

日立造船 KK 正員 ○吉塚純治
名古屋大学工学部 正員 成岡昌夫

1. まえがき

ランガーけたの支承付近隅角部の応力状態に関しては、従来、解析の例が乏しい。このような箇所には、局部的な応力集中の起ることが予想されるが、実際の設計では、経験的に形状を決定しているにすぎない。有限要素法は、このような箇所の応力状態を検討するに、最適の方法であろう。

日立造船KKが行なった、実橋の $1/5$ 模型による実験では、ランガー隅角部付近の応力性状について、かなり詳細な検討がなされているので、ここでは、模型を対象として、有限要素法を適用し、実験結果との比較、および、応力集中軽減に有効な形状について2, 3の考察を行なった。また、構造的な置換により解析する方法について、若干述べる。

2. 実験結果との比較

模型の概略と載荷重を図-1に示す。模型の隅角部は、円弧形状になっており、曲率半径は、 $R = 40 \text{ mm}$ である。載荷形式と構造が左右対称なので、構造の半分に対して、有限要素法を適用した。図-2に、要素分割を示す。

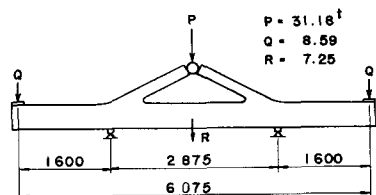


図1 模型負荷様式

解析結果、以下のものであった。

i) 隅角部に、かなり高い応力集中が生じ、実験では、約 2650 kg/cm^2 、有限要素法では約 2000 kg/cm^2 であった。

ii) 隅角部の応力分布については、実験値とやや異なり、実験では、曲率止り部付近に最大応力が生じているが、計算では円弧部中央付近に生じている。

iii) 応力集中部の範囲は、隅角部のごく狭い領域に限定される。

iv) 全般的に、応力の流れおよび大きさは、実験値とはほぼ一致している。

3. 応力集中緩和について

応力集中緩和の方法としては、a) 隅角部の形状の改良、b) 隅角部フランジの補強、などが考えられるが、ここでは、a) に対して、曲率半径の増大による効果と、2重曲率形状による効果とを検討した。図-3は、 $R = 40, 50, 60, 70 \text{ mm}$ の場合における隅角部の応力分布を示す。図-4は R と隅角部に生ずる最大応力との関係を示したものである。図からわかるように、曲率半径の増大に伴って、応力集中は漸次緩和され、 $R = 40 \text{ mm}$ の場合の最大応力 $\sigma \approx 2000 \text{ kg/cm}^2$ は、 $R = 70 \text{ mm}$

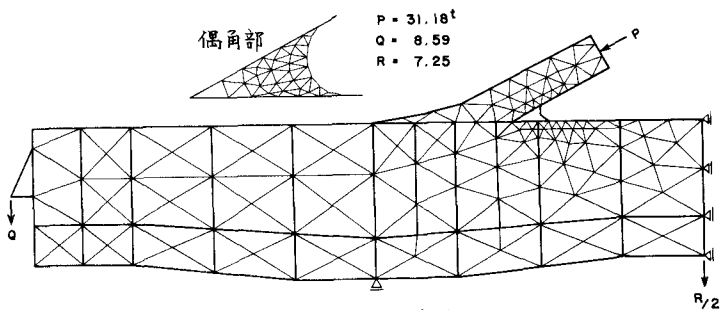


図2 要素分割

で、 $\sigma = 1550 \text{ kg/cm}^2$ に減少している。また、曲率半径の増大にともない、隅角部の応力分布は、平均化される傾向が認められる。

つぎに、 $R = 40 \text{ mm}$ の場合と、ほぼ対応する位置において、 $R_1 = 30 \text{ mm}$ 、 $R_2 = 60 \text{ mm}$ の2重の曲率半径からなる形状に対して、解析を行なった結果、最大応力は、 1900 kg/cm^2 となり、 $R = 40 \text{ mm}$ の単一曲率半径の場合より、約 100 kg/cm^2 の応力の減少を示した。このように、応力の流れの方向に沿って、適当に曲率半径を変化させることにより、単一曲率半径の場合より、応力配分が良好になるようである。

4. 構造的置換による解析

図-5は、ローゼけたを、支承付近のみを平板板として取り扱い、その他の部分は構材としたものである。この場合は、ローゼけた隅角部の応力状態を解析しようとしたものである。着目する部分のみを取り出して解析することも考えられるが、境界条件など不明なことが生じるので、図-5のような置換構造によって、全体的に解析することを試みた。この方法の精度を調べるために、単純ばりに対して、同様の構造置換を行ない、たわみ、応力などを、通常のはり理論による値と比較したところ、かなり良好な一致を示した。

5. まとめ

最も良好な形状の検討を行なった場合がわずかであるので、結論を出すことはできないが、以上の検討結果をまとめると、つぎのようである。

i) 有限要素法による解析結果は、実験値とはほぼ一致する。

ii) ランカ-隅角部には、かなり大きい引張応力が生じ、かつ、応力集中の範囲は、円弧部の狭い領域に限定される。

iii) 応力集中緩和には、円弧部の曲率半径の大きさ、および形状が効果的な影響を与える。

iv) 実橋の局部的応力と有限要素法で解析する場合4.で述べた解析方法も一方法であると思われる。

参考文献

- 1) 大阪市交通局新茨川橋りょうの支承部の応力分布状況測定実験 日立造船 KK 技術研究所 昭、37.4

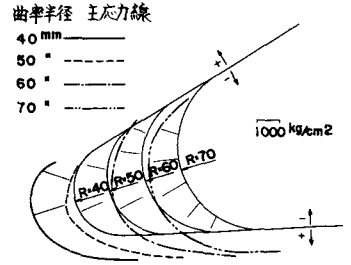


図3 隅角円弧部 最大主応力図

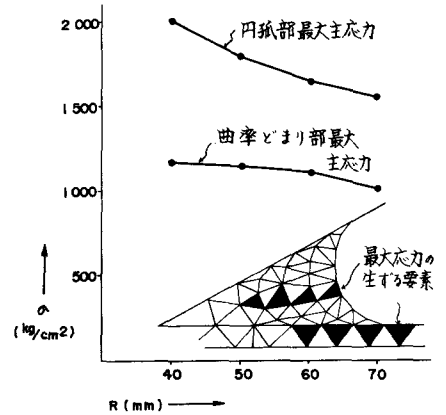


図4

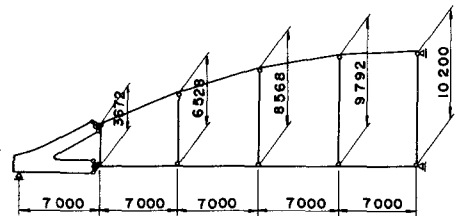


図5 構造置換図