

短繊維で部分補強したコンクリート合成はりの曲げ特性に関する研究

鹿児島大学大学院 学生会員 里 達仁

鹿児島大学工学部 非会員 松山 庸輔

鹿児島大学工学部 正会員 松本 進

1. はじめに

現在まで、ひびわれ強度の増大やひび割れ幅の抑制効果を有している鋼繊維、炭素繊維およびガラス繊維などの短繊維を用いた短繊維補強コンクリートに関する研究が数多く行われてきた。1) 2) これらの研究では、全断面に繊維を混入した場合がほとんどである。しかしながら、ひびわれ強度の改善やひび割れ幅の抑制に関しては必ずしも繊維を全断面に混入する必要がある場合があると考えられる。そこで、本研究では曲げを受ける部材の引張域にガラス短繊維を混入して、普通コンクリートとの合成構造を考え、繊維補強層厚が部分補強したコンクリートの曲げ特性に及ぼす影響について検討を行った。

2. 実験概要

供試体の配合を表 - 1 に示す。配合は水セメント比を 50% とし、繊維混入割合を 0、2、3% の 3 配合とした。本実験に使用したコンクリートの物性値を表 - 2 に示す。

次に、供試体寸法および荷重方法を図 - 1 に示す。はり供試体は幅 10cm、高さ 20cm の矩形断面とし、はり長を 2100mm とした。鉄筋は、引張側のかぶり 2cm の位置に D13 を 2 本使用した。また、せん断破壊を防止のため、荷重点から支点までの間に 5cm 間隔でスターラップを設置した。荷重方法は、等曲げモーメント区間が 500mm の 2 点集中荷重とし、荷重開始後、曲げひびわれが発生する荷重より少し大きい荷重 2t までを 3 回繰り返す、4 回目で破壊した。荷重試験時には、供試体の中央点と支点に設置した変位計で変位量、供試体中央の鉄筋位置に貼付した π ゲージでひびわれ幅、鉄筋に貼付したひずみゲージでひずみをそれぞれ測定した。実験の要因と水

表 - 1 供試体の配合

繊維混入割合(%)	W/C (%)	単位量(kg/m ³)						
		W	C	S	G	GF	SP	MC
0	50	195	390	753	1017	0	0	0
2		260	520	844	573	53	4.2	0.2
3		300	600	724	492	79	4.2	0.4

備考) GF: ガラス繊維 SP: 高性能 AE 減水剤 MC: 増粘材

表 - 2 コンクリートの物性値

	F0%	F2%	F3%
圧縮強度(N/mm ²)	39.12	22.85	35.7
引張強度(N/mm ²) ⁱ⁾	2.65	1.85	2.49
曲げ強度(N/mm ²) ⁱⁱ⁾	4.84	3.38	4.55
弾性係数(N/mm ²)	30163	21451	16757

※ i), ii) については、コンクリート

標準示方書の式から推定した

表 - 4 ひびわれ発生時の曲げモーメントと曲げひび割れ強度

供試体名	繊維混入割合(%)	補強層厚(%)	ひびわれ発生時の曲げモーメント(kN・m)	曲げひびわれ強度(N/mm ²)
F0	0	0	4.39	7.93
F2-H25	2	25	4.39	7.93
F2-H33		33	4.32	7.81
F2-H50		50	4.3	7.76
F2-H100		100	4.32	7.81
F3-H25	3	25	4.3	7.76

要因	水準		
繊維混入割合(%)	0	2	3
下端からの補強層の厚さ(%)	25 33 50 100	25	25

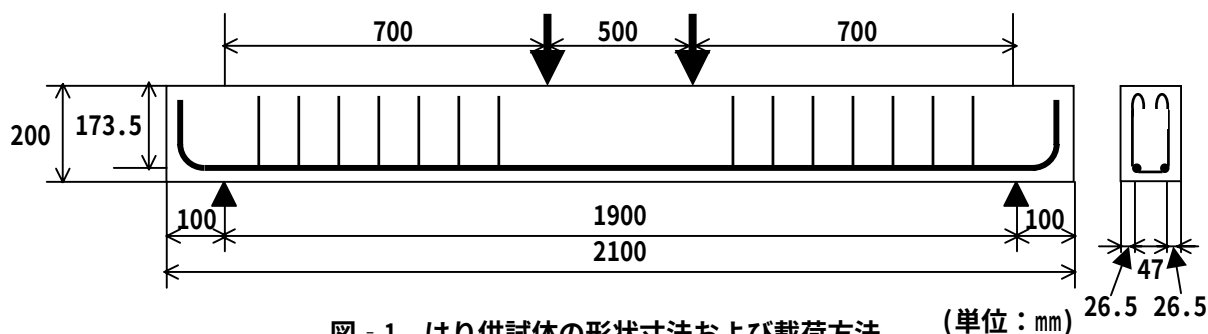


図 - 1 はり供試体の形状寸法および荷重方法

(単位: mm)

準を表-3に示す。繊維コンクリートでの補強層の厚さの影響を検討するため、補強層厚を断面高さの割合で25～100%の4種類とした。また、繊維の有無による検討を行うため、普通コンクリートを用い比較した。

3. 結果および考察

曲げひびわれ強度の実測値を表-4に示す。なお、曲げひびわれ強度は、初載荷での曲げモーメント-たわみ曲線の剛性が最初に変化する点でのモーメントを算出し、その点での曲げひびわれ強度を弾性理論で求めた。曲げひびわれ強度は、各供試体間では大きな差はなく、繊維を混入することによる曲げひびわれ強度の増大は見られなかった。

曲げモーメントとたわみの関係を図-2に示す。なお、図中の設計曲げモーメントは、一般環境における許容ひびわれ幅である0.005C(0.1mm)での鉄筋応力度 162.4N/mm^2 を用いて算出した。いずれの供試体も、曲げモーメントが増大するとともにたわみが大きくなる挙動を示している。また、図-2の設計曲げモーメント $7.3\text{kN}\cdot\text{m}$ での荷重4回目におけるたわみの実測値を表-5に示す。繊維を混入したものはF0に比べ若干低い値を示したものの、補強層や混入割合の相違による明確な差は認められなかった。

次に、一例としてF2-H33の荷重4回目の鉄筋応力とひびわれ幅の関係を図-3に示す。なお、図中の破線は、上記の鉄筋応力度 162.4N/mm^2 の線を示しており、この鉄筋応力度でのひびわれ幅が許容ひびわれ幅以下の場合、耐久性が確保されていることになる。また、各供試体の鉄筋応力度 162.4N/mm^2 でのひびわれ幅を表-6に示すが、F0、F2-H25およびF2-H33は許容ひびわれ幅である0.1mmを超えているのに対し、F2-H50およびF2-H100はそれ以下に抑えていることから、補強層厚を50%以上にするこで、耐久性の確保が期待できる。しかしながら、F2-H100に比べF2-H50がより小さなひびわれ幅を示していることから、必ずしも全断面に繊維を混入する必要はないことが分かる。また、F2-H25とF3-H25を比較すると、繊維の混入割合を増やせば、補強層厚が25%程度でもひびわれを抑制できることが判る。

4. まとめ

本実験より、以下の結果が得られた。

- ・ 部分補強した合成はりでは、補強層厚や繊維混入割合にかかわらず、曲げ強度および曲げ剛性の改善は認められなかった。
- ・ 繊維混入割合2%の場合では、補強層厚50%でも耐久性の確保ができ、また、繊維混入割合3%の場合では、補強層厚25%でも耐久性が確保できることが分かった。

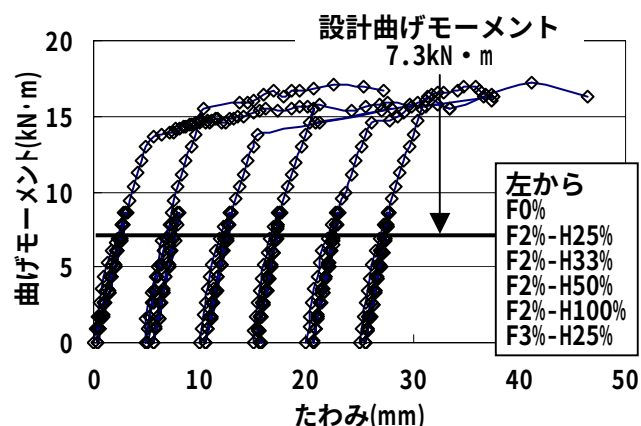


図-2 曲げモーメントとたわみの関係

表-5 たわみの比較

繊維混入割合(%)	補強層厚(%)	たわみ(mm)
0	0	2.7
2	25	1.93
	33	2.58
	50	2.23
	100	2.69
3	25	2.43

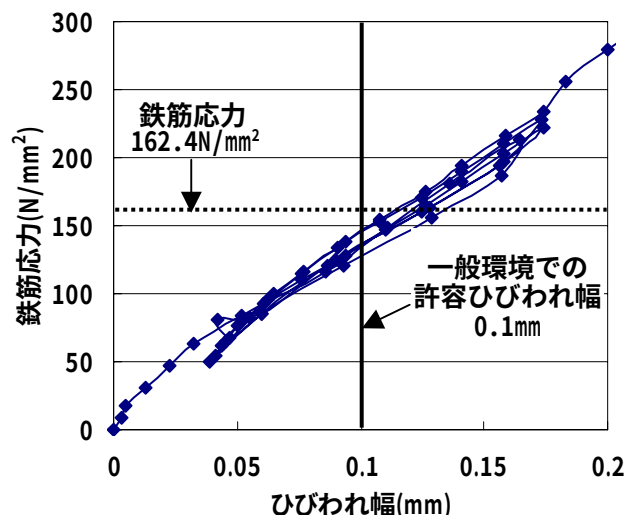


図-3 鉄筋応力とひびわれ幅の関係

表-6 ひびわれ幅の比較

繊維混入割合(%)	補強層厚(%)	ひびわれ幅(mm)
0	0	0.126
2	25	0.167
	33	0.115
	50	0.076
	100	0.088
3	25	0.096

参考文献: 1) 真嶋 光保: ガラス繊維補強コンクリートと普通コンクリートとの合成構造の靱性, 土木学会年次学術講演会講演概要集, vol.38, pp.353-354, 1983 2) 伊藤ら: 短繊維補強コンクリート用補強材に関する研究, 日本コンクリート工学協会年次学術論文集, vol.18, pp.1403-1408, 1996