

国鉄 正会員 大坪 正行
 国鉄 正会員 栗原 啓之
 清水建設 正会員 小林 晋爾

1. まえがき

橋脚は経済性などから計算と曲げに対して必要でなくなった主鉄筋を躯体中間部でカットオフしている。従って、水平力作用側の主鉄筋はコンクリートの引張部に定着されることになる。また、橋脚は一般に大断面であるため、発生せん断応力度も小さく、施工性なども考慮して柱と梁ほどのせん断補強鉄筋量を配置していないのが現状である。本試験は53年6月に発生した宮城県沖地震による被害も橋脚の主鉄筋の途中定着部付近に生じることとをふまえ、途中定着部の力学的挙動と破壊性状を実験的に調査することにより、途中定着部付近の補強方法などを解明し、構造物の耐震性を高めようとするものである。

2. 試験概要

試験は表-1の試験体諸元を示すように、主筋のカットオフ量は躯体付け根の鉄筋量の $\frac{1}{2}$ (Ⅱ-1のみカットオフをしていない)、軸力は10%と一定とし、カットオフ点における $\frac{1}{2}$ 、コンクリートの発生せん断応力度およびスタラップ量を変化させ、図-1に示すような配筋で行った。カットオフ点の曲げ耐力は躯体付け根の曲げ耐力より小さいが、同程度となるように配筋した。また、躯体付け根からカットオフ点までの距離は定着長さまたは有効高さのどちらか大きい値とし、試験は油圧ジャッキによる反着繰返し載荷とし、 δ_1 をカットオフ点の鉄筋が降伏した時の荷重、 δ_2 を δ_1 の変位とすると、 $\pm\delta_1$, $\pm 2\delta_1$, $\pm 3\delta_1$ ……と載荷し、それぞれ10サイクル行うことを基本とした。なお、軸力導入は軸力が常に一定方向に作用するようパンタグラフと回転板を用い、油圧ジャッキで行った。

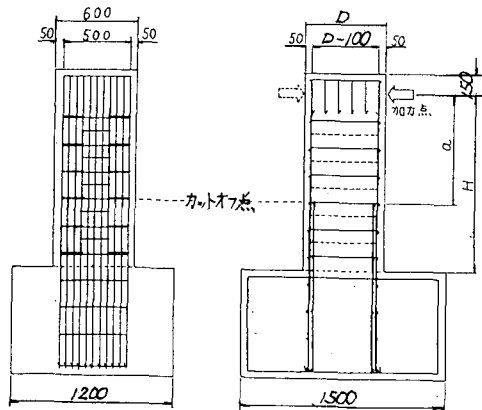


図-1 配筋例

表-1 試験体諸元、試験体強度および試験結果

試験体 NO	高さ H (cm)	部材厚 D (cm)	α (%)	M/ Pd	カットオフ量 (%)	スタ ラッ プ 量 (%)	軸 力 (%)	引張 力 (%)	試験体強度(計算値)(t)						試験結果				備 考
									曲げ耐力		せん断破壊耐力		降伏力 P_v	最大力 P_u	δ_1 (mm)	δ_2 (mm)	じん 性 率 (%)		
									カットオフ点 降伏 P_{v1}	カットオフ点 最大 P_{u1}	せん断耐力 計算値 V_c	せん断耐力 計算値 V_s							
Ⅱ-1	110	60		0	0.63	10	0.66	45.0 (付根)	46.5 (付根)	17.1	63.7	80.8	48.1	55.9	16.7	3	付根で 降伏		
Ⅱ-2	130	80	1.5	1/2	"	"	"	61.9	64.0	36.7	37.9	"	"	45.3	57.1	15.7	4	付根で 降伏	
Ⅱ-3	"	"	"	"	0	"	"	"	"	"	"	0	17.1	43.0	43.0	14.9	1	"	
Ⅱ-4	"	"	"	"	0.27	"	0.23	29.0	30.5	17.2	18.1	13.1	27.3	40.4	27.0	28.5	9.4	3	"
Ⅱ-5	"	"	"	"	0	"	"	"	"	"	"	0	13.1	25.3	25.3	8.0	1	"	
Ⅱ-6	95	40	52.5	"	0.77	1.13	59.5	40.4	31.1	31.7	14.7	63.7	78.4	40.8	51.1	22.2	3	"	
Ⅱ-7	155	87.5	2.5	"	0.63	2.02	40.8	61.9	34.7	35.3	18.3	40.5	58.8	49.5	50.7	26.9	1	"	
Ⅱ-8	"	"	"	"	"	"	1.23	38.6	39.3	23.4	23.8	15.2	"	55.7	29.0	32.6	16.2	2	"
Ⅱ-9	"	"	"	"	0.27	"	0.54	19.5	20.1	13.5	13.9	8.6	17.4	26.0	17.0	19.5	9.3	3	"
Ⅱ-10	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	17.5	18.6	9.5	4	付根で 降伏	

注: Ⅱ-4, Ⅱ-5は1段目の鉄筋をカットオフし、他は全て2段目の鉄筋をカットオフしている。

Ⅱ-5, Ⅱ-10のカットオフした鉄筋を「」の形状としている。

3. 試験結果
 表-1に示す試験体強度の計算値は実際の材料強度を用いて求め、破壊荷重 P_u は国鉄・建築物設計標準(改訂案)により求めた。

図-2-1~2-4にP- δ 曲線の一部を示す。

試験結果のじん性率はカットオフ点から有効高さまたは定着長さ(30 ϕ)のどちらか大きい値下

っ点の曲げ耐力を載荷重による曲げモーメントが下回り側の時の変位と終局変位として求めた。これらの中でヒン性率が1の試験体Ⅱ-3, 5はスラッグ量が0で鉄筋降伏時にせん断破壊したものであり、Ⅱ-7は軸引張鉄筋比が2.02%と高く、20g時に付着剥離破壊し、耐力が急激に低下したものである。

外力(試験値)による曲げモーメントとカットオフしている鉄筋の耐力による曲げ耐力(計算値)とが等しくなる点(プラスはカットオフ点より下側)がカットオフ点までの距離を見かけの定着長として、各試験体(付根や降伏したものを除く)の結果を表わしたのが図-3-1~4-2である。

これらの図によると、見かけの定着長と M_{pd} の関係はけずれず、せん断応力度 τ との関係は10g時でせん断応力度が小さいと見かけの定着長も小さくなる傾向がけずれれるが、20g以降ではその関係はけずれない。また、ヒン性率が2以上ある試験体の見かけの定着長は交着繰返し後(20g時)で最大0.9dとなっている。

4. あとがき

土木学会・コンクリート標準示方書にもコンクリートの引張部に鉄筋を定着する場合の規程があるが、カットオフした鉄筋のある部材は通常の部材と比べて付着剥離破壊をおこしやすく、ヒン性も低下することがわかった。従って、交着荷重を要する部材で鉄筋をカットオフしている場合には、ヒン性の低下を避けようがせん断耐力を向上させることで対処する必要があると思われる。

本研究を遂行するにあたり、御指導いただいた同鉄構造設計事務所野口功所長に厚く御礼申し上げますとともに、本研究に対して、昭和55年度吉田研究奨励金を授与されたことを記して感謝の意を表します。

参考文献 大坪、栗原、小林：鉄筋の途中定着に関する研究 土木学会第36回年次学術講演会

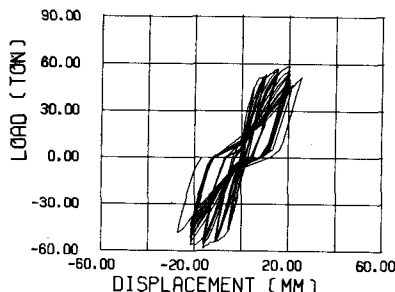


図-2-1 P-d曲線(Ⅱ-2)

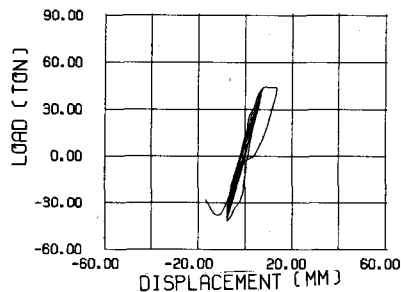


図-2-2 P-d曲線(Ⅱ-3)

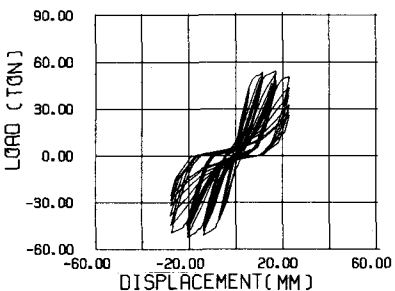


図-2-3 P-d曲線(Ⅱ-6)

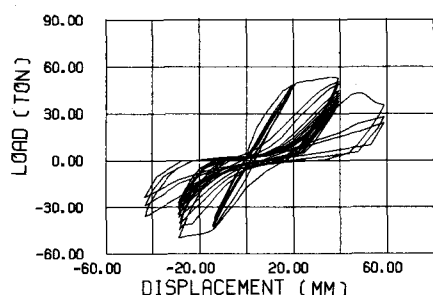


図-2-4 P-d曲線(Ⅱ-7)

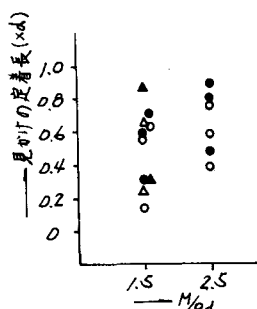


図-3-1 M_{pd} と見かけの定着長(10g時)

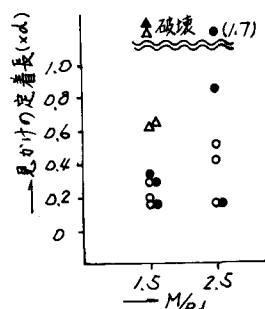


図-3-2 M_{pd} と見かけの定着長(20g時)

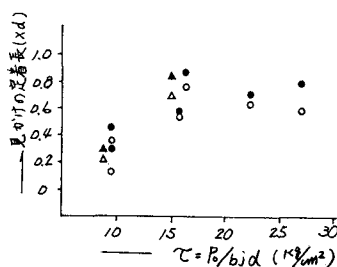


図-4-1 τ と見かけの定着長(10g時)

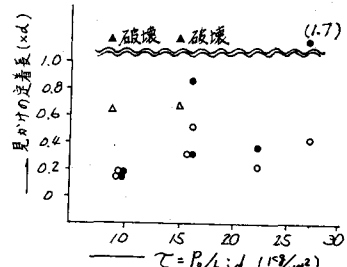


図-4-2 τ と見かけの定着長(20g時)