

I-93

U形孔ばりの耐荷力に及ぼすせん断力の影響について

(株)新日本技術コンサルタント 正員○藤原清隆
立命館大学理工学部 正員 伊藤 清

1. まえがき

通常、腹板に孔を有するはりの孔周辺部には、設計計算には、現れない 2 次的な応力度が複雑に作用する。

この 2 次応力度は、局部的にかなり大きなものとなるため、疲労強度、極限強度の面からの検討が必要とされている¹⁾²⁾。鋼床版横リブの腹板断面は、腹板の最上部という特殊な位置に逆台形孔を有するために、腹板中央付近に円孔(矩形孔)を有する通常の孔あきばりとは異なった挙動をすることが予想される。本研究は、鋼床版横リブを腹板上部にU形孔(逆台形孔)を有するはりとしてとらえ、主としてはりの耐荷力に及ぼすせん断力の影響について F E M 解析³⁾⁴⁾により検討を試みたものである。

2. U形孔ばりの塑性域の拡がり

図-1は、腹板高さと孔高さの比が 3.0であるU形孔ばりが、孔の中央で曲げモーメントが 0t_mとなるような、せん断をうけた場合の腹板断面の塑性域の拡がりを示したものである。この図に示されるように、U形孔ばりがせん断をうけた場合には、U形孔の下部腹板断面に塑性域が拡がり、孔の下コーナー部を通る断面に塑性ヒンジが形成されていくことを示している。

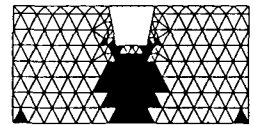
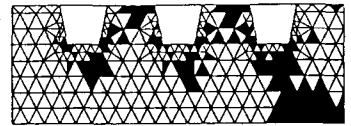
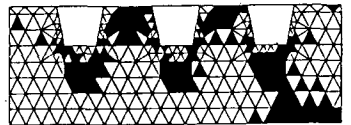
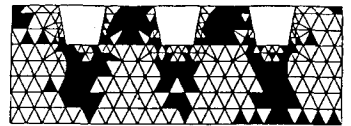
図-1 $M/Q=0$ $Q=14t$

図-2,3,4は、3つの孔を有するU形孔ばりが曲げとせん断の組合せ荷重をうけた場合の腹板断面の塑性域の拡がりを示したものである。曲げモーメントとせん断力の比は、右端の孔の中央でそれぞれ1.0, 0.75, 0.5となるように変化させている。これらの図をみると、最も小さな曲げモーメントが作用する左端のU形孔周辺部においても塑性域が広範囲に拡がっている様子がわかる。これは、通常の孔のないはりにはみられない現象であり、U形孔ばりの極限強度がせん断力に支配されやすいということを示しているものと思われる。3つのU形孔を有するはりがせん断と曲げの組合せをうけた場合には、孔が1つの場合と違い、U形孔の側方部に塑性域が拡がっている。また、この部分では、曲げモーメントとせん断力の比 M/Q が小さいほど広範囲に塑性域が拡がっている。したがって、この部分の降伏は、複数のU形孔の存在、およびせん断力の2つの影響によるものと思われる。しかし、この部分が完全に降伏した場合でも、その下に位置する断面は、十分弾性であるため、そのことが直接に、はりの崩壊には結び付かないと考えられる。このために、複数のU形孔を有するはりの場合にも、1つのU形孔を有するはりと同じだけの強度を期待することができるように思われる。

図-2 $M/Q=1.0$ $Q=14t$ 図-3 $M/Q=0.75$ $Q=16t$ 図-4 $M/Q=0.5$ $Q=18t$

3. U形孔ばりのせん断耐力

図-5は、U形孔ばりがせん断をうけたときの、孔コーナー部を通る断面における鉛直方向に作用する直応力の分布を示したものである。このように、U形孔ばりにせん断が作用した場合には、通常のはりには

みられないような、鉛直方向に作用する大きな直応力が生じている。このことから、U形孔ばりのせん断耐力を求めるためには、崩壊断面に生じるせん断応力とフィーレンディール作用により生じる直応力以外に鉛直方向に作用する直応力を考慮して解析を行う必要があると考えられる。

図-6は、鉛直方向に作用する直応力の大きさを求めるための仮定を示したものである。まず、孔の下コーナー部、および上コーナー部を通る断面にせん断応力が一様に分布するものと仮定すると、孔の側方部分の鉛直方向への釣合よりこの部分に鉛直方向に作用する直応力(σ_y)が生じることになる。さらに、その1/2の大きさの $\sigma_y' (= \sigma_y/2)$ が孔の下コーナー部を通る断面に一様に分布するものとする。この仮定に基づき、鉛直方向に作用する直応力を考慮したせん断耐力を極限強度解析により求めた結果、FEM解析結果および実験結果とのよい一致がみられた³⁾。(図-7)

図-7は、U形孔ばりの腹板断面の減少と2次応力度の影響によるせん断耐力の低下率と腹板高さとU形孔高さの比(H/h_o)との関係を示したものである。通常の解析方法によると、(H/h_o)が大きくなるほど強度の低下率は小さくなるが、(H/h_o)が3.0程度になると、さらに腹板高さを大きくしても2次応力の影響により強度の低下率をそれ以上小さくすることができないことがわかる。このような、せん断耐力の低下率からみて、腹板の強度設計には、この曲線に示されるような、U形孔ばりの2次応力度の影響による強度の低下率を考慮するのがよいと考えられる。

4. あとがき

鋼床版横リブを逆台形孔を有するはりとしてとらえ、FEM解析により、U形孔周辺部の塑性域の拡がり、および孔周辺に生じる2次応力について検討を加えた。今後、U形孔ばりに曲げとせん断の組合せが作用した場合の耐荷力を極限強度解析とFEM弾塑性解析の両面から検討を加えていくつもりである。

参考文献

- 1) 成瀬輝男「ゴールデンホーン橋の構造特性」土木学会論文報告集，第241号，1975年9月
- 2) 大村裕，上野谷実，金谷和久「鋼床版横リブスリット周辺の応力分布と耐荷力」橋梁と基礎，1976年8月
- 3) 藤原清隆「純曲げ・せん断をうけるU形孔ばりの弾塑性挙動に関する研究」立命館大学修士論文，1988年3月
- 4) 藤原，伊藤「U形孔ばりの弾塑性挙動について」土木学会関西支部年次講演集，1988年4月

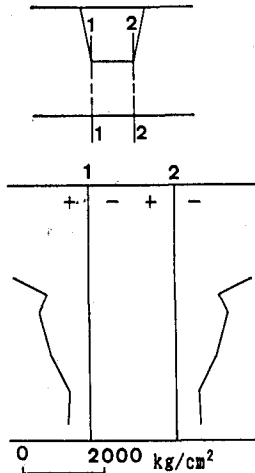


図-5 σ_y 分布

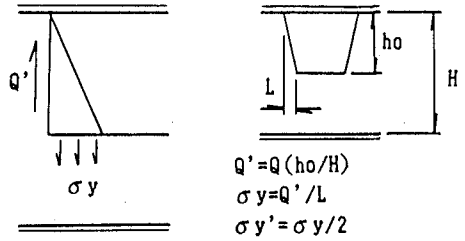
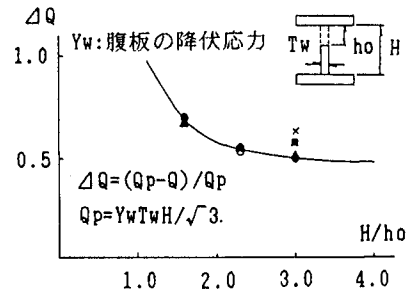


図-6 鉛直方向応力



x, ●, ▲, FEM $M/Q=1.0, 0.75, 0.5, 0$
○ 実験 $M/Q=0$

図-7 せん断耐力の低下率－孔高比