

V-322 大変形繰返しによるはり・柱接合部の実験的考察

J R 東日本 東北工事事務所 正会員 瀧淵吉則

J R 東日本 東北工事事務所 正会員 大西精治

J R 東日本 東北工事事務所 正会員 菅原正美

1. はじめに

コンクリート構造物の耐震設計を行うに当たっては、部材崩壊型の設計が望ましい。したがって、部材が破壊する以前には、接合部は破壊しないような設計を行う必要がある。また、構造物の系としての靱性を考えた場合、部材の靱性能が十分発揮できるように部材接合部を設計しておかなければならず、今後接合部の設計がますます重要となってくるものと思われる。そこで今回、ト形試験体を用いて正負交番繰返し載荷試験を行い、接合部の耐力、せん断補強筋の効果について考察したのでここに報告する。

2. 実験概要

(1) 使用材料および試験体

試験体は3体であり、その形状・寸法を図-1に示す。これら試験体は、部材の曲げ耐力が等しく、接合部の補強方法が異なっている。また、使用材料の特性、試験体諸元を表-1、表-2に示す。

(2) 加力方法

試験体の載荷は、まず静的試験で降伏変位を求め、制御装置を用いて先に求めた降伏変位の整数倍ごとに、各々10回ずつ変位制御で正負交番載荷を行った。

(3) 測定項目

測定項目は、荷重、天端変位、主筋のひずみ、補強筋のひずみ、ひびわれ状況とした。

3. 実験結果

各試験体の実験結果の一覧を表-3に示す。

NO.1とNO.2は、変位が増すごとに荷重が減少し、最終的に接合部のせん断破壊となった。NO.3は、繰返しに伴う荷重の低下は見られず、最終的には鉛直部材の曲げ破壊となった。

4. 考察

(1) 接合部せん断耐力について

表-3より、今回接合部がせん断破壊した試験体のせん断応力度は、既往の研究で提案された終極せん断強度の1/2～1/3である。これは、これまでの多くの実験が、隣接部材を降伏させないで、接合部入力せん断力を漸増させながら接合部の耐力を算定しているのに対して、今回の実験では、部材降伏後の大変形繰返しを受ける場合のせん断耐力を求めていることに因ると考えられる。

(2) せん断補強効果について

図-2にNO.2とNO.3における補強筋の応力度変化を示す。 σ_{max} は、正荷重、負荷重に係わらず、最大変

表-1 使用材料の特性

コンクリートの力学的特性

試験体	圧縮強度 (kgf/cm^2)	ヤング係数 (kgf/cm^2)
NO.1	264	2.15×10^4
NO.2	287	2.39×10^4
NO.3	326	2.35×10^4

鉄筋の力学的特性

鉄筋の 種 類	呼び名	降伏強度 (kgf/cm^2)	引張強度 (kgf/cm^2)	ヤング係数 (kgf/cm^2)
SD30	D6	3199	6354	2.05×10^4
SD35	D13	3968	5751	2.07×10^4

表-2 試験体諸元

試験体	部材	M_{pc} (tm)	M_{ca} (tm)	接合部
NO.1	D13×3	2.748	2.891	補強なし
NO.2	D13×3	2.748	2.917	D6-1組
NO.3	D13×3	2.748	2.959	D6-3組

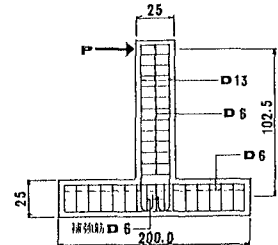
図-1 試験体の形状寸法
(単位: cm)

表-3 実験結果一覧

試験体	P_y (tf)	P_{max} (tf)	$Q_{max, x}$ (tf)	$Q_{max, y}$ (tf)	$r_{p, max}$ (kgf/cm^2)	r_{pu1} (kgf/cm^2)	r_{pu2} (kgf/cm^2)	破壊形式
NO.1	3.25	3.60	14.27	14.33	31.8	95.0	62.3	BY→JS
NO.2	3.15	3.60	14.27	14.33	31.8	99.2	68.9	BY→JS
NO.3	3.25	3.60	14.27	14.33	31.8	103.3	67.7	BY→BF

注) P_y : 降伏荷重, $Q_{max, x}$: 水平方向入力せん断力,
 P_{max} : 最大荷重, $Q_{max, y}$: 垂直方向入力せん断力,
 $r_{p, max}$: 最大荷重時平均せん断応力度
 r_{pu1} : 上付式から求まるせん断強度¹⁾
 r_{pu2} : 是石式から求まるせん断強度²⁾
 BY: 部材の曲げ降伏, BF: 部材の曲げ破壊, JS: 接合部のせん断破壊

位の時点での応力度であり、 $\sigma_{\min}$ は、変位が正から負あるいは負から正に変わる変更点における応力度である。この図から、つぎの2点が考察される。

① $\sigma_{\min}$ は、外力が作用していないにもかかわらず、いずれの実験でもゼロに戻っていない。これは、接合部のコンクリートにひびわれが発生することにより、補強筋に引張力が作用し続けているためと思われる。このことから、N0.2の方がN0.3に比べて $\sigma_{\min}$ が増大しているのは、N0.2の接合部コンクリートが、N0.3に比べてより劣化しているためであることが判断される。②補強筋の応力度が $\sigma_{\min}$ と $\sigma_{\max}$ の間を繰り返すことから、補強筋の効果は次の2つ効果の和と考えることができる。すなわち、1つはコンクリートの負担するせん断力に対応する、コンクリートの拘束効果としての $\sigma_{\min}$ であり、もう一つは、 $\Delta\sigma (= \sigma_{\max} - \sigma_{\min})$ に相当する補強筋自体が受け持つせん断力としての効果である。

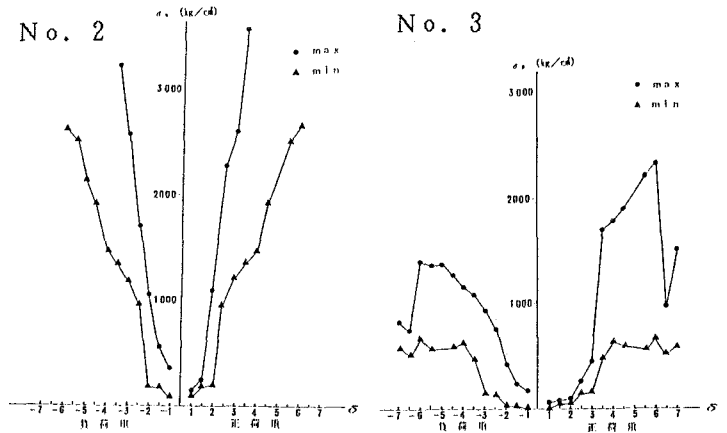


図-2 補強筋の応力度変化

次に、補強筋自体が受け持つせん断力とコンクリートが受け持つせん断力との関係を図-3に示す。ここでは、接合部入力せん断力から補強筋自体が受け持つせん断力を差し引いたものを、コンクリートの負担分とした。いずれの試験体も、対角線ひびわれの拡幅に伴って、補強筋の負担分が増加している。

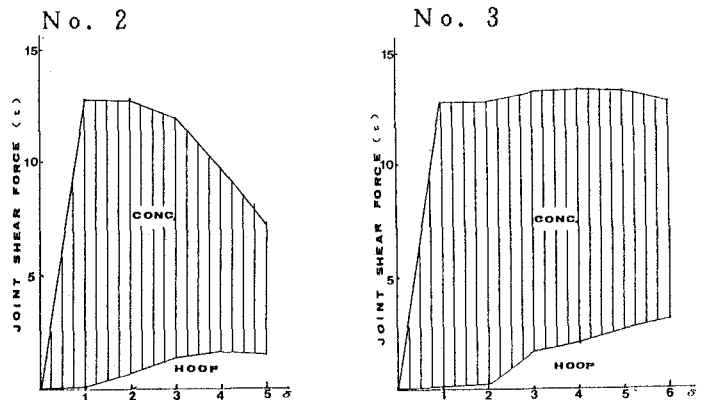


図-3 分担せん断力の推移

またN0.2において大変形繰返しによる耐力の減少が見られるが、これは、コンクリートの受け持つ負担力の減少のためと考えられる。

補強筋量の多いN0.3においては、大変形繰返しによる耐力は減少しておらず、これは、補強筋によるコンクリートの拘束効果によるものと考えられる。

5. まとめ

本研究の範囲内で得られた知見を以下に示す。

- (1) 接合部のせん断耐力は、静的耐力と繰返しに抵抗できる耐力の2つが存在し、大変形繰返しを受ける耐力は、部材降伏後の大変形の繰返しにより減少する。
- (2) 補強筋の効果は、コンクリートの拘束効果と補強筋自体でせん断力に抵抗する効果の2つの効果がある。
- (3) 大変形の繰返しによる耐力の減少は、コンクリートの劣化に起因し、この劣化は、補強筋によるコンクリートの拘束効果により防止出来る。

(謝辞) 本実験は、東北学院大学の大塚研究室のご協力を得て実施した。ここに、大塚教授並びに卒業生に感謝の意を表します。

(参考文献) (1) 上村智彦：日本建築学会大会梗概集、1975、p. 1155-1156

(2) 是石逸二：日本建築学会大会梗概集：1970：p. 89-92