

V-466

鋼繊維補強軽量コンクリートの曲げ靱性

八洋コンクリートコンサルtant 正会員 遠藤 裕悦 住友金属建材 正会員 古津 彰三
日本メサライト工業 正会員 成川 史春 大阪市立大学 正会員 眞嶋 光保

1. はじめに

軽量コンクリートは一部の力学的性状が普通コンクリートよりもやや劣ることから、近年、土木分野での利用状況は限定的である。そこで、軽量コンクリートに鋼繊維を混入することで、力学的性状の向上を図ることとした。本論文は鋼繊維補強軽量コンクリートの曲げ靱性性状について報告するものである。

2. 試験概要

試験内容は、形状及び製造方法の異なる鋼繊維3種類を用い、混入率及び水セメント比等の違いによる曲げ靱性特性の検討を行った。使用材料は表1に示すとおりであり、配合条件は表2に示す。スランブは18cmとし、供試体の作製等はJSCE-G552「鋼繊維補強コンクリートの曲げ強度及び曲げ

タフネス試験方法」に従い、試験体寸法は15×15×53cmとした。なお、試験の評価方法は曲げ靱性に関して各種のものが提案されているが、本試験では土木学会による曲げ靱性係数を中心に、鋼繊維コンクリート特有の初期曲げひび割れ及び最大荷重時等の挙動を鋼繊維無混入の普通コンクリートと比較検討した。ここで用いた曲げ靱性係数とはある特定のたわみ限界（スパンの1/150本試験では3mm）までの曲げタフネス（図1の曲線内面積）をたわみ量で除して限界点までの平均荷重として求めたものであり、鋼繊維の混入率や種別の相違を比較するのに適しているされている。また、初期の曲げひび割れ時の強度及び最大強度（曲げ強度）の比較は鋼繊維のタイプによる特長をみることができる。

3. 試験結果及び考察

表3に試験結果一覧を示す。

3.1 各種荷重とたわみの関係

本試験の荷重とたわみの関係の一例を図

1に示す。鋼繊維無混入の場合、最大荷重時に到達すると直ちに供試体の破壊が起こり試験は終了するが、繊維補強されたコンクリートにおいては異なる性状を示す。すなわち、曲げ荷重の増加に伴いひび割れが発生するが繊維の架橋効果¹⁾によりその後も荷重は増加し続け、最大荷重点を迎へさらに緩やかに低下する。最初にひび割れが発生した時点は一般的に初期曲げひび割れ発生時と称され、条件によっては若干の反力の低下に伴う僅かな荷重低下が起こることもある。

表-1 使用材料一覧

項目	適	用
セメント	普通ポルトランドセメント (密度 3.16 g/cm ³)	
細骨材	陸砂 (表乾比重 2.60 吸水率 1.98% FM 2.74)	
粗骨材	人工軽量骨材 (絶乾比重 1.28 吸水率 26.5%)	
	硬質砂岩碎石 (表乾比重 2.65 吸水率 0.72%)	
鋼繊維	A: 両端フック付結束型 $\phi 0.8 \times 60\text{mm}$	
	B: インデント型 $\phi 0.7 \times 50\text{mm}$	
	C: 波型 $0.25 \times 2.0 \times 50\text{mm}$	
混和剤	ポリカルボン酸エーテル系高性能AE減水剤	

表-2 配合条件

項目	水	準
水セメント比 (%)	43, 48, 53	
鋼繊維	種 類	A, B, C
	混入率 (%)	0, 0.50, 0.75, 1.0
スランブ (cm)	18 ± 1.5	
空気量 (%)	5 ± 1	

表-3 試験結果一覧

種類	鋼繊維		W/C	s/a	曲げ強度 (N/mm ²)	曲げ靱性 係数 (N/mm ²)	初期曲げひ び割れ強度 (N/mm ²)
	混入率 (%)	混入量 (kg/m ³)					
※ 軽量コンクリート			48	48	3.81	0.04	3.81
※ 普通コンクリート					4.88	0.04	4.88
A	0.75	60	43	54	6.31	5.65	4.37
B					5.95	4.41	3.98
C					5.59	4.16	4.64
A	0.50	40	52	56	5.70	4.87	4.34
B					4.91	4.06	4.25
C					4.25	3.46	4.23
A	0.75	60	48	56	6.83	6.06	4.66
B					4.86	4.02	4.05
C					5.54	3.66	4.80
A	1.00	80	64	58	7.60	6.51	7.60
B					8.59	6.52	4.96
C					6.33	4.79	4.69
A	0.75	60	53	58	6.66	5.70	4.80
B					5.76	3.91	4.71
C					4.74	2.88	4.74

注) 強度及び係数は各配合3本の平均値 ※ 鋼繊維混入率0%

キーワード: 人工軽量骨材 鋼繊維 曲げ靱性係数

連絡先: ☎106-0032 東京都港区六本木3-16-26 TEL 03-3582-3907 FAX 03-3582-3156

3.2 曲げ靱性係数による検討

図2は曲げ靱性係数の鋼繊維別の結果を示す。これによると曲げ靱性係数は鋼繊維の混入率の増加とともに大きくなり、混入率0.5%で最小3.46N/mm²～最大4.87N/mm²、0.75%では最大6.06N/mm²、1.0%では最大6.52N/mm²と増えている。全体的には0.5%の混入でかなりの増加を示すが、その後1.0%混入までの靱性係数の増加率は0.5%までの傾向に比べ若干小さい。セメント水比の変化と曲げ靱性係数の関係は混入率の場合と比較するとその変化は小さく、本試験の水セメント比4.8%を中心に±5%程度の範囲では、曲げ靱性係数は鋼繊維の混入率の影響が支配的であることがいえる。

3.3 各種限界点強度による検討

図3は水セメント比4.8%の普通コンクリート（NC）の曲げ強度を100%とした場合の軽量コンクリート（LC）及び、鋼繊維軽量コンクリート（SFLC）の初期ひび割れ強度及び、曲げ強度の比率を示したものである。これによると、SFLCの初期曲げひび割れ強度は鋼繊維混入率の増加とともに増加するが、混入率1.0%で平均104%とNCと同程度であり著しい増加は認められない。しかし、曲げ荷重においてはその変化は大きく、混入率の増加に伴う鋼繊維の効果が良く表れている。SFLCにおける最大強度は鋼繊維0.5%混入時で平均102%と既にNCと同等以上を示し、混入率1.0%では最大80%程度も増加しているものもある。

4. まとめ

本試験結果によると、軽量コンクリート単体では普通コンクリートに対して曲げ性状が若干小さいが、鋼繊維を混入することによりその曲げ靱性性状が格段に向上することが確認できた。鋼繊維補強軽量コンクリートでは初期の曲げひび割れ強度が普通コンクリートの曲げ強度と同程度であり、特に、曲げ強度においては普通コンクリートを大きく上回る性状を示すことが明らかとなり、曲げ靱性における鋼繊維の有用性が認められた。

なお、この研究はALA協会等で組織した鋼繊維補強軽量コンクリート委員会（委員長 眞嶋光保大阪市立大）の活動成果であり、実験、研究の取り纏めにあたっては大阪大 松井教授の御指導を得たことを付記します。

【参考文献】1) 眞嶋・幸左・大野著「繊維補強セメント／コンクリート複合材料」技報堂出版

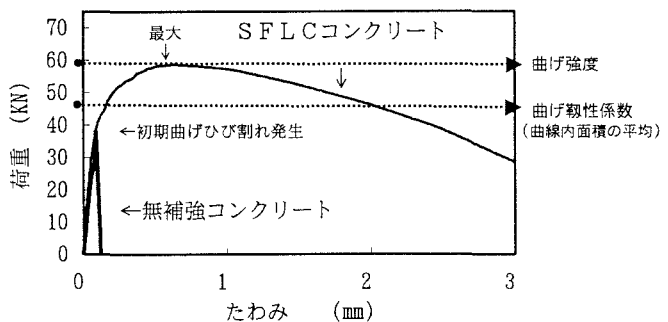


図-1 荷重-たわみ曲線例

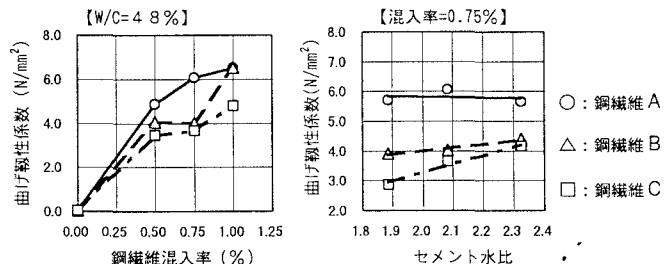


図-2 繊維混入率及びセメント水比と曲げ靱性係数の関係

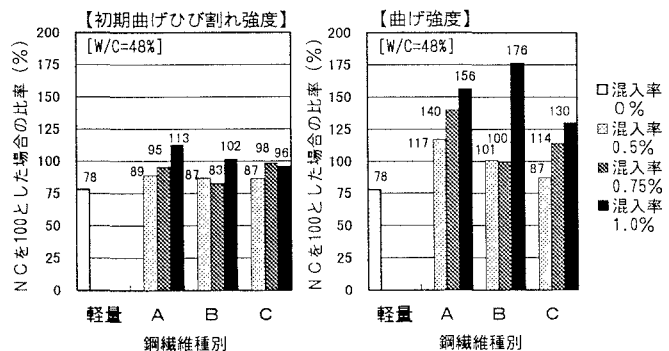


図-3 普通コンクリートに対する鋼繊維コンクリートの強度比率の関係