

廃瓦を用いた RC 部材の強度と変形状

鳥取大学大学院 学生会員 ○安本 周平 矢作建設(株) 正会員 安井睦人
 昭和コンクリート工業(株) 正会員 井上 貴智 鳥取大学 フェロー 井上 正一

1. はじめに

瓦製造時の不良品あるいは家屋の解体に伴って多量の廃瓦が発生するが、そのほとんどは最終処分場に投棄されている。そこで、本研究では、この廃瓦破砕物を細骨材として用いたコンクリートの RC 部材への適用を検討するため、強度と変形状を中心に検討した結果について述べる。

2. 実験概要

表 1 に示す鳥取県内で排出された廃瓦破砕物細骨材と通常の細骨材(表 1 参照)を用いたコンクリートに対して、表 2 に示す RC はりを作製した。コンクリートの配合条件は、28 日目標強度 30N/mm²、スランプ 5 ± 1 cm、空気量 5 ± 1% で、その示方配合を表 3

に示す。なお、普通コンクリートには、リグニンスルホン酸系の AE 減水剤とアルキルエーテル系の AE 助剤を、廃瓦コンクリートにはポリカルボン酸系の高性能 AE 減水剤の遅延形と変性アルキルカルボン酸化合物の AE 助剤を使用した。はりに選んだ要因は、コンクリートの種類、主鉄筋量、スターラップの有無で、スターラップはせん断耐力が曲げ耐力を上回るように配置した。なお、RC はり供試体は全て、有効高さ d=16.5 cm、幅 b=12.5 cm で、載荷は、スパン 150cm の 3 等分点載荷で行った(典型例は図 1 参照)。

3. 実験結果及び考察

1) 破壊様式

表1 骨材の物理的性質

骨材	呼び名	物性値				
		表乾密度 (g/cm ³)	絶乾密度 (g/cm ³)	吸水率 (%)	F.M.	微粒分量 (%)
細骨材	廃瓦	2.36	2.27	3.86	2.67	12.3
	普通砂	2.64	2.59	1.84	2.78	5.6
粗骨材	碎石	2.73	2.72	0.8	6.85	-

表2 供試体の種類と試験時のコンクリート強度

コンクリートの種類	はりの名称	主鉄筋		試験時のコンクリート強度			せん断補強鉄筋	
		As (mm ²)	fy	f' _c	f _t	弾性係数 (kN/mm ²)	Aw (mm ²)	s (mm)
普通(N)	N 2D16-S	397	388	36.9	2.82	28.5	127.2	120
	N 2D16-N	397	388				-	-
	N 2D13-S	253	386				127.2	150
	N 3D10-S	214	417				127.2	160
瓦(T)	T 2D16-S	397	388	37.8	3.24	27.4	127.2	120
	T 2D16-N	397	388				-	-
	T 2D13-S	253	386				127.2	150
	T 3D10-S	214	417				127.2	160

強度の単位はN/mm²である はりの名称のN 2D16等の2は主鉄筋の本数, 16は主鉄筋径を示し, S, Nそれぞれはせん断補強鉄筋有りとなしを示す。

表3 示方配合

コンクリートの種類	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)			
			W	C	S	G
普通(N)	60	43	145	242	823	1129
瓦(T)	65	40	175	269	648	1125

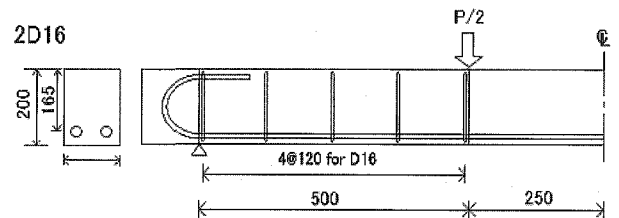


図1 はりの断面図の詳細

表4 RCはりの耐力

はりの種類	コンクリート強度(N/mm ²)				曲げひび割れ耐力(kN・m)			せん断耐力(kN)			終局曲げ耐力(kN・m)		
	f' _{c28}	f' _c	f _t	f' _{beck}	実験値	計算値	耐力比	実験値	計算値	耐力比	実験値	計算値	耐力比
N 3D10-S	31.9	36.9	2.82	5.05	4.90	4.68	1.05	16.66	20.85	0.80	15.15	13.71	1.11
T 3D10-S	30.8	37.8	3.24	5.80	5.95	5.40	1.10	18.38	21.02	0.87	14.90	13.73	1.09
N 2D13-S	31.9	36.9	2.82	5.05	4.90	4.77	1.03	20.24	22.05	0.92	15.52	14.89	1.04
T 2D13-S	30.8	37.8	3.24	5.80	5.88	5.50	1.07	19.45	22.23	0.88	15.03	14.92	1.01
N 2D16-S	31.9	36.9	2.82	5.05	5.39	5.07	1.06	22.30	25.63	0.87	22.79	22.39	1.02
T 2D16-S	30.8	37.8	3.24	5.80	5.88	5.87	1.00	23.28	25.83	0.90	22.46	22.46	1.00
N 2D16-N	31.9	36.9	2.82	5.05	5.07	4.68	1.08	30.1	25.6	1.18			
T 2D16-N	30.8	37.8	3.24	5.80	5.71	5.87	0.97	30.6	25.8	1.19			

f'_{c28}, f'_c: 28日および試験時の圧縮強度, f_t: 試験時の引張強度, f'_{beck}: 曲げひび割れ強度
 網掛け部は斜めひび割れ発生時のせん断力を示す

コンクリートの種類の相違, 主鉄筋量の多少に関係なく, せん断補強を行った RC はりの破壊様式は, 主鉄筋が降伏した後に曲げスパン内のコンクリートが圧壊して破壊する曲げ引張破壊を, せん断補強を施さない場合にはせん断破壊をした。このことより, 廃瓦細骨材を用いたコンクリートであっても RC はりの破壊様式は普通コンクリートと同一であるといえる。

2) 耐力 表 4 に示した各耐力の計算値は土木学会コンクリート標準示方書における照査式において, コンクリート強度の特性値に実験値 (表 4 参照) を用い, 部分安全係数を全て 1 として算定したものである。各耐力比 (実験値と計算値の比) は, 主鉄筋量が同一であれば, ほぼ同一の値を示しており, コンクリートの種類の相違が曲げひび割れ, せん断, 終局曲げの各耐力に及ぼす影響はないことがわかる。

3) 荷重～ひずみ関係 荷重～コンクリート上縁ひずみ関係を図 2 に, 荷重～主鉄筋ひずみ関係を図 3 に, それぞれ示す。これらの図より, 主鉄筋量が同一の RC はりにおける荷重～ひずみ (コンクリート上縁ひずみないしは主鉄筋ひずみ) 関係は, いずれも主鉄筋の降伏まではほぼ直線的に増加し, その後は荷重一定のままひずみだけが增加して終局に至っており, コンクリートの種類の相違による差は見られなかった。

4) 荷重～スパン中央たわみ関係 (図 4 参照) スパン中央たわみは, 主鉄筋降伏までは荷重の増加に伴って直線的に増加し, 最大耐力に至った後の荷重低下は主鉄筋量が大きいものほど顕著であることがわかる。しかし, 主鉄筋量が同一の場合にはコンクリートの種類の相違がスパン中央たわみに及ぼす影響はないといえる。

5) 曲げひび割れ性状 表 5 に, 曲げスパンに発生したひび割れに対して, ひび割れ間隔の最大値と平均値および発生したひび割れ本数を示す。表より, 最大および平均ひび割れ間隔は, 主鉄筋量が多くなるに伴って小さくなるが, 主鉄筋量が同一の場合のひび割れ最大間隔およびひび割れ本数はコンクリートの種類の相違に関係なく同程度の値を示している。図 5 より, 最大ひび割れ幅はいずれの主鉄筋量の RC はりにおいても, 主鉄筋ひずみの増加とともに増加し, 廃瓦と普通の細骨材を用いたコンクリート間で相違はないといえる。

4. まとめ

廃瓦細骨材を用いた RC はりの耐力, 変形, ひび割れ性状は普通骨材を用いた RC はりのそれとほぼ同一であり, 廃瓦細骨材を用いたコンクリートを構造部材に適用できる可能性があることが示された。

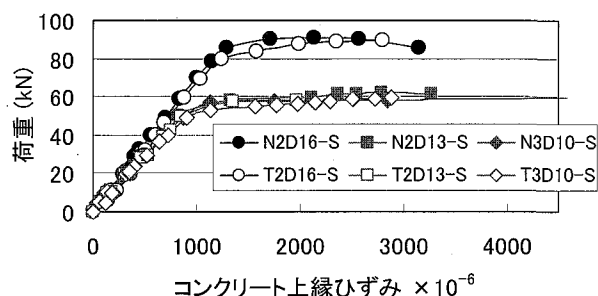


図2 荷重～コンクリート上縁ひずみ関係

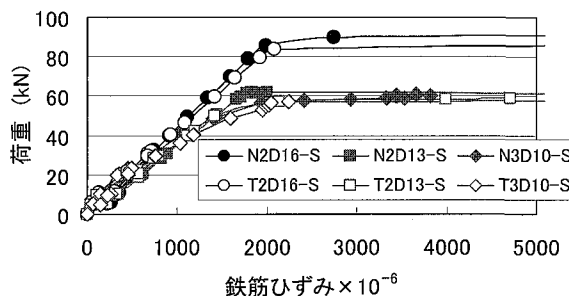


図3 荷重～鉄筋ひずみ関係

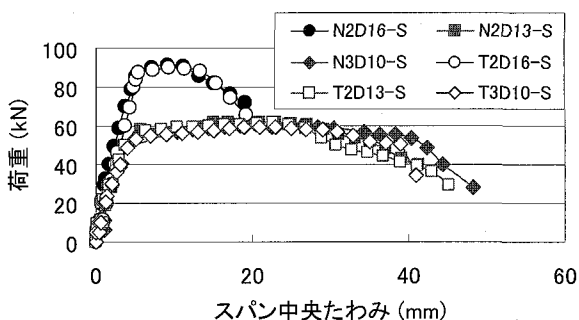


図4 荷重～スパン中央たわみ関係

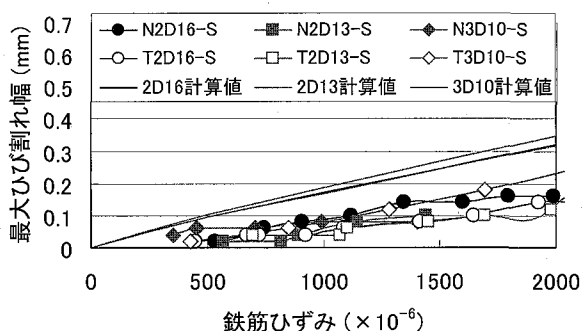


図5 最大ひび割れ幅～鉄筋ひずみ関係

表 5 曲げひび割れ性状

はりの種類	最大ひび割れ間隔		平均ひび割れ間隔	本数
	実験値	計算値		
T 2D16-S	11.2	13.53	10.1	5
N 2D16-S	10.4		8.7	5
T 2D13-S	13.0	14.69	10.9	4
N 2D13-S	13.5		12.5	6
T 2D10-S	13.3	13.40	8.8	6
N 2D10-S	14.0		11.8	7

ひび割れ間隔の単位はcm