

清水建設(株) 土木設計部 正会員 関島 謙蔵

1. まえがき

鉄骨鉄筋コンクリート部材の許容せん断力は、鉄骨部分の許容せん断力と鉄筋コンクリート部分の許容せん断力の和とする累加強度方式によって算定するのが一般的である。鉄骨の腹部がタイプレート形式(格子形)の場合、タイプレートの補強効果に対する評価は定まっていない。本研究では、まずせん断補強のない鉄骨鉄筋コンクリートはりのせん断破壊性状を把握し、次にせん断補強としてタイプレートとスターラップを使用して、部材のせん断耐力に及ぼす両者の複合機構を明らかにし、せん断力に対する適切な算定方法の提案を試みた。

本研究は東京大学土木工学科で行なったものであり、岡村補助教授から御指導を賜った。また、本研究に対し昭和49年度吉田研究奨励金を授与された。ここに厚く御礼申し上げる。

表-1 鋼材の配置

鋼材の配置				
断面の番号	(1)	(2)	(3)	(4)
図中の記号	○	●	△	▲
鋼材比 A_s/A_c (%)	6.59	7.84	6.59	2.14
鉄骨鉄筋比 A_{ss}/A_{sr}	7.91	2.64	7.91	2.00
鉄骨部分の応力中心間隔 Z_s (cm)	10.1	10.1	14.7	11.6
有効高さ d (cm)	15.4	16.9	17.5	16.4
Z_s/jd	0.752	0.683	0.964	0.805

2. 供試体および試験方法

供試体は表-1に示すように20×20cmの正方形断面を持ち、断面の4隅に山形鋼(50×50×6mm, 25×25×3mm)を配置し、その周囲に主鉄筋D10を配置したものである。せん断補強のない供試体はスパンを一定として鋼材比を変化させたもの、鋼材比を一定としてスパンを変化させたものがある。せん断補強を行なった供試体はスパンを一定とし、タイプレートまたはスターラップを使用してその補強量を変化させている。試験方法は、曲げモーメントに対してせん断力の大きい状態を作るために両端固定のはりとし、スパン中央に集中荷重をかけた。

3. 試験結果およびその考察

(1)ほとんどの供試体は写真-1に示すように斜め引張破壊した。せん断スパン中央部、すなわち曲げモーメントが0の付近に発生した斜めひびわれが載荷点と固定端とに向かって発達し、開口して破壊に至った。



写真-1 破壊状況の例

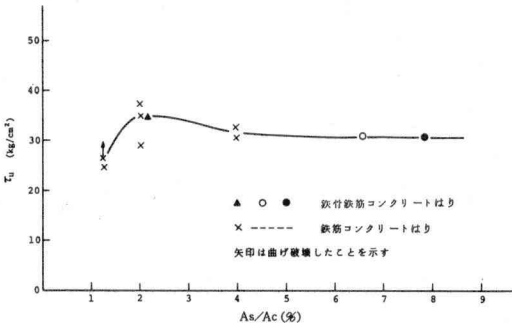


図-1 鋼材比とせん断強度の関係

(2)両端固定としたせん断補強のない鉄骨鉄筋コンクリートはり、斜めひびわれの先端が上下とも圧縮側コンクリート中にあるために、引張側鋼材の影響が見られず、むしろ鋼材比が大きくなるとせん断強度は低下する傾向にある。また鋼材比が等しいれば、鉄骨鉄筋コンクリートはり鉄筋コンクリートはりのせん断強度はほぼ等しい。(図-1参照)

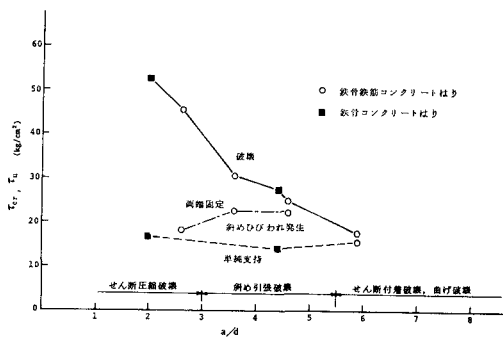


図-2 a/d の及ぼす影響

した。この結果より、鉄骨鉄筋コンクリート部材のせん断補強としてスターラップはきわめて有効であり、鉄骨腹部を全く持たない場合でもスターラップのみによって十分なせん断補強が可能である。

(5) タイプレートはスターラップほど有効ではなく、補強量が多くなると補強効果が頭打ちとなる。しかし補強量の少ない場合については、タイプレートはスターラップと同様トラス理論によって設計するので、タイプレートの構成するトラス(高さ Z_s)がスターラップの構成するトラス(高さ j_d)よりも小さいことを考慮して、タイプレートの補強効果には補正係数 $\frac{Z_s}{j_d}$ をかける必要がある。従ってタイプレートの補強効果を一律にスターラップの $\frac{1}{2}$ とすることは合理的でない。(図-4参照)

(6) タイプレートとスターラップを併用した供試体のせん断強度と、タイプレートのみによって補強した供試体のせん断強度との差は、図-5に示すようにちょうどスターラップによる補強量の差となっている。そこで両者を併用した供試体のせん断強度は、タイプレートの構成する小トラスの強度とスターラップの構成する大トラスの強度の和として表わすことができる。(重ねセットラス理論)

(7) タイプレートとスターラップを併用してせん断力に対する算定を行なう場合には、コンクリート自体の負担するせん断力を考慮し、それぞれの補強筋比の和 $\frac{Z_s}{j_d} \alpha_{sw} + \alpha_r$ が0.2%以下では効果がないとして、0.2%を越える量だけトラス理論通り有効とするのがよいと思われる。この時タイプレートによる補強量 $\frac{Z_s}{j_d} \alpha_{sw} \alpha_{sra}$ の上限値を 16 kg/cm^2 とし、

越える場合は越える部分を無視するのが安全である。またスターラップによる補強量 $\alpha_r \alpha_{sra}$ は約 35 kg/cm^2 まで可能である。

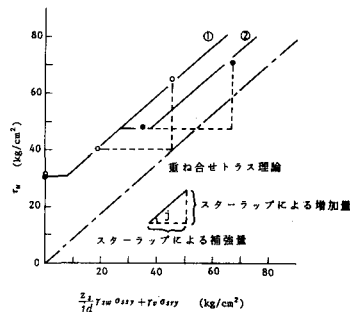


図-5 タイプレートとスターラップによる補強

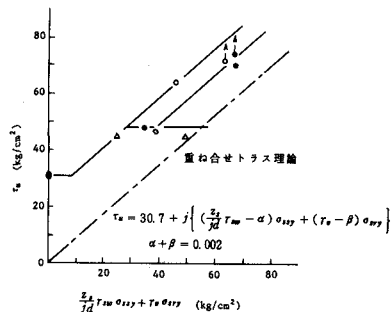


図-6 タイプレートとスターラップによる補強

(3) 両端固定の鉄骨鉄筋コンクリートはり、斜めひびわれ発生時のせん断力強度が単純支持の場合よりも若干大きくなる。 a/d が小さくなると、鉄筋コンクリートはりと同様せん断強度は増加するが、せん断強度の大きさは a/d が等しければ両端固定、単純支持の区別なしにほぼ等しい値である。(図-2参照)

(4) スターラップのみで補強した供試体は、図-3に示すように2本とも曲げ引張破壊

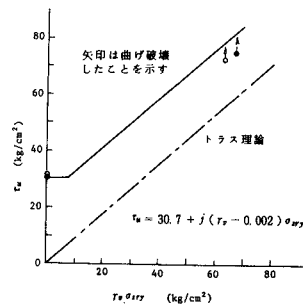


図-3 スターラップによる補強

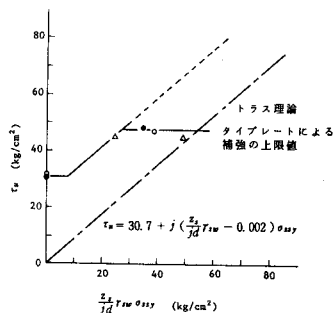


図-4 タイプレートによる補強