

ループ状鉄筋継手を有する RC 梁部材のせん断耐荷特性

防衛大学校 学生員○池川博亮 正会員 山本佳士 正会員 黒田一郎 正会員 古屋信明

1 はじめに

工場から現場への輸送が必要なプレキャスト工材の場合は、その鉄筋突出長さが輸送上の効率を下げることになる。そこで、低コストで部材からの突出長さが小さく抑えることのできる継手形式として、重ね継手になる継方としてループ状に加工した鉄筋（以下、ループ継手と呼ぶ）に着目する。既往の研究では、ループ継手の一軸圧縮・引張に対する性能と曲げ耐荷性能は調べられているが、せん断耐荷性能に関する研究はあまり行われていない。そこで本研究では、ループ継手のせん断耐荷性能の実験的検討を行う。

2 実験要領

2.1 実験器材

今回実験で作成したコンクリートの水セメント比は40%で、また圧縮強度は平均で $32.8(\text{N}/\text{mm}^2)$ であった。図-1に形状および断面諸元を示す。供試体の全長は1000mmで、主鉄筋はSD295D13、スターラップはSD295D6とし、ループの直径は110mmとした。スターラップは、梁全長にわたってD6鉄筋を100mm間隔で9本配置した。このループ継手のLo-S供試体を基準として、スターラップを2倍としたLo-D供試体、従来の重ね継手を採用したLa-S、La-D供試体等を作成した（表-1）。またコンクリート打継ぎ面を施したLo-S-J、La-S-J供試体も作成した。このコンクリート打継ぎ面はプラスチックシート（厚さ0.02mm）で形成した。表-1に実験ケースおよび結果の一覧を示す。供試体の記号は、まず左から継手の種類で、ループはLo、連続はCo、重ねは、La。次にスターラップの数を表しており、1本の時はS、2本の時はD、無い場合はN。最後に供試体の番号を記しているが、打継ぎ面を施した場合は数字の前にJを入れている。

2.2 せん断載荷実験

本研究においては、図-2に示すように大野式せん断載荷法を採用した。これは、逆対称曲げモーメントが発生するため、供試体設置位置の調整により任意の断面に対して曲げモーメントをゼロにすることができ、せん断力のみが作用する状態を作り出せる特徴がある。

本実験においては、供試体スパン中央のループ中心、また打継ぎ面がある場合は打継ぎ面を曲げモーメントゼロ断面になるように設置した。

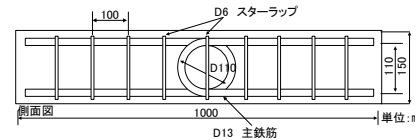
計測項目は、載荷点付近の供試体の変位量を変位計にて計測し、荷重はロードセルにて計測した。

3 実験結果

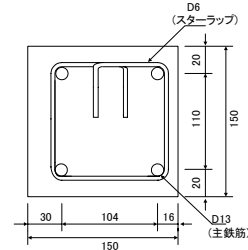
3.1 ループと重ねの比較

図-3にループ鉄筋供試体Lo-S-1と重ね継手供試体La-S-2を比較した荷重-変位曲線を示す。これを見て分かるように、まずループ継手の方が重ね継手に比べ約11%大きな最大荷重 $P_{\max}$ を有しており、ポストピーク後の挙動もほぼ同じである。また、最大荷重に向かう際のグラフの傾きもほぼ同じであり、初期剛性が同じである。ループ状の鉄筋同士に引張応力が確実に伝達されていることを意味している。また、写真-1に破壊形状を示す。

この図を見て分かるように、ループはせん断ひび割れが入る際、ループの部分避けてひびが入っていることが分かる。これはループ内に圧縮応力が作用する頑丈なコアが形成され、ひび割れがその部分を避けているからだ考える。



(a) 形状諸元



(b) 断面諸元

図-1 実験供試体

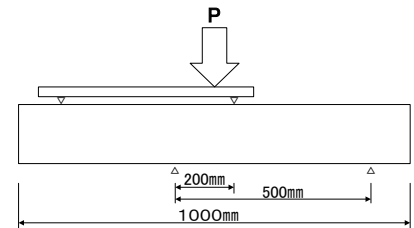


図-2 大野式せん断載荷実験図

表-1 実験ケースおよび結果の一覧

記号	継手	スターラップ	コンクリート打継ぎ面	最大荷重 $P_{\max}(\text{kN})$	ポストピークの荷重
Co-S-1	連続	有	無	118	△
Lo-S-1	ループ	有	無	141	△
Lo-S-2	ループ	有	無	125	△
Lo-S-3	ループ	有	無	149	△
La-S-1	重ね	有	無	125	○
La-S-2	重ね	有	無	122	○
Lo-D-1	ループ	有(2倍)	無	178	△
Lo-D-2	ループ	有(2倍)	無	121	○
Lo-D-3	ループ	有(2倍)	無	124	○
Lo-D-4	ループ	有(2倍)	無	133	△
La-D-1	重ね	有(2倍)	無	220	△
La-D-2	重ね	有(2倍)	無	148	△
Lo-N-1	ループ	無	無	118	×
Lo-S-J1	ループ	有	有	96	○
Lo-S-J2	ループ	有	有	97	○
La-S-J1	重ね	有	有	132	△
La-S-J2	重ね	有	有	110	△

* スターラップ 2倍とはせん断載荷部分に2倍のスターラップを入れたことをいう
* ポストピークの荷重 ○: 最大荷重の70%以上を保持 △: 50%以上 ×: 50%未満

キーワード：鉄筋継手，せん断，耐荷性能，重ね継手

連絡先：〒239-8686 神奈川県横須賀市走水1-10-20 TEL:0468-41-3810(内線3517) FAX:0468-44-5913

3.2 スターラップの効果

図-4 にスターラップ数による最大荷重差を示す。このグラフを見て分かるように、ループ継手に関しては、スターラップを2本入れた供試体、スターラップ1本、およびスターラップの無い供試体とでは、とでは、最大荷重 P_{max} に顕著な差異は認められない。は変わらない。しかし、図-5 を見て分かるようにスターラップを入れないと最大荷重はあまり変化が無くても、ポストピークの耐荷力は急激に下がる。ここでスターラップが、ループの中心内部に形成される圧縮コア（前述）の形成を助ける役割を持つと考えるならば、スターラップが無いとコアがすぐに崩壊し、ループ鉄筋同士の引張力が伝達しなくなり供試体が破壊すると考える。

3.3 打継ぎ面があるときと無いときの強度の比較

打継ぎ面を施したループ継手 Lo-S-J と重ね継手 La-S-J の載荷実験の結果、ループ継手は重ね継手の約86%の最大荷重 P_{max} を保有していることが明らかとなった。（図-6） また、 P_{max} は打継ぎ面無しのループ継手 Lo-S-1 ～Lo-S-3 の実験結果と比べると、打継ぎ面無しのループ継手の約75%であった。これは、打継ぎ面を施すことによって打継ぎ面のコンクリート同士のせん断力伝達がゼロに近くなっており、打継ぎ面におけるせん断力への抵抗は、接合面での摩擦と鉄筋単独でのダウエル効果のみでなされたので、打継ぎ面を施した方が最大荷重が小さくなったものである。

図-6 を見て分かるように、ループ継手と重ね継手は、どちらも同じようなグラフ、つまり破壊の進行を示した。まず第1段階として図-7 のようなひび割れが発生し、その時に荷重-変位関係のグラフで剛性の変化点が現れた。そして第2段階として、そのひび割れが開口し、図中の斜線部分が剥離、剥落し降伏点を過ぎてからも荷重があまり下がらなかった。そしてせん断スパン全体にひび割れが発達し、接合面のずれが大きくなり始めたと同時に荷重が極大値を示し、そこから急激に荷重が落ちた。載荷後の供試体を見ると、ループ継手は接合面で開口ができ、鉄筋だけで繋がっている状態であった。（写真-2） 重ね継手は接合面の隙間は無かった。

4 結論

本研究は、ループ継手のせん断耐荷性能について実験的研究を行い、その結果からループ継手の有効性、スターラップの効果の考察を行った。本研究において得られた知見は以下の通りである。

- (1) 接合面が無い場合、ループ継手は重ね継手とほぼ同等以上の最大荷重 P_{max} を有する。
- (2) ループ継手がせん断破壊する際にひびはループを避けて入る。
- (3) ループ継手においてスターラップの有無およびスターラップ量は最大耐力 P_{max} に影響を与えないが、最大耐力後のポストピーク性状に大きな影響を及ぼす。
- (4) コンクリート打継ぎ面がある場合のループ継手供試体の最大耐力は約14%低減する。



写真-2 打継ぎ目有りのループ継手の破壊形状

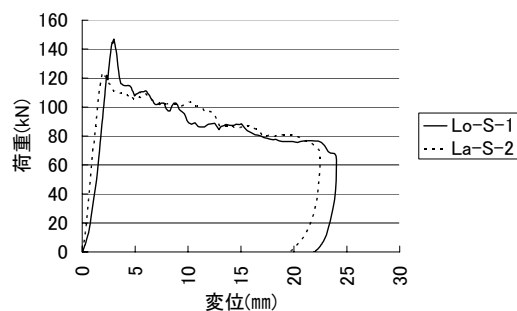


図-3 荷重変位曲線



写真-1 ループ継手の破壊形状

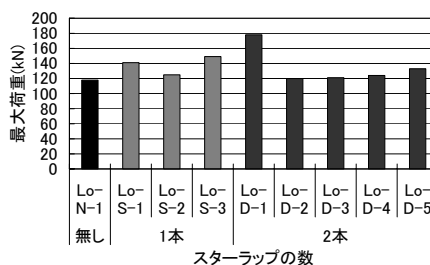


図-4 スターラップの数による最大荷重差

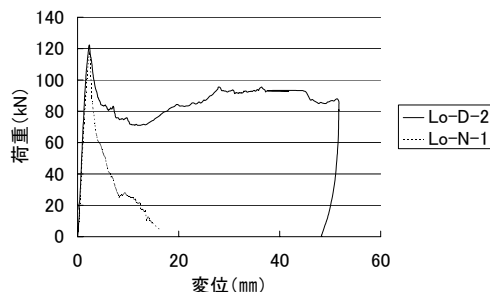


図-5 スターラップ2本と無しの荷重変位曲線

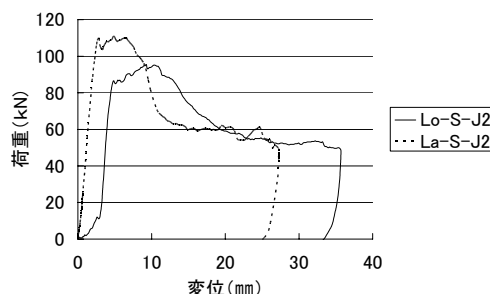


図-6 打継ぎ面有り時の荷重変位曲線

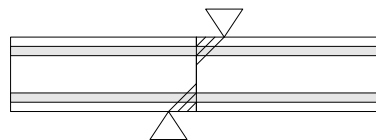


図-7 せん断破壊形態模式図