

撤去した標識柱の静的載荷試験

トピー工業株式会社 正員 ○山田 聡 正員 酒井 吉永
名古屋大学 正員 山田健太郎

1. はじめに

既存の標識柱・照明柱は、近年の交通量の増大、風荷重などにより、予想以上の繰返し応力を受け、場合によっては疲労損傷を生じ、倒壊することもある。このため、この種の構造物の耐久性評価および保守点検が重要課題となっている。標識柱等の疲労損傷としては、基部のガセット溶接止端部付近に疲労き裂が発生するケースが多いが、近年、門型標識柱において梁部と柱部の接合部付近に損傷が発生した事例も報告されている。これまで、標識柱の基部について、モデル試験体を用いてリブ溶接止端部の応力分布や変形、疲労強度が評価されているが、実構造を用いた載荷試験は行われておらず、実施工された溶接部の疲労照査に関する試験はない。そこで、本実験では実橋から撤去された標識柱を用いて、静的載荷試験を行い、実際の標識柱の基部の応力分布を把握するとともに、標識柱の他部位の問題箇所の調査を行った。

2. 試験体および試験方法

対象とした標識柱は片側2脚の門型構造で、名古屋市内の都市内高架橋で約13年間供用された。図-1に示すように、高さ約6m、幅約15mでコンクリート製壁高欄上にボルトを用いて設置されていた。はり部は4本の鋼管をトラス構造にしたもので、基部は補強のために三角形のリブが道路進行方向に対し直交方向へ4枚溶接されている。この標識柱は梁部中央にジョイントが設けられているため、ここに載荷用の治具を取り付け、実物の1/2を静的載荷用試験体とした。鋼管の径は $\phi=216.3\text{mm}$ 、 $t=8.2\text{mm}$ 、リブの板厚は12mmである。また、鋼管の材質はSTK400、鋼板の材質はSS400である。

実際に設置されている標識柱は、構造形式、添架される重量、設置位置などにより、複数のモードで振動していると考えられる¹⁾。この標識柱は片側2脚式であり、面外方向の剛性が高いため、その振動は面内せん断モードが支配的になると想定し、これを再現するように横方向載荷とした。載荷は容量150kNのジャッキを用いて行った。また、はり要素を用いたFEM解析を行い、荷重と変形の間係を求めた上、標識柱基部の公称応力が $\pm 100\text{MPa}$ となるように荷重 P は $\pm 22\text{kN}$ とした。このとき、載荷点の変位は約17mmである。

標識柱の基部およびそれ以外の各部位の応力分布を調べるために、ひずみ計測を行った。着目点として、図-1に示すように基部のリブ付近では、各リブの溶接止端から5, 15, 30, 150mm離れた位置にひずみゲージを貼付した。また、リブのうち1箇所は5連ゲージを用いて、応力集中を計測した。また、標識柱の柱とはりの接合部では、鋼管と鋼板が溶接されている箇所について、溶接止端から10mm離れた位置にゲージを貼付した。ゲージ貼付箇所を図-2に示す。

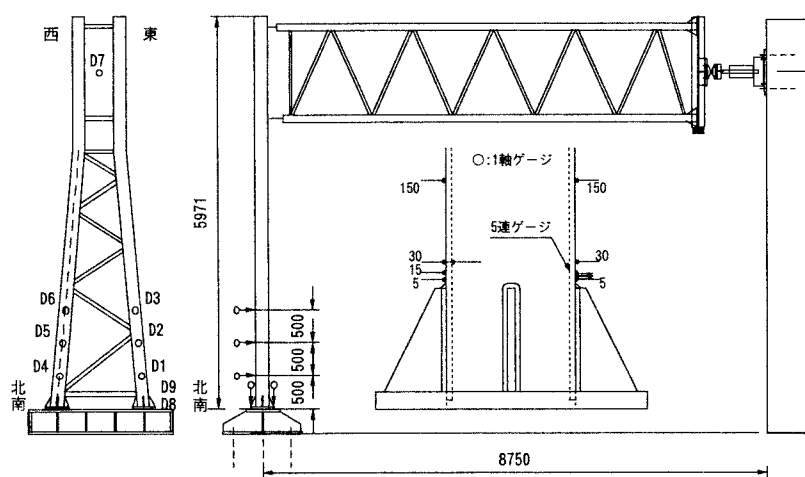


図-1 載荷試験の状況

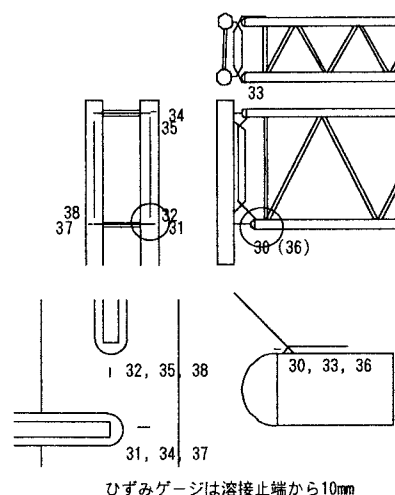


図-2 梁と柱接合部の詳細

3. 試験結果

3.1 変形

静的載荷試験の最大荷重作用時($P=\pm 22\text{kN}$)における柱の変形状態を図-3に示す。計測された変位は解析値より約35%大きな値となるが、これは主としてボルトで治具に固定した基部がボルトの伸び変形により回転しているためである。ベースプレート上端の外端部に設置した変位計からボルトの伸び変形分を求め、この回転成分を除去すると、解析とほぼ一致する結果となった。

3.2 標識柱各部位の応力度

最大荷重作用時の各位置での応力範囲を図-4に示す。リブの溶接止端部では公称値として止端から30mmの値を、その他の位置では止端から10mmを表記した。これより、止端部から30mmの位置では応力範囲は169~223MPaであり、その他の部位では、はり下段でその値が大きく、はり側の鉛直方向で約125MPa、柱側の鉛直方向で約250MPaとなった。柱とはりの接合部との比較のため、溶接部の影響を含むリブ溶接止端から10mmの位置での応力範囲は、平均して約280MPa程度であるため、接合部ではこの位置とほぼ同等の応力が発生することになる。したがって、一般に、こうした門型の標識柱では、基部のリブ溶接部以外にも、はり柱の接合部の検討を行う必要がある。

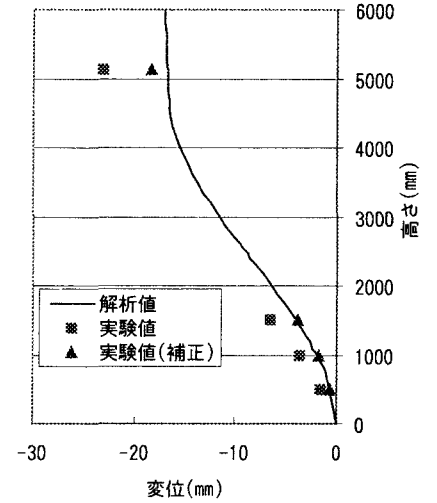


図-3 変形状態

3.3 リブ端部の応力度の詳細検討

試験体で計測された止端近傍からの距離とひずみの関係を図-5に示す。これらより、柱基部付近では、柱上部に作用した荷重による曲げ変形に起因した曲げ応力を受け、基部付近へと直線的な分布になるが、リブ付近で応力集中の影響を受ける。その応力集中係数はリブの溶接形状にも依存するが、今回の計測では2~3となった。また、応力集中は溶接止端から30mm以内の範囲で収束している。

4. まとめ

本試験では、実物標識柱の静的載荷試験を行い、下記の結論を得た。

- 1) 柱の変形は、設計上の荷重に対して実際には大きくなり、これはボルトの伸び変形が原因となっている。
- 2) 門型標識柱では、従来基部のリブ端以外に梁と柱の接合部付近で、鋼管に板が面外方向へ取り付けられる場合に、基部と同等の応力が発生することがあるため、疲労照査時にはこの位置にも着目する必要がある。
- 3) 柱の基部のリブ溶接止端部では、止端から30mm程度はなれた位置から応力集中が生じ、その値は2~3程度であった。

参考文献

- 1) 名古屋高速道路公社、名古屋大学大学院土木工学専攻：橋梁付属構造物の疲労に関する調査研究報告書、2000。

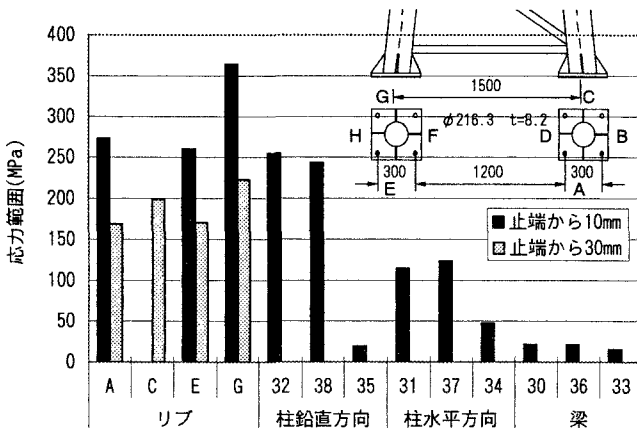


図-4 試験体各部位の応力分布

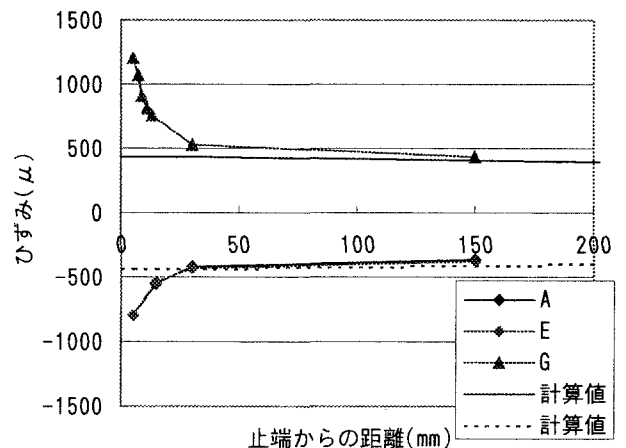


図-5 基部リブ溶接止端部の応力分布