

東京都立大学 正員 村田 二郎
日本鋼管 同 小間 憲彦
オリエンタル・コンサルタンツ 同 清野 茂次

1. まえがき

曲げ主鉄筋の定着は曲げに対して不要になった断面から45度の角度で折り曲げて圧縮側に定着することが原則である。しかし圧縮定着ができない場合、特に太径鉄筋のような場合施工の見地から折り曲げを行なわないで定着する方法、いわゆる引張縁定着を用いることが考えられる。そこで昨年に本試験と同様の主旨でDAICON・D51を使用した8体の大形桁による引張縁定着に関する実験が行なわれた。本試験はそれらの結果に基づき、不足すると思われる項目について実験的研究を行い、太径鉄筋D51の引張縁定着について考察を行なったものである。

今回の試験は鉄筋の表面形状が異なるほかは、材料強度、鉄筋本数、鉄筋のかぶりおよび桁の断面形状については前回の供試体と合わせてある。なお定着補強筋の性状、効果については参考文献(2)を参照するものとして、本報告は今回の引張縁定着試験の特徴および今回の試験の全体的結果を述べる。

2. 供試体

前回と今回の試験の供試体の形状および種類を図-1、表-1に示す。これらの供試体は主鉄筋の定着部において曲げ応力度、又はせん断応力度が支配的になるような2つのグループに大別される。すなわち曲げ主鉄筋の引張応力度が $1,800\text{kg}/\text{cm}^2$ となるときの荷重を設計荷重とし、設計荷重によって生ずるせん断応力度が約 $3\text{kg}/\text{cm}^2$ 、 $12\text{kg}/\text{cm}^2$ の2種類となっており、前者を曲げ桁、後者をせん断桁と称する。

今回の試験の特徴は次のようである。

(1)せん断桁：前回は引張定着部における補強として過剰なスターラップを配置していたが、今回の試験ではスターラップは設計上必要とする量のみ配置し、補強は局部的補強筋で行った。また前回は全鉄筋量に対する定着鉄筋量の割合は $1/4 \sim 1/3$ として2断面定着としたが今回は $2/4$ で1断面定着を標準とし、比較のため2断面定着(Q_4)も試験を行った。

(2)曲げ桁：前回の試験による曲げ桁では太径指針 M_2 とACI規準 M_4 で定着した鉄筋の先端の位置の関係が太径指針の方が支点近くまで延びてACI規

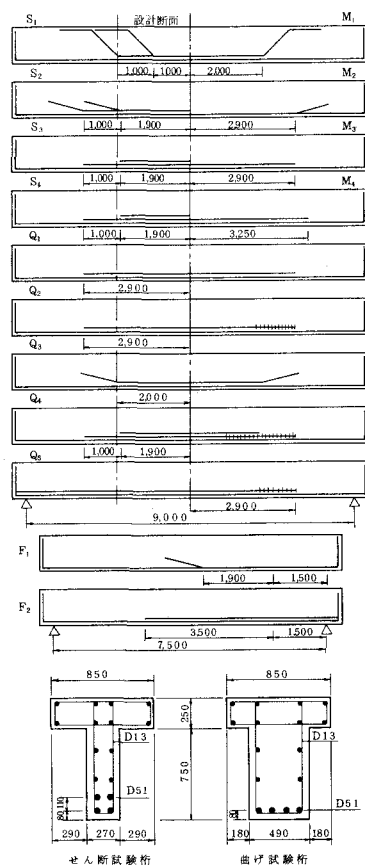


図-1 供試体形状

表-1 試験要因と供試体種類

主鉄筋の形状と定着長 スターラップ率(%)	引張縁に 定着	太径指針	設計断面 よりdの ばす	設計断面 よりdを 1:4で 曲上げ	連続した 鉄筋の応 力度が許 容値の1/2	全鉄筋を 桁端まで 通す
最小鉄筋量を配 置	0.17	(M1)	(M2) (F1)	(M3)	(M4) (F2)	
折曲筋とスター ラップ	0.31	(S1)				
スターラップの みで負担	0.67		(S2)	(S3) (Q3)	(Q4)	(Q5) L
スターラップに 定着補強筋を追 加	0.67			(Q2) (M4) (Q5)		
抵抗せん断力を 2倍 スターラップ+ コンクリート	1.04		(S4)			

注) ○：本試験 ○：昨年の試験

準よりも定着長が長かったが今回は図-1の如く供試体の形状を変えて太径指針 F_1 の方がACI 規準より不利になるようにし、太径指針により定着した場合の安全性について検討した。

ここで太径指針とは計算上必要でなくなった断面(設計断面)より、その断面の有効高さ d だけ延長し、その位置から1:4の勾配で20 ϕ 延ばして切断し定着することである。またACI規準とは計算上必要でなくなった断面をこえて、連続した鉄筋の応力度が許容値の1/2になる点まで延ばし切断することである。

使用したコンクリートの配合および試験結果を表-2に示す。鉄筋は主鉄筋に横ぶし太径鉄筋SD35・D51スターラップに横ぶしSD35・D51を使用した。その機械的性質を表-3に示す。

3. 試験方法

載荷は1点載荷とし、300t堅型構造物試験機を使用した。載荷位置はせん断試験桁はスパン中央、曲げ桁は支店より1.5mの位置とした。荷重は0t-設計荷重(せん断試験桁43t、曲げ試験桁51t)の繰返しを10回、0t-設計荷重×1.5の繰返しを10回行った後破壊まで載荷した。歪の測定はWSG、ひびわれ幅の測定はコンタクトゲージ(標点距離100mm)、たわみの測定はダイヤルゲージを使用した。

4. 試験結果および考察

試験結果を図-2～図-8、表-2～表-4に示す。

(1)主鉄筋の応力度：せん断桁では設計断面における連続した鉄筋との応力度の関係は図-2に示すように Q_3 をのぞいて、定着部の補強方法の相違による差はほとんどないいずれの場合も破壊時まで十分な定着強度を示した。 Q_4 は鉄筋の折曲部近くの近くにゲージがついているため大きい応力が測定されたと思われる。

曲げ桁では設計断面における連続した鉄筋と定着した鉄筋の応力度を比較したものが図-3であるが、 F_1 、 F_2 ともに定着した鉄筋の応力度は降伏時まで桁端まで通した鉄筋と同じ応力度であった。

(2) ひびわれ：せん断桁では鉄筋切断点におけるひびわれは図-4に示すように鉄筋定着部へ補強筋を配置することにより鉄筋切断点のひびわれを小さくできることがわかる。

曲げ桁では鉄筋切断点のひびわれは図-5のように太径指針 F_1 の方がACI 規準 F_2 より大きい傾向がある。これは F_1 の方が F_2 より鉄筋切断点のモーメントが大きいことがあげられる。設計断面では F_1 、 F_2 の差はほとんどない。

(3)たわみ：せん断桁では定着方法の相違による大きな差はなく計算値と良好な一致をみた。 Q_4 が若干たわみが大きいのは、曲げ剛性が低いことによるものと思われる。(図-6)

表-2 コンクリートの配合
及び試験結果

W (kg)	C (kg)	W/C (%)	S (kg)	G (kg)	S/A (%)	ポズリス No-S L (%)	圧縮強度 (kg/cm ²)	引張強度 (kg/cm ²)
159.5	290	55	88.0	1,008	47	0.725	37.2	36.2

表-3 鉄筋の機械的性質

	D51	D13
降伏強度 (kg/cm ²)	3,780	
引張 " (")	5,290	
伸 び (%)	33.5	
ヤング率 (kg/cm ²)	2.1×10 ⁶	

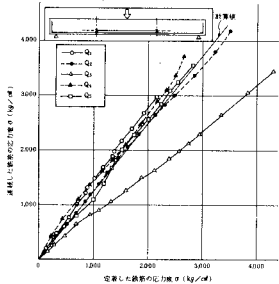


図-2 設計断面における連続した鉄筋の
応力度の関係

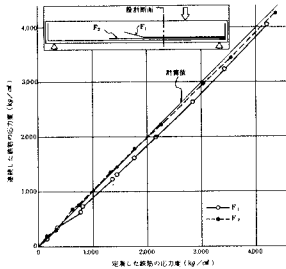


図-3 設計断面における連続した鉄筋と
定着した鉄筋の応力度の関係(曲げ桁)

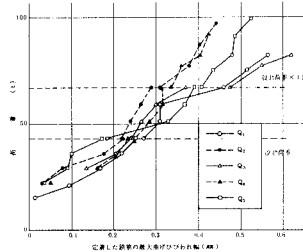


図-4 定着した鉄筋先端の最大曲げひび
われ幅(2段目鉄筋位置)(せん断桁)

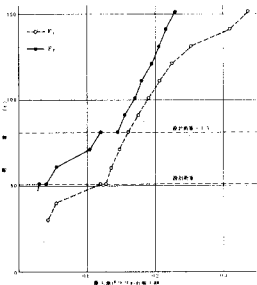


図-5 定着した鉄筋先端の最大曲げひび
われ幅(曲げ桁)

(4)破壊性状：せん断桁はすべて載荷点において主鉄筋が降伏する曲げ引張り破壊であった。また破壊荷重についても各桁で大きな相違はなく、各定着法とも十分な定着強度をもっていることを示すものである。(表-4)

(5)定着部の性状：せん断桁では Q_3 を除いて十分な定着強度を示している。(図-7)

曲げ桁では太径指針による F_1 は折曲点まで、ACI規準による F_2 は定着した鉄筋の先端から90~120cmの位置より設計断面までの区間までは連続した鉄筋と同等の応力度となり、この部分で定着されていることが分る。定着した鉄筋の定着部の付着応力度は先端ほど大きくなる三角形分布を示し、 F_1 、 F_2 の間に差はほとんどない。(図-8)

5. ま と め

引張縁定着に関する本試験の範囲内で次のことが明らかになった。

(1)せん断桁：i)定着部に補強筋を配置することにより、定着強度を増し、鉄筋の抜出量を減少させ定着部のひびわれ幅を小さくする十分な効果があった(文献2参照)。ii)1断面で2/4定着した場合は2断面に分けて定着した場合より、定着長も長くなり定着強度およびひびわれ性状とも必ずしも不利とはならない。iii)設計断面より直ちに1:4で折曲げて太径指針より不利な状態で定着した場合でも、ひびわれ性状は良好であり定着強度も十分で太径指針による定着方法の安全性を裏付けるものである。

(2)曲げ桁：i)太径指針で定着した場合、鉄筋切断点における連続した鉄筋の設計荷重時の応力度が許容値の1/2以上であっても、定着部のひびわれ幅は設計断面と同程度かそれ以下であった。ii)ACI規準で定着した場合、鉄筋切断点のひびわれ幅は設計断面の1/2程度であった。これらの結果は太径鉄筋D51にもACI規準318-71、12・1・6・3の考え方を適用できることを示すものである。

以上の実験結果より桁の引張縁定着を行う場合下記の項目を満足するように設計すればよいと考えられる。一般には(a)に示す定着をしてよいが、せん断の影響が小さいスラブ、壁、柱、等では(b)に示す方法で定着する。(a)計算上必要でなくなった断面より、その断面の有効高さ d だけ延長し、その位置から適当な勾配で折り曲げ20°延ばす。

(b)計算上必要でなくなった断面をこえて、連続している鉄筋の引張応力度が許容値の1/2になる点まで延ばす。ただし(a)、(b)いずれの場合でも計算上必要でなくなった断面から切断点までの長さは、許容付着応力度に基づいて計算した定着長以上とする。また、(a)の定着を行う場合で鉄筋先端の折り曲げにかえて d の区間にスターラップを追加するか、補強用横方向鉄筋を配置するかなどの補強を行って定着することもできる。

参考文献：1)第29回講演会「太径鉄筋D・51の定着に関する研究」、村田、藤川、横溝、2)第30回講演会「太径鉄筋(横ぶしD・51)の引張縁定着部の補強方法に関する研究」、村田、村木、中島

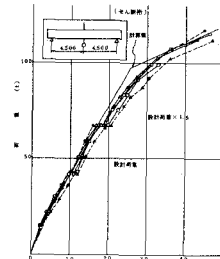


図-6 載荷点のたわみ(せん断桁)

表-4 破壊荷重

	実測値 (t)	計算値(t)		実/計	
		曲 げ	せん断	曲 げ	せん断
(Q_1)	122	110	167	1.11	—
(Q_2)	124	"	"	1.13	—
(Q_3)	122	"	"	1.11	—
(Q_4)	125	"	"	1.14	—
(Q_5)	122	"	"	1.11	—

注) 計算値はACI code 318-71による。計算断面は載荷位置である。

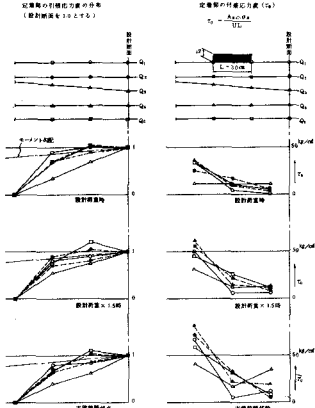


図-7 定着部の性状(せん断桁)

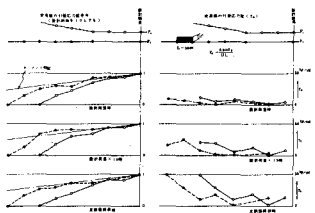


図-8 定着部の性状(曲げ桁)