

JR 東日本 東京工事事務所 正会員 海野 隆 哉
 (財) 鉄道総合技術研究所 正会員 ○棚村 史 郎
 鉄建建設(株) 技術開発本部 正会員 永岡 高

1. まえがき

連壁剛体基礎の鉛直継手に関する一連の模型実験のうち、前報(その1)の従来型重ね継手の実験においては、鉄筋降伏前に重ね継手破壊を生じた試験体が多く、この場合、継手部が付着割裂破壊をおこし、外側主鉄筋が下方に押し上げられるように変形していた。

本報告は、このような破壊形態を考慮して、継手部の耐力の低下を抑止する目的で継手部主鉄筋全体を取り囲む補強帯鉄筋を配置した場合の継手の構造性能を確認するために行った曲げせん断試験の概要とその結果について述べるものである。

2. 実験概要

2.1 試験体 試験体一覧を表-1に、代表的な試験体の形状寸法と配筋を図-1に示す。試験体は、図-1に示すように重ね継手の主鉄筋すべてを取り囲むように補強帯鉄筋を配置している。主鉄筋量、重ね継手長さ、内側と外側の主鉄筋の離れおよび補強帯鉄筋量をパラメーターとして、合計12体の試験体を製作した。なお、試験体は鉄筋籠と型枠をポリマー泥水中に1日以上浸した後、大気中でコンクリートを打設し、振動締固めを行って製作した。養生は、脱型まで散水し、その後屋外放置した。

2.2 使用材料 コンクリートは、早強セメント、呼び強度180 kgf/cm²(試験時目標強度240kgf/cm²)、スランプ18cm、空気量4%のレデーミクストコンクリートを使用し、鉄筋はSD30を使用した。それらの材料試験結果を表-1に併記する。

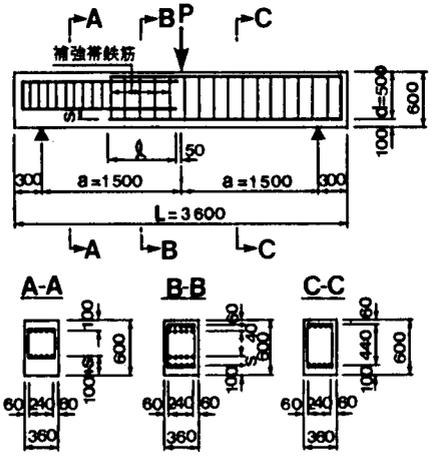


図-1 試験体の形状寸法・配筋

表-1 試験体一覧と実験結果

試験体 No	配筋			材料試験結果			載荷試験結果					
	主鉄筋量 As	継手長さ s	離れ s	補強帯鉄筋量 Ash	コンクリートの 圧縮強度 fc	主鉄筋の 降伏強度 fy	補強帯鉄筋の 降伏強度 fy	最大荷重			じん性率 μ *3	破壊モード
								実験値 Pmax	計算値 Pu *2	Pmax		
24	D19-7 (20.06)	41	10.0	D10-24 (17.12) *1	262	3430	3800	43.2	42.0	1.03	3.95	Y→C
25	D19-7 (20.06)	41	10.0	D13-16 (20.27)	279	3650	3680	41.3	44.6	0.93	1.63	Y→L
26	D19-5 (14.33)	41	10.0	D10-12 (8.56)	279	3650	3440	37.1	32.7	1.13	2.75	Y→L
27	D19-5 (14.33)	41	10.0	D13-12 (15.20)	279	3650	3680	37.6	32.7	1.15	1.67	Y→L
28	D19-5 (14.33)	41	10.0	D16-12 (23.83)	279	3650	3670	41.1	32.7	1.26	7.02	Y→C
31	D19-7 (20.06)	28	10.0	D10-24 (17.12)	262	3430	3800	36.9	42.0	0.88	—	Y・L
32	D25-3 (15.20)	31	10.0	D10-12 (8.56)	279	3920	3440	47.8	37.0	1.29	1.73	Y→L
33	D25-3 (15.20)	31	10.0	D13-12 (15.20)	279	3920	3680	42.2	37.0	1.14	2.68	Y→L
35	D19-7 (20.06)	41	10.0	D13-12 (15.20)	262	3430	3390	38.8	42.0	0.92	—	Y・L
36	D19-7 (20.06)	41	1.9	D13-12 (15.20)	262	3430	3390	38.8	42.0	0.92	—	Y・L
37	D19-7 (20.06)	41	1.9	D13-22 (27.87)	262	3430	3390	46.1	42.0	1.10	5.05	Y→C, L
38	D19-7 (20.06)	41	10.0	補強帯鉄筋なし	262	3430	—	28.9	42.0	0.69	—	L

破壊モード

- 凡例 L: 鉄筋降伏前に重ね継手部破壊
 Y・L: 鉄筋降伏とはほぼ同時に重ね継手部破壊
 Y→L: 鉄筋が降伏し、変形が進んだ後に重ね継手部破壊
 Y→C: 鉄筋が降伏し、変形が進んだ後にコンクリート圧壊

*1 試験体No.24は、表中の補強帯鉄筋の他に継手部を外周より補強した(φ12-10本)。

*2 $Pu = 2 \cdot Mu / a$
 Mu : ACI基準による破壊時曲げモーメント

*3 $\mu = \delta u / \delta y$
 δu : 終局荷重時の変位
 δy : 降伏荷重時の変位

2.3 荷重方法と測定項目 荷重方法は、最大荷重までは荷重制御、その後は変位制御による一方向の単調荷重とし、スパン中央の1点加力による曲げせん断試験（せん断スパン比 $a/d=3.0$ ）である。

測定項目は、荷重重、はり中央の変位（たわみ）、鉄筋の歪度およびひびわれ観測である。

3. 実験結果とその検討

3.1 破壊状況 試験体の代表的な破壊状況を写真-1～2に示す。補強帯鉄筋を主鉄筋量の1倍程度以下に配置した試験体では、外側鉄筋に沿って付着割裂ひびわれが発生し、従来型の基本実験と同様に継手破壊をおこした（写真-1）。

一方、補強帯鉄筋の多い試験体（No.24, 28, 37）は、コンクリートの圧壊を生じて破壊した（写真-2）。

3.2 変形性能 図-2は、主鉄筋量の比較的多い試験体の荷重と変位の関係を示したものである。補強帯鉄筋の少ないもの（No.31, 35, 36）の変形性状は、従来型の試験体（No.38）と比べて耐力はかなり向上するもののじん性はほとんど認めることができなかった。継手部に主鉄筋量の1.4倍の量の帯鉄筋を配置した試験体（No.37）の変形性状は、主鉄筋が降伏した後も変形が大きく進むとともに荷重も徐々に増加し、 $\mu=5$ と大きなじん性を示した。

図-3は、主鉄筋の比較的小さい試験体の荷重と変位の関係を示したものであり、いずれの試験体の変形性状とも主鉄筋が降伏し、変形が進んだ後に破壊している。特に、補強帯鉄筋量の多い試験体（No.28）は、No.37と同様の変形性状を示し、 $\mu=7$ と大きなじん性があることが確認できた。

3.3 最大耐力 最大荷重の実測値と計算値を表-1に併記し、図-4には、主鉄筋量に対する補強帯鉄筋量の割合（ A_{sh}/A_s ）と最大荷重の計算値に対する実測値の割合（ P_{max}/P_u ）の関係を示す。帯鉄筋により継手部を補強した試験体は、従来型（No.38）に比べると大幅に耐力が向上しているが、従来型の基本実験の場合と同様に、 P_{max}/P_u は主鉄筋量が多いものほど小さくなり、計算値程度の耐力を確保することが困難になる傾向がある。また、同一主鉄筋配置の場合、補強帯鉄筋量が多くなるほど P_{max}/P_u も増大する傾向がみられる。

4. まとめ

従来型の重ね継手部分に主鉄筋全体を取り囲む補強帯鉄筋を配置することにより、耐力およびじん性が大幅に改善されることが確かめられた。しかし、その効果を十分に発揮させるためには、通常必要とされるせん断補強筋に比べ、かなり多くの量（主鉄筋の1.4倍程度）の補強帯鉄筋を配置する必要がある。



写真-1 試験体No.26の破壊状況
(重ね継手破壊)

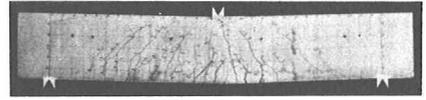


写真-2 試験体No.28の破壊状況
(コンクリートの圧壊)

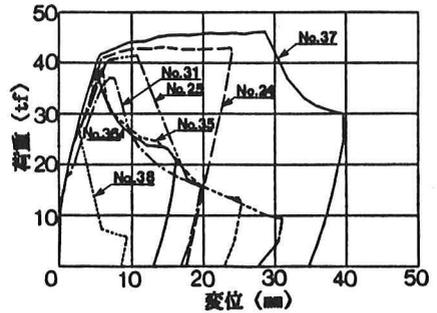


図-2 荷重～変位曲線 (1)

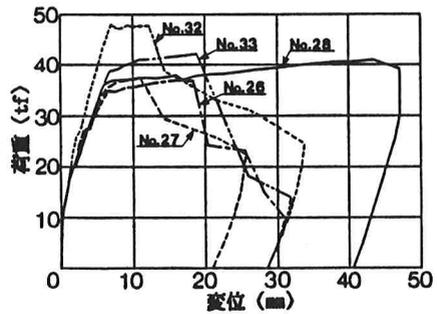


図-3 荷重～変位曲線 (2)

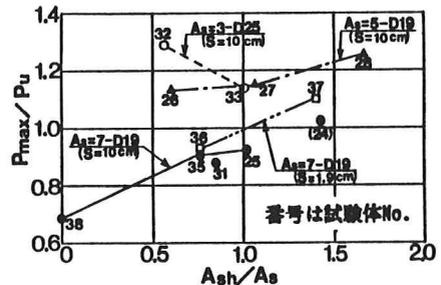


図-4 A_{sh}/A_s と P_{max}/P_u の関係