

東京大学大学院 学生員 仙名 宏
 石川島播磨重工業(株) 正会員 竹内 浩一
 東京大学工学部 正会員 上田 多門

1. はじめに

鋼板とコンクリートを用いた合成構造は、鋼板を型枠として使用するのに必要な剛性の確保及び鋼板とコンクリートとを一体化させるずれ止めという観点から、鋼板にリブ（スティフナー）を取り付けることが試みられている。しかし、コンクリート中に強固なリブが埋め込まれると、リブ先端のコンクリート部に応力集中が起こり、RC構造に比べ曲げひびわれやせん断ひびわれを早く発生させてしまうという欠点がある。今回対象とするようなコンクリートの外側にある鋼板に取り付けられたリブに関する既往の研究は少なく、また、その形状変化による鋼とコンクリートの間のせん断力伝達の相違について触れているものは見あたらない。

本研究では、L型リブをずれ止めとしての観点から取り上げ、リブの形状が初期ひびわれ発生時期・せん断耐力及び鋼板とコンクリートの一体性に対してどのような影響を及ぼすか把握する目的で、リブの板厚及びリブフランジの幅を変えて鋼板とコンクリートの間に水平せん断力を与える実験を行なった。

2. 実験の概要

試験体は図-1のように、90×90×30cmのコンクリートの外側に板厚4.5mmの鋼板を取り付けたものである。試験体にはL型リブを用い、図-2に示すようにその形状によりtype 1（板厚3.2mm×リブ高さ60mm×リブフランジ幅30mm）、type 2（3.2×60×60）、type 3（6.0×60×30）に分けられ各1体ずつ計3体作成した。試験体に使用したリブの大きさが実構造物の約1/3であるので、骨材の寸法効果を考慮して3体ともモルタルを使用した。また、使用した鋼板の種類はすべてSS41である。

荷重の方法は図-1に示す通りで、荷重測定にはロードセルを用いた。変位は変位計で電氣的に測定し、図-1の $\delta 1$ を鉛直変位、 $\delta 2$ を水平変位とした。鋼材のひずみは5mmワイヤーストレインゲージで電氣的に測定した。

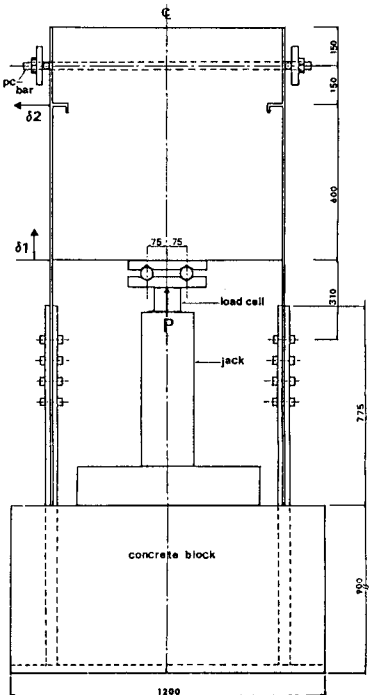


図-1 試験体及び荷重方法

3. 実験結果

実験から得られた測定値を表-1、破壊時のひびわれ状況の1例としてtype 2のひびわれ図を図-3に示す。

ひびわれ挙動は3つの試験体とも、リブフランジの先端からひびわれが発生し、荷重の増加

試験体	コンクリート強度 (kg/cm ²)	ひびわれ発生荷重 (t) (*)	最大耐力 (t)
type 1	301	16 (**)	21.30
type 2	328	9	18.97
type 3	397	11	21.70

(*) ひびわれ発生荷重はリブのフランジ先端からひびわれが発生した荷重
 (**) type 1のひびわれ発生荷重は、他のtypeと実験条件が異なるため多少大きな値となっている。

表-1 実験結果

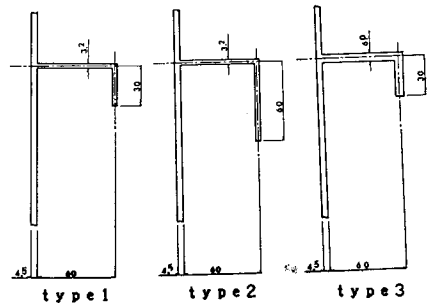


図-2 リブ形状

に伴い鉛直方向へ徐々に伸展し、表-1に示した最大耐力の荷重の時、ひびわれが載荷点に向かって瞬時に達する。

鋼板のひずみの測定から、鋼板とコンクリートの間に摩擦はほとんどなく鋼板の引張力はほとんどリブによってコンクリートへ伝達されることがわかった。リブのひずみは、鋼板とリブの付け根部分のひずみが一時的に大きなひずみ量を示したが、鋼板の軸ひずみに比べて小さい。今回の実験では鋼板・リブともにひずみは弾性範囲内であった。

荷重-変位曲線を図-4, 5に示す。変形性については図-4から、鉛直方向の変位曲線の傾き（剛性）は3体ともあまり変わらなく、また、図-5からリブの水平方向の浮き上がりはリブフランジ幅の大きいtype 2が最も少ないことがわかった。しかし、今回の実験範囲では顕著な差異は見うけられな

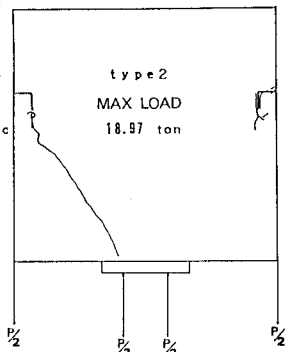


図-3 ひびわれ図

4. 考察

今回の実験では、鋼板・リブのひずみは弾性範囲内であったので、せん断耐力はリブ自身の耐力ではなく、リブ先端から発生するひびわれの伸展によって決まってしまうと考えられる。コンクリートの引張強度 f_t を $f_t = 0.58f_c'$ とすると、type 1, 2, 3の f_t はそれぞれ、26.0, 27.6, 31.3 (kg/cm²)となる。従って、最大耐力の比は、

1 : 1.06 : 1.20になると考えられる。実験値の最大耐力の比は1 : 0.89 : 1.02であるから、耐力的にはtype 1 > type 3 > type 2の順であると考えられる。しかし本実験のように鋼板に型枠としての剛性を付与するために必要なリブ形状の範囲でリブの板厚・リブフランジ幅を大きくし、リブとしての剛性を増したり、あるいはリブがコンクリートから引抜けにくくしたりしてもリブ先端でのひびわれ発生時期には大きな影響を与えていない。この実験での耐力は、別に行われたスラブの載荷試験結果の斜めひびわれ発生荷重と比較的よく一致していることが確かめられた。しかし、本実験での鋼コンクリート合成部材では斜めひびわれが必ずしも終局状態を意味する訳ではないので、ひびわれ発生後のリブのせん断耐荷機構に与える影響を今後明らかにする必要がある。

また、実験を行った試験体と同じものを2次元非線形有限要素解析を行った結果、ひびわれが実験結果と同じ方向へ入るようにすると耐力は実験結果とよく合うことが確認された。しかし、FEMではどの方向へひびわれが入るかが要素分割の方法に非常に影響を受けるので、破壊力学のように1本のひびわれの発生と伸展を正確に追える解析法の必要性が考えられる。

5. まとめ

本研究から、鋼板とコンクリートの間に作用する水平せん断力はほとんどリブによってコンクリートへ伝達されること、せん断耐力はリブ自身の耐力ではなく、リブ先端から発生する斜めひびわれによって決まってしまうこと、また、リブの厚さ・リブフランジ幅を大きくして鋼板自身の剛性を高めても、鋼コンクリート合成部材としての剛性は改善されず、ひびわれの発生を遅らせて耐力を上げることはできないということがいえる。しかし、試験体に使用したリブが一連であり、多連のリブを用いる実構造物と形式が異なることから、実際の構造物への適用にあたっては今後さらに研究が必要と思われる。

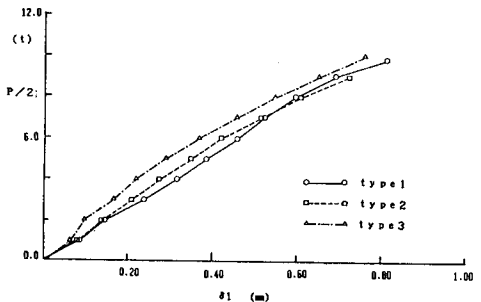


図-4 荷重-変位曲線（鉛直方向）

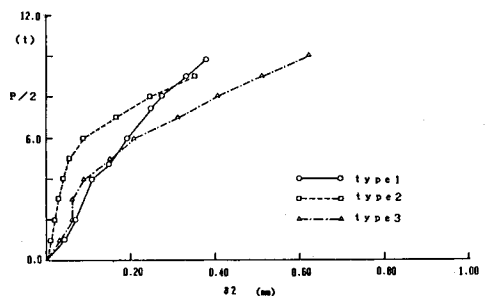


図-5 荷重-変位曲線（水平方向）