

建設省土木研究所 正会員 高橋弘人 森濱和正 河野広隆

1. はじめに

鉄筋組立ての合理化を図るために、事前に組み立てた鉄筋（ユニット鉄筋）の使用が考えられている。しかし、現在の基準では継手を同一断面に集中すること（以下、全数継手と呼ぶ）を禁止しているため、ユニット鉄筋を本格的に導入する大きな障害になっている。重ね継手の全数継手とした場合、ひびわれ幅が大きくなったり、破壊時には急激にコンクリートの割裂破壊が生じるなど耐力・変形上の問題が考えられる。しかし、継手方法を工夫したり、全数継手を使用する構造物や継手位置を限定することなどによっては全数継手を使用できるものと考えられる。ここでは、よう壁など繰り返し荷重があまり作用しない幅の広い構造物にユニット鉄筋を使用することを想定し、そのときに考えられる継手方法について継手強度を求めるために実験を行ったので、その結果を報告する。

2. 実験概要

図-2のようにモーメント一定の区間に継手を設けた供試体で、曲げ荷重試験を行った。

Aシリーズ：全数継手の基本的な性状を調べるため、鉄筋径、鉄筋間隔を一定とし、継手長および継手部分の横補強量をパラメータとした。継手長は通常の設計上必要な長さ程度 32ϕ （60cm）と、それより短い 21ϕ

（40cm）の2種類とした。横補強鉄筋量は、「補強1」；通常の補強量程度に対し、「補強0」；補強なし、「補強2」；通常の2倍量とした。

Bシリーズ：異種径の継手とし、継手長を40cm一定とした。

Cシリーズ：段落しの全数継手とした。継手は1本おきになっている。

Dシリーズ：太径の鉄筋を使用し鉄筋間隔を大きくとった。

横補強筋の形状は、スタレーラップのように折り曲げ

ず、水平とした。重ね継手の結束は、所定の長さを重ね合わせその両端を0.6mmの結束線により結束した。主鉄筋と横補強筋はアーク溶接により点溶接した。

使用したコンクリートは、試験時に 210 kgf/cm^2 程度の圧縮強度が得られるように定め、打設は引張鉄筋が打設面になるようにした。供試体載荷時の圧縮強度は $205 \sim 243 \text{ kgf/cm}^2$ であった。鉄筋はSD345を使用し、降伏点は 40 kgf/mm^2 であった。

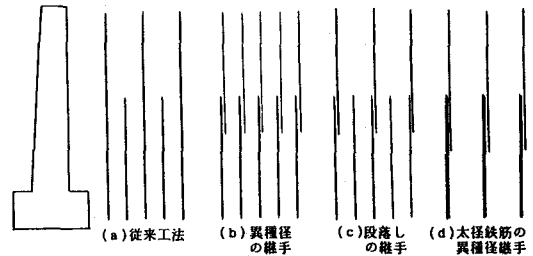


図-1 全数継手

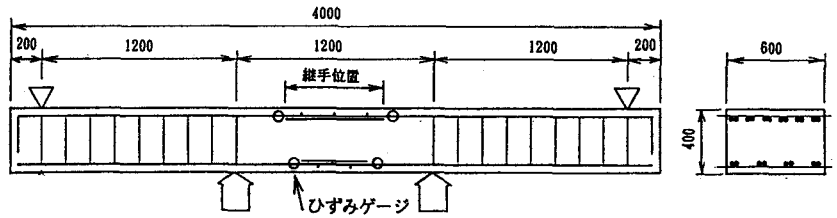


図-2 供試体

表 1 供試体の種類

シリーズ	A			B		C	D
継手種類	同一径の継手			異種径の継手		段落し部の継手	太径鉄筋鉄筋間隔増
鉄筋量	6-D19, etc100			6-D19+6-D16, etc100 6-D19+6-D13, etc100		6-D19, etc100 3-D19, etc200	4-D25, etc150
鉄筋間隔							
継手なし	①			—		①	①
継手長	40cm (21 ϕ) 60cm (32 ϕ)			継手長40cm		②継手長40cm (21 ϕ)	継手長80cm (32 ϕ)
横補強	補強 補強0 補強2			鉄筋組合せ 鉄筋径		補強1	補強
	0	②	⑥	D19-D19	21 ϕ ①(A-③)		0 ②
	1	③④*	⑦	D19-D16	25 ϕ ②		1 ③
	2	⑤	⑧	D19-D13	31 ϕ ③		2 ④

①：供試体番号

* 主鉄筋と横補強鉄筋の結束は点溶接、ただし、A-④は結束線による通常の結束

** 横補強鉄筋量、0：横補強鉄筋なし、1：通常量(D13@200)、2：通常量の2倍(D13@100)

載荷は、鉄筋の許容応力度とその5割増し、公称降伏点で10回ずつ繰り返す、その後は変位を漸増させながら繰り返す、継手両端部の鉄筋ひずみ、たわみ、ひびわれ幅を測定した。

3. 実験結果および考察

(1) ひびわれ、破壊パターン

ひびわれ状況の一例を図-3に示す。今回の実験では、継手のない供試体および異種径の継手は曲げ圧縮破壊であったが、その他の継手を有する供試体はすべてサイドスプリットタイプの破壊(図-3の横断面)であった。Aシリーズは降伏前に割裂破壊したのに対し、C、Dシリーズは降伏後の破壊であり継手強度の向上がはかられた。

(2) 荷重とひびわれ幅の関係

各繰り返し荷重段階ごとに継手両端部のひびわれ幅と計算値の比を図-4に示す。ひびわれ幅の計算は土木学会「コンクリート標準示方書」の式を用いた。ひびわれ幅は、継手がない場合と比較して1.5~2倍程度も大きい。とくにDシリーズが大きい傾向を示した。Bシリーズは細径ほど小さい傾向であった。

(3) 付着強度

継手両端のひずみゲージから得られた最大ひずみから、割裂破壊時の付着強度を求め、2種類の解析値も示した(表2)。解析1は文献1)によるものであり、横補強筋の効果は無視した。解析2は文献2)によるものであり、横補強筋の隅角部の効果は無視し、辺の途中の効果のみ考慮した。

Aシリーズについては、継手長を長くすることにより継手耐力は大きくなるが、付着強度は多少小さくなる。横補強筋の効果は、明確な関係は得られなかった。解析値の比較では、解析1はすべて安全側であったが、解析2はA-5、7、9が危険側であった。

4. まとめ

全数継手の載荷実験の結果、次の傾向のあることがわかった。

- ① 継手長を長くすることにより、平均付着強度は減少傾向にあるが、継手耐力は向上する。
- ② 太径の鉄筋を使用して鉄筋間隔を大きくとることにより、コンクリートの割裂強度が増加し、継手耐力は向上する。しかし、ひびわれ幅は大きくなる。
- ③ 異種径の継手にすることにより、継手強度は向上する。また、繰返しによるひびわれ幅の増加は、細径の鉄筋にするほど小さい。段落しの全数継手も、継手が1本おきとなるため、継手強度は改善される。
- ⑤ 横補強筋の効果は、隅角部を有する横補強筋がない場合、その継手強度の改善効果は明確ではない。
- ⑥ 解析1の方法で付着強度を求めると安全側の値がえられた。

最後に、本実験は建設省総研「建設事業における施工新技術の開発」の鉄筋コンクリートリ-キ-ン(リ-ダー: 檜貝山梨大教授)のもとで、土研と先端セ-、セ-ソ11社の共同研究で実施したものである。

【参考文献】1) C. Orangun, J. O. Jirsa, and J. E. Breen: A Reevaluation of Test on Development Length and Splice, ACI Journal, 1977. 3

2) 藤井、森田: 異形鉄筋の付着割裂強度に関する研究-第1報 付着割裂破壊を支配する要因についての実験結果、建築学会論文集、第319号、1982. 9、-第2報 付着割裂強度算定式の提案、建築学会論文集、第324号、1983. 2

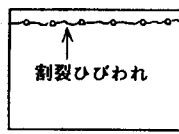


図-3 ひびわれ状況

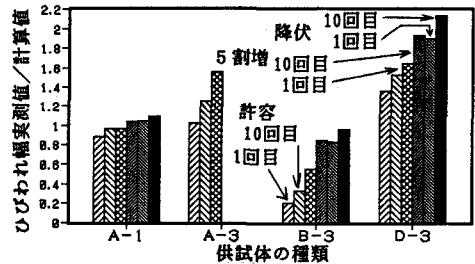


図-4 ひびわれ幅

表2 付着強度・継手耐力

供試体	付着強度 τ_u (kgf/cm ²)				
	実験値	解析1	実/解1	解析2	実/解2
A-2	35.3	25.1	1.41	25.2	1.40
A-3	33.9	25.1	1.35	30.5	1.11
A-4	40.0	25.1	1.59	30.5	1.31
A-5	31.6	25.1	1.26	35.9	0.88
A-6	30.7	22.7	1.35	25.2	1.22
A-7	24.4	22.7	1.07	30.5	0.80
A-8	26.4	22.7	1.16	35.9	0.74
B-1	33.9	25.1	1.35	30.5	1.11
B-2	(39.9)	28.3	(1.41)	34.9	(1.14)
B-3	(30.2)	33.6	(0.90)	41.3	(0.73)
C-2	(48.5)	25.1	(1.93)	30.5	(1.59)
D-2	(31.8)	25.9	(1.23)	28.4	(1.12)
D-3	(31.8)	25.9	(1.23)	33.8	(0.94)
D-4	(31.8)	25.9	(1.23)	39.2	(0.81)

() : 鉄筋降伏, 解析1: 文献1), 解析2: 文献2)