

腐食した鉄塔鋼管部材の耐荷性能に関する基礎的検討

(一財) 電力中央研究所 正会員 ○佐藤 雄亮
(一財) 電力中央研究所 正会員 石川 智巳

1. 目的

近年、社会基盤設備の経年化対策が課題となっており、送電用鉄塔についても同様である。送電用鉄塔は全国に約 25 万基が建設されており、1960 年以前に建設された経年 50 年を超える鉄塔の割合は約 14%である。今後も、年間約 4,000 基が経年 50 年を迎えることになるため、設備の維持管理にあたり合理的な点検手法を確立することが重要であると考えられる。そこで、本研究では、合理的な維持管理手法の提案に向けて、設備の実態把握の観点から、実機の撤去部材を対象とした耐荷性能実験を計画することとし、その予備検討として実機部材と同形状の部材に模擬腐食を施した試験体を用いた実験を実施し、その結果を取りまとめた。

2. 実験方法

撤去部材は、直径が 76.3mm、板厚が 2.8mm、部材長が 1,190mm の鋼管部材である。腐食部材の全景と腐食箇所の状態を図 1 に示す。なお、図 1 では腐食箇所に穴あきが生じているが、これは点検時の打撃試験で生じたものである。図 1 に示した腐食状態を模擬した鋼管部材を作成した。作成した腐食形状を図 2 に示す。

実験では、鋼管部材を垂直に試験機に設置して圧縮荷重を载荷することで、座屈耐荷性能に着目した。実験時のセットアップ状況を図 3 に示す。なお、試験体の細長比は 41.2 であることから、本実験は短柱域での検討となる。実験では試験体の固定方法に、図 4 示す 2 種類の固定方法を用いた。同図に示した通り、1 つは球座を用いたピン結合で、もう 1 つは実機での固定方法を想定したプレートによる結合方式である。既往事例をみると、理論式との比較を目的としてピン結合による事例がみられるが、実機を想定した固定方法での実験事例はあまりないことから、実機固定での腐食した鋼管部材の耐荷性能にも着目した。以下、ピン固定による実験を case1、実機固定による実験を case2 と表記する。



(a) 全体



(b) 腐食箇所

図 1 試験体外観



図 3 試験体セットアップ状況

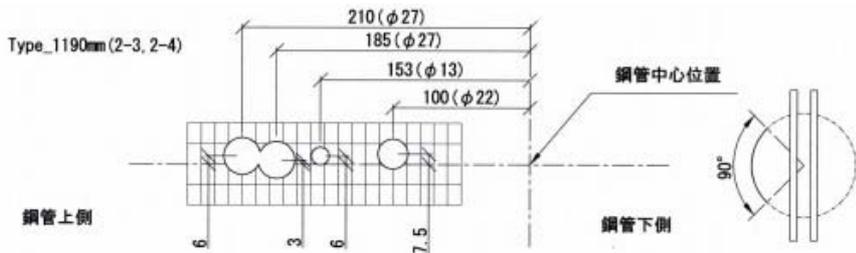
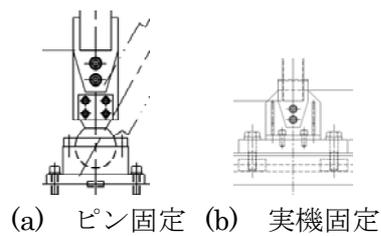


図 2 模擬腐食形状



(a) ピン固定 (b) 実機固定
図 4 試験体の固定方法

キーワード 送電用鉄塔、維持管理、腐食、座屈耐荷力

連絡先 〒270-1194 千葉県我孫子市我孫子 1646 TEL:04-7182-1181 E-mail: satoy@criepi.denken.or.jp

3. 実験結果と考察

実験結果のうち、鋼管の軸方向変位と荷重の関係を図5に示す。同図には、規格値の降伏応力 235N/mm^2 と、試験体のミルシートの降伏応力 426N/mm^2 を用いて、送電用支持物設計標準により算出した許容座屈荷重をそれぞれ示した。各ケースの最大荷重は、case1 が 179.6kN 、case2 が 176.7kN でほぼ同等の値となり、ミルシートによる実許容座屈荷重 (248.5kN) と比較すると、70%程度に耐荷力が低下したことがわかる。円周方向の断面欠損率は約 11.2%であるため、断面欠損率に比べると耐荷力の低下率の方が大きい結果となった。ただし、設計時の許容座屈荷重と比較すると、2つの試験体ともに設計時を上回る耐荷力を有していることが確認できる。また、管軸方向変位を比較すると、約 3mm までは両者がほぼ一致しているのに対して、それ以降は case1 の方が変位増加量に対する荷重増加量が小さい。一方で、実験時の管軸直交方向変位について、図6に示した鋼管中央部での変位と荷重の関係から、case1 と 2 ともに最大荷重時の変位がほぼ一致している。それぞれの試験体全体の変形状態は、ピン固定では部材全体が弧状の変形を生じるのに対して、実機固定では完全拘束に近い変形状態を示すと考えられる。両方で部材長が同一であることを考慮すると、両者が同じ管軸直交方向変位に達するには、ピン固定である case1 の方が端部の距離が近くなり、結果として管軸方向変位に差異が生じたものと考えられる。

次に、試験後の腐食箇所の変形状態を図7に示す。同図から、2つの実験結果で変形状態は同一であるが、腐食箇所における座屈変形が生じた断面が同一断面ではないことがわかる。これは、変形が生じる段階で、円周方向に対して外側となる箇所において変形が進んだ結果と考えられる。

4. まとめと今後の展開

本報告では、実鉄塔の撤去部材と同形状の模擬腐食を有する鋼管部材を対象とした、座屈耐荷力試験の状況について取りまとめた。実験結果から、円周方向の断面欠損率が約 11.2%の鋼管部材では、実許容座屈荷重に対して座屈耐荷力が約 70%に低下するが、

設計許容座屈荷重以上の耐荷力を有していることを把握した。また、端部の固定方法が耐荷性能に及ぼす影響では、座屈耐荷力は同等であるが、変形性能に違いが生じる結果となった。実機固定の実験では、継手プレートと円周方向の腐食位置が耐荷力に影響を及ぼす可能性もあることから、引き続き、検討を実施するとともに、実機部材による実験や、腐食形状や部材寸法などをパラメータとした実験を実施していく。

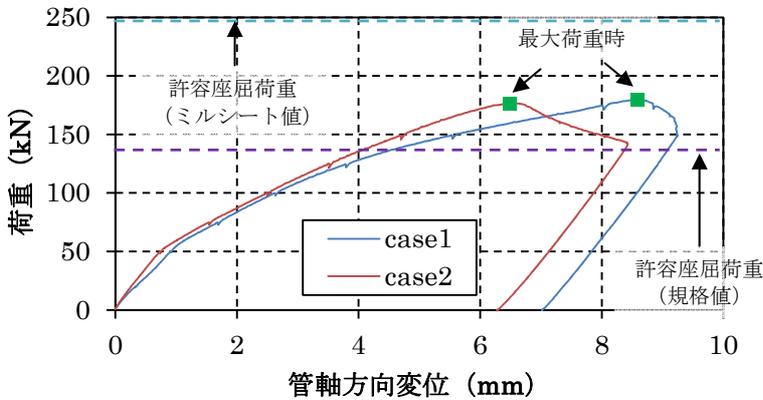


図5 荷重と管軸方向変位の関係

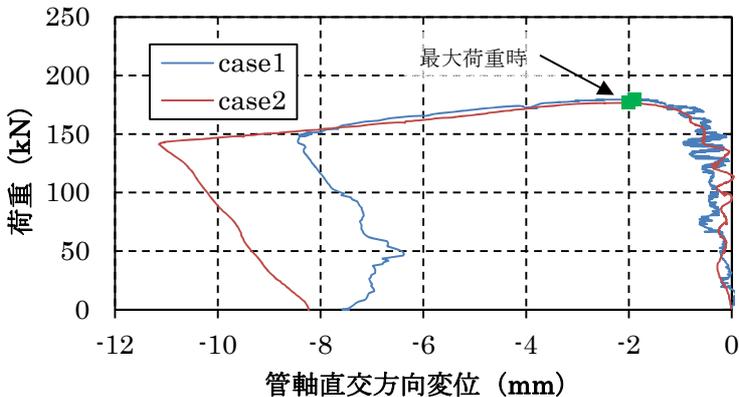
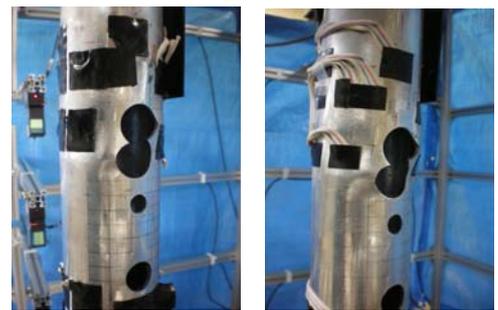


図6 荷重と管軸直交方向変位（鋼管中央）の関係



(a) ピン固定 (b) 実機固定

図7 試験体の損傷状況