

高強度コンクリートを利用したPC合成はりに関する基礎実験

京都大学 正員 岡田 清 正員 宮川豊章
 京都大学 正員 小林和夫 学生員 山田真人
 日曹マスタービルダーズ 正員 M.A. アゼミ

1. 実験目的

本実験は圧縮強度が800 kg/cm^2 程度の高強度コンクリートの有効利用の観点から、断面引張領域を高強度PCとし、圧縮域に普通コンクリートを打継いだ高強度PC合成部材に着目し、打継目の一体性や破壊性状・耐力、たわみやひびわれ幅の復元性、エネルギー消散能、靱性などの基本的曲げ特性を高強度及び普通強度のPC一体部材と比較したものである。

2. 試験概要

はりはいずれも幅 $\times$ 高さ $\times$ 全長 $=10\times20\times160\text{cm}$ の矩形断面単純はりとし、有効高-せん断スパン比(a/d)によりM, Sの2シリーズについて載荷を実施した。前者では $a/d=3.4$ 、後者では $a/d=2.2$ とした。Mシリーズ供試体は、せん断補強と打継目補強のいずれか厳しい条件でのスターラップ筋(ずれ止め鉄筋兼用: $\phi 6$ 肉合スターラップ)を配置した。なお前者の補強は土木学会PC標準示方書により、後者は緊荷重作用時と補強対象とするACI基準318-77のせん断摩擦理論を基礎とした設計法に従ったが、本供試はりではいずれも打継目補強が卓越した。要因としては高強度部の断面高(8, 12 cm)、打継部コンクリート強度($\sigma_{ck}=300, 450\text{kg}/\text{cm}^2$)、鋼材指数($\gamma=A_p\sigma_{py}/b d\sigma_{ck}$)を取上げた。合成はりではPC部断面高が8, 12 cm いずれの場合も下縁から4 cm の位置にPC鋼棒を配置し、前者では一様プレストレス、後者では三角形分布の偏心プレストレスを導入した。一方一体はりでは下縁より6.7 cm の位置にPC鋼棒を配置し、三角形分布の偏心プレストレスを導入した。SシリーズはPC部断面高を12 cm (三角形分布の偏心プレストレス)とし、打継部 $\sigma_{ck}=300, 450\text{kg}/\text{cm}^2$ の各々について、ACI基準によるずれ止め鉄筋を配置したものの2種類について打継目挙動を検討した。尚いずれの合成はりにおいてもずれ止め鉄筋はせん断スパン内

のみ配置した。
 各シリーズ供試体の種類を表-1に示す。

合成はりの打継目は粗ゴテ仕上げとし、硬に後撃くちピンをおこなってACI基準規定と同程度の

表 - 1

シリーズ名	供試体番号	高強度部 高さ (cm)	有効高 寸 (cm)	高強度部 強度 (kg/cm ²)	打継部 強度 (kg/cm ²)	使用鋼材	鋼材指数	再プレス スレスレ ス (kg/cm ²)	スターラップ 間隔 (cm)	曲げひびわれ荷重 (t)			破壊荷重 (t)		
										試験値	計算値	係数	試験値	計算値	係数
M シリ ーズ	MT45-1B	12	16	900	427	φ17 A	0.290	257	5.5	7.5	8.3	0.90	10.2	9.9	1.03
	MT45-2A	12	16	423	427	φ17 B	0.359	252	5	7.2	8.4	0.86	10.2	11.7	0.87
	MT45-2B	12	16	423	427	〃	〃	250	〃	7.0	8.3	0.84	10.0	〃	0.85
	MT30-A	12	16	400	297	φ13 C	0.330	203	8	7.0	6.7	1.04	7.5	7.6	0.99
	MT30-B	12	16	400	297	〃	〃	210	〃	6.0	6.8	0.88	7.0	〃	0.92
	ME30	12	16	423	297	φ17 B	0.516	218	5	8.1	7.0	1.16	9.2	10.6	0.87
	ME45	12	16	779	396	〃	0.387	228	〃	7.2	7.1	1.01	9.7	11.5	0.84
	MH-A	20	13.4	900	—	φ23 A	0.301	248	6	8.4	8.7	0.97	13.9	15.2	0.91
	MH-B	20	13.4	900	—	〃	〃	248	〃	9.8	8.7	1.13	14.2	〃	0.93
	MN-A	0	13.4	—	446	φ17 A	0.334	149	12	6.1	5.1	1.20	8.0	8.0	1.00
一 体 は り	MM-B	0	13.4	—	〃	〃	155	12	5.0	5.3	0.94	8.0	〃	1.00	
S シリ ーズ	ST30-NA	12	16	923	297	φ13 C	0.330	207	12	9.2	12.7	0.72	14.2	12.0	1.18
	ST30-NB	12	16	923	297	〃	〃	211	〃	10.4	12.8	0.81	14.1	〃	1.18
	ST30-RA	12	16	900	297	〃	〃	193	4.5	10.9	11.8	0.92	13.5	〃	1.13
	ST30-RB	12	16	900	297	〃	〃	200	〃	9.8	12.1	0.80	14.5	〃	1.21
	ST45-NA	12	16	923	427	φ17 B	0.359	255	12	12.1	15.5	0.78	19.1	18.4	1.03
	ST45-NB	12	16	923	427	〃	〃	259	〃	12.0	15.7	0.76	20.7	〃	1.13
	ST45-RA	12	16	900	427	〃	〃	252	5	11.4	15.3	0.75	18.2	〃	0.99
	ST45-RB	12	16	900	427	〃	〃	249	〃	12.6	15.2	0.83	20.2	〃	1.10

Kiyoshi OKADA, Kazuo KOBAYASHI, Toyoaki MIYAGAWA, M.A. AZIMI, Masato YAMADA

粗面とした。PC部はプレストレス導入直後にグラウトを施した。載荷試験は図-2に示すような対称2点載荷とし、圧縮縁ひずみが $1000, 1500, 2000 \times 10^{-6}$ で除荷・載荷の漸増繰返し載荷を行い、スパン中央たわみ、下縁から2cmぞのひびわれ幅(π型ゲージによる)、せん断スパン中央位置のすべりを測定した。

3. 試験結果 Mシリーズでは終局時における打継目の最大すべりは、

$10 \times 10^{-3} \text{mm}$ 以下となり、健全な一体性が保持されていた。一方SシリーズではST45-NAはりで終局時最大すべりが $50 \times 10^{-3} \text{mm}$ 程度に達したものを除いて、打継コンクリート強度やずれ止め鉄筋量による明確な差違はなく、いずれも $30 \times 10^{-3} \text{mm}$ 以下で、既往の研究報告から判断して完全な合成挙動が保持されていたとみなせる。つまり、現行のACI基準に従って打継目処理・ずれ止め鉄筋補強を施した場合、高強度PC合成はりにおいても終局時まで健全な一体性が保持される。

表-1に示すように、高強度PC合成はりでは普通強度のPC一体はりに比べてかなり高い曲げひびわれ抵抗性が期待できる。しかし、合成はりでは実験値が収縮差応力を無視した計算値と最大で23%低下するものもあり、収縮差応力の存在を無視できない。一方ずれが上記範囲内にある場合、高強度PC合成はりの曲げ耐力は一体はりと同様の常用理論を適用して算定することが出来る。

図-2に荷重-たわみ曲線の包絡線から求めた靱性率 μ と鋼材指数 α の関係を示す。これより、高強度一体はりと同程度の靱性を確保するには鋼材指数を大きくとれることがうかがえる。図-3にエネルギー消費能 α と圧縮縁ひずみ ϵ_c の関係例を示す。 ϵ_c が 3000×10^{-6} に対する α は、PC一体はり(MH)で0.3以下、普通強度一体はり(MN)で0.35程度となり、前者は後者より塑性変形にともなうエネルギー消費が劣る。一方高強度PC合成はりでは打継コンクリートが $\sigma_{ck}=300 \text{kg/cm}^2$ で0.4、 $\sigma_{ck}=450 \text{kg/cm}^2$ で0.35~0.4程度となり、エネルギー消費能は断面圧縮域のコンクリート特性に支配されること、又高強度PC一体はりに比べてエネルギー消費能がかなり改善されることはいえる。

合成はりの完全除荷時におけるスパン中央たわみならびに最大ひびわれ幅の回復率の一例を図-4に示す。両回復率とも終局時付近でも0.9程度の高い値を示し、適切な打継目補強がなされている高強度PC合成はりではPC一体はりと同等の変形、ひびわれ幅の復元性が期待できる。

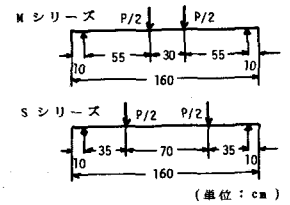


図-1 載荷方法

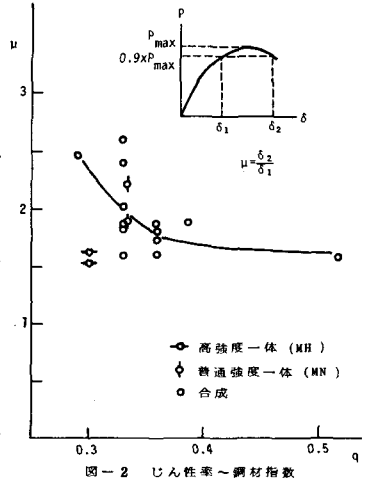


図-2 じん性率-鋼材指数

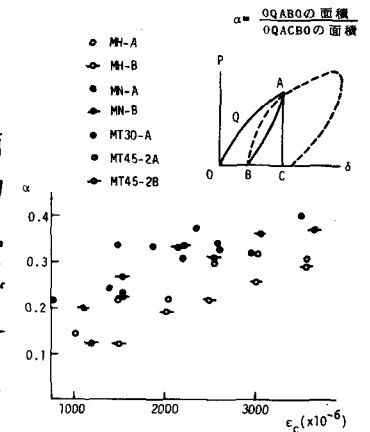


図-3 エネルギー消費能

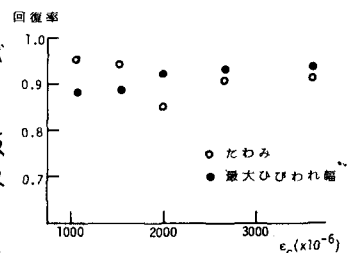


図-4 合成はりのたわみ、最大ひびわれ幅の回復率(供試体ME 45)