

## I-47

## 薄肉ウェブを有するU形孔ばりの座屈実験

## ーU形鋼リブの補剛効果についてー

立命館大学院 学生員 井口 稔也

立命館大学理工学部 正会員 伊藤 満

## 1. はじめに

U形鋼閉リブを有する鋼床版横リブは、横リブと縦リブとの交点でU形鋼閉リブを通すための大きな切欠が横リブ腹板に設けられる。この横リブの孔あき腹板の設計は、通常のプレートガーターの腹板の設計基準をもとに、この交差部が極めて複雑な応力集中を受けることもあって、安全側となるよう出来るだけ横リブ腹板を厚肉断面とする場合が多い。本実験は、薄肉腹板上部に①U形孔を有するはりと、②このU形孔をU形鋼閉リブで補強したはりの腹板の座屈強度を実験で求め、主にU形鋼閉リブの補剛効果について、有限要素法による弾性座屈解析値との比較検討を加えたものである。

## 2. 実験概要

供試体は、単純ばり形式の中央一点載荷とし、①腹板上部にU形孔を有するはりと、②このU形孔をU形鋼閉リブで補強したはりの2種類を製作した。材質はすべてSS41である。供試体は図-1に示すように載荷点に対して一方（テストパネル部）のみが確実に座屈崩壊するように、他方に多くの垂直補剛材を設けて補強してある。それぞれの供試体寸法は腹板高（ $b$ ）のみを3種類変化させ、Aタイプ、Bタイプ、Cタイプ供試体の腹板高（ $b$ ）はそれぞれ640、550、460（mm）とした。またU形孔高さは各供試体とも一定とし、U形孔の形状寸法は鋼床版用U形孔のJIS規格<sup>1)</sup>の中から呼び名、300×200のU形鋼閉リブに近い寸法を選んだ。その孔あき部の詳細図を図-2にそれぞれ示す。

それぞれの供試体とも初期変形は大きく載荷前の腹板テストパネルの面外変形の最大値は供試体A-1において4.5mmであった。

## 3. 実験結果

今回の実験値と比較するため、腹板テストパネルと同じ寸法の有限要素モデルを用いて、その弾性座屈解析を有限要素法<sup>3)</sup>により行った。有限要素モデルは4辺形要素とし、U形孔のコーナー部分に応

表-1 供試体の作製寸法

| 供試体                   | 腹板高<br>$b$ (mm) | テストパネル<br>アスペクト比 | 孔 高<br>$h$ (mm) | 幅厚比<br>( $b/t$ ) | $h/b$ |
|-----------------------|-----------------|------------------|-----------------|------------------|-------|
| U<br>リ<br>ブ<br>な<br>し | A-1             | 640              | 1.41            | 200              | 0.39  |
|                       | B-1             | 550              | 1.64            | 172              | 0.45  |
|                       | C-1             | 460              | 1.98            | 144              | 0.54  |
| U<br>リ<br>ブ<br>あ<br>り | A-2             | 640              | 1.41            | 200              | 0.39  |
|                       | B-2             | 550              | 1.64            | 172              | 0.45  |
|                       | C-2             | 460              | 1.98            | 144              | 0.54  |

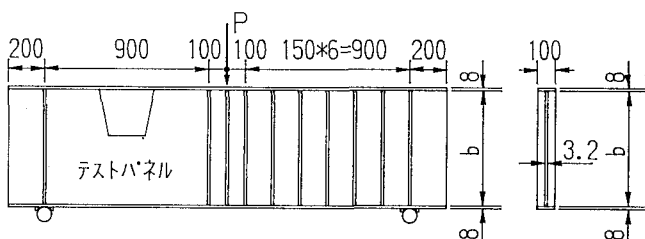
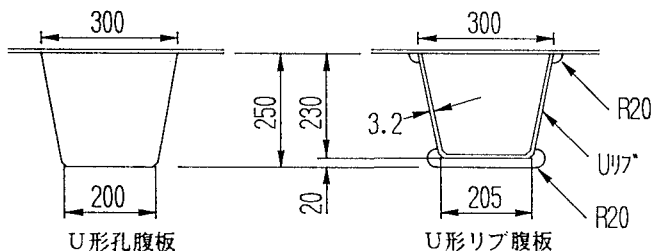


図-1 供試体および載荷方法



(供試体A-1, B-1, C-1)

(供試体A-2, B-2, C-2)

図-2 孔あき部の詳細図

力の集中が予想されたため、その部分の要素を細かく分割した。また腹板テストパネルの境界条件はフランジとスティフナーによって固定支持、Uリブによって単純支持されているとした。写真-1に腹板の座屈状況を示す。

実験によって得られた腹板のせん断座屈応力 $\tau_{cr}$ と、弾性座屈解析により求められた腹板のせん断座屈応力 $\tau_{cr}^*$ およびU形鋼リブの補剛効果を表-2に比較して示す。この表により腹板の座屈強度に対して、U形鋼閉リブを設けたために生じる補剛効果(補剛率: $\tau_{cr2}/\tau_{cr1}$ )は、約1.2~2.0倍となることが分かる。

実験により得られた腹板テストパネルの座屈荷重 $P_{cr}$ は $P-\delta^2$ 法<sup>2)</sup>により決定し、腹板のせん断座屈応力 $\tau_{cr}$ は $\tau_{cr}=P_{cr}/A_w$ ( $A_w=b t$ )とした。

また、実験より求められた腹板のせん断座屈応力 $\tau_{cr}$ と弾性座屈解析より得られたせん断座屈曲線とをプロットしたものを図-3に示す。この図の座屈曲線から、腹板の同じ幅厚比に対する補剛効果はアスペクト比の小さいAタイプ供試体の方が、アスペクト比の大きいCタイプ供試体よりも大きいことが分かる。

供試体A-1は、他の供試体と比較して極めて低い座屈荷重を示したが、これは①腹板の初期変形が他の供試体と比較して大変大きかったことと、②U形鋼リブのない、しかも幅厚比の大きいU形孔ばりのため他の供試体と比較して初期変形の与える影響が大きかったことの2つの原因が相乗的に作用したためと考えられる。

#### 4. あとがき

今回は、薄肉腹板を有する①U形孔ばりと、②このU形孔をU形鋼閉リブで補強したはりの腹板高のみを変化させた供試体を製作して腹板の座屈強度の比較実験を行った。今後は孔あき部の腹板のアスペクト比を一定にして、U形孔および補剛U形孔の大きさを数種類変化させた場合の座屈強度について検討を加える予定である。

なお、供試体の製作にあたって、富士車輛(株)滋賀工場の多大なる援助を得た。ここに深謝する次第である。

(参考文献)

1) 日本構造協会標準委員会、Uリブ規格作成委員会

: 鋼床板U形鋼のJSS規格 橋梁と基礎 1980年 7月

2) 吉織、藤田、川村、荒井: 有孔板の座屈強度 造船協会論文集 第122号 1967年 11月

3) マーク株式会社: マーク ユーザーズ マニュアル Vol. A~D 1992年

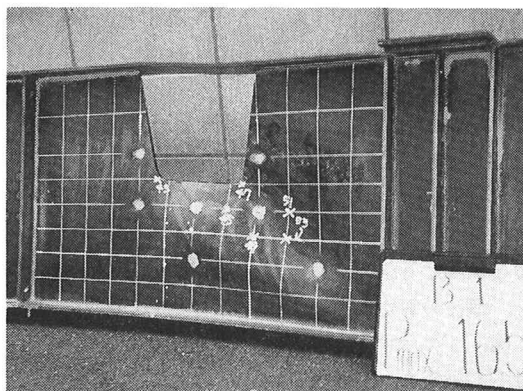


写真-1 腹板の座屈状況

表-2 U形鋼閉リブの補剛効果

| 供試体 | 幅厚比<br>(b/t) | 実 験 値                                   |                                         |                                     |
|-----|--------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------------|
|     |              | U形孔                                     | Uリブ                                     | 補剛率                                 |
|     |              | $\tau_{cr1}$<br>(kg/cm <sup>2</sup> )   | $\tau_{cr2}$<br>(kg/cm <sup>2</sup> )   | $\frac{\tau_{cr2}}{\tau_{cr1}}$     |
| A   | 200          | 106                                     | 335                                     | 3.16                                |
| B   | 172          | 309                                     | 359                                     | 1.16                                |
| C   | 144          | 215                                     | 311                                     | 1.45                                |
| 供試体 | 幅厚比<br>(b/t) | 理 論 値                                   |                                         |                                     |
|     |              | U形孔                                     | Uリブ                                     | 補剛率                                 |
|     |              | $\tau_{cr1}^*$<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | $\tau_{cr2}^*$<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | $\frac{\tau_{cr2}^*}{\tau_{cr1}^*}$ |
| A   | 200          | 159                                     | 305                                     | 1.92                                |
| B   | 172          | 156                                     | 301                                     | 1.93                                |
| C   | 144          | 163                                     | 282                                     | 1.73                                |

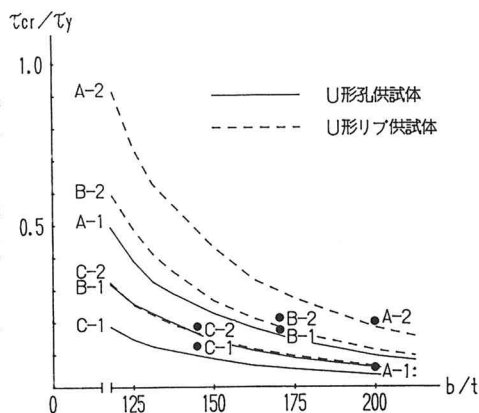


図-3 せん断座屈曲線