

高強度鋼繊維補強コンクリートとその利用

岐阜大学 正会員 小柳 治 六郷 恵哲
 学生員 岩瀬 裕之・内田 裕市

1. まえがき コンクリートは圧縮強度に比して引張強度が低くぜい性的な材料である。この欠点を補うために、最近ではコンクリートに鋼繊維を混入する方法が採られている。しかし、これは主に曲げ強度、曲げ靱性あるいは引張強度の改善を目的としたものである。

ここでは従来と異なり、主に圧縮靱性の改善を目的として高強度コンクリートに鋼繊維を混入するということを試みるとともに、RCはりとして適用した実験を行ったのでこれを報告する。

2. 実験概要 a) コンクリート 高強度鋼繊維補強コンクリート（記号HF）の他に、比較検討の目的で高強度コンクリート（記号HP）ならびに普通強度鋼繊維補強コンクリート（記号NF）を対象とした。セメントは早強ポルトランドセメントを使用し、細骨材は川砂（比重2.60、F.M.2.76）、粗骨材は碎石（比重2.59、F.M.6.60、最大寸法15mm）を使用した。鋼繊維は $\phi 0.5 \times 30\text{mm}$ の鋼線切断繊維を用いた。表-1にコンクリートの配合を示す。強度試験用として、圧縮（ $\phi 10 \times 20\text{cm}$ ）、曲げ（ $10 \times 10 \times 40\text{cm}$ ）、割裂（ $\phi 15 \times 15\text{cm}$ ）供試体を作成した。

b) RCはり 上記の3種のコンクリートを用いてそれぞれ2体ずつ計6体のRCはりを作成した。鉄筋は高強度鉄筋（ $\phi 11\text{mm}$ 、降伏点強度 7400kg/cm^2 、引張強度 8900kg/cm^2 ）を用いた。図-1にははりの形状寸法ならびに載荷位置を示す。なお、いずれのはりも、せん断スパンにはスターラップを配置し、せん断破壊をしないようにした。試験は、ある変位または荷重まで載荷を行い除荷する過程を繰返す漸増繰返し載荷によって行った。

3. 結果と考察 a) コンクリート 図-2には圧縮試験時の応力ひずみ曲線を示す。表-2には各強度ならびに圧縮靱性（破壊時の吸収エネルギー）を示す。 W_p は最大耐力奥に達するまでの吸収エネルギー、 W_q は最大耐力

奥以降、耐力が最大耐力の $1/3$ まで低下する奥までの吸収エネルギーである。図-2に示すように、高強度コンクリートは最大耐力奥を越えると急激に耐力を失い、ぜい性的な破壊を生じた。これに対して高強度繊維補強コンクリートは急激な耐力の低下はみられず、最大耐力奥以降も非常に多くのエネルギーを吸収しており、圧縮靱性に対しても鋼繊維が有効に働いている。

表-1 配 合

	Sl. (cm)	Air (%)	W/C	S/a	V_f (%)	単位量 kg/m^3					Admix. C x (%)
						W	C	S	G	F	
NF	7.5	8.3	0.54	0.69	2	184	351	1074	481	152	1 (Pz.N0.5L)
HP	22.0	1.4	0.28	0.38	-	154	553	647	1052	-	3 (NL-4000)
HF	5.5	1.2	0.28	0.50	2	176	639	764	761	157	3 (NL-4000)

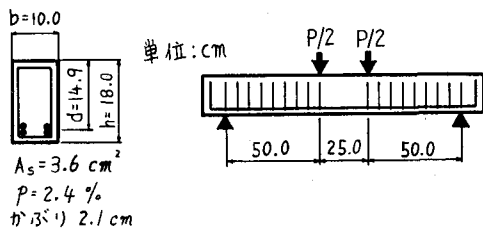


図-1 はりの形状寸法

ることがわかる。またエネルギー比 W_9/W_P は最大耐力喪失以降の耐力の低下の度合いあるいはねばさ、もろさといった破壊性状をよく表わしている。

b) RCはり 表-3 にはりの終局曲げ耐力を示す。なお、算定式は、HF、HPはりについては $M_u = A_s \sigma_{sy} (1 - \rho \sigma_{sy} / 2 \sigma_c) d$ を使い、NFはりについては計算上、過鉄筋となるので $M_u = \sigma_c b d^2 / 3$ を用いた。HP、NFはりについては実験値と算定値の差が1割以内であるのに対し、HFはりでは2割以上の差がある。この理由としてHFはりではコンクリートの引張強度が非常に高いにもかかわらず、耐力算定においてこれを無視したということが考えられる。しながつて、このようなコンクリートを使用した部材に対しては圧縮強度だけでなく、引張強度や靱性などの特性も十分に考慮した算定式が必要であると考えられる。

図-3に各はりの荷重たわみ曲線を示す。HPはりでは最大耐力喪失付近でコンクリートの圧壊が急激に進み、耐力低下を生じた。HFはりでは最大耐力喪失後もかなりの耐力を維持し、通常のRCはりと同じようなねばりのある破壊性状を示した。NFはりは、計算上、過鉄筋ではあったが急激に耐力を失うということではなく、かなり延性的な破壊を生じており、これは鋼繊維によって圧縮域のコンクリートが拘束されていたためと考えられる。

表-2 コンクリートの強度と靱性

	σ_c kg/cm ²	σ_b kg/cm ²	σ_t kg/cm ²	W_p kg·m	W_9 kg·m	$\frac{W_9}{W_p}$
HF	1024	126.1	92.1	30.7	104.5	3.40
HP	975	78.5	55.3	26.0	37.1	1.40
NF	406	99.3	44.0	9.5	44.5	4.51

4. まとめ (1) 高強度コンクリートの圧縮靱性に対しては鋼繊維の混入はかなり有効であると考えられる。

(2) 高強度コンクリートを用いることによって、はりの曲げ耐力を増加させることは可能であるが、降伏点あるいは最大耐力喪失以降の変形性状、靱性等を考えると高強度鋼繊維補強コンクリートを用いた方が有効であると見られる。

(3) 高強度鉄筋と高強度鋼繊維補強コンクリートとを組合わせて使用することにより、高強度でも通常のRCはりと同様なねばりを有する部材特性を与えることができるため、長大構造などの高性能を要求される用途に対して非常に有効であると考えられる。

表-3 はりの終局曲げ耐力

	実験 1	算定値 2	
HF	4.50	4.48	3.65
HP	3.92	3.88	3.63
NF	2.78	2.88	3.00

単位: ton·m

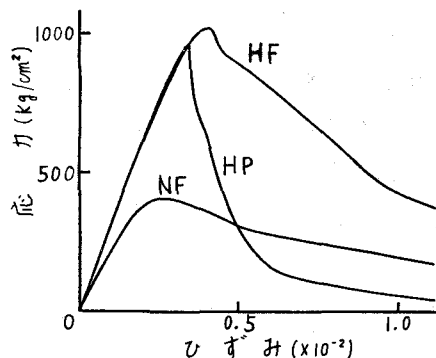


図-2 コンクリートの応力ひずみ曲線

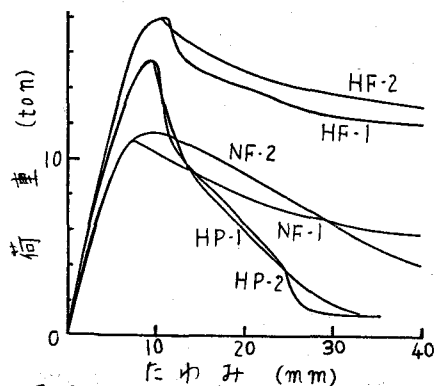


図-3 はりの荷重たわみ曲線