

住友金属 正会員 〇士堅 秀
住友金属 正会員 白川 潔

1. 緒 言

現在、 32ϕ をこえる太径異形鉄筋の継手には重ね継手よりもガス圧接継手が一般に用いられている。このように太径の継手に重ね継手が用いられない理由としては、これに関する実験が極めて少なく強度上の検討が充分になされていないことが考えられる。

本報告は重ね継手長さ、スターラップ量を変えて梁の曲げ試験を行ない、梁の強度、変形および継手部の付着強度とひび割れ性状を調べて、太径異形鉄筋(D51)にも重ね継手が適用できることを明らかにしたものである。

2. 実 験

2-1. 供試体

使用した異形鉄筋は写真-1に示すフシ形状を有する $51\text{mm}\phi$ の太径鉄筋である。その機械的性質を表-1に、また使用したコンクリートの配合と強度を表-2に示す。供試体は図-1に示すようにスパン 5.7m 、有効高さ 49cm 、幅 50cm の矩形梁で、重ね継手の位置はいずれも曲げスパンの中央に設けた。継手長さ ℓ は公称直径 d の15、

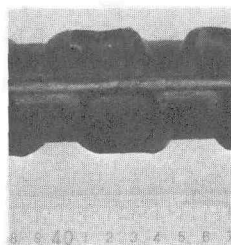


写真-1. 太径鉄筋(D51)

表-1. D51の機械的性質

材 質	降伏点 (kg/mm^2)	引張強さ (kg/mm^2)	伸び (%)
SD35	39.0	59.4	26.7

25、35倍の3種とし、最小かぶりは $1.67d$ とした。なお、継手部のスターラップD16の間隔は 30cm を標準とし、 $25d$ のみは標準以外に 10cm とした梁も供試した。

2-2. 载荷および測定方法

载荷方法は図-1に示すような二点集中载荷とし、梁が破壊するまで静的に加力した。この間のスパン中央点および载荷点のたわみ、継手部の引張鉄筋のひずみ、曲げスパン内の引張鉄筋重心位置での曲げひび割れ幅をそれぞれ、ダイヤルゲージ($1/100\text{mm}$ 目盛)、ワイヤストレンゲージ(ゲージ長: 5mm)、コンタクトゲージ(ゲージ長: 100mm)にて測定した。

2-3. 実験結果とその考察

(1) 梁の強度と変形

各供試体のスパン中央部の曲げモーメントと载荷点に対する梁中央部の相対たわみとの関係を図-2に示した。

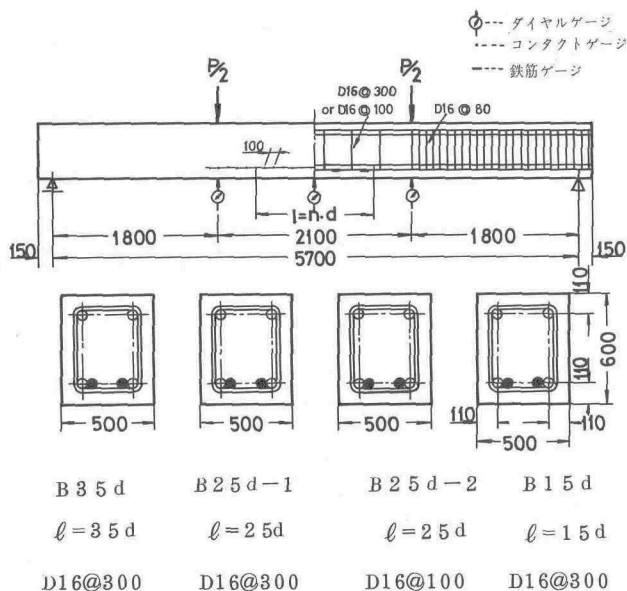


図-1. 供試体と実験方法

なお、図中には先に行なわれたコンクリート強度 ($F_c = 355 \text{ kg/cm}^2$) と曲げスパンのみが異なる継手のない梁の実験値をも換算して示してある。⁽¹⁾

表-2. コンクリートの配合および強度

設計強度 (kg/cm^2)	スランブ (cm)	単位水量 (kg)	単位セメント量 (kg)	水セメント比 (%)	4週強度 (kg/cm^2)	養生方法
300	13	183	373	49	244	空中

破壊時曲げモーメント、相対たわみ、破壊形式、継手の付着強度をまとめて表-3に示した。図-2、表-3より下記のことわかる。

(i) 降伏モーメント以下の処女载荷時では、同じモーメントに対して継手のない梁のたわみが最も大きく、継手長さが15d、25d、35dと長くなるにつれ小さくなっている。

これはスベリが生じないように付着力が作用している間においては、継手部の引張鉄筋量が継手のない断面の2倍あるために曲げ剛性が増加している結果と考えられる。

(ii) B35d梁は引張鉄筋降伏後、曲げスパン内の継手部以外の圧縮側コンクリートが圧壊する曲げ破壊を起こし、継手のない梁とはほぼ等しい耐力(曲げモーメント)を示した。これに対しB25d以下の継手長さが短い場合は継手端部の曲げひび割れを起点として引張鉄筋に沿った縦ひび割れが瞬時に発生する付着破壊を生じた(写真-2参照)。この際、スターラップの密なB25d-2は鉄筋降伏後かなり塑性変形したのち付着破壊したのに対し、スターラップの粗いB25d-1は鉄筋が降伏する以前に付着破壊した。

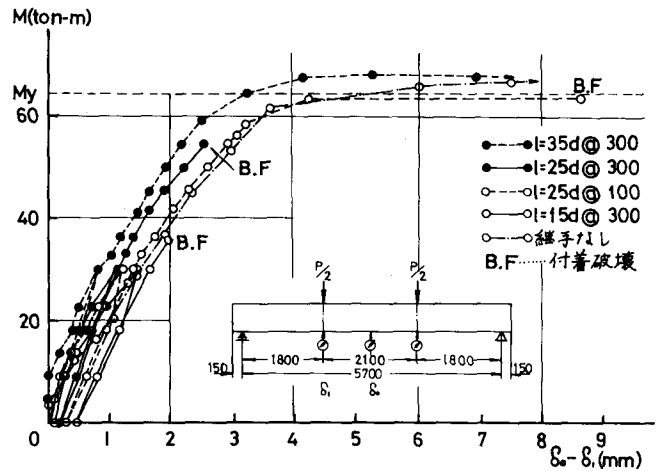


図-2. 曲げモーメント-相対たわみ

表-3. 重ね継手の実験結果

供試体 記号	継手長 ℓ	スターラップ	F_c (kg/cm^2)	破 壊 時			σ_s (kg/cm^2)	τ (kg/cm^2)	τ / F_c
				相対たわみ (mm)	曲げモーメント M_u ($\text{t} \cdot \text{m}$)	形 式			
B-210	なし	16@300	355	7.45以上	70.1	曲げ破壊	—	—	—
B35d	35d	"	244	6.97以上	67.0	"	4058	29.0	0.12
B25d-1	25d	"	"	2.51	56.7	付着破壊	3436	34.4	0.14
B25d-2	25d	16@100	"	8.57	63.0	"	3818	38.2	0.16
B15d	15d	16@300	"	2.00	35.0	"	2122	35.2	0.15

(注) F_c : コンクリートの圧縮強度 $j = \frac{7}{8}d$ d : 有効高さ49cm

τ : 重ね継手破壊時の付着強度 ($= \frac{\sigma_s \cdot d}{4\ell}$)

σ_s : 重ね継手破壊時の引張鉄筋応力 ($= \frac{M_u}{A_s \cdot j}$)

A_s : 引張鉄筋量

(2) 継手部の付着強度とひび割れ性状

図-3(1)(2)(3)はB35d、B25d-1、B25d-2の継手部の付着応力分布が引張鉄筋の応力 σ_s とともにどのように変化するかを示したものである。付着応力は鉄筋に貼付したゲージからひずみを測定しゲージ間における鉄筋の引張力の差を算出し、この差がその間の鉄筋とコンクリートとの付着力と釣り合っているとしてみとめたものである。

図中の●●は右側鉄筋の付着応力分布を示し、○●は左側鉄筋の付着応力分布を示している。

図-3(3)に対応する鉄筋重心位置の曲げひび割れ幅が鉄筋の応力 σ_s とともに変化する様子を図-4に示した。これらの図より下記のことわかる。

(i) 継手部の付着応力分布は継手の両端が高くて中央が低くなっている。しかも付着応力の最高と最低の差は継手長さが長いB35dほど顕著であり、逆に短いB15dは材軸に沿って付着応力が比較的均一化している。これは継手長さをいくら長くしても引張力の伝達に有効な領域がある長さに限定されることを示していると考えられる。

(ii) どの供試体も重ね継手の両端近くに最も大きなひび割れが発生し、継手内のひび割れ幅は継手外のそれよりも一般に小さい。この傾向は既往の⁽²⁾細径鉄筋D16の場合と同じであり、重ね継手の一般的性質と考えられる。

曲げスパン内のひび割れ幅の最大二個の平均値を最大ひび割れ幅とし、引張鉄筋の応力との関係を図-5に示した。図より重ね継手のある梁は継手のない場合よりも一般に最大ひび割れ幅が大きいことがわかる。

なお、スターラップが同じであれば(i)に述べたような理由により破壊時の平均付着強度は継手長さの増加とともにわずかながら低下している(表-2)。一方、スターラップの密なB25d-2の付着強度は $38.2\text{kg}/\text{cm}^2$ であり、粗いB25d-1のそれ($34.4\text{kg}/\text{cm}^2$)より約10%増加している。すなわち、スターラ

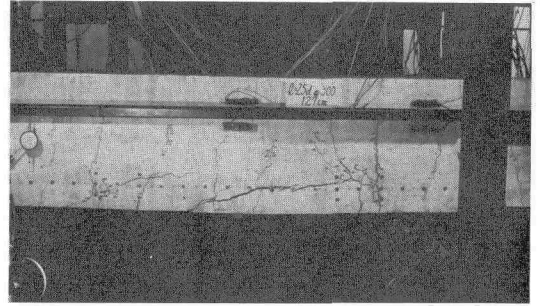


写真-2. 付着破壊 (B25d-1)

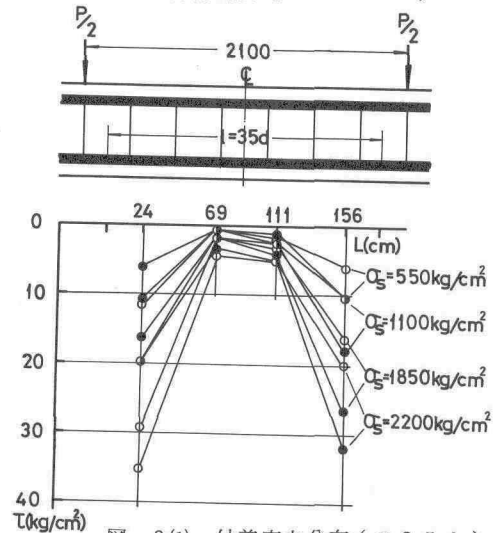


図-3(1) 付着応力分布 (B35d)

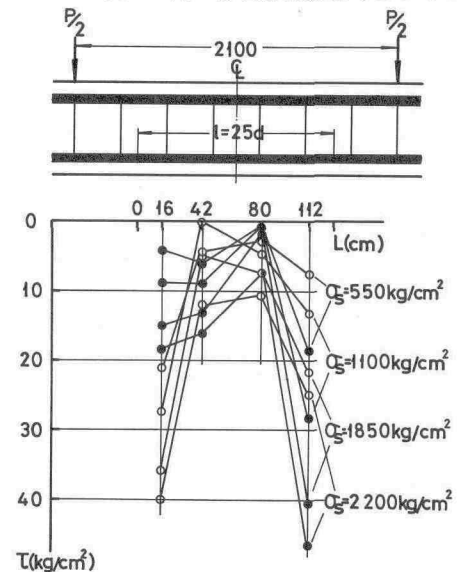


図-3(2) 付着応力分布 (B25d-1)

ップを密に入れることは既往の⁽⁸⁾細径鉄筋 D 16 の場合と同様に重ね継手部の付着強度を増加させることになり、継手部の補強方法として有効であることがわかる。

3. 結 言

曲げスパンに重ね継手のある梁の曲げ試験を行ない、太径異形鉄筋 D 51 (S D 35) の継手部の付着強度を調べた。 その結果、以下のことがわかった。

(1) コンクリートの圧縮強度が 24.4 kg/cm^2 、最小かぶり高が $1.67d$ である場合、継手長さが $35d$ の梁は 100% の継手効率を有する。 なお、継手のある梁は継手のない梁よりも一般に曲げ剛性は大きい。

(2) 継手部の付着応力分布は両端が高く中央が低くなっている。 これを継手に沿って一定であると仮定してもとめた付着強度は 3.4 kg/cm^2 ($\tau/F_c = 0.14$) で細径鉄筋 D 16 の場合とほぼ同等である。

(3) 曲げスパンの最大ひび割れ幅は継手端部に発生し、継手内のひび割れは継手外のそれよりも一般に小さい。

(4) 継手部のスターラップを密にすると付着強度は増加し、梁の強度、塑性変形は増大する。

○ 参考文献

- (1) 土堅秀、久光脩文、白川潔：「太径異形鉄筋を用いた鉄筋コンクリート部材のヒビワレ特性」、土木学会第 26 回年次学術講演会講演集、昭和 46 年 10 月
- (2) 後藤幸正、大塚浩司：「異形鉄筋の重ね継手におけるひびわれについて」、土木学会第 26 回年次学術講演会講演集、昭和 46 年 10 月
- (3) 小倉引一郎、亀田登与三：「引張形式による異形鉄筋の重ね継手強度試験」日本建築学会論文報告集第 103 号 昭和 39 年 10 月

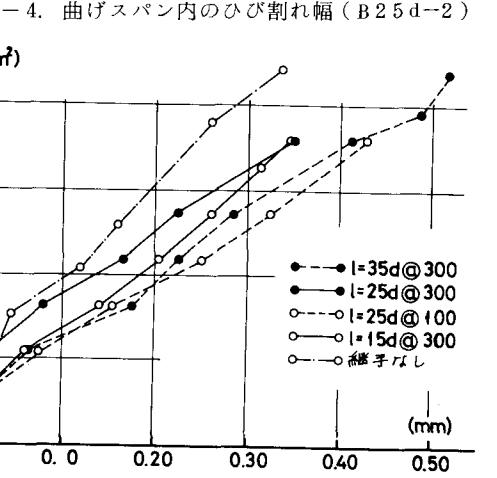
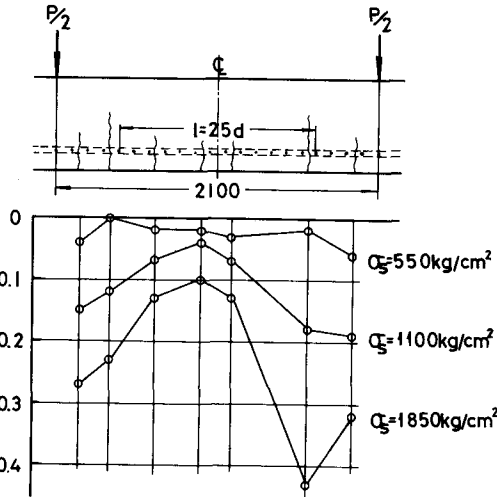
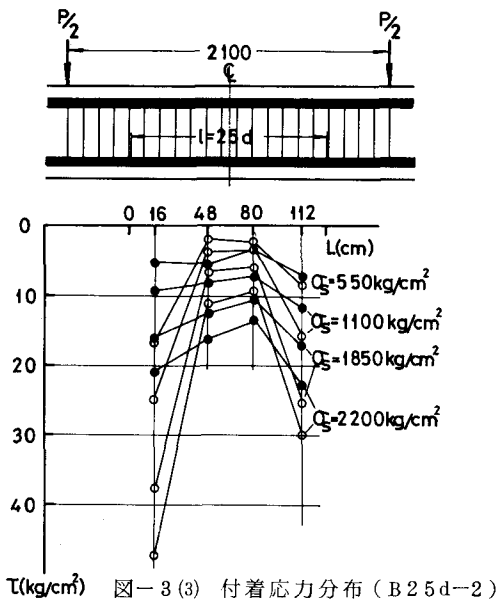


図-5. 引張鉄筋応力と最大ひずみ割れ幅