

首都高速道路公団 正頁 ○飯野忠雄

〃 〃 秋元泰輔

〃 〃 富沢修次

1. はじめに

鉄筋の継手方法で、重ね継手は施工性、経済性の面で優れていることから広く用いられており、土木学会の太径鉄筋設計指針案(以下指針案)にも太径鉄筋の継手として、重ね継手の使用を認めている。しかし、ブリージングの影響を受けやすいような、施工条件の悪い部分に重ね継手を用いた場合に、果たして所要の耐力、じん性を期待できるのか、多少の不安が残る。本実験では、太径鉄筋(B5J)の重ね継手を用いた梁の載荷試験を行い、太径鉄筋の重ね継手の基礎性状を知るとともに、その耐力、じん性が、特にブリージングによって、どのような影響を受けるのかを調べることを目的としている。

2. 供試体の種類および試験方法

重ね継手の強度を支配する要因としては以下の5つの要因が考えられる。⁽¹⁾鉄筋のラップ長、⁽²⁾継手部の横方向鉄筋量、⁽³⁾継手部の鉄筋のかぶり、⁽⁴⁾コンクリート強度、⁽⁵⁾コンクリートの打設条件やスランプなどの施工的要因。本実験は表-1に示すように5つの供試体に対して行なったが、⁽¹⁾のラップ長、⁽³⁾の鉄筋のかぶり、⁽⁴⁾のコンクリート強度については同一条件で行ない

表-1 供試体の種類

供試体	継手	ラップ長	横方向鉄筋量	主鉄筋	コンクリート	スランプ	打設方向
A-8	重ね	26.5φ	スターラップ15cmピッチ	D5J, SD30	$\sigma_{ck}=270 \text{ kg/cm}^2$	8cm	正位
A'-8	〃	〃	〃 (〃)	〃	〃	〃	逆位
A-16	〃	〃	〃 (〃)	〃	〃	〃	〃
B-16	〃	〃	スターラップ45cmピッチ 添え筋15cmピッチ	〃	〃	〃	〃
C-16	〃	〃	スターラップ45cmピッチ	〃	〃	〃	〃

ラップ長および鉄筋のかぶりは、指針案に規定されている最小値とし、コンクリート強度は $\sigma_{ck}=270 \text{ kg/cm}^2$ とした。また、⁽²⁾の横方向鉄筋量、⁽⁵⁾の施工的要因については各供試体で変えてある。表-1に示す供試体でA-8は本実験の基準となる供試体で、継手部に指針案に規定された最小値であるD16(SD30)のスターラップを15cmピッチで配置し、コンクリートもスランプ8cmのものを継手部を下にして打設(正位打設)を行なったものである。A'-8は横方向鉄筋量、使用コンクリートはA-8と同じであるが、ブリージングの影響が出やすいように継手部を上にしてコンクリートを打設(逆位打設)したものである(図-1参照)。A'-16はA-8と横方向鉄筋量は同じであるが、A'-8よりさらにブリージングの影響を受けやすいように、スランプ16cmのコンクリートを逆位打設したものである。B-16およびC-16ではA-16と使用コンクリート、打設条件は同じであるが、横方向鉄筋量を指針案で規定した値より減らしてある。B-16は45cmピッチのスターラップと15cmピッチのL字形の添え筋を、C-16は45cmピッチのスターラップを各々配置したものである。

図-1 コンクリートの打設

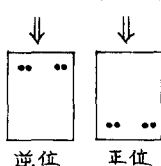
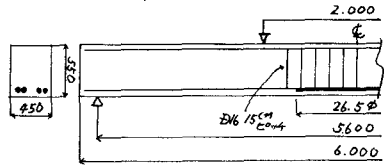


図-2 供試体(A-8, A'-8, A-16)と載荷法



いように継手部を上にしてコンクリートを打設(逆位打設)したものである(図-1参照)。A'-16はA-8と横方向鉄筋量は同じであるが、A'-8よりさらにブリージングの影響を受けやすいように、スランプ16cmのコンクリートを逆位打設したものである。B-16およびC-16ではA-16と使用コンクリート、打設条件は同じであるが、横方向鉄筋量を指針案で規定した値より減らしてある。B-16は45cmピッチのスターラップと15cmピッチのL字形の添え筋を、C-16は45cmピッチのスターラップを各々配置したものである。

試験方法は図-2に示すように静的2点載荷とし、荷重はひびわれ荷重と、設計荷重で1担0にもどし、以後はたわみ制御とし、降伏荷重時のたわみ δ_y の2倍のたわみ $2\delta_y$ までくり返し載荷を行なった。測定項目は、鉄筋およびコンクリートの歪、主鉄筋位置におけるひびわれ幅、たわみ等である。また、コンクリートの打設方向を変えていることから、各供試体の上、下部分のコンクリートの強度差を、載荷試験終了後に、シュミットハンマーと、コアボーリングによって取り出したシリンダーの圧縮試験によって測定した。

3. 実験結果

3-1 破壊状況---載荷試験の結果を表-2と図-3に示す。最も条件の良いA-8が耐力的にも最も優れており、最大荷重最大たわみとも一番大きかった。また、2 δ_y のくり返し載荷では4回目の継手部で付着破壊を起したが、この時点ではコンクリートの圧縮部に圧壊の徴候が見られ

た。A-8は、最大荷重はA-8とほとんど変わらなかったが、じん性がやや劣り（最大たわみで15%）、くり返し載荷3回目以降で付着破壊を起した。これに対し、A-16はA-8、A-8と同様に横方向鉄筋量ラップ長とも指針案を充しているにもかかわらず、くり返し1回目で破壊してしまい、A-8に比べ最大荷重で8%、最大たわみで58%少ない結果を示した。B-16、C-16では、さらに耐力的に劣り、A-8に比べ、各々最大荷重で14%、27%、最大たわみで71%、75%も少なかった。特にC-16は降伏荷重の87%で破壊してしまった。

3-2 スターラップの応力---図-4にスターラップの荷重応力曲線を示す。ただしB-16については添え筋の応力を示した。図から分るように降伏点を越えたA-8、A-8、A-16ではスターラップの応力が2,900 kg/cm^2 に達しており、スターラップが有効に作用していたといえる。しかし、B-16では降伏荷重以上の耐力を示しながら、添え筋の応力は最大で1,340 kg/cm^2 と、継手部の補強にあまり効果がなかった。

3-3 ひびわれ幅---引張鉄筋の応力1,800 kg/cm^2 時の各供試体の最大ひびわれ幅を表-3に示す。各供試体とも最大ひびわれ幅は継手端部に生じたが、その値はACIの式より求めた値よりC-16を除いて10~30%大きくなった。また、横方向鉄筋量が一番少ないC-16では計算値の1.76倍というかなり大きいひびわれが生じた。

3-4 供試体の上下によるコンクリート強度の差---載荷試験終了後の供試体の上下位置でのコンクリート強度の差を測定したが、その結果を表-4に示す。表から分るように最大で10%程度の強度差が上下位置で生じるといえる。

4. まとめ

供試体A-8の実験結果から分るように、施工条件が良い位置に重ね継手を配置した場合は、指針案に規定されたラップ長と、横方向鉄筋量を確保しておけば、耐力、じん性、ひびわれ性状とも問題ないといえる。しかし、橋脚の梁部材のように引張鉄筋の位置が上側になり、ブリージングの影響を受けやすい位置に重ね継手を配置する場合は、指針案の規定を充しても、A-8、A-16の試験結果からも分るように、継手部におけるじん性が低下してしまうといえる。とくに実構造物では梁高が供試体に比べ大きいので、よりブリージングの影響を受けやすくなることから、この傾向がさらに強められるものと考えられる。

なお本実験は、東京都立大学の池田助教授の御指導のもとに、千代田コンサルタントの佐伯氏、住友技研の山内氏の協力を得て行なったものである。

表-2 載荷試験の結果

* C-16は降伏荷重を達した

	コンクリート強度 (kg/cm^2)	降伏荷重(t)		最大荷重(t)	δ_y (mm)	δ_{max} (mm)	δ_y/δ_{max}	破壊状況
		実測値	計算値					
A-8	29.4	27.5	32.6	32.5	20.5	86.5	4.2	くり返し4回目で付着破壊 コンクリートに圧壊の徴候
A-8	"	27.5	"	32.0	20.0	73.0	3.7	くり返し3回目で付着破壊 コンクリートに圧壊の徴候
A-16	28.2	27.5	29.9	29.0	21.5	37.0	1.7	くり返し1回目で付着破壊
B-16	"	27.5	"	28.0	20.5	25.0	1.2	くり返し1回目の降伏直後 に付着破壊
C-16	"	*29.0	"	24.0	—	21.5	—	くり返し1回目で降伏し、 うちに付着破壊

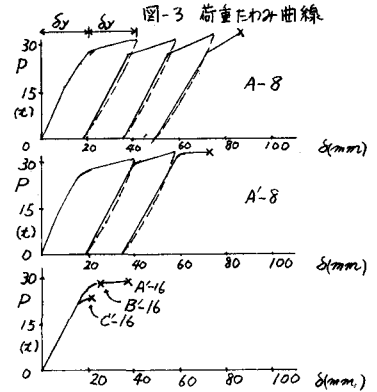


表-4

スラブ	コア		シャットハンマー	
	上	下	上	下
8 cm	271	292	0.93	346
16 cm	292	323	0.90	336

表-3 最大ひびわれ幅

	測定値	ACI	計算
A-8	0.28 mm	0.25	1.12
A-8	0.32	"	1.28
A-16	0.29	"	1.16
B-16	0.32	"	1.28
C-16	0.44	"	1.76

