

I - 213

門形標識柱の柱基部に生じる亀裂の補修・補強構造とその評価

阪神高速道路公団 正員 吉川 実
三井造船(株) 正員 祝 賢治

阪神高速道路公団 秦 栄次
三井造船(株) 正員 北村 隆理

1 まえがき

高速道路に設置されている門形標識柱の柱基部において、図-1に示すような損傷が報告されている¹⁾。亀裂は三角形のリブの上端に発生する。その亀裂の原因は、高速道路を走行する大型車両による標識柱の振動であろうと推定されている。

本研究では、まず、リブ上端に発生する亀裂に対して補修・補強構造を提案する。次に、各構造に対してFEM解析を行う。そして、解析結果を分析・考察し、強度面から効果を把握するとともに、施工性を考慮して各構造の評価を試みる。

2 補修・補強構造

図-2に示すような3案を考えた。案1では、板を継ぎ足し、三角形のリブを高くする。案2では、リブを高くするとともに、円環フランジをつける。案3では、リブ上端部に当て板をする。なお、補強構造は建築限界、あるいは既設構造物(防護柵等)との取り合いにより、寸法の制限を受ける。

3 FEM解析

実在の代表的な標識柱の諸元を用いて、基本構造(現構造)および3つの補強構造のモデルを作成した。解析は、柱部材を3次元はり要素でモデル化した全体モデル、および柱基部を取り出して板要素でモデル化した部分モデルの2

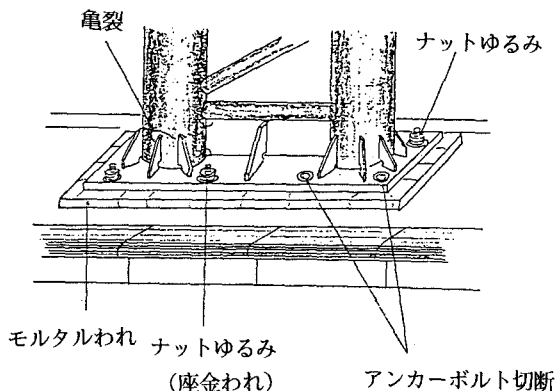
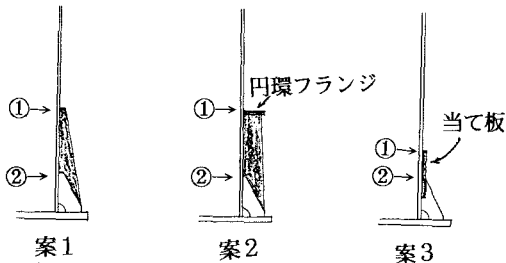


図-1 柱基部の損傷状況



①応力集中位置 ②亀裂残留位置

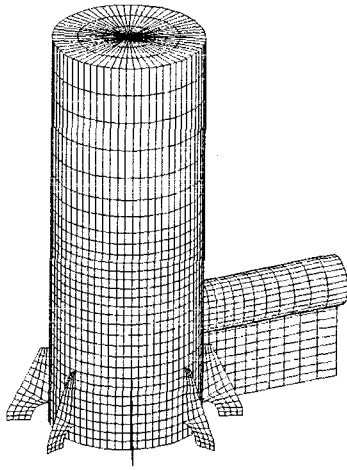
図-2 補修・補強構造

段階に分けて行った。柱の下端を固定とし、柱頂部に集中荷重を載荷した。使用プログラムはMSC/NASTRANである。

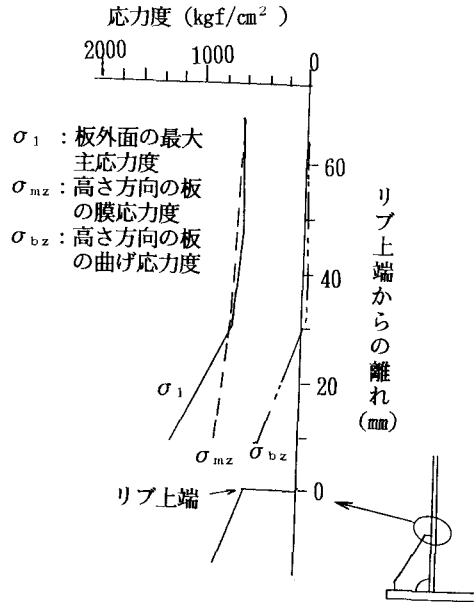
一例として、図-3に基本構造の要素分割を示す。解析結果の応力分布図より、基本構造では三角形リブの上端のごく限られた範囲で高応力が生じることがわかった。図-4にリブ上端近傍の高さ方向の応力分布を示す。リブ上端に向かって急激な応力の立ち上がりが見られ、その主因は板曲げ応力である。また、板曲げ応力が大きくなる範囲は、リブ上端から30mm程度に限定されている。柱部材は小径(267mmφ)の鋼管であり、内部は無補剛である。リブの上端部における剛性の急変により大きな板曲げ応力が生じられると思われる。

補強構造では、応力集中を生じる位置が図-2の①に移動する。案1では高くしたリブの上端、案2では円環フランジの直上でリブのある位置、案3では当て板の上端部である。一方、亀裂を生じた基本構造では、亀裂の補修が前提である。しかし、亀裂が残留する確率は無視できない。よって、強度の評価には亀裂が残

留していると仮定して、亀裂残留位置の応力にも注意する必要がある。



図一 3 基本構造の要素分割図



図一 4 リブ上端近傍の高さ方向の応力分布

4 補強構造の評価

表一 1 に各構造の応力集中位置と亀裂残留位置の板外面の最大主応力度、および基本構造を1.0としたときの各補強案の応力度の比率を示す。応力集中位置では補強案1、2、3の順番に応力度が大きい。一方、亀裂残留位置では、案3の応力度が大きく、亀裂の再進展の恐れは高い。一方、施工性は、案1が最も容易である。案2は、円環フランジと鋼管およびリブの溶接施工の難度が高い。案3は、当て板の曲面加工の必要がある。

表一 1 各構造の応力集中位置と亀裂残留位置の板外面の最大主応力度（外挿値）

位置	① 応力集中位置		② 亀裂残留位置	
応力度と比率	σ_1	比率	σ_1	比率
基本構造	1259	1.00	1259	1.00
補強案 1	1104	0.88	221	0.18
補強案 2	990	0.79	164	0.13
補強案 3	943	0.75	640	0.51

σ_1 : 板外面の最大主応力度 (kgf/cm²)

5 あとがき

本研究では、補強効果の比較を目的とした解析であったため、応力度は相対的な評価でよいと考えて、目的に沿った要素分割とした。また、実施工においては、強度面と施工面の得失を考慮して補修法を決定する必要があり、理論と施工の両方の知識および経験に基づいた高度な判断を要求される。なお、亀裂の程度によっては、安易な溶接補修を避けるべきことは言うまでもない。

参考文献

- 1) 源野: 円形標識柱の損傷と対策, 阪神高速道路公団技報, 10号, 1990