

人工超軽量骨材コンクリート RC はりの曲げ挙動

立命館大学大学院理工学研究科 学生員 北村 周郎

立命館大学理工学部 正会員 尼崎 省二

1. はじめに

近年、構造物の大型化、長大化が進み、“軽くて強いコンクリート”が望まれている。本研究は、密度 0.6 ~ 0.9kg/l の人工超軽量骨材を構造コンクリート用骨材として適用することを目的とし、軽量 2 種コンクリートの RC はり供試体 (LRC はり) を作製し、普通骨材コンクリート RC はり供試体 (NRC はり) との曲げ挙動の比較検討を行った。その結果、LRC はりは NRC はりとは変形性状が異なるとともに、脆性的な曲げ破壊をするが、LRC はりに横拘束筋を配置することによって NRC はり程度の靱性が得られた。

2. 実験概要

LRC はりのコンクリートの使用材料を表 1 に、配合を表 2 に示す。細骨材 (N1 ~ N3) は膨張粘土を造粒、焼成したもので、N1:N2:N3=0.15:0.17:0.68 で混合し使用した。粗骨材は真珠岩を主体とする原料を微砕粉、混合、造粒したものである。また、混和剤を使用し、スランプフロー 50 ± 5cm、空気量 5 ± 1% に調整した。骨材は絶乾状態で使用し、24 時間吸水量に相当する水を補正水として単位水量に加えた。

RC はりの配筋図を図 1 に示す。引張鉄筋には D16 の異形鉄筋、スターラップには φ9 の丸鋼を 100mm 間隔で使用した。また、LRC はりの靱性を改善するため、スパン中央部に、φ9 の丸鋼を 100mm 間隔で配置したスターラップ型 (LRC-st)、図 2 に示すスパイラル型 (LRC-sp) およびそれらの併用型 (LRC-sp+st) を図 3 に示すように横拘束筋として配置した。また、同程度の圧縮強度を有する NRC はりを作製し、比較検討を行った。はり全体をせん断スパン - 有効高さ比 3.2 で載荷した。

3. 結果および考察

各はりのコンクリートの物性を表 3 に、表 4 に各はりの降伏曲げモーメント (My) および終局曲げモーメント (Mu) を示す。LRC はりのコンクリートの引張・曲げ強度は圧縮強度の 1/30、1/16 程度と小さくなっている。LRC はりの Mu

表 1 LRC はりのコンクリートの使用材料

使用材料	記号	物性または成分
セメント	C	普通ポルトランドセメント、密度 3.16g/cm ³
超軽量骨材	細骨材	N1 粒径: 5.0~2.5mm, 絶乾密度: 0.65kg/l, 24h 吸水率: 7.0%
	N2	粒径: 2.5~1.2mm, 絶乾密度: 0.68kg/l, 24h 吸水率: 6.0%
	N3	粒径: 1.2~0.6mm, 絶乾密度: 0.86kg/l, 24h 吸水率: 5.3%
混和剤	粗骨材	G 粒径: 15~5.0mm, 絶乾密度: 0.88kg/l, 24h 吸水率: 4.0%
	高性能 AE 減水剤	SP ポリカルボン酸エーテル系の複合体
	AE 助剤	AE アルキルアリルスルホン化合物系陰イオン界面活性剤
	分離低減剤	SFCA 水溶性セルロースエーテル

表 2 LRC はりのコンクリートの配合

W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)						SP (C × %)	AE (A)*	SFCA (g)
		W	C	S			G			
				N1	N2	N3				
30	44	175	583	32	36	143	285	1.1	2.5	300

*1% 希釈液をセメント 1kg 当たり 2ml 使用したものを 1A とする

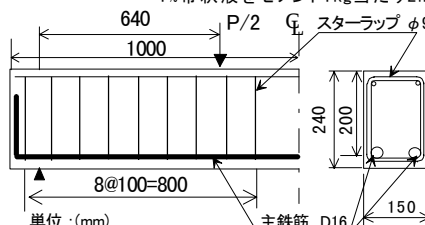


図 1 RC はりの配筋図

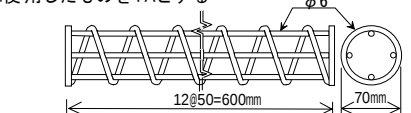


図 2 スパイラル型横拘束筋

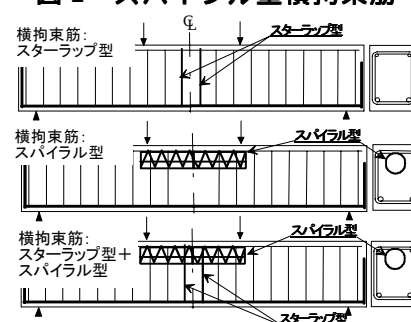


図 3 横拘束筋配筋図

表 3 各はりのコンクリートの物性

	単位	NRC	LRC
密度	kg/l	2.29	1.24
圧縮強度	MPa	30.5	33.1
引張強度	MPa	1.76	1.06
曲げ強度	MPa	4.85	2.03
静弾性係数	GPa	27.2	11.9

表 4 各はりの実測値

供試体名	My (kN・m)	Mu (kN・m)
NRC	28.4	31.6
LRC	28.5	29.8
LRC-st	27.6	28.9
LRC-sp	28.6	29.9
LRC-sp+st	28.2	30.1

人工超軽量骨材、超軽量コンクリート RC はり、破壊性状、横拘束筋

〒525-0058 滋賀県草津市野路町 1-1-1 立命館大学土木工学科 Tel077-561-2726、Fax077-561-2667

が、横拘束筋の配置によっても増加していないのは、横拘束筋の位置、形状に影響されたものと思われる。

各はりの曲げモーメントとたわみとの関係を図4に示す。主鉄筋降伏までのLRCはりのたわみは、横拘束筋の有無、種類による差異は無い。横拘束筋を有していないLRCはりは、たわみ20mm程度で急激に耐力が低下し、脆性的な曲げ破壊をするが、併用型LRCはりは、急激に耐力が低下することなく変形が増加しており、NRCはり程度の靱性(はりの主鉄筋降伏時のたわみと、 M_u の80%まで耐力が低下する点のたわみとの比¹⁾)が得られている。また、スターラップ型LRCはりは、たわみ40mm程度で急激に耐力が低下するが、スパイラル型LRCはりでは急激に耐力が低下することなく、変形が増加しており、靱性改善にはスパイラル型横拘束筋が優れている。

写真1に横拘束筋を有していないはりの破壊状態を示す。LRCはりは、NRCはりに比べせん断スパンに多くのひび割れが発生している。これは、LRCはりのコンクリートの曲げ、引張およびせん断強度が小さい²⁾ためであると考えられる。また、LRCはりでは、圧縮・引張側のかぶりコンクリートが剥落している。LRCはりは、モルタル部だけでなく、粗骨材自体にもひび割れが発生し、それらが連結したことが原因であると考えられる。

図5に各はりの主鉄筋降伏までの曲げモーメント M と曲げ剛性 EI (中央縁ひずみより算出)との関係、図6にたわみの実測値とたわみの計算値(EI から算出)を示す。LRCはりのたわみが、NRCはりよりも大きいのは、超軽量コンクリートの弾性係数が普通コンクリートよりも小さく、さらに、NRCはりに比べてひび割れが多く発生し、曲げ剛性が小さくなったためと考えられる。LRCはりのたわみは、実測値が計算値よりも大きいのは、LRCはりのせん断スパンに多くのひび割れが発生したために、計算に用いた EI が、LRCはり全体の曲げ剛性を過大評価したためと考えられる。

4. まとめ

- (1) LRCはりは、脆性的な曲げ破壊をするが、横拘束筋によりNRCはり程度の靱性を得ることができる。
- (2) LRCはりはNRCはりよりたわみは大きくなり、 EI から算出したたわみよりも大きくなる。

謝辞

本研究の実施に当たりご協力頂いた(株)内外セラミックス、(株)太平洋セメントにお礼申し上げます。

【参考文献】

- 1) 岡田清：最新コンクリート工学、国民化学者、pp80-88、1986.3
- 2) 岡本享久・早野博幸・柴田辰正：超軽量コンクリート、コンクリート工学、Vol.36、No.1、pp.48-52、1998.1

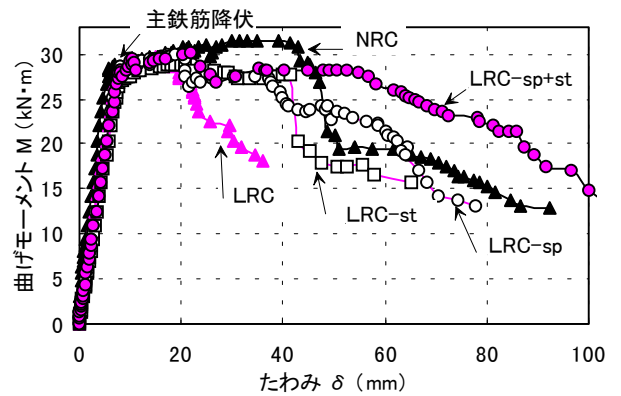


図4 曲げモーメント - たわみ関係



写真1 はりの破壊状態

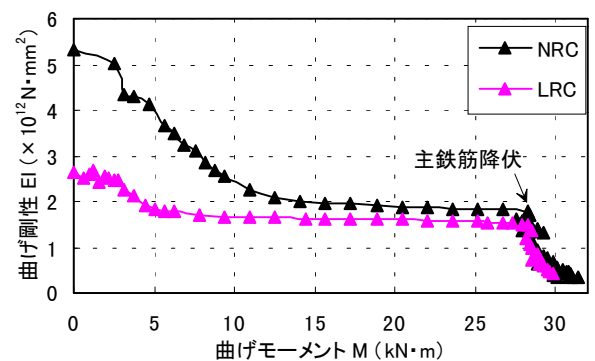


図5 曲げモーメント - 曲げ剛性関係

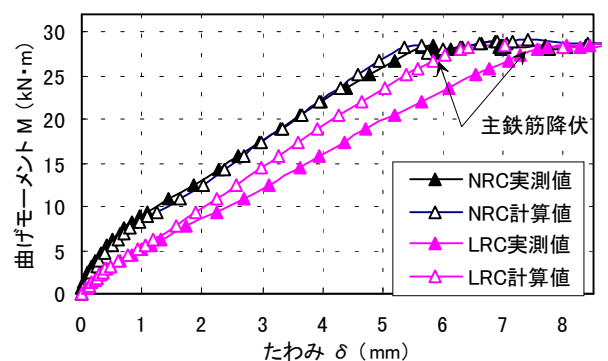


図6 曲げモーメント - たわみ関係