

種々の付加鉄筋を配置したアンボンドPCはりの  
長期枚令後の曲げ性状に関する一考察

京都大学 正員 岡田 清 小林 和夫 宮川 豊章  
立命館大学 正員 児島 孝之 京都府 正員 畑村 博行

1. まえがき アンボンドPCはりではボンドPCはりに較べ、曲げ破壊耐力の低下やひびわれ幅、分散性、変形性状等に問題があるとされているが、コンクリート引張線近くに付加鉄筋を配置することでこれらの力学的性質は改善されることが認められている。本報告では、付加鉄筋に通常の異形鉄筋(SD35)と高張力鉄筋φ74(公称 $\sigma_s \geq 600 \text{ N/mm}^2$ ,  $\sigma_{su} \geq 700 \text{ N/mm}^2$ )を配置したアンボンドPCはりについて、長期枚令後の有効プレストレスの損失、曲げ性状を比較検討したものである。

2. 実験概要 本実験では付加鉄筋を配置したアンボンドPCはりの有効プレストレスの損失、および付加鉄筋としての高張力鉄筋の使用性を検討するために表-1に示す供試体を作製した。各はりの断面・載荷位置は図-

1に示すとおりである。シリーズAでは種々の異形鉄筋を配置した9本のはりについて枚令30日および440日で静的載荷試験を実施し有効プレストレスの損失に及ぼす付加鉄筋比の影響、長期枚令後の曲げ性状について検討した。一方、シリーズB,Cでは上記の他にプレストレスを要因にするとともに、(i)異形鉄筋と同一引張強度を有する高張力鉄筋を配置(B-3とB-4, C-3とC-4)、(ii)同一断面積となるように配置(B-3とB-5, C-3とC-5)

した場合について有効プレストレスの損失、曲げ性状を比較し、高張力鉄筋の使用性を検討した。いずれのはりもせん断スパン内には適量のスタラップを配置し、せん断補強を行なった。載荷試験にあたってはスパン中央位置におけるたわみ、コンクリート、鉄筋、PC鋼棒のひびき、鉄筋位置でのひびわれ幅を測定した。

3. 試験結果 表-1に長期枚令後の下縁プレストレスを示す。コンクリートのクリープ

乾燥収縮にともない付加鉄筋に移行する圧縮力がコンクリートには引張力を及ぼすため、鉄筋比の増大とともに有効プレストレスは大きく減退している。

Kiyoshi OKADA, Kazuo KOBAYASHI, Toyooki MIYAGAWA Takayuki KOJIMA, Hiroyuki HATAMURA

表-1 供試体の仕様

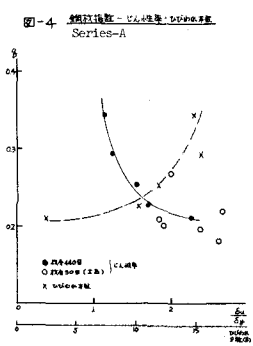
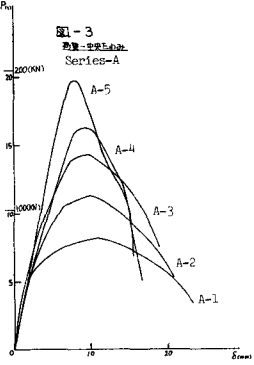
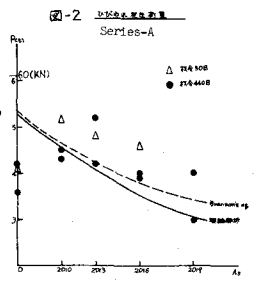
供試体記号	鋼材 PC鋼棒	付加鉄筋	付加鉄筋の 面積 [mm <sup>2</sup> ]	鉄筋比 [mm <sup>2</sup> /mm <sup>2</sup> ]	有効プレストレス [MPa]	有効プレストレス [MPa]	図-1 供試体断面と載荷位置
A-1	1-φ13	—	140 (13.7)	440	119 (11.7)	79 (7.7)	
		2-D10	127 (12.3)	118 (11.6)	55 (5.4)	89 (8.7)	
		2-D13	118 (11.6)	110 (10.8)	30 (2.9)	100 (9.8)	
		2-D16	110 (10.8)	98 (9.6)	8 (0.9)	100 (9.8)	
		2-D19	98 (9.6)	109 (10.7)	80 (7.8)	112 (11.0)	
B-1	1-φ13	—	117 (11.5)	13.5	100 (9.8)	82 (8.0)	
		2-D10	109 (10.7)	110 (10.8)	134 (13.1)	134 (13.1)	
		2-φ74	112 (11.0)	167 (16.4)	107 (10.5)	114 (11.2)	
		3-φ74	110 (10.8)	157 (15.4)	108 (10.6)	—	
		4-φ74	167 (16.4)	154 (15.1)	—	—	
C-1	1-φ17	—	167 (16.4)	13.5	107 (10.5)	114 (11.2)	
		2-D10	109 (10.7)	110 (10.8)	107 (10.5)	114 (11.2)	
		2-φ74	112 (11.0)	157 (15.4)	108 (10.6)	—	
		3-φ74	110 (10.8)	154 (15.1)	—	—	
		4-φ74	167 (16.4)	154 (15.1)	—	—	

表-2 載荷試験結果

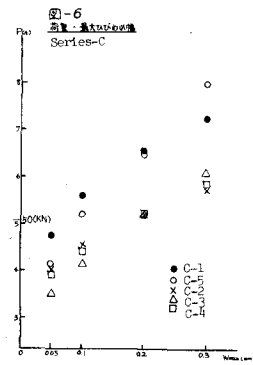
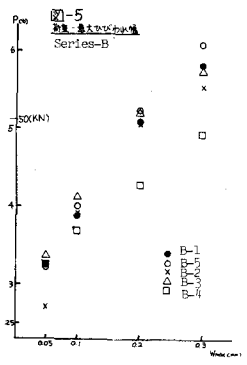
供試体記号	初期有効プレストレス [MPa]	長期有効プレストレス [MPa]	有効プレストレスの損失率 [%]	初期破壊耐力 [kN]	長期破壊耐力 [kN]	耐力低下率 [%]	コンクリート強度		
							初期	長期	低下率
A-1	3.90 (38.2)	5.28 (51.8)	3	8.25 (80.7)	8.02 (78.1)	4.13 (40.5)	9.00 (88.2)	—	—
	4.40 (43.1)	4.57 (44.8)	11	11.00 (107.8)	11.52 (112.9)	5.20 (51.0)	12.00 (117.6)	—	—
	4.70 (46.1)	4.07 (39.9)	12	13.55 (132.3)	14.13 (138.5)	4.77 (46.8)	13.60 (133.3)	—	—
	3.95 (38.7)	3.51 (34.4)	16	16.10 (157.8)	17.32 (169.8)	4.58 (44.9)	16.40 (160.8)	—	—
	3.50 (34.3)	3.05 (29.9)	15	19.88 (194.1)	21.44 (210.3)	—	—	—	—
B-1	3.27 (32.0)	2.99 (29.3)	9	7.50 (73.5)	5.81 (57.0)	—	—	—	—
	2.71 (26.5)	2.99 (29.3)	4	7.10 (69.6)	5.84 (57.3)	—	—	—	—
	3.37 (33.0)	2.74 (26.8)	8	7.60 (74.5)	5.77 (56.4)	—	—	—	—
	3.26 (32.0)	2.84 (27.8)	7	7.00 (68.5)	6.70 (65.7)	—	—	—	—
	3.24 (31.8)	2.76 (27.1)	9	8.60 (84.3)	7.40 (72.5)	—	—	—	—
C-1	4.76 (46.7)	3.58 (35.0)	6	8.90 (87.3)	7.32 (71.7)	—	—	—	—
	4.03 (39.3)	3.58 (35.0)	5	7.40 (72.5)	7.62 (74.2)	—	—	—	—
	3.50 (34.3)	3.29 (32.3)	11	8.30 (81.4)	9.00 (88.2)	—	—	—	—
	3.93 (38.5)	3.34 (32.7)	11	9.10 (89.2)	8.93 (87.5)	—	—	—	—
	4.15 (40.7)	3.27 (32.1)	9	9.90 (97.1)	9.58 (93.7)	—	—	—	—

表-2に載荷試験の結果を示す。シリーズAではコンクリートの圧縮強度の増大にもかかわらず破壊時のPC鋼材引張力の減少により、柱令30日のほりに較べ柱令440日のほりの方が曲げ破壊荷重は低下している。図-2はひびわれ発生荷重、図-3は荷重と中央たわみ関係、図-4は鋼材指数とひびわれ本数・じん性率の関係を示したものである。曲げ強度の増大にもかかわらず

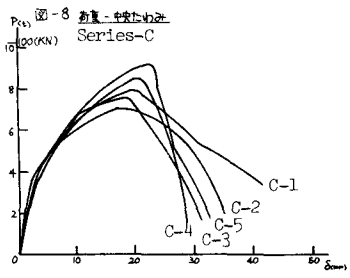
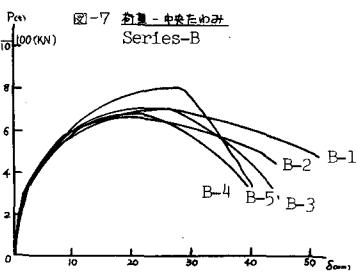
柱令440日では曲げひびわれ耐力は低下している。また、付加鉄筋の増大とともに破壊荷重は増大しているものの、破壊は脆性的となり、ほりのじん性は低下している。一方、ひびわれ分散性は付加鉄筋配置によりきわめて良好になっているが、本実験では2-D16 ( $P_s=0.02$ )を配置したほりで $P=7$ を示している。図-5.6にシリーズB.Cの荷重と最大ひびわれ幅関係を、図-7.8に荷重と中央たわみ関係を示す。同-破壊耐力のもとでは鉄筋断面積の小さい高張力鉄筋を配置したほりの方が有効プレストレスの損失が少いため、曲げひびわれ耐力が大きく、このことはプレストレスの大きいシリーズCで明瞭に認められるが、コンクリートとの付着能が



異形鉄筋に比して劣るため、ひびわれの拘束効果は若干小さくなっている。一方、異形鉄筋と同-断面積の高張力鉄筋を配置したほりでは、鉄筋表面積の増大により大きなひびわれ拘束性が認められ、破壊荷重は2割程度増大しているものの、高張力鉄筋の伸び能力が異形鉄筋にくらべて5%程度小さいため、ほりのじん性は小さく、脆性的な破壊性状を示している。



なお、本実験における有効プレストレスの解析には既報の理論的解析法<sup>1)</sup>を、アンボンドPCほりの破壊荷重<sup>2)</sup>にはF.N. Pannel<sup>2)</sup>らの算定式を適用した。



1) 岡田, 小林, 畑村「アンボンドPC部材の力学的性状に及ぼす鉄筋配置の影響」, 土木学会第34回年次学術講演会 講演概要集 第5部 PP. 333~334

2) The ultimate moment of resistance of unbonded partially prestressed reinforced concrete beams, Magazine of concrete research (1976)