-1	普通	普通	有り	137.89	105.30	76.72	3.98	60.02	146.00	せん断圧縮
MH-1	再生M	再生H		132.74	78.50	53.60	2.31	60.27	149.20	曲げ引張
MM-1	再生M	再生M		135.62	78.50	64.23	3.21	70.07	150.13	曲げ引張
ML-1	再生M	再生L		134.82	78.50	60.95	2.48	65.17	149.20	曲げ引張

た．せん断補強筋を適切に配置することで再生骨材を用いた場合であっても，普通骨材を用いた供試体と同等の耐力を有することが確認できる．いずれの供試体もせん断破壊先行型で設計されていたものの，再生骨材を用いた供試体ではせん断破壊荷重の計算値がかなり安全側に算定されており，せん断破壊が生じる以前に，曲げ圧縮部のコンクリートが圧壊し，曲げ破壊に至ったと考えられる．

3.2. 荷重-中央変位関係（せん断補強筋有り）

図-3 に荷重-中央変位関係を示す．再生骨材を用いた供試体は普通骨材を用いた供試体と比較して，初期剛性が低下する傾向を示した．主鉄筋降伏後は再生骨材を用いた供試体はじん性的な挙動を示し，普通骨材を用いた供試体とは異なる，曲げ破壊に至った．これは，再生骨材を用いた供試体は載荷点近傍まで，せん断ひび割れが進展する以前に曲げひび割れが顕著に進展したためだと考えられる．

3.3. 荷重-せん断補強筋ひずみ関係

図-4 に荷重と最大ひずみを計測したせん断補強筋ひずみの関係を示す．同一荷重時のひずみ量に若干の違いが見られたものの，同等の挙動を示した．このことより，再生骨材を用いた供試体においても，普通骨材を用いた供試体と同様にスターラップは有効に機能しているといえる．

3.4. せん断耐力の低減に関する検討

本実験において「電力施設解体コンクリートを用いた再生骨材コンクリートの設計施工指針（案）」で提案される耐力式では，実測値に対して計算値は特に安全側の値になる結果となった．既存の計算式では再生骨材の使用に関し，一律の低減係数を用いており，骨材の種類の影響が反映されていない．そこで，合理性の高い低減係数を検討する必要があると考えられる．本研究ではコンクリートの圧縮強度を引張強度で除した脆度係数を横軸．コンクリート強度の影響を排除するために，せん断ひび割れ発生荷重を，せん断補強筋を有する供試体のせん断ひび割れ発生荷重計算値 V_c （計算する上で f_{vcd} に対して 0.72 の上限値を適用しないもの）で除し，無次元化した値を縦軸とし，本年度作製供試体と 2011 年度作製供試体¹⁾の値をそれぞれプロットし，最小二乗法により回帰直線を示したものを図-5 に示す．

本実験の範囲内において，脆度係数が増加するに

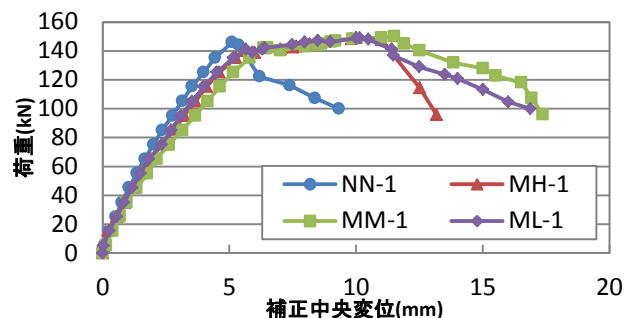


図-3 荷重-中央変位関係（せん断補強筋有り）

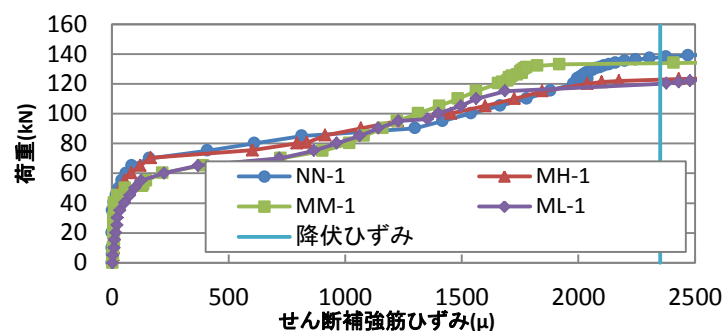


図-4 荷重-せん断補強筋ひずみ関係

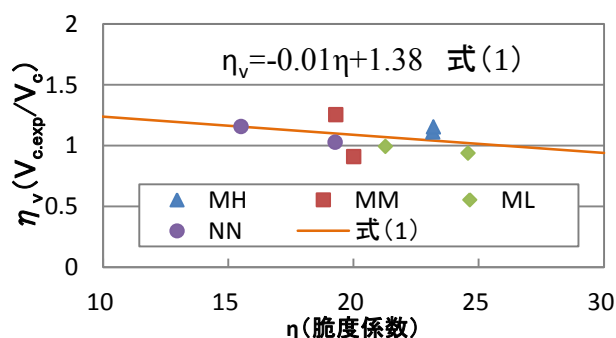


図-5 η_v と脆度係数の関係

伴って，せん断ひび割れ発生荷重比が低下する傾向を示しており，式（1）を用いて算出した η_v を NN のせん断ひび割れ発生荷重比（ $V_{c,exp}/V_c$ ）の平均値で除することで，普通骨材を基準とした各骨材の低減率を把握することが可能であると考えられる．

4. まとめ

せん断補強筋を適切に配置することで，再生骨材を用いた供試体でも，普通骨材を用いた供試体と同等にせん断補強筋が機能し，同等の最大荷重を示すことが確認され，実測値は各破壊荷重計算値を上回り安全側の評価となった．そこで，脆度係数を指標とした低減係数により合理的なせん断耐力の評価が行える可能性がある．

参考文献 1) 再生骨材を用いた RC はり部材のせん断耐荷特性に関する研究，平成 24 年度土木学会関西支部年次学術講演会公演概要集，V-5，2012. 6