

大阪工業大学大学院 学生員 ○浦野 剛 大阪工業大学大学院 学生員 三方 康弘
 大阪工業大学工学部 正員 井上 晋 大阪工業大学工学部 フェロー会員 小林 和夫
 大阪工業大学工学部 正員 仁枝 保

1. 本研究の目的

本研究では、棒部材のせん断耐力に及ぼす軸方向圧縮力の効果を定量化するための基礎資料を得ることを目的とし、せん断補強筋のないPCはり部材を対象として断面下縁プレストレス量とその分布がせん断耐力に及ぼす影響を実験的に検討した。

2. 実験計画

供試体として幅×高さ=10×20cmの長方形断面(全長175cm)のPC単純はり部材を用いた。その断面を図1に示す。また実験要因として、①断面下縁のプレストレス量(0,2.0,3.0,4.0N/mm²)、②断面内のプレストレス分布(三角形、台形、長方形)、③コンクリート強度($f'_c=40,80\text{N/mm}^2$)を選定した。これらの詳細を表1に示す。なお供試体にはせん断補強筋を配置せず、またPC鋼材にはφ19mmのPC鋼棒を用いせん断破壊が先行するよう配慮した。

3. 載荷試験方法

本実験では、図2に示すようにスパン長130cmで単純支持を行い、せん断スパン45cm($a/d=3.21$)とした対称2点集中荷重方式により破壊に至るまで静的荷重を実施した。

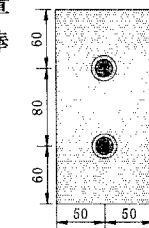


図1 供試体の断面図

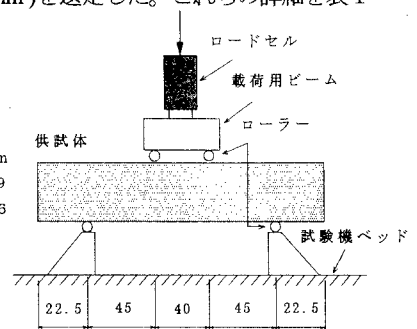


図2 載荷試験方法

4. 実験結果と考察

(1)せん断ひび割れ発生荷重およびせん断耐力(表1参照)

PCはり部材のせん断ひび割れ発生荷重と各種コードから算出したせん断破壊荷重を比較すると、コンクリート標準示方書が13%~23%、二羽式¹⁾が4%~18%、道路橋示方書が32%

表1 供試体の詳細および実験結果

供試体記号	コンクリート強度 f'_c (N/mm ²)	導入プレストレス σ_{ps} (N/mm ²)		せん断破壊荷重 (実材料計算値) P_{us2} (KN)					せん断ひび割れ発生荷重 (実測値) P_{cs} (KN)	最大荷重 (実測値) P_u (KN)	破壊形式
		上縁	下縁	コンクリート標準示方書	二羽式	道路橋示方書	ACI CODE	修正圧縮場理論			
P-0-0	40	0	0	35.3	43.8	15.1	24.7	52.0	52.0	87.4	曲げせん断
P-0-20		0	1.96	38.9	48.2	16.6	31.1	61.0	55.4	98.3	曲げせん断
P-0-30		0	2.94	40.8	50.5	17.3	35.6	65.4	54.8	105.2	曲げせん断
P-0-40		0	3.92	42.4	52.5	18.0	38.7	68.8	64.1	96.3	曲げせん断
P-20-40		1.96	3.92	42.5	52.7	18.0	38.7	77.8	73.7	103.0	曲げせん断
P-40-40		3.92	3.92	42.7	52.9	18.1	38.7	84.6	81.7	96.4	曲げせん断
HP-0-0	80	0	0	44.3	54.9	19.2	37.6	73.8	65.8	150.1	曲げせん断
HP-0-20		0	1.96	47.5	58.8	20.6	43.9	83.6	80.0	148.8	曲げ
HP-0-30		0	2.94	48.4	59.9	21.2	47.4	87.2	82.9	148.2	曲げせん断
HP-0-40		0	3.92	49.8	61.7	21.9	50.4	91.4	88.9	159.9	曲げせん断
HP-20-40		1.96	3.92	49.8	61.7	21.9	50.4	101.6	92.2	168.5	曲げせん断
HP-40-40		3.92	3.92	49.8	61.7	21.9	50.4	109.2	109.9	181.5	曲げせん断

Tsuyoshi URANO, Yasuhiro MIKATA, Susumu INOUE, Kazuo KOBAYASHI, Tamotsu NIEDA

～38%、ACI CODE が 18%～26%安全側の値を示すのに対し、修正圧縮場理論²⁾はその差が 10%以内と実測値とほぼ等しい値を算出している。せん断ひび割れ発生荷重は計算値および実測値の両者とも断面下面のプレストレス量が大きくなるほど増加するものの、各種コードによる計算値は ACI CODE を除きその増加率が小さく、プレストレスの増加とともに実測値との差が大きくなる傾向が見られる。また断面内のプレストレス分布の影響は各種コードによる計算値には反映されないが、せん断ひび割れ発生荷重の実測値は長方形分布が最も大きく、以下台形分布、三角形分布の順となった。これに対し修正圧縮場理論は断面のプレストレス分布の影響を含めて、プレストレスの効果を適切に評価しており、せん断ひび割れ発生荷重の実測値を程良く推定している。

一方せん断耐力に関しては、プレストレス量やプレストレス分布の影響については上述と同様のことがいえるものの、計算値と実測値との差は修正圧縮場理論を用いた場合でもかなり大きくなり、安全側の値を算出する傾向がうかがえる。これは、せん断補強筋のない PC はり部材ではせん断ひび割れ発生後タイドアーチ的耐荷機構が形成され、最終的に斜め引張破壊でなく曲げせん断破壊したことによるものと思われる。

(2)せん断力ーコンクリート主引張・主圧縮ひずみ関係(図3 参照)

主引張ひずみに関しては、断面下縁のプレストレス量が大きいほどひずみの増加量が減り、最大ひずみも小さくなる傾向を示した。また断面内のプレストレス分布によるひずみの差は認められなかった。一方、主圧縮ひずみに関しては、断面下縁のプレストレス量が大きいほど同一荷重時のひずみが減少する傾向を示した。また断面内のプレストレス分布によるひずみの差は認められなかった。

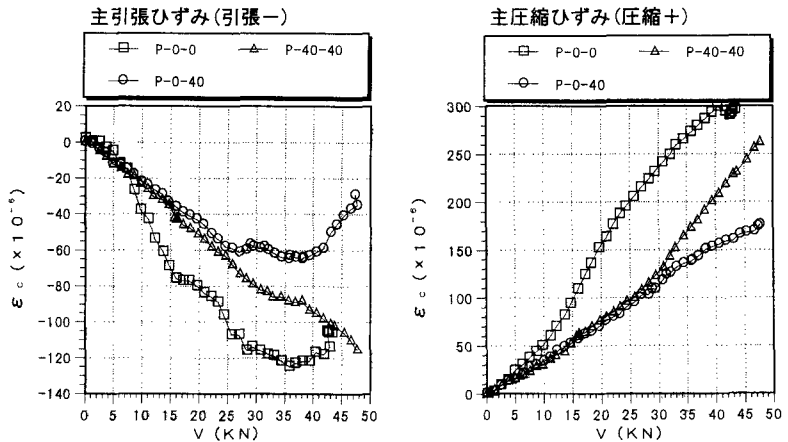


図3 セン断力ーコンクリートひずみ曲線

(3)せん断ひび割れの傾斜角(表2 参照)

断面下縁のプレストレス量が大きいほど、斜めひび割れ傾斜角が小さくなる傾向を示し、また断面のプレストレス分布では、長方形分布の場合の傾斜角が最も小さく、以下台形分布、三角形分布の順になった。修正圧縮場理論による解析値は断面下縁のプレストレス量や断面のプレストレス分布を変化させた場合においても最終的な斜めひび割れ傾斜角の実測値を程良く推定している。

表2 斜めひび割れの傾斜角

供試体	斜めひび割れの傾斜角 θ	
	解析値	実測値
P-0-0	45°	37°
P-0-20	40°	38°
P-0-30	39°	34°
P-0-40	37°	35°
P-20-40	34°	35°
P-40-40	32°	30°
HP-0-0	45°	40°
HP-0-20	41°	38°
HP-0-30	40°	40°
HP-0-40	39°	35°
HP-20-40	36°	34°
HP-40-40	34°	30°

5. 結論

せん断ひび割れ発生荷重およびせん断破壊荷重はプレストレスの増加と共に増加する。また断面下縁のプレストレス量が等しい場合、プレストレス分布が長方形分布の場合が最も大きく、以下台形分布、三角形分布の順となる。断面のプレストレス分布の影響は各種コードによる計算値には反映されないが、修正圧縮場理論はひび割れ傾斜角の変化を含めその影響を精度よく評価できる。

参考文献 1) 二羽・山田・横沢・岡村：せん断補強筋を用いないRCはりのせん断強度式の再評価
土木学会論文報告集第372号 V-5, 1986.8.

2) M.P.Collins and D.Mitchell : Prestressed Concrete Structures, PRENTICE HALL, 1991