

高性能化した人工軽量骨材コンクリートを用いた RC はりの曲げ性状

高松工業高等専門学校専攻科 学生会員○ 梅本 忠彦
 高松工業高等専門学校 正会員 水越 睦視
 長岡技術科学大学 正会員 下村 匠
 高松工業高等専門学校 非会員 松原 三郎

1. はじめに

人工軽量骨材を用いたコンクリートは、骨材自身の強度が小さいため、普通骨材を用いたコンクリートに比べ力学性能が劣る。そこで、軽量骨材使用による引張抵抗性および剛性の低下を改善するためにマトリックスを高強度化した鋼繊維補強軽量コンクリート（以下、LSF）を考えた¹⁾。この LSF は人工軽量骨材コンクリートの力学特性を改善したばかりでなく自己充てん性を有する高性能人工軽量骨材コンクリートである。

本研究では LSF を用いた RC はりの曲げ性状を静的荷重実験により、強度の異なる 2 種類の普通骨材コンクリート、繊維無混入の軽量骨材コンクリートを用いた場合との比較により検討した。

2. 実験概要

2.1. 使用材料および配合

本研究で使用したコンクリート材料を表-1 に、コンクリートの概要を表-2 に、その各配合の力学的特性を表-3 に示す。人工軽量骨材は膨張頁岩系非造粒型を粗骨材にのみ用いた。本研究で使用した配合は W/C を 2 水準変化させた普通コンクリート（以下 NN、NH）と W/C=30%の軽量コンクリート（以下 LH）および W/C=30 % の LSF の計 4 配合である。配合条件として NN では目標スランプ 8 ± 2 cm、NH および LH ではスランプフロー 65 ± 5 cm であり、LSF ではボックス型充てん装置を用いた間隔通過試験における充てん高さ 300mm 以上とした。また、いずれの配合も空気量は $4.5 \pm 1.5\%$ とした。

表-1 使用材料および物理的特性

	物理的特性
セメント	普通ポルトランドセメント 密度 $3.15\text{g}/\text{cm}^3$
山砂	表乾密度 $2.54\text{g}/\text{cm}^3$ FM 3.08
海砂	表乾密度 $2.56\text{g}/\text{cm}^3$ FM 1.90
人工軽量骨材	表乾密度 $1.64\text{g}/\text{cm}^3$ FM 6.16 吸水率 32.8% 最大寸法 15mm
碎石	表乾密度 $2.60\text{g}/\text{cm}^3$ FM 6.98 最大寸法 20mm
鋼繊維	密度 $7.85\text{g}/\text{cm}^3$ 直径 0.62mm 長さ 30mm
混和剤	SP:ポリカルボン酸系高性能AE減水剤 AE:リグニンスルホン酸系AE減水剤

表-2 使用したコンクリートの概要

供試体名	W/C (%)	V _g (m^3/m^3)	軽量骨材 置換率(%)	繊維混 入率(%)	W (kg/m^3)	C (kg/m^3)	混和剤 SP	C×(%) AE
NN	55	0.380	0	0.0	175	318	-	0.25
NH	30	0.300	0	0.0	165	550	1.5	-
LH	30	0.313	100	0.0	170	567	1.5	-
LSF	30	0.200	100	1.0	185	617	1.8	-

表-3 コンクリートの力学的特性

供試体名	圧縮強度 (N/mm^2)	静弾性係数 (kN/mm^2)	引張強度 (N/mm^2)
NN	42.7	29.1	3.71
NH	81.3	34.4	5.00
LH	65.3	25.1	4.23
LSF	70.6	29.6	5.24

2.2. RC はりの載荷試験方法

RC はり供試体の形状寸法を図-1 に示す。主鉄筋に D13 (SD345) を 2 本用い、スターラップは D10 (SD345) を 143mm ピッチで配置した。RC はり供試体の載荷実験はせん断スパン有効高さ比 $a/d=3.0$ の 4 点曲げ試験により行った。測定項目はスパン中央たわみ、コンクリートひずみ、鉄筋およびスターラップひずみなどである。

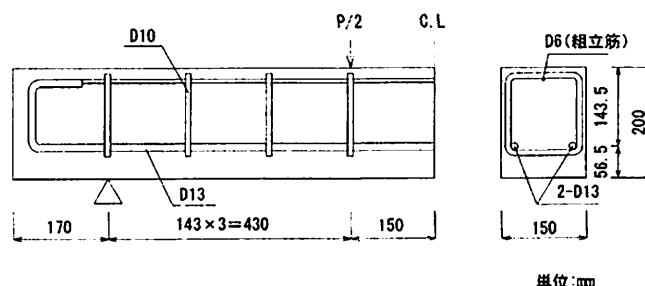


図-1 RC はり供試体の形状寸法

3. 結果および考察

3.1. 破壊性状

表-4 に載荷試験結果を示す。破壊型式は、全ての RC はり供試体で主鉄筋の降伏後にコンクリートの圧壊により破壊する曲げ引張破壊であった。しかしながら、LSF はりでは、降伏荷重が他の種類の RC はりに比べ大きくなり、終局荷重も普通骨材を用いた高強度コンクリート RC はり NH と同等以上の破壊耐力を有していることがわかった。また、鋼繊維の効果はひび割れ面での引張応力負担によ

表-4 RC はり載荷試験の結果

供試体No.	曲げひび割れ発生荷重(kN)			せん断ひび割れ発生荷重(kN)			降伏荷重(kN)			終局荷重(kN)		
	実験値①	設計値②	①/②	実験値①	設計値②	①/②	実験値①	設計値②	①/②	実験値①	設計値②	①/②
NN-1	13.5	17.5	0.77	48.0	44.4	1.08	58.0	52.8	1.10	69.0	55.9	1.23
NN-2	14.0	17.5	0.8	34.0	44.4	0.77	58.0	52.8	1.10	71.0	55.9	1.27
NH-1	26.0	23.3	1.12	44.0	61.3	0.72	59.5	53.2	1.12	79.0	57.5	1.37
NH-2	26.0	23.3	1.12	38.0	61.3	0.62	62.0	53.2	1.17	80.0	57.5	1.39
LH-1	20.0	19.7	1.02	30.0	54.9	0.55	54.0	52.4	1.03	67.5	57.1	1.18
LH-2	22.0	19.7	1.12	38.0	54.9	0.69	56.0	52.4	1.07	68.5	57.1	1.20
LSF-1	20.0	21.4	0.93	48.0	57.1	0.84	78.0	52.8	1.48	83.5	57.2	1.46
LSF-2	20.0	21.4	0.93	36.0	57.1	0.63	71.5	52.8	1.35	80.5	57.2	1.41

り顕著となるため、ひび割れ発生荷重からは鋼繊維の混入効果は認められなかった。

3.2. 荷重-スパン中央たわみの関係

図-2 に荷重とスパン中央たわみの関係を示す。図より、LSF はりでは軽量骨材コンクリートで懸念されている曲げ剛性の低下が改善されていることがわかる。また、荷重-たわみ曲線の形状も他の種類のはりとは異なっており、RC 部材の降伏たわみに達する荷重が30%程度大きくなった。しかしながら降伏たわみに到達後は、他のはりのようなひずみ硬化現象は認められず、荷重は徐々に低下し破壊に至った。これは引張側の LSF コンクリートの負担する引張力が徐々に減少することによる荷重低下と引張鉄筋のひずみ硬化による荷重増加が相殺したためであると考えられる。

3.3 荷重-ひずみの関係

荷重と主鉄筋ひずみの関係を図-3 に示す。主鉄筋 D13 (SD345) の降伏ひずみは1755 μ であり、各種はりの降伏たわみ到達時の荷重とほぼ一致している。また、荷重と上縁コンクリートひずみの関係を図-4 に示す。図より、LSF の圧縮縁のひずみが終局ひずみに達する時の荷重が NN, LH はり供試体よりも大きくなっている。これは、コンクリートの高強度化により圧縮強度が増大したためである。

4. まとめ

本実験の結果より、軽量骨材コンクリートを高強度化し鋼繊維補強することにより、RC はり部材の終局耐力および曲げ剛性を普通骨材コンクリートを用いた場合以上に改善できることが明らかとなった。

参考文献

- 1) 梅本忠彦ほか：人工軽量骨材コンクリートの高強度化に関する基礎的研究, 土木学会四国支部第十四回技術研究発表講演概要集, 第V部 門, pp281-282, 2008, 5

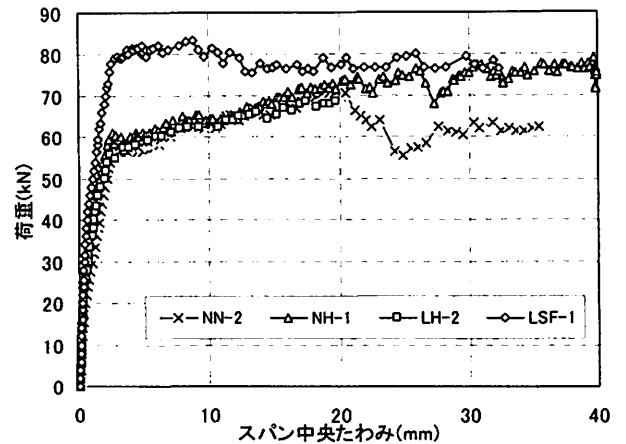


図-2 荷重とスパン中央たわみの関係の

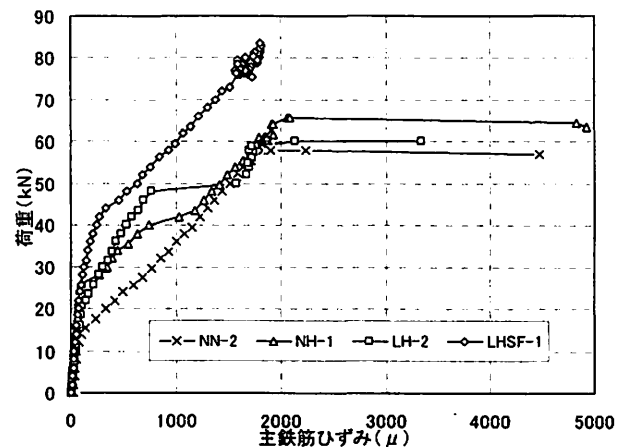


図-3 荷重と主鉄筋ひずみの関係

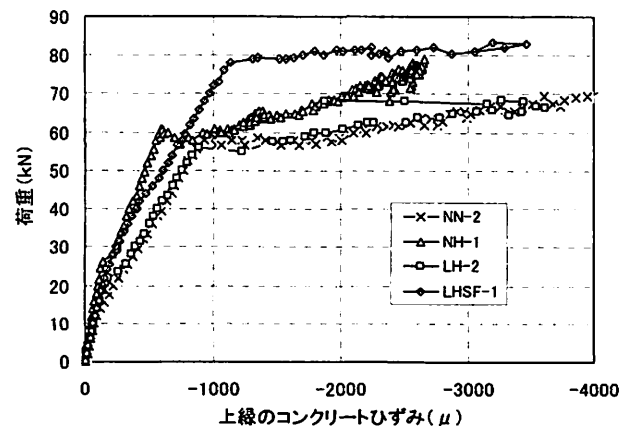


図-4 荷重と上縁コンクリートひずみの関係