

(V - 3) 軸方向筋に高強度鋼材を用いたはりのせん断耐力について

国鉄構造物設計事務所 正会員○佐藤 勉
国鉄構造物設計事務所 正会員 石橋 忠良
国鉄構造物設計事務所 正会員 斎藤 啓一
国鉄構造物設計事務所 正会員 高田 三郎

1. はじめに

PC部材のせん断耐力を評価する場合、軸方向に配置されるPC鋼材は、鉄筋と比較し強度が高いことから、軸方向筋の強度がせん断耐力に与える影響を明らかとしておく必要があると思われる。既往の研究では鉄筋（SD30、35程度の強度のもの）を用いたRCはりにおいて、せん断耐力に関する数多くの実験が行われ、精度のよいせん断耐力の評価式が提案されている。

本研究は、緊張していない高強度の鋼材を用いたはりのせん断耐力を実験により確認し、鉄筋を用いたRCはりの実験から得られたせん断耐力の評価式との比較を行い、軸方向筋の強度がせん断耐力に与える影響について検討することを目的とする。

2. 試験方法

試験体は、全部で7体行い、試験体の形状は表-3に示すとおりである。試験体T-1及びT-5について、鋼材の配置を図-1に示す。なお、7体ともにスパン内には、せん断補強鋼材は配置していない。

T-1、3、5、6は、軸方向筋に降伏点の高い異形PC鋼棒（ゲビンデスターブ）を使用した。（T-3についてはSD35、D10 2本も配置している。）T-2、4は、シースφ38mmにPC鋼棒（SBPR）φ32mmを挿入し、グラウト注入を行った試験体である。（T-4については、SD35 D19 3本も配置している。）T-7は、高強度鋼材と比較するため軸方向筋としてSD30Aを配置した試験体である。なお、PC鋼材の定着部には、アンカープレートをナットで固定し、定着部の補強のためにスターラップを配置した。

コンクリートは、表-1に示す2種類の配合で、目標圧縮強度は、T-1～4、7が400kgf/cm²、T-5、6が300kgf/cm²とした。使用したPC鋼材は、ゲビンデスターブφ32mmとφ23mm及び丸棒SBPRφ32mmで、その材料特性は表-2に示すとおりである。なお、ゲビンデスターブはねじふしバーで、付着性能は通常の異形鉄筋と同程度であると考えられる。

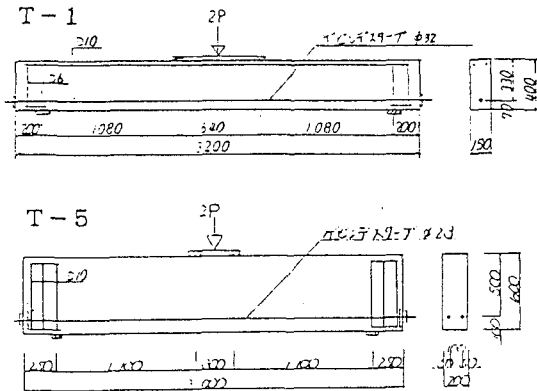


図-1 T-1、T-5試験体の形状寸法

表-2 使用したPC鋼材の特性

種 別	公称径 (mm)	公称断面積 (cm ²)	降伏点 (kgf/mm ²)	引張強度 (kgf/mm ²)	伸び (%)
異形棒 (ゲビンデスターブ-75T05/110)	32	8.042	104	114	10
	23	4.155	105	118	9
丸棒 (SBPR05/110)	32	8.042	103	114	11

表-1 使用したコンクリートの配合

試験体	骨材の最大寸法 (mm)	スランプ (cm)	空気量 (%)	軽骨材率 (%)	セメント (kg/m ³)	細骨材 (kg/m ³)	粗骨材 (kg/m ³)	混和剤 (kg/m ³)
T-1～4 7	16	8±2.5	3±1	50.0	400	872	888	ネジふしSL 4.44
T-5 6	13	12±1.5	4.5±1	52.0	282	921	880	NL-4000 5.84

表-3 試験体及び試験結果

載荷方法は、2点集中
載荷とし、試験は油圧ジ
ャッキにて1tfピッチに
荷重を増加させ、測定は
50tfロードセルに行っ
た。

3. 試験結果

表-3に各試験体の鋼
材断面積、試験時のコン
クリート強度、最大荷重
を示す。試験体は、7体
とも支点と載荷点の中央
付近に発生した斜めひび

試験体	形 状 (cm)				a/h	鋼 材 (cm ²)		コンクリー ト強度 f_c (kgf/cm ²)	最大荷 重 P (tf)	計算値 (1) P_{eal1}	P	計算値 (2) P_{eal2}	P
	1	b	h	d_p, d_s		種 別 (本)	断面積						
T-1	280	15	40	$d_p=33$	2.7	ST05/110φ32-1	$A_p=8.042$	444	7.7	8.48	1.10	7.10	1.08
T-2	280	16	40	$d_p=33$	2.7	SDPR05/110φ32-1	$A_p=8.042$	300	8.0	8.04	1.32	6.02	1.21
T-3	280	15	40	$d_p=33$ $d_s=37$	2.7	ST05/110φ32-1 SD35 D10-2	$A_p=8.042$ $A_s=1.427$	433	7.0	8.90	1.01	7.48	0.84
T-4	280	15	40	$d_p=33$ $d_s=36$	2.7	SDPR05/110φ32-1 SD35 D10-3	$A_p=8.042$ $A_s=8.595$	445	10.0	8.44	1.18	9.21	1.00
T-5	250	20	80	$d_p=50$	1.83	ST05/110φ23-2	$A_p=8.310$	201	12.1	10.57	1.14	13.31	0.91
T-6	250	20	80	$d_p=40$	1.83	ST05/110φ23-2	$A_p=8.310$	208	12.5	7.98	1.57	12.43	1.01
T-7	280	15	40	$d_p=33$	2.7	SD30A 032-1	$A_p=7.842$	444	5.8	8.45	0.90	7.07	0.82

われが進展し、急激に破壊した。T-1及び2の破壊後
のひびわれを図-2示す。図-2より、軸方向筋にゲビ
ンデのみを用いたT-1と丸棒のみを用いたT-2を比
較すると、ひびわれの発生本数はT-1の方が多い。こ
れは、鋼材の付着性能の違いによる影響と考えられる。

表-3には、以下に示す式によって求めた計算値につ
いても示した。計算値(1)は、二羽ら及び著者らの報
告(土木学会論文集372,337号)による。

$$P_{eal1} = f_v \cdot b \cdot d$$

$$a/d > 2.50 \text{ とき } f_v = 0.94 \cdot f_c^{1/3} \cdot (100p)^{1/3} \cdot (100/d)^{1/4} \cdot (0.75 + 1.4/a/d) \quad (1)$$

$$a/d < 2.50 \text{ とき } f_v = 3.58 \cdot f_c^{1/3} \cdot (100p)^{1/3} \cdot (100/d)^{1/4} \cdot (a/d)^{-1.166}$$

計算値(2)は、はり高に比べかぶりの大きいはりの場合やは

りの腹部の中央に鉄筋がある場合のせん断耐力の評価式として提案された著者らの報告(40回メタ技報)に
よる。

$$P_{eal2} = f_v \cdot b \cdot h$$

$$a/h > 2.50 \text{ とき } f_v = 0.94 \cdot f_c^{1/3} \cdot (100p_h)^{1/3} \cdot (100/h)^{1/4} \cdot (0.75 + 1.4/a/h)$$

$$a/h < 2.50 \text{ とき } f_v = 3.58 \cdot f_c^{1/3} \cdot (100p_h)^{1/3} \cdot (100/h)^{1/4} \cdot (a/h)^{-1.166} \quad (2)$$

$$\text{ここで } p_h = (A_p \cdot d_p/h + A_s \cdot d_s/h)/b \cdot h$$

7個のデータに対して、実験値と計算値との比(P/P_{eal1})の平均値 μ 及び変動係数C.V.は、それぞれ次の
ようになった。(1)式 $\mu=1.19$ C.V.=15.3% , (2)式 $\mu=1.01$ C.V.=10.7%

上記の値より、試験体ははり高(40,60cm)に対し鋼材中心のかぶりが7,10,20cmと大きいため、式(2)を
用いる方が変動係数が小さく、比較的精度良くせん断耐力を評価できるものと判断できる。

また、SD30Aを用いたT-7の最大荷重5.8tfに対し、T-1,2の最大荷重は、それぞれ7.7,8.0tf
とせん断耐力が大きな結果となった。しかし、式(2)による計算値 P_{eal2} と最大荷重Pを比較すると、降
伏点の高い鋼棒を用いたT-1~6は、計算値とほぼ一致しており、鋼材強度の違いによるせん断耐力への
影響はないものと考えられる。

4. まとめ

(1) 軸方向筋の強度の違いによるせん断耐力への影響はないと考えられる。

(2) はり高に対し軸方向筋のかぶりが大きい場合には、式(2)を用いる方が試験結果と一致する。

<記号>

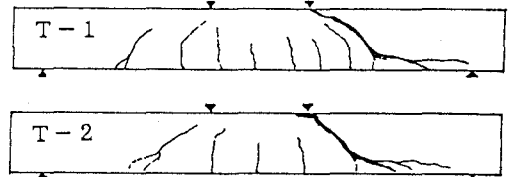
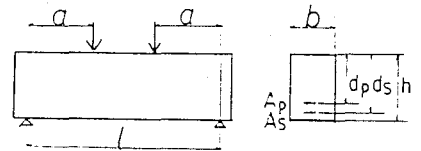


図-2 破壊後のT-1, T-2試験体の
状況