

板曲げを考慮した溶接継手の疲労寿命解析

名古屋大学大学院 学生員 ○ 山田 聡
名古屋大学大学院 学生員 程 小華
名古屋大学工学部 正会員 山田健太郎

1. まえがき

過去に報告された疲労の損傷例をみると、疲労き裂は鋼構造物の構造詳細、つまり鋼板どうしが組合わさって溶接接合されている箇所に発生することが多い。板どうしが組みあわされると複雑な形状になり、その不連続性により応力の流れが不均一になって、通常の不連続部の応力集中よりも大きな応力集中が起こることがその原因と考えられる。そこで、ダイアフラム隅角部をモデル化し、有限要素解析を行う。その結果をもちいて、板曲げが生じる場合の溶接継手の疲労寿命を解析する。

2. 隅角部の応力解析

2.1 隅角部のモデル化と応力解析

ある種のダイアフラム隅角部では、一枚の板を介在して2枚の板が90度ねじれて応力を伝達する構造(図-1)であり、そこでは、力の作用のしかたによってはきわめて大きな応力集中が発生していると考えられる。そこで、隅角部付近をモデル化し、その有限要素解析をおこなう。モデルは補強材のないタイプⅠ、補強材を加えたタイプⅡ、Ⅰタイプにリブを取り付けたタイプⅢの3種類である(図-2)。

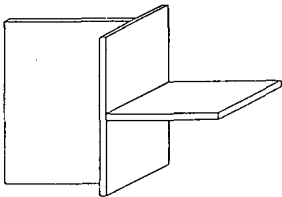


図-1 板で構成される継手の例

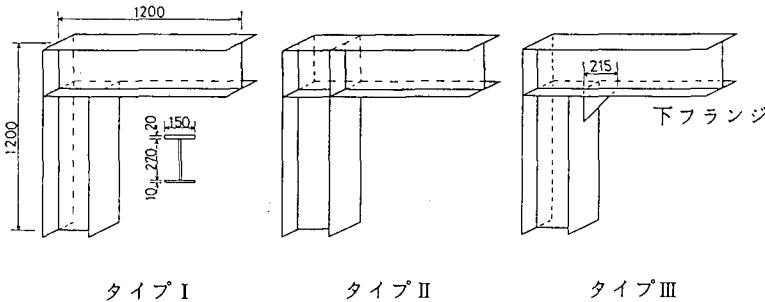


図-2 解析に用いるモデル

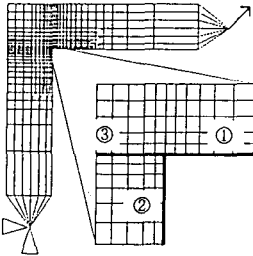


図-3 モデルの要素分割、荷重方向と応力取出位置

これらのモデルについて、汎用有限要素プログラムでShell要素を用いた有限要素解析を行った。拘束条件および荷重については、モデルの両端部に四角すい状の治具に相当する要素を取り付けた(図-3)。支点側では全点拘束とし、荷重点側では荷重を分配して伝達するために、その要素を剛体とした。荷重は、支点と荷重点を結ぶ直線方向に引張力 $P = 1t$ を作用させた。

2.2 解析結果と考察

解析結果の一部を図-4に、計算値に対する、解析結果で得られた長手方向の応力集中を表-1に示す。これらより、補剛材のついていないタイプⅠで最も大きな応力集中値をもち、下フランジ沿いに σ_y が σ_x に卓越することから、隅角点で発生したき裂は、③方向沿い

表-1 解析結果の応力(Kg/cm²)と応力集中

	タイプⅠ	タイプⅡ	タイプⅢ
公称応力	138.3	138.3	114.9
発生応力	374.7	263.9	140.1
応力集中	2.72	1.91	1.22

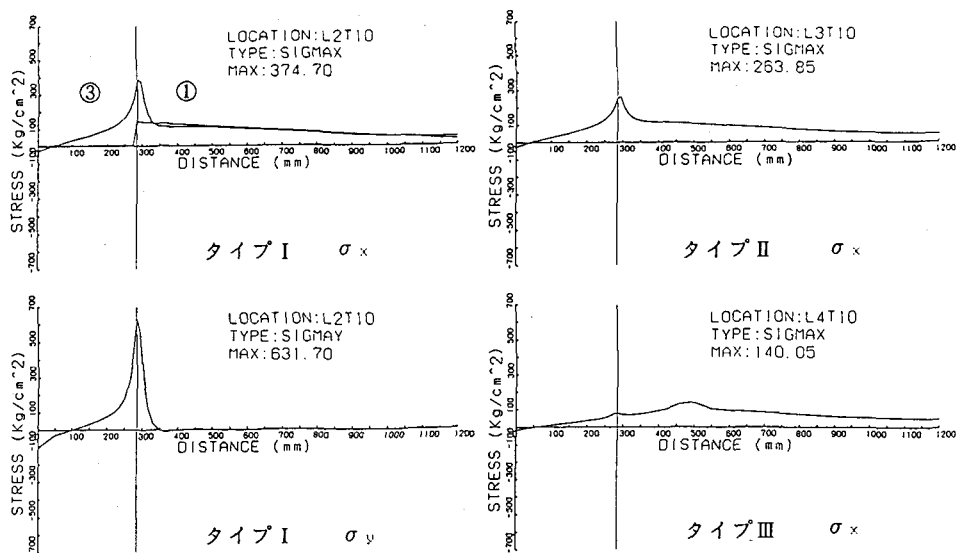


図-4 下フランジ沿いの応力分布

に進展して行くと考えられる。また、補強材を加えたタイプⅡでは、発生する応力は低減し、さらにリブをとりつけたタイプⅢでは、応力集中位置を隅角点よりずらし、また応力集中値もさらに低減できることがわかった。

つぎに、図-5に示すように、下フランジでの要素応力に着目すると、隅角点付近では、 ± 100 mmの範囲で非常に大きな板曲げを受けており、計算した応力値と比べてみると板曲げが生じる区間で応力が増加していることが確かめられた。以上より、局所的な板曲げが生じることで、継手には大きな応力集中を生じさせ、これがき裂の進展を助長する結果となったと思われる。

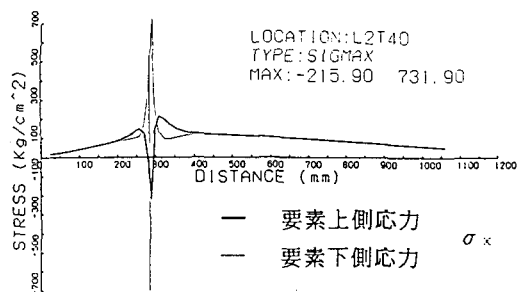


図-5 下フランジの要素応力

3. まとめ

- 板曲げが生じる場合の継手の有限要素解析を行ない、隅角部における応力を求めた。この結果より、
- 1)タイプⅠでは、隅角点で発生したき裂は、下フランジ・ウェブ溶接部沿いに③方向に進展する。
 - 2)補強材のあるタイプⅡでは、応力は、30%低減し、リブをつけたタイプⅢでは、最大応力で63%低減した。
 - 3)要素応力でみると、上側応力と下側応力の大きな差により相当量の板曲げを受けており、その区間で応力も増大していることがわかった。

各モデルの細かな解析と全体の疲労寿命評価は、現在計算中であり、当日報告する。