

(株)神戸製鋼所 正員 ○永井 義規  
 全工 高木 和明  
 全工 唐津 敏一

### 1. 目的

鉄筋コンクリート構造物における鉄筋の定着は、従来、鉄筋の付着力やフックによって行なわれてきたが、新たに開発されたネジフシ鉄筋を用いることにより、優れた定着効果が得られ、かつ経済的な機械的定着法が可能となる。本実験では、この定着工法を使用する定着板の形状寸法(支圧面積、板厚)とナット高さの適正値を求める実験と、ACIが推奨している梁試験体により行ない、合理的な定着設計を行なうための基礎資料を得ることを目的としている。

### 2. 実験体

試験体に用いた補強筋の機械的性質、定着ナットの形状寸法、およびコンクリートの仕様を各々、表1~3に示す。試験体は図1に示すようにコンクリート切欠部を有する複筋梁で、端部は定着板と定着ナットにより定着されている。試験体の断面および各部の寸法は表4に示す通りである。

### 3. 実験概要

**3-1 試験系列** 試験系列を表1に示す。表に示す通り、試験項目は(i)定着板の形状試験、(ii)定着ナット高さ試験、(iii)せん断スパンが異なる場合の定着性能試験の3項目とした。なお(i)、(ii)シリーズではせん断スパンを15D( Dは主筋の公称径)とし、(iii)シリーズは10Dと15Dの比較試験とした。(i)シリーズでは定着板の適切な支圧面積と板厚を得ることを目的とし、定着板の形状寸法は  $h=3D$  で一定、板幅を3D、4Dの2種類、板厚を  $\frac{D}{3}$ 、  $\frac{D}{2}$  近傍とした。また定着ナットの高さはD25で2.2D、D38で2.0Dとした。(ii)シリーズでは定着板形状を一定として、ナット高さを母材の降伏点および破断強度までの定着能力を保証される各ナット高さの定着性能の差を調査した。(iii)シリーズではせん断スパンが異なり、定着長さに差がある場合のネジフシ鉄筋の定着性能の違いについて調査することを目的とし、せん断スパンは10D、15Dの2種類とした。

**3-2 実験方法** 荷荷は2段剪荷とし、一向向荷重の繰返しを行なった。載荷経路は図2に、実験装置の概要を図3に示す。加力サイクルにおける荷重制御は母材の荷重-ひずみ(疲労試験)において得られた各応力レベルでのひずみ値により行なった。

コンクリート切欠部および定着ナット部鉄筋表面に、図4に示す要領でひずみゲージ貼付し、各荷重段階での鉄筋のひずみを測定した。鉄筋端部のすべりと

表1. 鉄筋の機械的性質

種類	材質	材質	降伏点	引張強度
E筋	D25	S D35	3700	5800
(ネジコン)	D38	S D40	4000	6000
フープ筋	D16	S D30	3800	6000

表2. 定着ナットの形状寸法

鉄筋	ナット	ナット	定着ナット	材質
	ナット	ナット	ナット	
	寸法	寸法	寸法	
D25	38	43.9	401.6(D)	
			55(2.2D)	
D38	58	67.0	55(1.5D)	S45C
			75(2.0D)	

表3. コンクリート仕様

種類	最大外径	スランプ	重さ	セメント	F <sub>c</sub>	G <sub>c</sub>	骨材
人工砂	20	18±2	225	216	16.4	16	砂:石子比:セメント:水=1:2.2:0.45:0.45

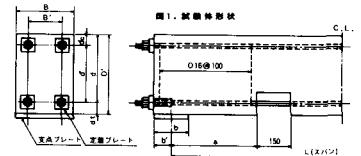


図1. 試験体形状

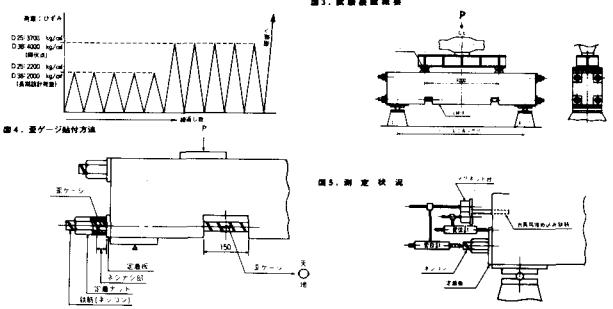
寸	法	寸	法	寸	法	寸	法	寸	法	寸	法	寸	法	寸	法
P-1	P-2	L	375	D	375	D	250	d	35	d	320	d	265	b	150
N-1, P-1	D25	1750	(10D)	(10D)	35	(10D)	320	140	265	75	(10D)				
NN-1	D38	1900	(10D)												
N-2, PP-2	D38	2160	(10D)	550	380	(10D)	485	250	420	114	(10D)				
NN-2	D38	1900	(10D)												

図4. 尺寸

表5. 実験系列

試験番号	試験内容	F <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	鉄筋径 (mm)	せん断試験比 (%)	定着板形状	ナット高さ (mm)	載荷方法	
							せん断試験比	定着板形状
P-1			D25		75×75 (3D×3D)	9	2.2D	
P-2	定着板の形状試験			1.27	75×100 (3D×4D)	12		
P-3			D38	a/d: 1.17 (15D)	114×114 (3D×3D)	12		
P-4				1.24	114×150 (3D×4D)	19	2.0D	
N-1	定着ナット高さ試験		D25	1.27	75×75 (3D×3D)	12	1.6D	
N-2			D38	1.24	114×114 (3D×3D)	19	1.5D	
PP-1	せん断スパンが異なる場合定着性能試験		D25	1.27	75×250 (3D×10D)	9	2.2D	
PP-2			D38	1.24	114×380 (3D×10D)	12	2.0D	
NN-1			D25	0.78 (10D)	75×250 (3D×10D)	9	2.2D	
NN-2			D38	1.24	114×380 (3D×10D)	12	2.0D	

図5. 実験装置



定着板のうち、図5に示す変位計により測定した。

#### 4. 実験結果と考察

4-1 実験経過 各試験体の破壊に至るまでの経過はどの試験体もほぼ同様の性状を示し、まず刃欠部にせん断ひび割れが発生し、続いてせん断ひび割れが発生した後、載荷点付近のコンクリートがせん断圧縮破壊した。また、定着部付近のコンクリートは試験体破壊後にあっても、定着板のコンクリートへのめり込みの形跡は認められなかった。試験結果を表6に示す。

4-2 定着板の大きさと板厚について 定着板の形状の違いによる定着部鉄筋の応力伝達率の差を降伏荷重までの加力サイクルについて測定し、その測定結果の一例を図6に示す。ここで応力伝達率とは定着部鉄筋のひすみと刃欠部鉄筋のひすみとの比である。図6より、定着板の大きさ、厚さの違いによる差はほとんどないことがわかる。図中、加力サイクル5回めで板厚19mmの場合が12mmの場合より応力伝達率は10%程度高くなっているが、12mmの場合でも定着性能に支障はないものと考えられる。

また荷重が40ton付近で境に応力伝達率が増大しているが、これは定着部付近のせん断ひび割れが増大したことにより、定着部鉄筋の応力負担が大きくなつたためと考えられる。さらに、表6によれば、応力伝達率はD25の場合よりD38の方が約3倍になっているが、これは同じ鉄筋の応力レベルでは太径のもの程、単位面積当たりの付着応力が劣るためと考えられる。

4-3 定着ナットの高さ 図7に鉄筋母材が破断までの定着性能を保証されるナット高さと、母材降伏点以上の定着性能を保証されるナット高さの応力伝達率を降伏荷重までの加力サイクルについて示す。この図から、ナット高さの違いによる応力伝達率の差は、D25の場合で1~2.5%くらいで、D38についても鉄筋応力の低いところで10%くらい、降伏応力時で2%くらいである。従って降伏点を保証するナット高さは1.5~1.6Dとして支障ないものと考えられる。

4-4 せん断スパンの違いによる定着性能 図8にせん断スパンが10D(NN-1, 2)、および15D(PP-1, 2)の場合の応力伝達率を鉄筋の降伏荷重までの加力サイクルについて示す。この結果から、せん断スパンが10Dと短い場合は15Dに比べ、応力伝達率は増加するが、1サイクルめの応力伝達率-荷重線図は15Dの場合と同様な傾向にあり、定着のみ込み長さが10Dあれば、十分定着性能のあることが明らかとなった。

#### 5.まとめ

本実験結果から、鉄筋の定着長さが10D以上ある場合、定着板寸法は  $h \times b = 3D \times 3D$  の支圧面積が確保されており、かつ、定着板の厚さが  $D/3$  以上でナット高さが鉄筋の降伏荷重を保証するものであれば、良好な定着性能を示すことが明らかとなった。

謝辞 本実験を実施するにあたり、終始変わらぬ御指導を賜わりました明治大学工学部、小倉弘一郎教授に厚く御礼申し上げます。

表6. 試験結果

試験 番号	試験 体No.	定着 部寸法 および 形状	支 持 基 準 寸 法 規 格 単 位 mm	せん 断 ス パン 比 率 (a/b)	鉄筋応力伝達率 (%)		ひびわれ発生 荷重 (ton)	最大荷 重 (ton)	定着部コンクリート 支圧応力 (kg/cm <sup>2</sup> )
					(D38) 2000kg/cm <sup>2</sup>	(D25) 2200kg/cm <sup>2</sup>			
P-1	D25	75×75×9	2.2D	1.0	1.2	1.6	7.2	9.4	44.4 70.2
		75×75×12			2.2	2.4	9.4	17.2	
P-2	D38	75×100×9	2.0D	1.0	0.0	2.8	5.2	5.7	36.7 —
		75×100×12			0.2	2.4	6.7	7.1	
P-3	D38	114×114×12	2.0D	1.0	3.3	3.8	22.7	26.3	105.0 —
		114×134×12			2.6	4.1	17.5	32.7	
P-4	D38	114×130×19	1.17 (ISD)	0.3	10.0	2.4	20.3	22.4	52.6 97.5
		114×130×19			0.3	1.9	24.7	33.8	
N-1	D25	75×75×12	1.6D (ISD)	0.7	1.2	0.9	5.3	7.8	38.3 39.6
		75×75×12			1.2	1.5	5.7	6.8	
N-2	D38	114×134×19	2.2D	0.6	1.5	2.6	22.1	37.5	101.6 127.8
		114×130×19			0.0	2.3	0.2	35.1	
PP-1	D25	75×250×9	2.2D	0.5	0.5	0.7	4.2	4.2	32.6 10.0
		75×250×9			0.5	0.7	4.2	4.2	
PP-2	D38	114×380×12	2.0D	0.78 (10D)	1.4	2.4	24.0	29.8	81.5 43.9
		114×380×12			2.5	3.3	17.6	33.3	
NN-1	D25	75×250×9	1.6D	0.6	2.5	3.3	17.6	33.3	50.0 73.8
		75×250×9			2.9	5.5	23.7	43.2	
NN-2	D38	114×380×12	1.5D	0.78 (10D)	1.4	2.4	24.0	29.8	108.5 70.9
		114×380×12			2.9	5.5	23.7	43.2	

図6. 定着部の形状寸法および板厚の影響

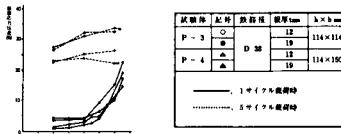


図7. ナット高さによる影響

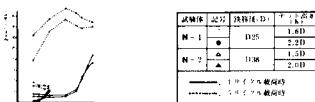


図8. セン断スパンの違いによる影響

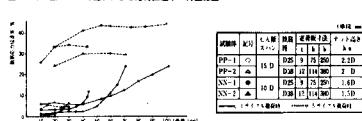


図9. セン断スパンの違いによる影響

