

[2101] 各種フック形状のせん断補強筋末端部の定着耐力, 剛性に関する実験的研究

正会員○ 亀田登与三郎 (明治大学工学部)
 正会員 小倉弘一郎 (明治大学工学部)

1. まえがき

RC部材のせん断補強筋は、部材のせん断きれつ発生以後のせん断力伝達に大きな役割を持つが、最近のRC造の構造設計の考え方として、部材の終局時のぜい性的破壊を防ぐ役割もせん断補強筋に期待している。この観点から、補強筋末端部の定着仕様が大きく影響するものと思われるが、この問題に関する研究資料が少ないのが現状である。

本研究は、現行の学会規準や標準仕様書で規定しているせん断補強筋末端のフック定着仕様について根本的な見直しのために、引き抜き形式による定着性能試験を行いフック折り曲げ内径、フック角度、余長をパラメータとして定着強度、剛性及び定着部すべり性状などを実験的に検討したものである。

2. 実験概要

2.1 定着試験鉄筋及び埋め込みRC部材

2.1.1 定着試験鉄筋(定着筋)の形状・寸法及び種別記号・個数

通常、せん断補強筋として多く用いられるD10, D13を使用し、末端部のフック定着仕様は折り曲げ内径を3d, 4dの2種類、フック角度は180°、135°、90°の3種類、余長は4d, 6d, 8d, 10d, 12dの5種類をとりあげ、これらの組み合わせによる定着筋種別記号を表1に示した。

定着筋を埋め込こむRC部材は図1に示す様に断面寸法は定着側の幅が30cm(D10)、40cm(D13)、加力側では装置の関係でそれぞれ10cm増で、丈いは30cm、全長210cmである。主筋はD22を用い補助筋にはD10を30cm間隔にフープ筋とした。定着筋はRC部材のせん断補強筋に見たてフープ筋の間に断面の両側に入れており、フック部を主筋に掛けコンクリートとのかぶり厚さを3cmとしている。

定着筋はフック定着部の性能を明確にするために、すべてフック折り曲げ起点より加力側までの直線部分ではコンクリートとの付着を取り除いている。試験体個数は同じ定着仕様としたもの各3本とし、ほかに各フック角度で標準余長としたもので、余長部分までコンクリートとの付着を取り除いたもの各1本

表1. 定着試験体の種別記号

使用鉄筋	曲げ内径	曲げ角度	余長	定着筋記号				
				4d	6d	8d	10d	12d
D10	3d	180°	103A4	103A6	103A8	—	—	
		135°	103B4	103B6	103B8	103B10	—	
		90°	—	103C6	103C8	103C10	103C12	
	4d	180°	104A4	104A6	104A8	—	—	
		135°	104B4	104B6	104B8	104B10	—	
		90°	—	104C6	104C8	104C10	104C12	
D13	3d	180°	133A4	133A6	133A8	—	—	
		135°	133B4	133B6	133B8	133B10	—	
		90°	—	133C6	133C8	133C10	133C12	
	4d	180°	134A4	134A6	134A8	—	—	
		135°	134B4	134B6	134B8	134B10	—	
		90°	—	134C6	134C8	134C10	134C12	

註) 試験体は各種3~4本とした。

表2. 使用材料の機械的性質

公称	鉄筋			塑性加工鉄筋			註) 加工鉄筋の強度のバラツキ σ_{yo} : 4.24~4.80 (t/cm ²)
	σ_y (t/cm ²)	σ_{max} (t/cm ²)	ϵ (%)	σ_{yo} (t/cm ²)	σ_{maxo} (t/cm ²)	ϵ_o (%)	
D10	3.52	4.83	17.4	4.71	5.95	15.9	1.75
D13	3.54	5.33	19.9	4.95	5.68	16.6	1.71
D22	3.55	5.41	18.9				

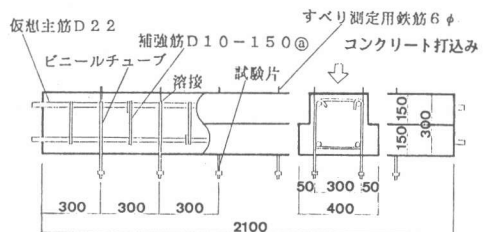
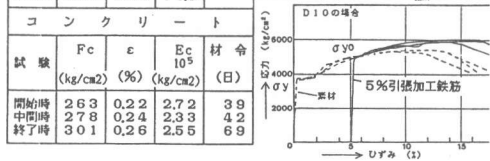


図1. RC埋め込み部材の配筋 (D10用)

を加え、合計144本である。

2. 1. 2 使用材料の性質

鉄筋：埋め込みRC部材に使用したD22、D13、D10はSD30級の横フシタイプの異形棒鋼である。定着筋には高応力時までの定着性能を調べるため、予め塑性引張加工（伸び率約5%）して降伏耐力を4.5 t/cm²程度まで高めたものを用いた。

コンクリート：呼び強度210 kg/cm²、スランプ19 cmの普通レディミクストコンクリート（砕砂：20mm、混合砂）を使用した。埋め込み部材のコンクリート打ち込みは、定着部が上端となる方向より行い、打設後は撒水しビニールシートで覆い試験時まで屋外気中養生とした。表2に使用材料の機械的性質を示した。

2. 2 試験

加力装置及び加力方法：埋め込み部材より突出した定着筋の末端にリングを溶接し、図2に示す様にチャックにはめ込みテンションバーに接続して油圧ジャッキで加力した。加力方法は一方向の繰り返しとし、原則として定着筋の引張応力 $\sigma = 3, 3.5, 4$ t/cm²時及び降伏耐力時のそれぞれで5回行った。

測定装置及び測定方法：本実験では定着筋の引張力をロードセルで検力している。定着部のすべりは図3に示す様にフック折り曲げ起点に6 mm筋を溶接しコンクリートとの付着を取り除き、その先端の動きを定着起点すべりとみなし変位計で測定した。

3. 実験結果

3. 1 実験結果の一覧表

表3に各定着筋の特定すべり時（0.5, 1, 2 mm）の定着起点応力（引抜力/鉄筋公称断面積：以下、定着応力と呼ぶ）、特定定着応力時（2, 3, 4 t/cm²）の定着起点すべり（以下、定着部すべりと呼ぶ）及び最大荷重時の定着応力とすべりを3本の平均値で示した。

また同表には破壊モードも表示してあるが全試料の約80%は降伏耐力を越えている。

3. 2 定着応力-定着部すべり曲線

図4は定着筋が降伏耐力を越えたもの及びすべり破壊を生じたものそれぞれについて応力-すべり曲線の一例を示した。

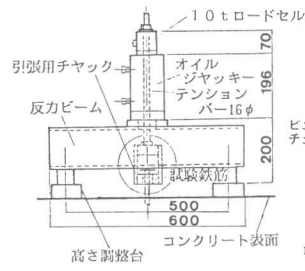


図2. 加力装置

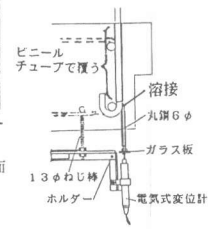


図3. 測定装置

表3. 実験結果一覧表

定着筋 記号	特定すべり時応力			特定応力時すべり			最大荷重時		破
	0.5	1.0	2.0	2.0	3.0	4.0	σ_m	s_m	
103A4	1.56	2.57	3.60	0.71	1.32	2.35	5.14	4.12	Y
103A6	1.58	2.58	4.06	0.69	1.16	1.86	5.11	3.19	Y
103A8	1.89	2.98	4.32	0.56	0.94	1.74	5.10	2.89	Y
103B4	1.81	2.84	4.01	0.58	1.07	1.88	4.86	4.01	YS
103B6	1.94	2.92	3.88	0.52	1.06	2.02	5.11	3.83	Y
103B8	1.93	3.04	4.44	0.53	0.94	1.66	5.02	2.62	Y
103B10	1.90	3.28	4.94	0.50	0.85	1.30	5.00	2.06	Y
103C6	2.07	2.98	3.94	0.50	1.04	2.04	4.75	4.78	S
103C8	1.66	2.61	3.83	0.67	1.36	2.14	5.06	4.01	S
103C10	1.77	2.38	3.80	0.62	1.22	2.02	5.00	3.22	Y
103C12	1.90	3.03	4.40	0.53	0.94	1.62	5.06	3.09	Y
104A4	1.48	2.58	3.76	0.79	1.24	2.11	4.90	3.19	Y
104A6	1.73	2.93	4.14	0.64	1.05	1.81	4.91	2.83	Y
104A8	1.78	3.00	4.41	0.60	0.98	1.67	4.98	2.58	Y
104B4	1.57	2.82	3.86	0.75	1.21	2.13	5.12	4.45	SY
104B6	1.64	2.78	4.06	0.66	1.11	1.95	5.06	3.33	Y
104B8	1.73	2.80	3.79	0.61	1.12	2.10	5.04	3.56	Y
104B10	1.72	2.89	4.22	0.61	1.11	1.82	5.01	2.87	Y
104C6	1.67	2.76	3.86	0.69	1.15	2.21	4.40	2.99	S
104C8	1.58	2.72	3.67	0.70	1.26	2.35	4.93	4.58	SY
104C10	1.61	2.81	3.90	0.68	1.26	2.02	5.07	3.33	Y
104C12	1.86	2.90	4.15	0.61	1.04	1.84	5.10	3.12	Y
133A4	2.21	3.17	4.63	0.41	0.83	1.45	5.23	2.42	Y
133A6	2.40	3.29	4.84	0.37	0.73	1.31	5.22	2.28	Y
133A8	2.53	3.52	5.17	0.32	0.68	1.24	5.15	2.01	Y
133B4	1.90	2.93	4.30	0.53	1.01	1.70	5.16	3.22	Y
133B6	2.05	3.07	4.43	0.47	0.83	1.57	5.13	2.82	Y
133B8	2.41	3.31	4.92	0.35	0.74	1.28	5.23	2.14	Y
133B10	2.57	3.42	4.96	0.31	0.69	1.25	5.23	2.18	Y
133C6	2.62	3.50	4.73	0.27	0.64	1.26	5.19	2.56	Y
133C8	2.37	3.40	4.70	0.39	0.74	1.32	5.25	2.39	Y
133C10	2.44	3.55	4.86	0.37	0.70	1.25	5.08	2.55	Y
133C12	2.53	3.59	5.19	0.33	0.67	1.14	5.22	2.06	Y
134A4	1.94	3.00	4.43	0.51	0.95	1.68	5.17	2.63	Y
134A6	1.99	3.05	4.64	0.49	0.93	1.51	5.13	2.39	Y
134A8	2.10	3.06	4.56	0.46	0.90	1.56	5.12	2.61	Y
134B4	1.44	2.50	3.85	0.75	1.28	2.07	5.08	3.58	Y
134B6	1.88	2.95	4.47	0.53	1.00	1.66	5.28	2.96	Y
134B8	1.97	2.98	4.38	0.49	0.95	1.66	5.07	2.75	Y
134B10	2.08	3.14	4.73	0.47	0.88	1.46	5.18	2.35	Y
134C6	1.85	3.03	4.54	0.54	1.02	1.53	5.08	2.86	Y
134C8	2.09	3.07	4.49	0.45	0.89	1.57	5.10	2.73	Y
134C10	2.39	3.51	4.96	0.37	0.72	1.21	5.21	2.19	Y
134C12	2.23	3.45	—	0.42	0.76	1.21	5.18	1.99	Y

註) 特定すべり時応力：t/cm²、特定応力時すべり：mm
 最大荷重時 σ_m ：t/cm²（最大定着強度）
 s_m ：mm（ σ_m 時すべり）
 破壊状況 Y：3本すべて降伏耐力を越える
 S：3本すべてすべり破壊をした
 YS：3本中1本がすべり破壊した
 SY：3本中2本がすべり破壊した。