

破壊域分散手法による鋼繊維補強コンクリートの靱性改善

岐阜大学工学部

○安藤貴宏 栗原哲彦

岐阜大学工学部 正会員

内田裕市 六郷恵哲

1. はじめに

鋼繊維補強コンクリートは、引張強度、曲げ強度、靱性（エネルギー吸収能）、変形能等の点で通常のコンクリートよりも優れている。コンクリートはり部材において複数のひびわれが発生する場合、荷重と変位がともに増加し、靱性が改善される可能性があることが解析により示されている¹⁾。本研究では、鋼繊維を容積比で2%混入した鋼繊維補強高強度コンクリートはりを対象とし、破壊域を分散させる方法による靱性改善について検討する。

2. 実験概要

破壊域分散手法としては、予め切欠きを設け、複数ひびわれの発生を誘発させる方法を採用した。インデント付きストレート鋼繊維(φ0.6×30mm)を容積比で2%混入した鋼繊維補強コンクリートによりはり供試体を作製した。表-1にコンクリートの配合を示す。表-2に作製した供試体寸法および供試体シリーズ名（供試体数：各4個）を示す。供試体シリーズH20、N2、N4の寸法は、10×20×70cmであり、N2およびN4シリーズには図-1に示すように切欠きをモーメントスパンを含む引張縁側にコンクリート

表-1 コンクリートの配合

単位量(kg/m ³)					高性能 AE減水剤 ×C(%)
W	C	S	G	鋼繊維	
140	500	880	774	160	3.0

高性能AE減水剤：SP-8S

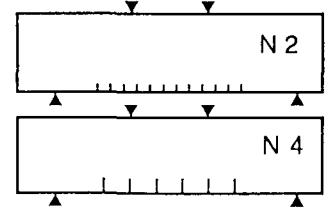


図-1 切欠き供試体

カッターにより設けた。切欠き深さは2cmおよび4cmとし、切欠き間隔はそれぞれ3cm、6cmとした。また、切欠きを設けたはりのリガメント部の高さに相当するはり高さ18cmおよび16cmの供試体（それぞれH18、H16）も併せて作製した。載荷方法は3等分点曲げ載荷とし、両支点ともローラー支持とした。供試体は、試験直前まで湿布養生とした。試験時材令は45～49日であった。ひびわれの発生を検出するために、切欠きを設けていないものについてはモーメントスパン全長にわたって引張縁に、また、切欠きを設けたものについては各切欠き先端部にひずみゲージ（検長10mm）を貼り付けた。試験時のコンクリートの材料特性は、圧縮強度 $f_c=945\text{kgf/cm}^2$ 、弾性係数 $E_c=3.9 \times 10^5\text{kgf/cm}^2$ であった。

3. 実験結果および考察

表-2に実験結果（供試体4個の平均）を、図-2～6に各供試体シリーズの実験より得られた荷重-変位曲線を示す。ひびわれ荷重（ P_{cr} ：曲線の傾きが急激に変化したときの荷重）と最大荷重（ P_{max} ）との差が少ない場合、つまり、ひびわれ荷重の10～20%ほどの荷重増加しか認められない場合には、ひびわれは1本しか現れない傾向にあった。一例として、図-7にひびわれ荷重以降20%ほどの荷重増加が認められたH18のはりのモーメントスパンのひずみ分布を示す。この計測例では、ひびわれは1本しか発生していない。一方、ひびわれ荷重と最大荷重との差が大きい場合、つまり、ひびわれ荷重の30%以上の荷重増加が認められる場合、ひびわれは2本以上

表-2 供試体寸法および実験結果

供試体 シリーズ 名	供試体寸法 (cm) 幅×高さ×スパン [供試体長]	切欠き (cm)		ひびわれ 荷重 P_{cr} (tonf)	最大荷重 P_{max} (tonf)	$\frac{P_{max}}{P_{cr}}$	曲げ強度 (kgf/cm ²)
		深さ	間隔				
H20	10×20×60 [70]	—	—	6.569	8.411	1.28	147.2
H18	10×18×60 [70]	—	—	5.279	5.871	1.11	126.8
H16	10×16×60 [70]	—	—	4.340	5.632	1.30	121.7
N2	10×20×60 [70]	2	3	5.468	7.597	1.39	164.1
N4	10×20×60 [70]	4	6	3.645	5.102	1.40	139.5

上の複数発生する傾向にあった。一例として、図-8にひびわれ荷重以降30%ほどの荷重増加が認められたH16のはりのモーメントス

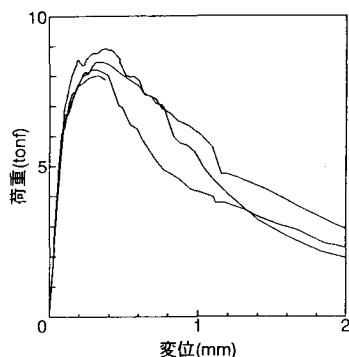


図-2 荷重-変位曲線 (H20)

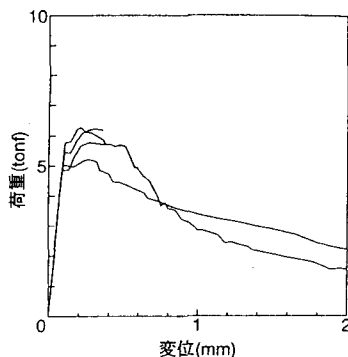


図-3 荷重-変位曲線 (H18)

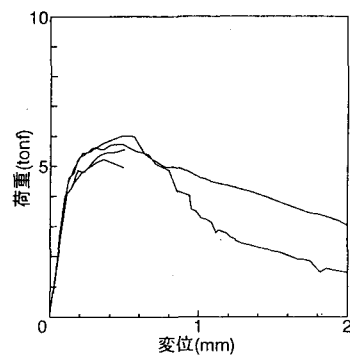


図-4 荷重-変位曲線 (H16)

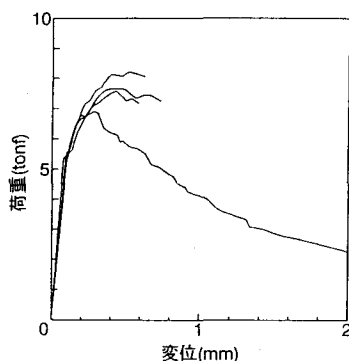


図-5 荷重-変位曲線 (N2)

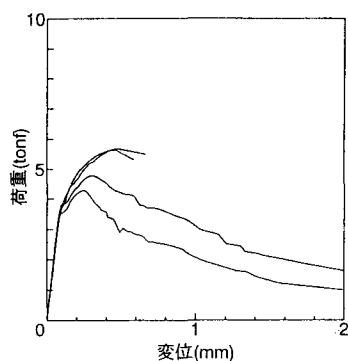


図-6 荷重-変位曲線 (N4)

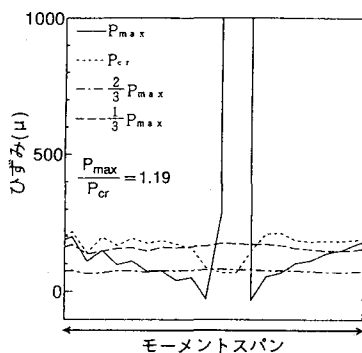


図-7 ひずみ分布 (H18)

パンのひずみ分布を示す。この計測例からひびわれが2本発生していることがわかる。また、図-9にN2のはりの荷重と各切欠き先端部のひずみとの関係の一例を示す。図-9の例では6~7ヶ所の切欠きからひびわれが発生している。切欠きを設けることにより複数のひびわれが発生しやすくなった。しかし、荷重-変位曲線の形状と切欠きやひびわれ本数との関係が必ずしも明確ではないので、今後、上述した内容を含めてさらに検討していく予定である。

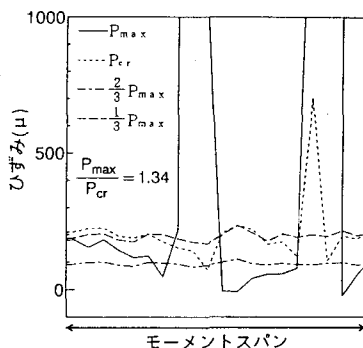


図-8 ひずみ分布 (H16)

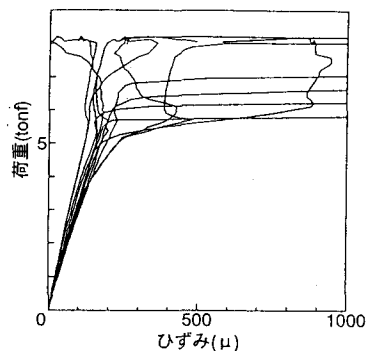


図-9 荷重-ひずみ曲線 (N2)

4. まとめ

本研究においては、鋼繊維補強高強度コンクリートを対象とし、破壊域分散手法を用いて曲げ載荷試験を実施し、靱性改善について検討した。今回の実験では、ひびわれ荷重以降に30%以上の荷重増加が認められる場合にはひびわれが複数発生する傾向にあった。今後、切欠きの影響や複数ひびわれの影響について、さらに検討する予定である。

【参考文献】

- 1) 内田裕市、六郷恵哲、小柳 治：仮想ひびわれモデルを組み込んだ分布ひびわれモデルによるコンクリートのひびわれの有限要素解析、土木学会論文集、No. 466/V-19、pp. 79-88、1993. 5.