

吊橋のハンガーロープピン定着部の接触挙動

本州四国連絡橋公団	正員	大橋	治一
"	正員	藤井	裕司
"	正員	大川	宗男

1. はじめに 吊橋の補剛桁からの荷重は、ハンガーロープを介して主ケーブルに伝達される。ハンガーロープの補剛桁との定着構造がピン定着の場合には、ハンガー張力はピンを介して定着板に伝達されることになる。この定着構造には、常時は活荷重による鉛直方向の繰返し荷重が、暴風時は主ケーブルと補剛桁との相対変位によるハンガー張力の水平分力が面外方向の力として作用する。定着部の構造は、ピン孔による定着板の断面欠損を考慮して2枚のダブリング板により補強される。本文は、補強部構造の設計法の確認を目的として、ピン定着部の応力状態、ピンとピン孔の接触状況とピンの曲げ応力に着目して、静的載荷試験を実施した結果のうち、ピンの接触状況と曲げ応力に関して報告する。

2. 供試体及び試験方法 明石海峡大橋の補剛トラスのハンガーピン定着部は、暴風時の折れ角の大きさにより、橋軸方向及び直角方向に回転可能なユニバーサル構造と、橋軸方向にのみ回転可能な構造を適宜選択している。今回の検討対象とした定着部は、トラス上弦材のウェブを利用して、これを立ち上げた定着板に、ピン孔の補強として2枚のダブリング板を溶接により取り付けただけのもので、暴風時の面外力に対して補強リブが設けられている。補強板と2枚のダブリング板の総厚は100mmになるが、上弦材のウェブ厚は22mm程度である。補強板とダブリング板の板厚構成としては2つの考え方が想定された。すなわち、〔構造Ⅰ〕ウェブをそのまま立ち上げ、板厚の不足分をダブリング板でとる方法、〔構造Ⅱ〕ウェブに厚板の補強板を板継ぎし、ダブリング板を薄くする方法である。そこで、供試体としては、2種類の構造を弦材の両側のウェブに2本のケーブルで定着し、載荷装置により張力を与えた(図-1)。載荷荷重は、常時を想定した鉛直荷重のみの状態と、暴風時を想定した折れ角5度の状態を再現した。ピンの曲げ応力の計測は、ピンの外面に幅10mm、深さ2mmの軸方向の溝を設け、溝底に三軸ひずみゲージを添付した。ピンとピン孔の接触状況の調査は、感圧式のプレスケールを用いた。この方法は、載荷前にピンとピン孔の隙間にプレスケールを挿入しておき荷重載荷し、除荷後に取り出してプレスケールの変色状況から接触面積や接触状況を判断した。

3. 試験結果

(1) ピンとピン孔の接触状況 100tf載荷時のピンとピン孔の接触状況を図-2に示す。常時においては、定着板には均等に接触しているが、ダブリング板には僅かしか接触しない場合があった。これは、定着板とダブリング板に生じた段差(定着板の方が0.2mm凸)の影響と考えられる。段差の原因は、定着板とダブリング板の外周溶接により生じた残留応力により、ダブリング板がピン孔の直径方向に変形して生じたと考えられ、これを改善するには、外周溶接後にピン孔の加工を実施することが必要である。暴風時には、ピンが完全に片当たりの状態となっており、1枚のダブリング板がほとんどの荷重を受けている。ピンとピン孔の接触に対してHerzの理論との比較を表-1に示す。なお、ピン孔径とピン径の比は1.023であり、Herzの理論の適用範囲として道路橋示方書の規定の1.02をほぼ満足している。表-1は計測値と理論値の比較を示すが、接触長は理論値の方が小さな値となっている。この原因としては、計測値にはプレスケールの厚みの影響があること、また、ピン及びピン孔の観測から接触部に塑性変形が生じていることが考えられる。

(2) ピンの応力 100tfを載荷時のピンの応力測定結果を図-4に示す。ピンの軸方向の応力は、上面は圧縮、下面は引張であり、ピンに曲げが作用している。ピンの設計法については、支点条件や載荷方法等に不明確な点があるが、ここでは実測応力から推定された曲げモーメントと、載荷方法を集中荷重とした場合と等分布荷重と仮定した場合の比較を行った(図-5)。その結果、ピンの曲げモーメントは等分布荷重と仮定する方が適切であることがわかった。

あとがき 本検討は、明石海峡大橋に採用されたピン定着構造の確証実験として実施したもので、本州四国連絡橋鋼上部構造委員会疲労分科会（三木千寿主査）において審議された。静的載荷試験の他に疲労試験も実施しており、これについては別途報告する予定である。

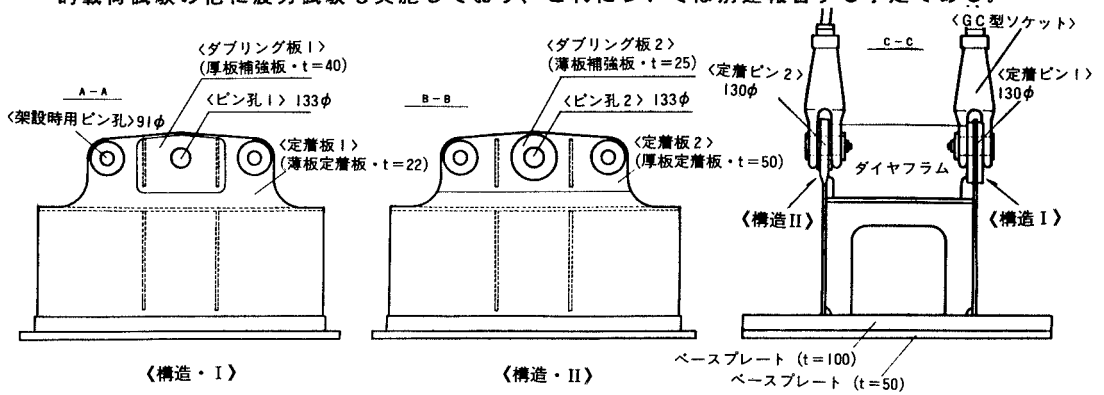


図-1 ハンガーピン定着部供試体

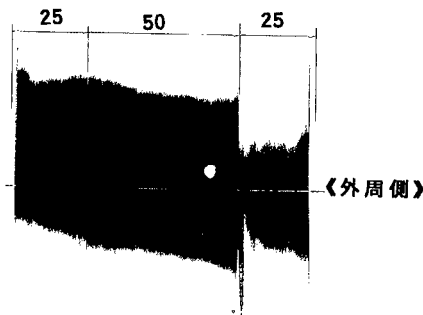


図-2 構造IIの常時100tf載荷時接触状況

表-1 ピンとピン孔の接触状況

	計測値	理論値
接 触 面 積(mm ²)	4 7 0 5	3 4 7 7
平 均 接 触 幅(mm)	5 2	3 6 . 6
平 均 中 心 角(°)	4 5	5 2
最大接地圧 (kgf/mm ²)	2 5 . 8	3 6 . 6

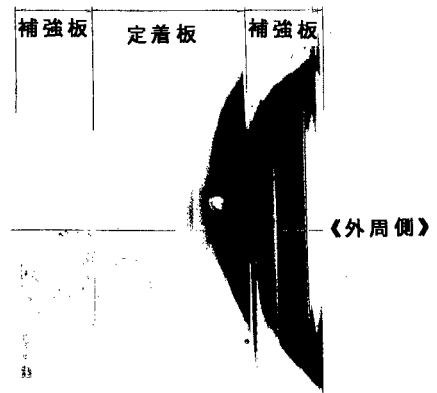


図-3 構造IIの暴風時100tf載荷時接触状況

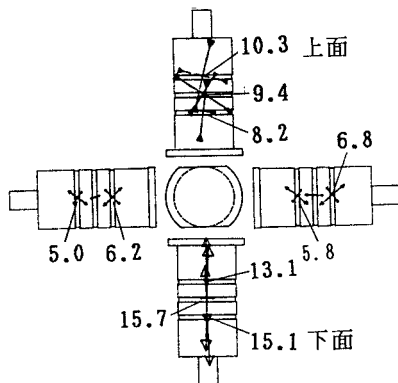


図-4 構造IIの常時100tf載荷時主応力

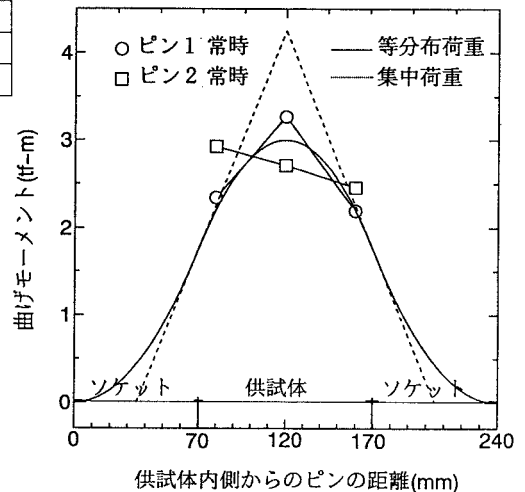


図-5 ピンに作用する曲げモーメント分布