

端部の固定条件が鋼管座屈耐荷性能に及ぼす影響に関する実験的検討

(一財) 電力中央研究所 正会員 ○佐藤 雄亮

〃 正会員 石川 智巳

1. はじめに

電力流通設備の1つである送電用鉄塔は2025年頃には半数が経年50年を迎えるともいわれており、そのほかの社会基盤設備と同様に経年化への対応が課題となっている。当所では、経年事象のうち腐食に着目して、腐食が生じた送電用鉄塔の構成部材が有する耐荷性能について検討をしてきている。本報告では、部材端部の固定条件が鋼管の耐荷性能に及ぼす影響について、載荷実験に基づき分析した結果を示す。

2. 実験概要

(1) 載荷方法

今回の実験では端部の固定条件が耐荷性能に及ぼす影響を検討するため、「実機固定」と「ピン固定」の2種類の 방법으로試験機に固定した試験体を対象に実験した。2つの固定条件の概念図を図1に示す。既往検討では、設計式との比較を念頭に、ピン固定による載荷実験が実施されている。しかし、実際の部材は端部をガセットプレートで締結されているため、ピン固定とは異なり部材全体に曲げの影響が生じることが考えられる。このため、本実験では端部の固定条件が部材耐荷力に及ぼす影響を対象とした。なお、実験は、図2に示すように試験体を垂直に試験機に設置し、鉛直方向に圧縮力を作用させた。

(2) 試験体

試験体諸元を表1に示す。同表のとおり、本報告では断面寸法の等しい3種類の鋼管部材を対象として、腐食の有無やその大きさを変えて、それらが耐荷性能に及ぼす影響を分析した。実験ではこれらの3種類の試験体に対して、端部を「実機固定」と「ピン固定」の2種類の固定方法で試験機に設置した。

3. 実験結果と考察

図3に各ケースの圧縮荷重と管軸方向変位の関係をそれぞれ示す。同図の縦軸は、荷重の最大値を材料試験で得られた降伏応力で除して、座屈応力比に換算している。同図から、3つの試験体において、ピン固定と実機固定はほぼ同等の耐荷力であるが、健全時には実機固定の方が大きいのにに対して、腐食形状が大きなcase3ではピン固定の方が大きくなり、固定条件と耐荷力の関係が逆転している。この傾向については、case2とcase3の管軸方向の腐食位置が異なることや、材料特性の違いの影響もあると考えられるため、腐食位置の影響も含めて今後の考察が必要であると考えられる。変形量については、case1と2では最大耐荷力を示す変位がピン固定よりも実機固定のほうが大きいのにに対して、腐食の大きなcase3では両者の差異が小さい。このことから、発生している腐食が小さい場合には、ピン固定での評価よりも実機固

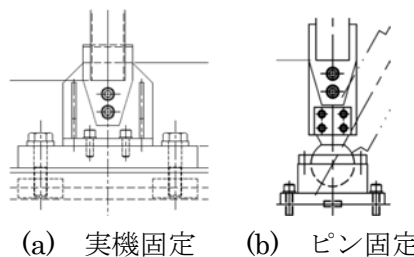


図1 端部支持条件



図2 載荷実験の状況

表1 試験体諸元 (単位: mm)

試験体名	直径	板厚	部材長	細長比	腐食状況
case1	76.3	2.8	1,200	41.5	腐食なし
case2					φ9 (鋼管中央から 120mm)
case3			1,190	41.2	R=15、直線部 22mm の楕円 (鋼管中央から 197.5mm)

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

定の場合には高い変形性能を有しており、吸収可能なエネルギー量の面で優位と考えられる。

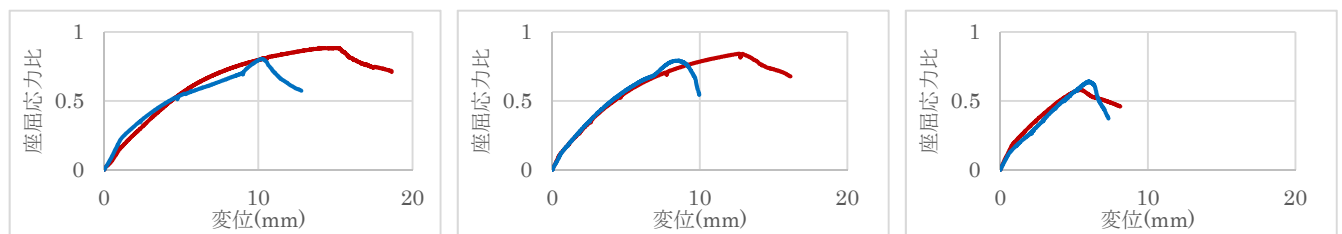
次に、case1 では 9mm 付近、case2 では 7mm 付近において、ピン固定のケースの荷重－変位関係において傾きが大きくなっていることが確認できる。ここで、管軸方向と断面内の強軸と弱軸周りの曲げひずみとの関係をそれぞれ図 4 に示す。なお、弱軸と強軸の定義とひずみの計測位置は図 4 に示したとおりである。同図から、いずれのケースでも荷重－変位の剛性が変化する軸方向変位を超えると、弱軸方向の曲げひずみが大きくなり、曲げ変形による影響が大きくなる。このことから、case1 と case2 において荷重－変位関係で剛性変化が生じるのは、軸方向の変形に加えて曲げ変位が生じたことが影響したものと考えられる。なお、強軸方向の曲げひずみは、ピン固定の場合には大きくなる場合もあるが弱軸方向に比べると非常に小さく、継手形状により弱軸回りの曲げ変形が優位な結果となった。

4. おわりに

本報告では、腐食した送電用鉄塔の鋼管部材の耐荷性能評価に関連して、端部条件が耐荷性能に及ぼす影響について検討した。その結果、実機固定として評価した場合、腐食程度が小さい時には変形性能がピン固定の場合よりも大きく、エネルギー吸収能力に優れている可能性が高いことがわかった。

参考文献

- ・ 佐藤、石川：腐食した鋼管鉄塔部材の耐荷性能に関する基礎的検討、平成 27 年度土木学会全国大会第 70 回年次学術講演会

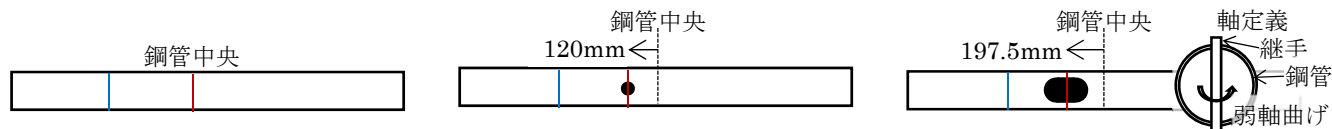


(a) case1 (健全)

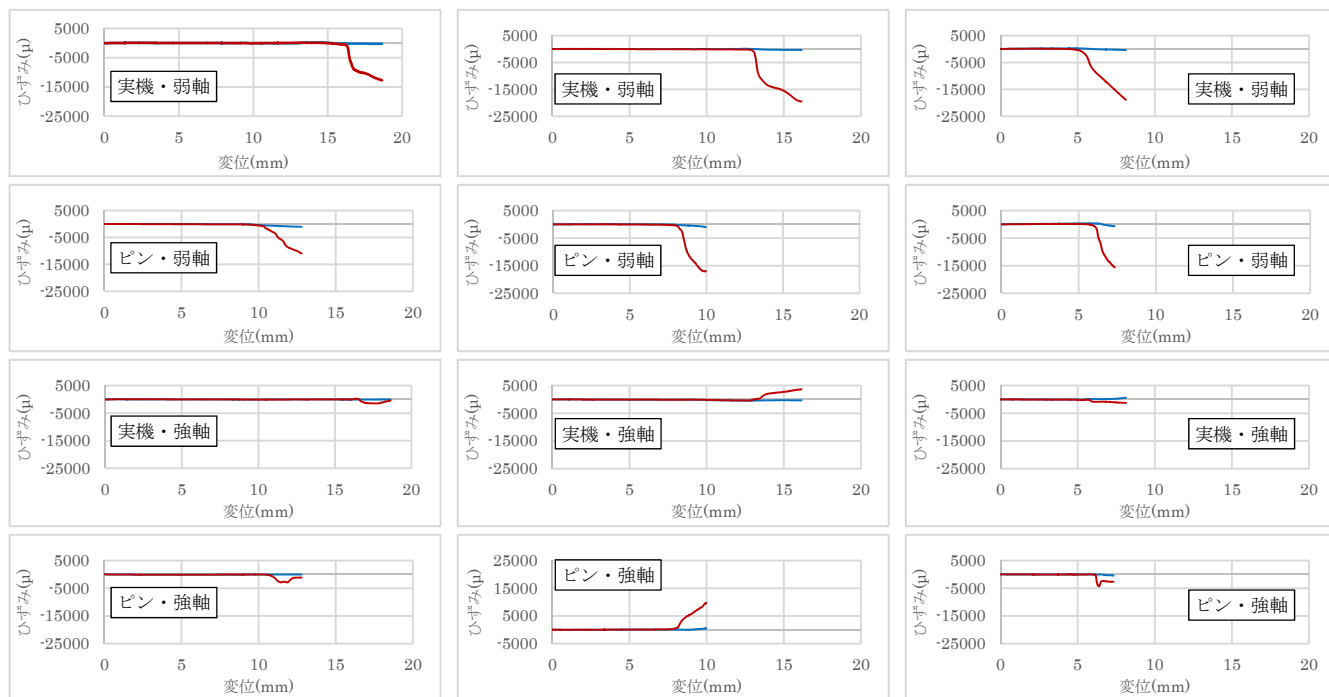
(b) case2 (φ9)

(c) case3 (R15 楕円)

図 3 圧縮荷重と管軸方向変位の関係 (グラフは赤線が実機固定、青線がピン固定)



※ひずみ出力位置は上図の同色位置。青線は鋼管 1/4 点で共通。case1 の赤線は鋼管中央部。



(a) case1

(b) case2

(c) case3

図 4 軸方向変位と曲げひずみの関係