

I - 332

吊橋ハンガーロープ定着部におけるピン結合部の接触圧

東京工業大学 正員 館石和雄
建設省 正員 鈴木 学
東京工業大学 正員 三木千寿
本州四国連絡橋公団 正員 大橋治一

1. はじめに

明石海峡大橋、来島大橋においては、構造の簡素化を図ることを目的として、1本のハンガーロープを1つの桁側定着装置にピンで結合するディテールが検討されている。このディテールではピンプレートにダブリング構造を用いていることや、ピンプレートに面外方向の曲げが作用する可能性があることから応力状態が複雑になることが予想される。そこで本研究ではピンとピンプレート間の接触圧について解析および実験によって検討した。

2. ピン結合部の接触圧の有限要素解析

解析モデルを図-1に示す。これは来島大橋のピン定着部ディテールをモデル化したものである。要素は8節点固体要素とした。ピンとピンプレートの間には接触領域を定義し、その中に弾性接触要素を挿入した。二つの接触要素が0.0001mm以内に近づいたときを接触と判定し、両者の節点を同一とみなして再計算を行い、すべての接触圧が圧縮になるまでこれを繰り返した。

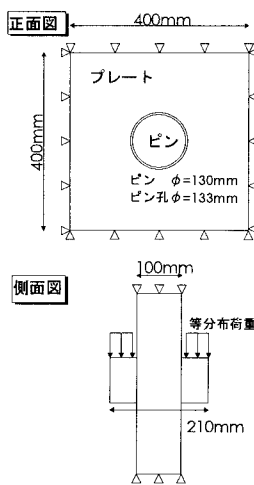


図-1 解析モデル

解析により得られた接触圧分布を図-2に示す。板厚中心付近での接触圧は平坦な分布を示しているが、板表面に近いところで急激に接触圧が増加している。解析結果と各設計規準類との比較を図-3に示す。板厚中心部における解析結果はこの種の問題に通常適用される Hertz の公式の結果とほぼ同じであるが、板表面での解析結果は3次元的な端部効果によって著しく大きな値となっており、2次元的な分布のみを考えている規準ではこれをうまく表現できていないことがわかる。

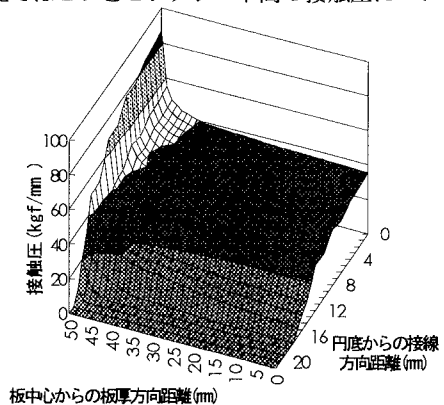


図-2 接触圧分布

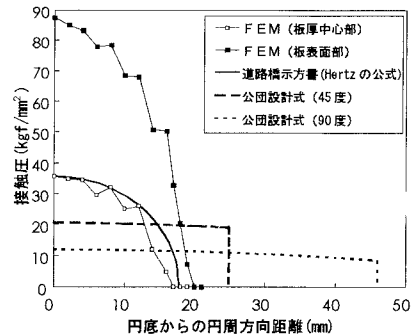


図-3 解析値と設計値の比較

3. 超音波を用いた接触圧測定実験

3-1. 予備実験

接触圧と超音波エコーとの基本的な関係を把握するために、4種類の表面粗さ（鏡面仕上げ、25S、50S、100S）に機械研磨加工した試験片を用いた圧縮試験を行った。試験片を図-4に示す。測定は図-5に示すように二探触子法で行なった。0ton から20ton までの圧縮載荷、除荷を3回繰り返し、その間 1ton ごとに超音波エコーを測定している。

図-6 に各表面粗さにおける超音波エコー高さの変化と平均接触圧力との関係を

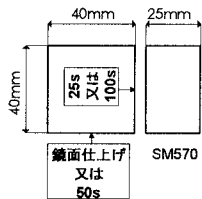


図-4 試験片

示す。縦軸は測定時点での音圧(dB)と載荷前の音圧との比で示した。鏡面仕上げでは早いうちにエコー高さが急減し、その後の変化はゆるやかとなっている。これは鏡面仕上げでは真実接触面積が多いため、小さい荷重で接触面積の増加が飽和するためであると考えられる。25S では荷重とともにほぼ直線的にエコー高さが変化している。50S, 100S においては小さい荷重においてエコーが急減し、その後変化しなくなる。これは真実接触面積がわずかなため、初載荷時に表面近傍において大きな塑性変形を起こし、表面同士が噛み合ってしまうためであると考えられる。以上より、表面粗さが 25S よりも滑らかなものについては本測定法の適用性があるが、それよりも表面が粗いものについては適用できないといえる。

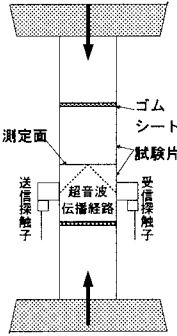


図-5 試験方法

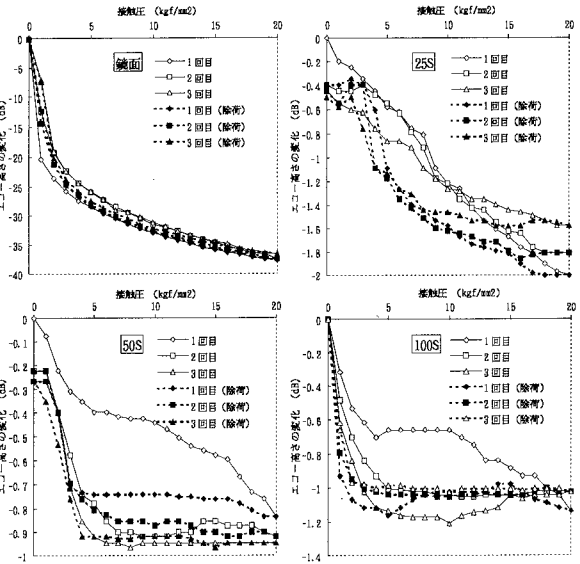


図-6 平均接触圧力とエコー高さとの関係

3-2. ピン結合部の接触圧の測定

ピン結合部ディテールにおける接触圧分布を超音波により測定した。試験体を図-7に示す。ピンはS45Cを削り出したもの、その他はSM490である。試験体への超音波の入射は試験体形状の制約により図-8に示すように行なった。荷重は0ton から3ton までは0.5ton ごとに、その後6ton までは1ton ごとに増加させた。

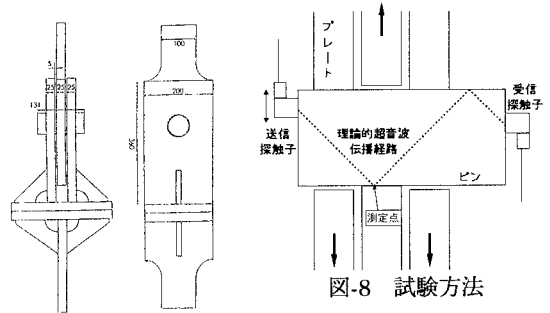


図-7 試験体

図-8 試験方法

各荷重における超音波エコー高さ(dB)の変化を荷重 0ton のときの値を基準として整理したものを図-9に示す。破線は Hertz の公式を用いて計算した接触領域である。板表面から 6mm 付近で最もエコーの変化が大きくなっている。板表面でエコー変化が小さいのは、超音波ビームが幅を持っているために板からはずれた箇所での超音波エコーを受信してしまうためであると考えられる。この点を考慮すると、板表面に近づくに従って接触圧が高くなっている現象が超音波によりほぼ確認できているといえる。しかし、最も測定したい板表面での接触圧が適切に推定できない点については今後工夫する必要がある。

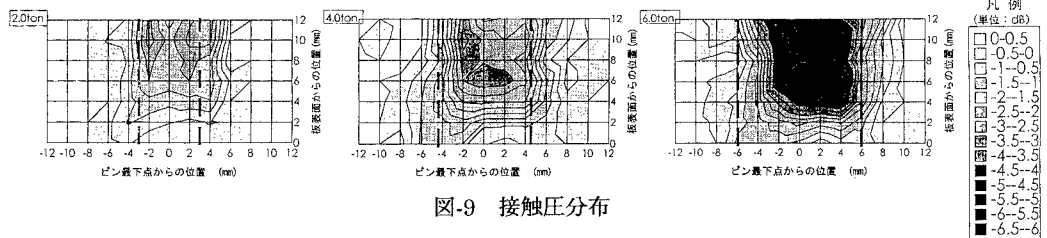


図-9 接触圧分布

