横拘束筋が人工超軽量骨材コンクリート RC はりの靭性に及ぼす影響

西日本旅客鉄道株式会社　正会員○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使用したコンクリートの RC はり供試体（LRC はり）は脆性的な曲げ破壊が生じるため[1)]、スターラップ間隔および帯鉄筋状の横拘束筋が LRC はりの靭性に及ぼす影響について検討した。

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60±5cm、空気量 5±1%に調整した。骨材は気乾状態で使用し、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 はり供試体は、スターラップ間隔 100mm の供試体（**図 1(a)**）を基本とし、スターラップ間隔を 70 および 150mm に変化させた場合、および鉄筋 D6 で作製した帯鉄筋状の各種横拘束筋をはりの圧縮部に配置した供試体(**図 1(b)～(d)**)を用いて行った。帯鉄筋状の横拘束筋は、間隔を 100mm とし、長さを 400、800 および 1800mm と変化させたものであり、組立鉄筋を囲むようにして、端部を結束線で拘束し同断面に集中しないように配置した。比較用の同程度の圧縮強度を有する普通 RC はりは**図 1(a)**である。RC はり供試体は a/d=3.6 で載荷した。靭性は，任意のたわみに至るまでのエネルギーを吸収する能力と定義し，荷重－たわみ曲線で囲まれた蓄積エネルギーで評価した。

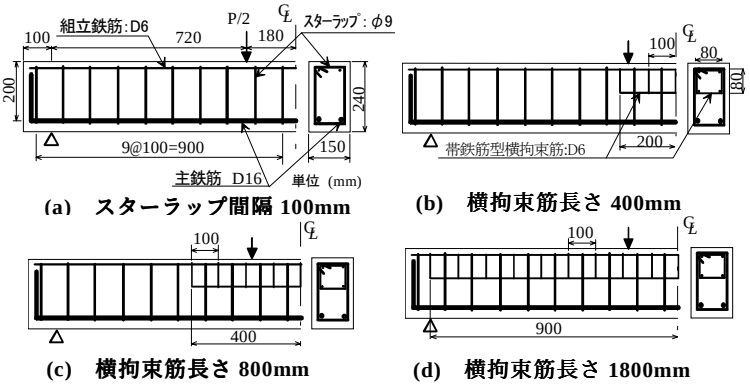
表 1　LRC はりのコンクリートの使用材料

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:6.5%
		N2	粒径:2.5～1.2mm、絶乾密度:0.68kg/l、24h吸水率:6.5%
		N3	粒径:1.2～0.6mm、絶乾密度:0.73kg/l、24h吸水率:7.0%
	粗骨材	G	粒径:15～5.0mm、絶乾密度:0.87kg/l、24h吸水率:4.0%
混和剤	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

水セメント比 W/C (%)	単位量(kg/m^3) 水 W	セメント C	細骨材 N1	細骨材 N2	細骨材 N3	粗骨材 G	SP (C×%)	SFCA (g)	AE* (A)
30	155	517	28	33	147	300	1.50	300	2.5

＊1%希釈液をセメント1kgあたり2ml使用したものを1



(a) スターラップ間隔 100mm　(b) 横拘束筋長さ 400mm

(c) 横拘束筋長さ 800mm　(d) 横拘束筋長さ 1800mm

図 1　RC はり供試体図

3.実験結果および考察

RC はりのコンクリートの物性および実測値を**表 3** に示す。LRC はりの最大曲げモーメントは、横拘束筋を配置した LRC はりは、横拘束筋のないものに比べて 10%程度増加している。これは、拘束鉄筋を有するコンクリートはその圧縮強度が大きくなると報告されており[2)]、そのことが原因で最大曲げモーメントが増加したと考えられる。

スターラップ間隔が曲げモーメントとたわみとの関係に

表 3　RC はりのｺﾝｸﾘｰﾄの物性および実測値

骨材の種類	実験要因 スターラップ間隔	横拘束筋の長さ	ｺﾝｸﾘｰﾄの物性 密度 ρ	圧縮強度 f$_c$'	静弾性係数 E$_c$	RCはりの実測値 降伏曲げモーメント	最大曲げモーメント
	(mm)		(kg/l)	(MPa)	(GPa)	(kN･m)	
軽量	100	－	1.21	32.8	10.6	26.5	28.2
	70					26.8	28.2
	150					26.5	28.3
	100	400				27.5	31.4
		800				28.6	31.2
		1800				27.2	30.1
普通	100	－	2.38	34.8	33.1	27.2	30.1

人工超軽量骨材、人工超軽量骨材コンクリート RC はり、靭性、横拘束筋
〒530-8341 大阪市北区芝田　2-4-24　西日本旅客鉄道株式会社　Tel.06-6375-8929

及ぼす影響を**図 2** に、たわみ 60mm までのスターラップ間隔と蓄積エネルギーとの関係を**図 3** に示す。LRC はりのスターラップ間隔を低減することで蓄積エネルギーは増加している。また、たわみが 60mm 以上になるとその増加が大きくなることが**図 2** から推察できる。しかし、普通骨材コンクリートの RC はりの場合に比べて [3]、スターラップ間隔が小さくなることによる蓄積エネルギーの増加は小さい。これは、LRC はりのコンクリートの破壊が脆性的で、スターラップのみでは十分な拘束効果が得られなかったためと思われる。

横拘束筋の長さが曲げモーメントとたわみとの関係に及ぼす影響を**図 4** に、たわみ 70mm までの蓄積エネルギーと横拘束筋の長さとの関係を**図 5** に示す。**図 2** と比較すると、横拘束筋を配置した LRC はりの靭性はスターラップのみの場合と比べて、大きく増加している。横拘束筋の長さ 400 および 800 の LRC はりのたわみ 70mm までの靭性は、スターラップ間隔 100mm の LRC はりと比べて 25%程度増加しており、普通 RC はりに近くなっている。2 点集中載荷を受ける単純ばりでは横拘束筋の長さが靭性に及ぼす影響は明らかではないが、かぶりコンクリートの剥落状況を考慮すると、載荷点からせん断スパンの 1/5 程度まで横拘束筋を配置するのがよいと考えられる。

横拘束筋を配置したはりは最大曲げモーメント後の耐力の減少はスターラップのみの場合よりもより小さく、普通 RC はりの挙動に近くなっている。これは、かぶりコンクリートの剥離後も横拘束筋が RC はりの圧縮合力を負担できるためと考えられる。

4. まとめ

(1) LRC はりの靭性は、スターラップ間隔を小さくすることで顕著に増加しない。

(2) LRC はりの靭性は帯鉄筋状の横拘束筋を配置することで、普通 RC はりの挙動に近い靭性を得ることができる。

謝辞

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

【参考文献】

1) 北村周郎，尼崎省二：人工超軽量骨材ｺﾝｸﾘｰﾄ RC はりに関する基礎研究，ｺﾝｸﾘｰﾄ工学年次論文集，Vol.22，No.2，pp.247-252，2000

2) 中川俊則，矢村潔，平沢征夫，原内康隆：圧縮部に拘束鉄筋を有する RC はりの塑性挙動，ｾﾒﾝﾄ技術年報，ＸＸⅧ，pp413-416，1974

3) 柳沼義明，関慎吾，北田勇輔：鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄばりのじん性におよぼす補強筋の効果，第 6 回ｺﾝｸﾘｰﾄ工学年次講演会論文集，pp565-568，1984

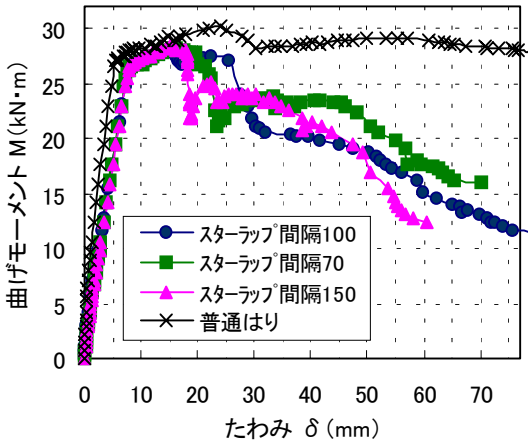


図 2　スターラップ間隔による曲げモーメントーたわみ曲線の相違

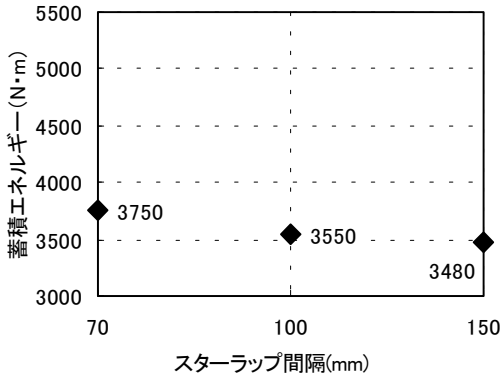


図 3　たわみ 60mm までの蓄積エネルギー

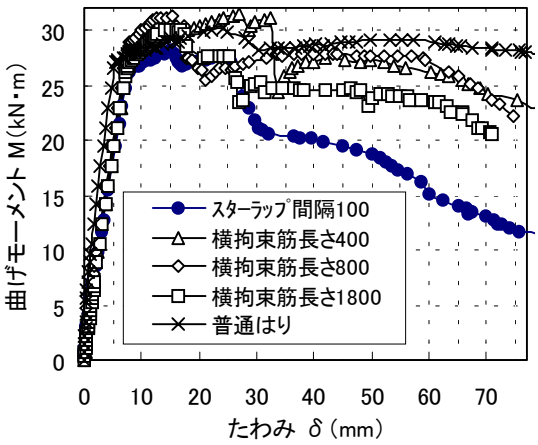


図 4　横拘束筋長さによる曲げモーメントーたわみ曲線の相違

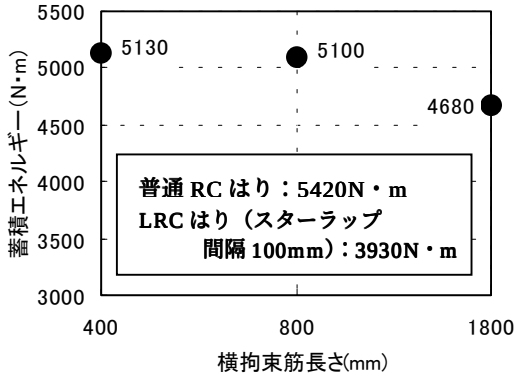


図 5　たわみ 70mm までの蓄積エネルギー