

京都大学 学生員 M. A. アゼイミ

京都大学 正員 小林 和夫

京都大学 正員 岡田 清

1. まえがき

最近、高強度コンクリートの使用により、土木構造物の大型化あるいはスパン長大化が可能となってきた。このような場合、高強度コンクリートはほとんどプレストレスト部材として用いられる。本研究では、高強度コンクリートを用いたPCはりの曲げおよびせん断強度とその破壊性状を明確にすることを試みた。PC部材の諸特性に影響を及ぼす要因は多いが、本研究では、せん断スパン比 a/d 、鋼材指数 $\rho = \rho_{sy} / \rho_{cu}$ 、せん断補強率 ρ_{sy} に注目し、圧縮強度 800 kg/cm^2 程度の高強度コンクリートを用いたPCはりの強度、変形特性などについて実験的な検討を行なうとともに、その結果を圧縮強度 400 kg/cm^2 程度の普通強度コンクリートを用いたPCはりと比較したものである。また高強度コンクリート部材のじん性改善の1つの方法として、はりの圧縮部におけるスチールファイバーの効果についても検討を行なった。

2. 使用材料および実験方法

普通強度コンクリートに対しては、普通ポルトランドセメント、野州川産川砂(比重=2.60, 吸水量=1.85%, F.M.=2.84)、鞍馬産砕石(比重=2.64, 吸水量=0.96%, F.M.=6.32)を使用した。

高強度コンクリートに対しては、早強ポルトランドセメント、鬼怒川産川砂(比重=2.62, 吸水量=1.90%, F.M.=2.68)、鬼怒川産玉砕石(比重=2.64, 吸水量=1.90%, F.M.=7.95)、および高性能減水剤NL-1450を使用した。コンクリートの示方配合を表-1に示す。

はり供試体の寸法は、 $10 \times 20 \times 160 \text{ cm}$ で曲げスパンを 30 cm とした。またPS導入時にはり上縁端に 20 kg/cm^2 程度の引張りが生ずるように有効高さを 14.85 cm とした。

なお供試体に採用した要因を表-2~3に示す。

表. 2 普通強度PCはりの一覧表

要因 供試体	a/d	ρ (%)	ρ_{sy} (%)	ρ_{sy} (kg/cm^2)	ファイバーの有無
NS 1-2	2.0	0.64	0.218	14.14	無
NS 3-4	"	"	"	9.00	"
NS 5-6	"	"	0.164	0	"
NF 1-2	3.0	"	"	14.14	"
NF 3-4	"	0.89	0.167	"	"
NF 5-6	"	1.19	0.249	"	"
NF 7-8	"	"	0.332	"	有(1.0%)
NF 9-10	"	"	"	"	有(1.5%)

表. 1 コンクリート示方配合

	(%)		(kg/m ³)				NL-1450 (L/m^3)
	W/C	S/a	W	C	S	G	
普通強度 コンクリート	43	39	192	446	674	1057	-
普通強度コン クリート(ファイバー)	43	52	192	446	902	842	-
高強度コン クリート	31.9	32	180	580	529	1116	5.8
高強度コン クリート(ファイバー)	31.9	45	180	580	743	915	5.8

* ファイバーの量は全容積の1.0%・1.5%である。

表. 2 高強度PCはりの一覧表

要因 供試体	a/d	ρ (%)	ρ_{sy} (%)	ρ_{sy} (kg/cm^2)	ファイバーの有無
HS 1-2	2.0	1.19	0.183	32.97	無
HS 3-4	"	"	"	16.49	"
HS 5-6	"	"	"	0	"
HF 1-2	3.0	0.89	0.123	14.14	"
HF 3-4	"	1.91	0.161	"	"
HF 5-6	"	"	0.251	"	"
HF 7-8	"	"	"	"	有(1.0%)
HF 9-10	"	"	"	"	有(1.5%)

載荷は、対称2点載荷の漸増荷重とし、載荷スパンは $a/d=2.0$ のとき 30-50-30cm および $a/d=3.0$ のとき 45-50-45 cmとした。各荷重ごとに、中支点たわみ、コンクリートの上下ひずみ、鋼棒ひずみ、曲率およびひびわれ幅を測定した。

3. 実験結果および考察

コンクリート諸強度を表-4に示す。はりの実験結果より、同一鋼材指数の時の荷重-たわみ曲線をそれぞれ最大荷重およびその時のひずみを1として無次元化したグラフを図-1に示す。この図によれば、高強度PCはり、普通強度PCはりに比べて、最大荷重以降の耐力低下が激しく、脆性的な破壊を示すものと考えられる。

次に、はりのじん性に対するスチールファイバーの影響を検討するため、図-2、図-3にそれぞれ普通強度および高強度PCはりにおける荷重-たわみ曲線の一例を示す。これらの図によると、普通強度、高強度PCはりともにスチールファイバーの混入により、フォーリンググラウチ領域における塑性変形能力が増大していることがわかる。じん性率 μ ($\mu = \delta_u / \delta_y$; δ_y =降伏荷重を与えるたわみ、 δ_u =最大荷重を与えるたわみ)は、ファイバー混入のない場合は、普通強度PCはり $\mu=1.7$ 、高強度PCはり $\mu=1.6$ に対して、ファイバーを混入した場合、普通強度PCはりおよび高強度PCはりの両者とも $\mu=2.2$ となっている。

最後に、実験に当たり、清水建設株式会社の伴知憲氏に深く感謝する。

表-4 コンクリート諸強度

種別	強度 (kg/cm ²)			
	σ_c	σ_b	σ_t	E_c
普通コンクリート	506	48.2	28.4	3.30
" ファイバー-1.0%	551	86.5	49.2	3.63
" ファイバー-1.5%	551	132.5	61.1	3.46
高強度コンクリート	796	65.4	47.7	3.66
" ファイバー-1.0%	923	103.0	61.5	3.91
" ファイバー-1.5%	898	152.3	69.6	3.78

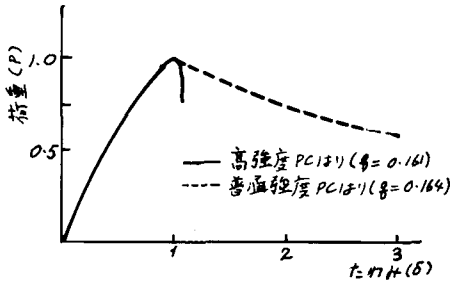


図-1 無次元化した荷重～たわみ関係

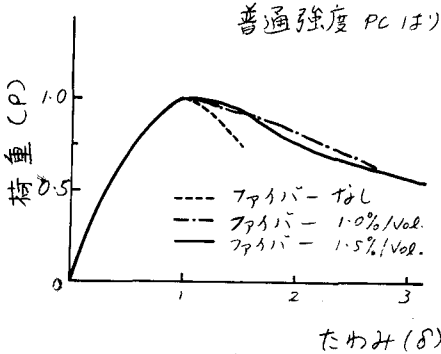


図-2 はりの変形に与えるスチールファイバーの効果

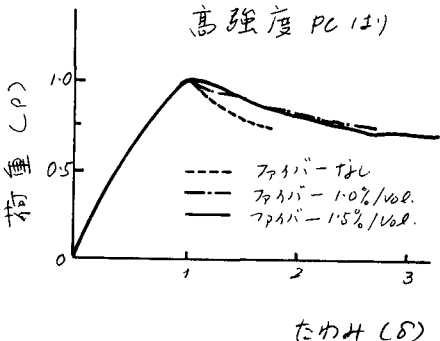


図-3 はりの変形に与えるスチールファイバーの効果