

I-200

鋼床版横リブのUリブ切欠き形状と腹板の応力性状

住友重機械工業	正員	檜垣孝二
住友重機械工業	正員	北原俊男
住友重機械工業	正員	和田三夫
北海道大学教授	正員	渡辺 昇

1. まえがき

近年、わが国においても閉断面リブを有する鋼床版は、経済性及び制作の容易さから本四架橋を初めとする長大橋のみならず、一般の高架橋においても数多く使われている。しかし、閉リブを用いた鋼床版では横リブに大きな切欠きを設ける必要があるため、周辺に予想以上の大きな応力が、発生することが知られている。西ドイツにおいては応力集中を緩和するための切欠き形状や応力・変形を正確に評価するための解析モデル等の研究成果が報告されている¹⁾。一方、日本では阪神公団の研究²⁾や簡易計算法の提案³⁾などの研究報告がある。実際の鋼床版の設計に当たっては、この問題をいかに処理すればよいか、まだ定説はなく、簡易計算による照査の位置付けも不明確なため設計者を悩ませているのが現状である。本研究では、設計者への新しい情報の提供を目指し、鋼床版の横リブの応力性状と切欠き形状による応力集中度に着目し、有限要素法による数値解析を実施した。なお、実橋モデルによる載荷実験も同時に実施しているが、その成果は別件にて発表する。

2. 研究対象モデル

図-1に本研究における解析モデルと荷重位置、及び座標系を示す。モデルの選定に当たっては一つの荷重系において純曲げ領域とせん断領域の各々の特性を評価するとの条件の下に、横リブ支間は全国の鋼床版設計実例⁴⁾を参考に5m、腹板高は600mmとし、デッキのフランジ幅は道示の有効幅の規定に従って、1500mmとした。また、支点上の補剛材は実橋では縦桁が横リブ支点部の応力性状を支配するとの考えの下に決定した。切欠き形状は図-2に示す3タイプを研究の対象とした。タイプAは最も一般的に用いられているものであり、タイプBは切欠き部の応力集中の緩和を目的として西ドイツにおいて見られるものである。タイプCは本四公団の鋼床版設計要領（案）の中に規定しているものである。

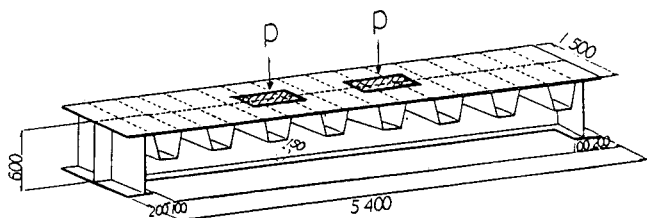


図-1 解析モデル

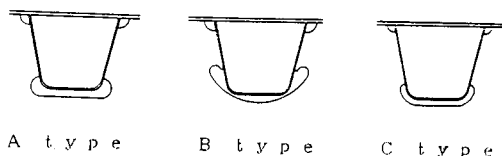


図-2 切欠き形状の違い

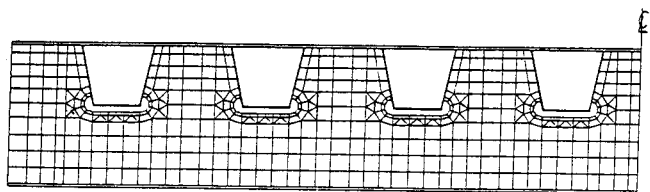


図-3 要素分割形状（横リブ腹板の支間中央に対して左半分のみ）

3. 解析法と解析結果

数値解析法は有限要素法によるものとし、使用プログラムは住友重機械工業が弾塑性解析用に保有するA D I N Aである。図-3に横リブ腹板の要素分割形状を示す。載荷荷重は $p = 10\text{ t}$ とした。図-4に、タイプAにおける腹板の応力（ σ_x , σ_y , τ_{xy} ）の分布状態を示す。また図-5にはタイプAの腹板における主応力分布状態を示す。表-1は切欠き部に生ずる主応力の最大値を比較したものである。

4. 考察

腹板の応力性状について

(1) 図-4(a)よりこの構造系はオイラーの平面保持の仮定に従わない応力分布特性を示していることが分かる。

(2) トラフリブ上のフランジの横断面応力(σ_x)は幅員方向、及び長さ方向に一定である。(数値データは省略)

(3) 大きな欠損状態にある腹板の力の伝達は、図-4. 5の結果よりワーレントラスのように引張と圧縮が交互に繰り返されている。

(4) 横リブ支点部においても力はトラス状に縦桁腹板の上縁に伝達され次に縦桁によって支点に伝達されている。

(5) 有限要素解析の結果と簡易計算結果は比較的良好に一致している(比較表は省略)。このことは σ_y については図-4(b)の分布特性から、また σ_x も、トラフリブ上のフランジ応力が一定であることを合わせて考えると比較的に容易に推測される。

切り欠き形状差による応力集中

(1) 表-1に示すように一般に用いられている形状の場合より改善を試みた形状では30%ほど主応力の低減が図られる。このことは、前述のように腹板を伝える力がトラス状に流れると仮定するとトラス部材に設ける円形と長円形の応力集中の問題に置き換えられることから説明される。

5. あとがき

今回検討したモデルはトラフリブの、ねじり剛性により隣接する横リブに伝達する力を無視したため、実橋の応力性状とどこまで一致しているのか多少の疑問は残るが、実橋に相当近い特性を示すものと判断される。それゆえ設計に当たっては、切欠きによる断面欠損に対して腹板を増厚するだけでなく切欠き形状の選定にも充分に配慮することが大切と考えられる。しかし、切欠き形状の改善を図っても応力集中は設計支配応力(フランジの応力)の倍以上が残在することになり、疲労欠陥の問題として今後の課題となるであろう。

参考文献

- 1) J. Faike, meschende 「Teoretische und Experimentelle Untersuchungen zu Quertragen orthotroper Platten und deren naherungsweise Berechnung」 1984年
- 2) 阪神高速道路公団 「鋼床版横リブの耐荷力に関する実験的研究」 第36回年次講演集
- 3) 尾下里治 「特殊な形状を有する部材の応力度計算方法」 横河橋梁技報 NO.13 1983年11月
- 4) 渡辺 昇 大島 久 「鋼床版設計実例の全国調査と鋼床版の経済的設計」 橋梁と基礎 1976年

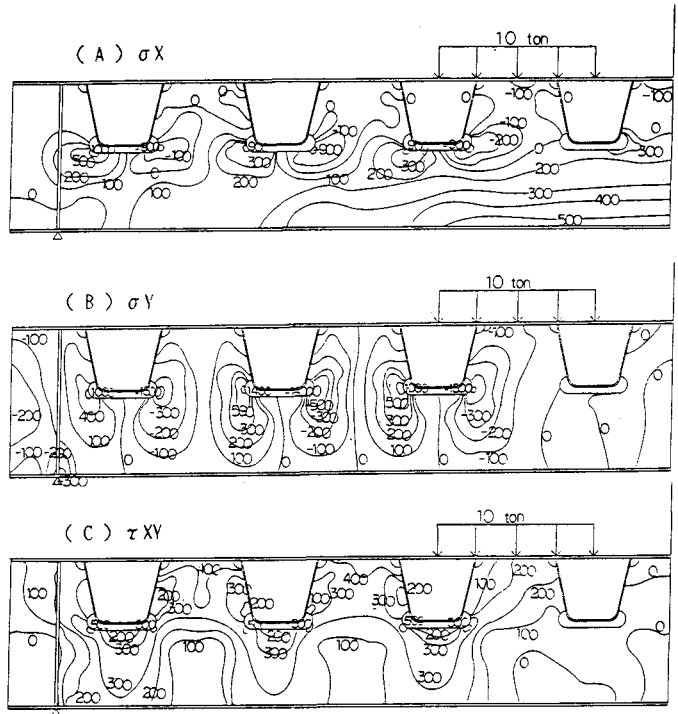


図-4 応力度等高線図

表-1 主応力の最高値の比較
(kg/cm²)

 A TYPE	P.1	2045(100%)
	P.2	1968(100%)
 B TYPE	P.1	1440(70%)
	P.2	1389(71%)
 C TYPE	P.1	1480(72%)
	P.2	1442(73%)

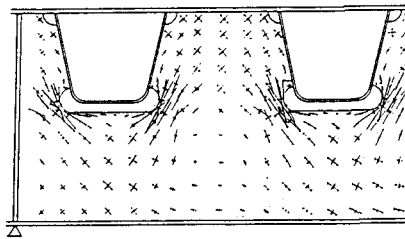


図-5 主応力分布図