

大林組技術研究所 正員 齊藤 二郎

〃 〃 〇 入沢 賢一

〃 〃 大内 一

1. 序 逆打工法による力学的特性に与える主要素として、工法、充填材、打継部形状等が考えられる。本報告は今日一般に用いられている施工法と充填材をパラメータとして、逆打工法による柱打継部が逆打短柱の挙動に与える影響を知るために実験したものである。

2. 試験体 試験体の断面、配筋は全て同一で図-2に示す。試験体の種類は図-1に示すようにS、D、M、A、T、Cの6体で、工法、打継部形状及び処理が異なる。順打型Sは打継部がなく(ダミー用)、直接法Dは先行コンクリートの底面を目荒しし、後打コンクリートは両サイドにホッパーを設け下部コンクリートを打設した。充填法のM、A、Tは打継部両側目地(中央で20mm、側面で100mm)に注入ポンプにより充填材を注入する工法である。充填材のMは普通モルタル、Aは膨張性アルミ粉末モルタル、Tは無収縮タスコンモルタルである。分離型Cは打継部に3mmの隙隙を設け鉄筋だけ連続し、コンクリートは不連続となっている。試験体RC柱の主筋比 $\rho_s=1.106\%$ 、

帯筋比は柱の4両端で $\rho_w=1.66\%$ 、柱の4両端部で $\rho_w=0.665\%$ (土木学会示方書で、せん断耐力 $V=19.8\text{ kN} < V_{max}=22\text{ kN}$)である。又せん断スパン比 $\lambda=2$ である。打継部は柱の1/2の高さに設けた。

使用材料	σ_c, σ_s	E_c, E_s	$\epsilon_{cu}, \epsilon_{sy}$
	kg/cm^2	kg/cm^2	($\times 10^{-3}$)
コンクリート	353.9	2.35×10^5	2130
充填材			
普通モルタル	361.7	2.05	2545
膨張性アルミ粉末モルタル	296.3	1.92	2230
タスコンモルタル	509.5	2.44	3345
鉄筋			
主筋 4-D22	358.6	1.99×10^6	1800
帯筋 2-φ13	316.5	1.99	1800

表-1 使用材料の性質

3. 実験方法 実験は建研式加力装置K5

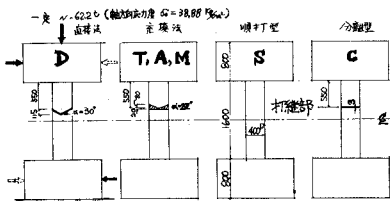


図-1 試験体の種類

コンクリート	充填材	主筋	帯筋	主筋比	帯筋比	主筋径	帯筋径	主筋数	帯筋数	主筋断面積	帯筋断面積	主筋断面積率	帯筋断面積率	主筋降伏点	帯筋降伏点	主筋耐力	帯筋耐力	主筋延性	帯筋延性
種別	種別	種別	種別	(%)	(%)	(mm)	(mm)	(本)	(本)	(cm^2)	(cm^2)	(%)	(%)	(kg/cm^2)	(kg/cm^2)	(kN)	(kN)	(%)	(%)
順打型	S	+	+	12.0	25.0	32.0	40.0	40.0	40.0	37.8	36.5	0.01	0.01	31.00	26.1	99.56	99.56	F → B	
直接法	D	+	+	12.0	25.0	32.0	40.0	40.0	40.0	36.5	34.0	0.01	0.01	31.00	26.1	99.56	99.56	F → D	
充填法	M	+	+	12.0	25.0	32.0	40.0	40.0	40.0	35.9	33.0	0.01	0.01	31.00	26.1	99.56	99.56	F → S → B	
充填法	A	+	+	12.0	25.0	32.0	40.0	40.0	40.0	35.9	33.0	0.01	0.01	31.00	26.1	99.56	99.56	F → S → B	
充填法	T	+	+	12.0	25.0	32.0	40.0	40.0	40.0	35.9	33.0	0.01	0.01	31.00	26.1	99.56	99.56	F → S	
分離型	C	+	+	12.0	25.0	32.0	40.0	40.0	40.0	35.9	33.0	0.01	0.01	31.00	26.1	99.56	99.56	F → S	

表-2 実験結果

試験体	正負	計算値		実験値				初期剛性		降伏点剛性		降伏点変形					
		ρ_{sc}	ρ_{sw}	ρ_{sc}	ρ_{sw}	P_y	P_{max}	δ_c	δ_{Kc}	δ_y	δ_{Ky}	δ_{cy}	δ_N	δ_{cal}	δ_{max}	δ_{cal}	
S	+	(1) 曲げ耐力増強	1.10	1.19	1.07	1.05	0.83	20.37	7.31	2.71	5.24	0.50	4.365	7.935	0.281	8.799	1.101
D	+	2FBC = 10.9%	1.10	1.34	0.98	1.05	1.03	13.48	0.87	2.75	4.43	0.42	5.260	8.893	0.399	9.411	1.050
M	+	(2) 曲げ耐力増強	1.47	1.29	0.97	1.02	2.08	0.98	0.70								
M	+	3FBC = 20.9%	1.10	1.11	1.00	0.99	1.24	13.64	0.88	2.96	4.36	0.41	5.292	8.795	0.585	9.355	1.036
A	+	(3) 円筒部法	1.15	1.10	1.02	1.01	0.59	29.76	1.92				4.783	8.416	0.056	9.289	1.164
T	+	$\rho_y = 25.10t$	1.26	0.95	1.00	1.02	2.13	9.14	0.59	2.82	3.77	0.36					
T	+	$\rho_{max} = 40.62t$	1.29	1.05	1.07	1.04	0.26	23.11	1.49								
C	+	(4) 変形	0.92	0.95	1.02	1.02	1.24	11.36	0.73	2.79	3.94	0.37	4.598	8.231	0.277	8.771	1.089
C	+	$\delta_c = 0.58mm$	1.12	1.26	1.01	1.01	0.71	24.40	6.57								
C	+	$\delta_p - \delta_y = 3.32mm$	1.28	1.10	0.85	0.75	1.44	13.73	0.98	3.76	2.40	0.23					
C	+	$\delta_s = 0.304mm$	1.28	1.05	0.66	0.64	1.11	17.72	1.14								

表-3 実験結果

(1) 材端変形: 実験値 δ , 計算値 $\delta_{cal} = \delta_B + \delta_S + \delta_N$

(2) 打継部変形: 実験値 δ_j , 計算値 $\delta_j = \delta_j + \delta_j = 0.146 + 0.077 = 0.223$

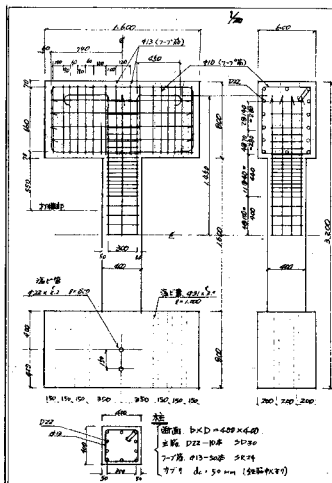


図-2 試験体

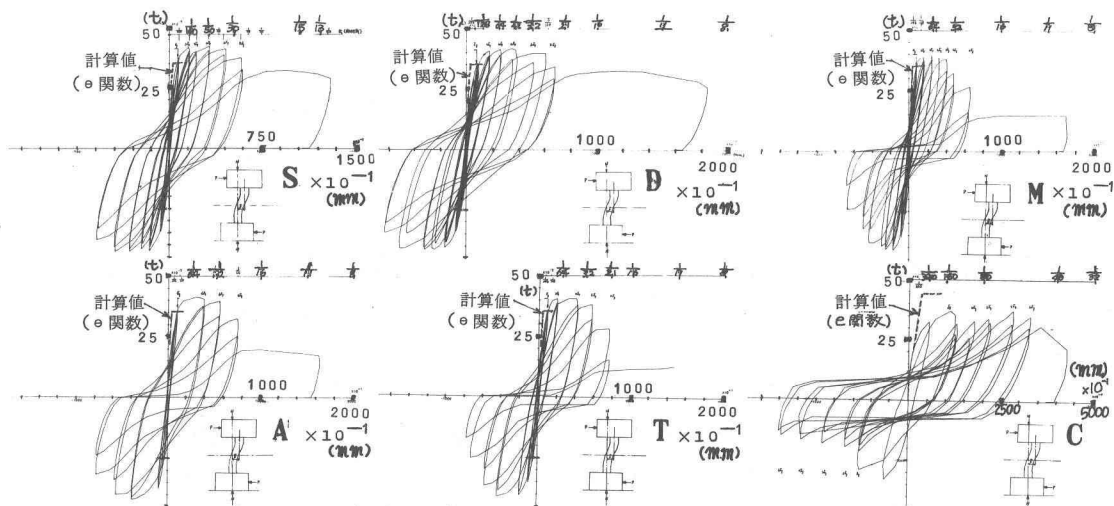


図-3 荷重—変位曲線

り、軸力一定の ($\sigma_c = \frac{1}{2} \sigma_D = 38.88 \text{ N/mm}^2$) 水平正負繰返し加力は柱主筋の降伏変形 δ_y の 2, 3, 4, 6, 8 倍の変形制御の実験で破壊させた。

4. 破壊状況と打継部 実験結果は表-2, 3 に示す。(1) 破壊状況: S, D は $3\delta_y$ 以後せん断亀裂、主筋に沿った付着亀裂により、 $6\delta_y$ 以後耐力低下をいし付着破壊した。M, A, T は S, D と比較してせん断亀裂が $2\delta_y$ 以後柱身中間部にも伸展し、付着亀裂も S, D と同様伸展した。この 3 体の $6\delta_y$ 以後の耐力低下が S, D より大きい要因はせん断亀裂の拡大であり、破壊はせん断亀裂と付着亀裂の併合によつた。M は A, T に比較してせん断亀裂が全般的に大きい。又 A, T は打継部の上部が下部より幾分亀裂の入り方が多い。(2) 打継部の亀

裂状況: D は S と比較してこれといった特徴はみられな。M, A, T は D と比較して、 $2\delta_y$ 変形時に既に打継部をよぎる斜めせん断亀裂が幾分多く見られたが、変形が伸展しても打継部周辺に亀裂が増殖するおなことはなかつた。C は打継部周辺にせん断亀裂、圧壊による亀裂が 2 の打継部に集中した。表-3 で、初期剛性: 実験値 $K_c = \frac{P_{bc}}{\Delta c}$, 計算値 $K_E = \frac{\sum P_{bc}}{\sum \Delta_E}$

降伏点剛性: 実験値 $K_y = \frac{P_y}{\Delta_y}$, 計算値 $eK_y = \frac{eP_y}{e\Delta_y}$ δ_N : 主筋の Stub からの伸び出し量による部材に与える付加変形量 δ_j : 打継部のより変形量 (D 及び直交) δ_D : 材端主筋降伏時の曲率分布より求めた打継部のねじり変形、 δ_j : 主筋降伏時弾性せん断変形

5. 荷重—変位曲線, P-R スケルトンカーブ 図-3, 4 の C 以外において、部材端の主筋降伏後、最大荷重までの耐力、変形能は凡同じであり、打継部に關しても図-5, 6 のようにより変形量は δ_N と同範囲にあり、このため打継部による耐力、変形能の劣化はみられな。図-5 で: $\tau = \frac{P_H}{\sigma_H A}$ $\delta_1 = \delta_N + \delta_s + \delta_e$ $\delta_2 = \delta_N + \delta_s$ $\therefore$ より変形 $\delta_L = \delta_1 - \delta_2$ (P_H : 水平加力 σ_H : 部材の相対変形)

6. 結い (1) ひびわれ性状につて、D は S と凡同じ性状を示し、A, T は打継部の上部が下端の亀裂の入り方が多、M は $2\delta_y$ 時には全般的にせん断亀裂が A, T より多発し、最終耐力低下も A, T より大きい。(2) 直接法、充填法の工法や充填材に拘らず、逆打短柱の打継部はよりや圧壊もよく、かつ部材全体の耐力変形能には影響を及ぼさな。(3) 図-4 に示すように全般的には各試験体の差は余りなく、比較的良好な復元力特性を有している。しかし最大荷重時以後の M, A, T の耐力低下が S, D より若干大きかつたのはコンクリートの品質のバラツキに起因するものと思われる。なお直接法の場合、後打コンクリート部分の部材長が大いコンクリートの沈下硬化収縮による影響を受けるものと思われるので注意を要する。(4) 試験体 C にみられるように施工が劣悪な場合、その力学的性質は極めて劣化する。

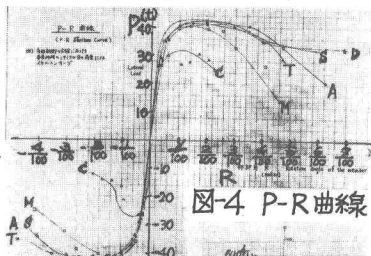


図-4 P-R 曲線

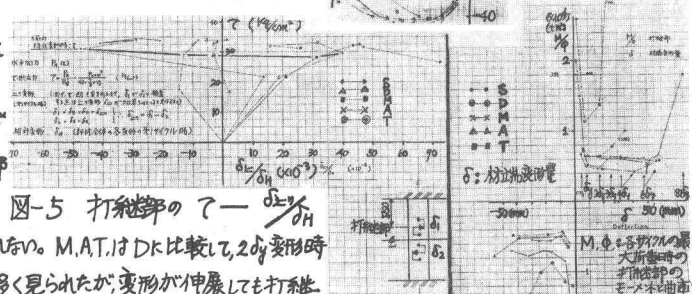


図-6 打継部の $\frac{1}{2} \delta - \delta$