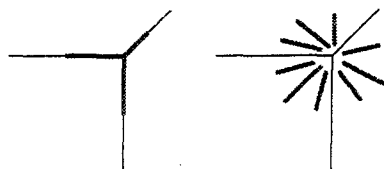


大阪大学大学院 学生員 ○大西 弘志 大阪大学大学院 学生員 正岡 孝
 大阪大学工学部 フェロー 松井 繁之 大阪大学工学部 フェロー 福本 晴士

1.はじめに 土木鋼構造物はその建設された場所において、自然環境から様々な影響を与えられている。自然環境からの影響を受けることによって、鋼構造物に使用される鋼材の多くは、その表面に腐食を発生させ、鋼構造物の耐久性の低下等の構造物にとって悪い影響を受けると考えられる。そこで、多くの鋼構造物ではその表面に様々な被覆を施すことによって鋼材を環境からの影響から遮断し、鋼材の腐食を防ぐことで、周辺環境に起因する構造物の劣化を防ぐことを目指している。従って、供用されている鋼構造物の周辺環境にたいする耐久性は、その表面に施された塗装の状態に大きく影響されることが考えられる。

実際に供用されている橋梁などを観察すると、塗装が劣化し、鋼材の腐食が発生しているのは、水のたまりやすいところや溶接線の近傍、添接部に使用されているボルトなどで塗膜の劣化が集中的に発生していることがわかる。そこで、本研究ではこれまでにこれらの部分の形状をパラメータとした実験を幾つかおこなってきた。その中でも、最近継続して行われている、ボルト添接部を想定して作成された供試体に関する実験¹⁾では、そのナットのエッジにおいて発生した塗装の割れについて、幾つかの典型的な形式があることがわかった(図1)。ナットエッジの塗装がある特定の形式で破壊するには、これまでの実験で見られた破壊形式から、図2に示すような応力が発生していると推定できる。本研究でおこなってきた実験で塗装に導入された荷重は熱荷重がほとんどであり、また、「割れ」を生じていることから、塗装の耐久性に大きな影響を与えているのは温度が上昇する過程ではなく、下降する過程で発生する引張応力であると予想された。そこで、この予想が妥当なものであるかどうかの検討を加えるための資料を得るために汎用有限要素プログラムを用いて数値計算をおこなった。

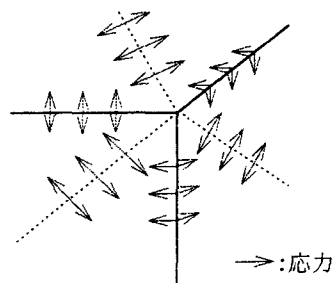
2.数値計算概要 今回の数値計算では、ナットエッジの形状を模したモデルを用いて汎用有限要素



a)エッジの稜線に沿った割れ b)エッジの頂点から放射状

に延びた割れ

図1 ナットエッジにおける塗膜の破壊状況



→:応力

図2 破壊性状から推定される応力の向き

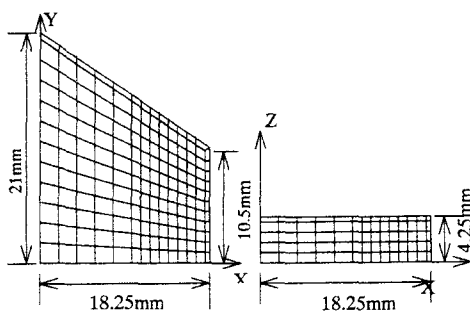


図3 要素分割図

素プログラムによる弾性計算を行った。今回の計算で使用したモデルを図3に、モデルで使用した材料定数を表1示す。また、使用した要素はアイソパラメトリック三次元厚肉シェル要素であり、その節点数は8である。

今回のモデルの境界条件としては、ナット上部の1/4MODELであるため対称条件を用いた。計算時に考慮した荷重条件としては、20℃から5℃又は60℃に温度変化をさせた場合の温度荷重である。

3.計算結果と考察 今回は計算結果として得られた σ_x と σ_y 、 τ_{xy} を用いて主応力と主応力面の方向を算出し、その結果から1.で述べた現象が起こりうるかどうかを検討することにした。

このモデルを用いた計算の結果から得られた、ナット上面・エッジ付近における塗膜表面主応力の分布を図4、図5に示す。この分布図から、主応力はナットのエッジ付近で最大となる傾向を持ち、その値が大きくなる範囲はエッジに沿って帯状に分布している事が分かる。これからナットのエッジ付近の塗膜は他の部位に存在する塗膜よりも大きな応力の繰り返しを受け、もっとも劣化しやすい状況にあると考えられる。また、同じ部位において主応力面の方向の分布を調べた結果を図6に示す。この分布図とモデルの要素分割図(図3)から、ナットエッジの稜線の交点にあたる所から、エッジの作る角を丁度2等分する方向に向かって、その方向に平行な主応力面があるような範囲が極めて狭いながらも存在し、さらにエッジ付近の部分において主応力面はエッジにほぼ平行であることもわかる。

4.まとめ 今回の計算結果から、最初に仮定された温度応力が存在する可能性を示すことは出来たと考えられる。しかし、塗料は高分子材料からできている事から、今回のような計算方法では実際の挙動を正確に表現できたとはいえない。従って、今後は塗料の粘弾性挙動を考慮できる方法での解析を行う必要があると考えられる。

(参考文献)

- 1)大西・松井・正岡・福本：ボルト添接部の腐食特性とその改良に関する研究、土木学会第49回年次学術講演概要集、I-261、1994
- 2)佐藤 忠明：塗膜の付着力、塗料の研究、pp.45-52、No.116、1989

表1 材料定数²⁾

	弾性係数(kgf/mm ²)	ポアソン比	線膨張係数
塗料	2.7588×10^2	0.35	5.7×10^{-4}
鋼材	2.1×10^4	0.3	1.07×10^{-5}

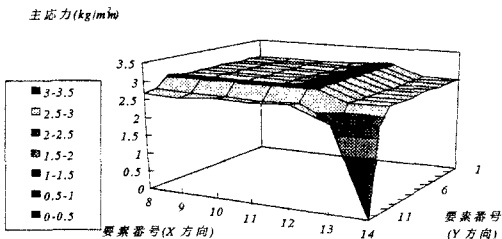


図4 ナットエッジにおける主応力の分布(σ_1)

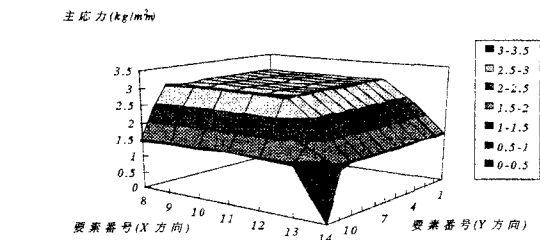


図5 ナットエッジにおける主応力分布(σ_2)

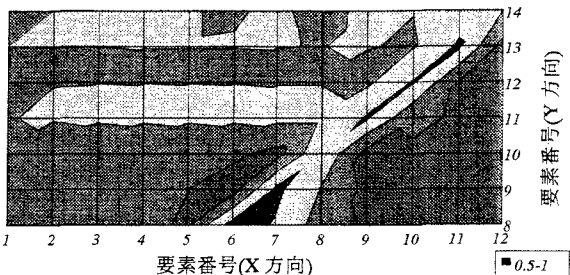


図6 ナットエッジにおける主応力方向の分布