

鋼繊維及びエキスパンドメタルを用いた RC 梁のせん断性状に関する実験

日特建設（株）（明星大学大学院） 正会員 ○山下 和輝
明星大学 土木工学科 正会員 丸山 武彦

1.はじめに

コンクリートの靱性を改善する方法の一つとして鋼繊維補強コンクリート（SFRC）がある。SFRC は靱性改善のほか、引張強度などコンクリートの諸性能の改善が期待できる。また、エキスパンドメタルの形状や力学的補強性能に着目し、コンクリートの補強材に適用すればひび割れ抑制効果が期待できると思われる。本実験では、鋼繊維及びエキスパンドメタルを比較的高強度な RC 梁のせん断補強材として適用し、せん断耐力、斜めひび割れ抑制効果、破壊靱性の改善などの斜め引張破壊性状について実験的に検討した。

2.実験概要

せん断補強材として使用した材料は、スターラップに D6 SD295、鋼繊維に長さ 30mm のフック型、エキスパンドメタルに XS61 及び XS63 である。表-1 にエキスパンドメタルの諸性能を示す。エキスパンドメタルの降伏点強度は実測値で 220N/mm^2 であり、スターラップの 70%ほどである。表-2 は試験体の種類を示す。エキスパンドメタルを用いた試験体は、エキスパンドメタルの片側方向のみの鋼材断面の鉛直成分をスターラップ断面積と考え、せん断補強鋼材量をスターラップで補強した試験体と同一とした。EX61 及び EX63 は、ST15 及び ST5（せん断補強鉄筋比 0.42% 及び 1.27%）とほぼ同等な鋼材量である。図-1 に試験体の形状寸法を示す。軸方向鉄筋にはせん断破壊が先行するように PC 鋼棒を使用し、せん断スパン有効高さ比（ a/d ） ≈ 3.25 として 2 点荷重試験を行った。

3.斜めひび割れ発生荷重及び斜め引張破壊荷重

試験結果を表-3 に示す。鋼繊維を用いた試験体の斜めひび割れ発生荷重は他の試験体に比べ約 20%ほど増加した。これは鋼繊維がコンクリートの微小な内部ひ

表-1 エキスパンドメタル諸性能 *実測値

エキスパンドメタル品名	ストランド寸法(mm)		断面積 (mm^2)	降伏強度* (N/mm^2)	引張強さ (N/mm^2)
	T:板厚	W:刻み幅			
XS61	2.3	3.0	6.9	220	270以上
XS63	4.5	5.0	22.5		

表-2 試験体の種類

試験体	せん断補強材	コンクリート強度 (N/mm^2)	
		圧縮強度	引張強度
ST0	せん断補強なし	66.7	4.44
ST15	スターラップ間隔 (cm) (せん断補強鉄筋比)	15 (0.42%)	62.9
ST7		7 (0.90%)	57.0
ST5		5 (1.27%)	66.7
SF1.5	鋼繊維混入率 (%)	1.5	64.7
SF2.0		2.0	71.6
EX61	エキスパンドメタル	XS61	60.4
EX63		XS63	60.4

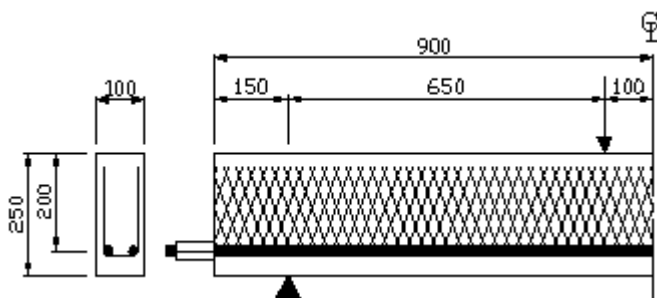


図-1 試験体形状寸法

表-3 試験結果

試験体	せん断補強材	斜めひび割れ発生荷重 V_c (kN)		斜め引張破壊荷重 V_u (kN)		V_u/V_{ud}	最大荷重 (kN)	破壊形式
		V_{cd}	V_c	V_{ud}	V_u			
ST0	なし	81.4	81.1	81.4	81.1	1.00	81.1	斜め引張
ST15	スターラップ	79.8	74.0	102.6	97.6	0.95	186.6	斜め引張
ST7		77.2	84.0	126.0	122.8	0.97	213.5	"
ST5		81.4	80.0	149.7	161.7	1.08	232.6	"
SF1.5	鋼繊維	80.5	100.0	—	167.4	—	167.4	斜め引張
SF2.0		83.3	105.0	—	158.5	—	158.5	"
EX61	エキスパンドメタル	78.7	75.0	—	91.3	—	212.5	斜め引張
EX63		78.7	80.0	—	141.7	—	238.7	"

キーワード：鋼繊維補強コンクリート，エキスパンドメタル，せん断，斜めひび割れ，斜め引張破壊，

連絡先：〒104-0044 東京都中央区明石 13-18 日特建設明石町分室ビル 5.6F TEL 03-3541-6221

び割れに抵抗したためと考えられる。せん断補強材に鋼繊維を用いた場合の破壊は、鋼繊維が大きく引き抜け始めてほとんど同時に耐力を失った時点と定義し、一方、エキスパンドメタルを用いた場合は、エキスパンドメタルのある一部でも降伏した時点を斜め引張破壊と定義した。この定義によるとすべての試験体は斜め引張破壊であった。斜め引張破壊荷重は、鋼繊維を 1.5% 混入した場合、ST7 以上の斜め引張破壊耐力を有していることが分かる。しかし、混入率 1.5% と 2.0% の間で大きな差がない。降伏強度がやや低いエキスパンドメタルを用いた場合、同程度のせん断補強鋼材量のスターラップ梁と比較すると、エキスパンドメタルのほうが斜め引張破壊荷重がわずかに小さい値となった。しかし、降伏点強度の違いを考慮するとほぼ同等であると考えられる。

4. 斜めひび割れ幅

図-2 は荷重と斜めひび割れ幅の関係を示す。SF2.0 は、鋼繊維が引き抜け始めるまでは著しく斜めひび割れ幅を抑制しているが、鋼繊維が引き抜け始めたら斜めひび割れ幅が急増してしまうことが分かる。EX63 は最も斜めひび割れ幅が小さく、エキスパンドメタルの斜めひび割れ抑制効果は非常に大きいことが明らかになった。

5. たわみ

図-3 は荷重とたわみの関係を示す。SF2.0 はせん断補強を行わない ST0 と同様に、突発的に荷重が低下することが示されている。鋼繊維を 2.0% 混入すると、斜め引張耐力は ST7 以上であるが、破壊性状は脆性破壊であることが分かった。エキスパンドメタルを用いた試験体は、斜めひび割れ発生後の剛性低下がスターラップの場合より少なく、また、エキスパンドメタル全体の降伏の様子は図からは判断できないが、RC 梁としてはせん断変形が少なく、弾性的なたわみ挙動であることが分かる。最終的には、軸方向鉄筋に PC 鋼棒を使用していることからコンクリートの圧壊による曲げ圧縮破壊の形であった。本実験ではエキスパンドメタルのある一部でも降伏したら斜め引張破壊と定義したが、実際には一部のメッシュのエキスパンドメタルが降伏しても、その他のメッシュ部分はまだ降伏しておらず、せん断耐力はもっと大きかったと考えられる。したがって今回の定義では、エキスパンドメタルの受け持つせん断耐力を過少評価していることになる。今後、さらに実験を重ねて斜め引張破壊の定義を確立する必要がある。

6. まとめ

鋼繊維及びエキスパンドメタルを用いた RC 梁のせん断実験を行った結果以下の知見が得られた。

- 1) 鋼繊維を用いた場合、鋼繊維を 1.5% 以上混入すると ST7（せん断補強鉄筋比=0.90%）以上のせん断耐力があるが、破壊性状は突発的な脆性破壊である。
- 2) エキスパンドメタルをせん断補強材として用いた場合、斜めひび割れ抑制効果が著しく大きく、また変形量は小さいなどせん断補強材として非常に有効であることが明らかになった。しかし、今回の実験における斜め引張破壊の定義に従うと、同程度のせん断補強量のスターラップを用いた RC 梁より、斜め引張破壊耐力は小さい値となったが、これは降伏点強度の違いによるものだと考えられる。

〔参考文献〕

- 1) 益田彰久，松岡茂，松尾庄二，武田康司：鋼繊維補強コンクリート柱の交番載荷試験，コンクリート工学年次論文報告集，Vol.19，No.2，pp.1521-1526，1997.6

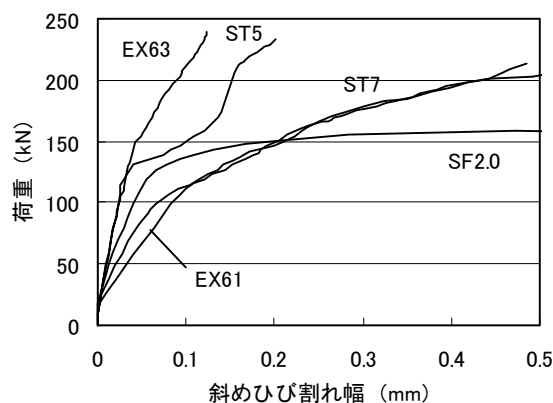


図-2 斜めひび割れ幅

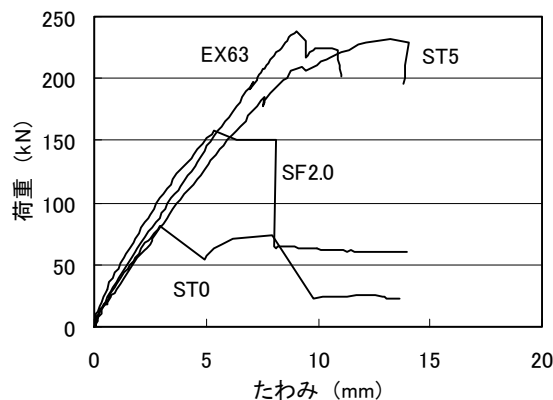


図-3 たわみ