

# ケーブルクレーン鉄塔の耐荷力に関する研究

建設構造研究室 鈴木 雅久  
 指導教官 岩崎 英治  
 指導教官 長井 正嗣

## 1. はじめに

ケーブルクレーン鉄塔は鋼橋上部工架設に用いられる仮設構造物である。仮設構造物は一時的な構造物であるため、仮設構造の計画には十分な安全を検討する必要がある。また、繰り返し使用できることが必要となるため、その設計・計画にあたっては、運搬に便利、組立・解体が容易、耐久性・経済性がある、など多種の条件が求められる。鉄塔の設計にあたって、考慮すべき荷重については「クレーン等各構造規格」、「鋼構造架設設計施工指針」などを準拠しなければならない。一般に仮設備の死荷重、本体構造物の重量、運搬する部材の重量、および控え索から伝達される鉛直荷重と、照査水平荷重、風および地震などによる水平荷重との組み合わせを考慮する。

## 2. 研究目的と概要

仮設構造物であるケーブルクレーン鉄塔の形式には、風や地震などの荷重に抵抗し変位を小さく抑えることができる斜材（ケーブル部材）を用いたトラス形式が採用されている。しかし、使用されている斜材はプレストレスの導入が困難であり、実際の鉄塔では、サグの発生が確認できることから斜材としての効果は薄いものと考えられる。そのため、斜材を用いないラーメン形式の応力が許容範囲内にあるならば、仮設構造物である斜材を省略することで、コスト低減を考慮することができる。

また、水平材を厳密トラスとして扱う場合、節点数・部材数とも多くなり、設計計算が煩雑になる。そこで、左右の柱材を連結する水平材について忠実にモデル化を行なった場合と、剛性が等価な梁部材でモデル化を行なった場合について、断面力と変位の比較により検討を行なう。

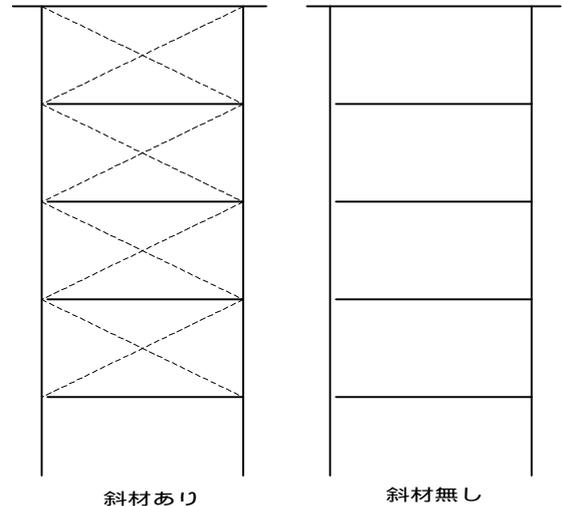


図1 鉄塔モデル

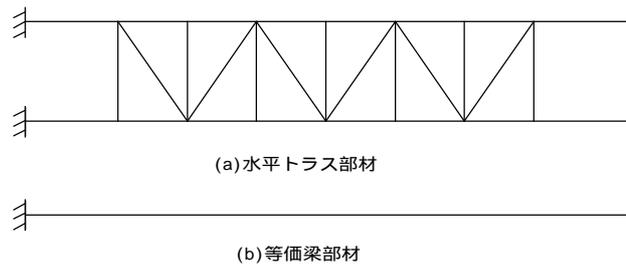


図2 水平材モデル

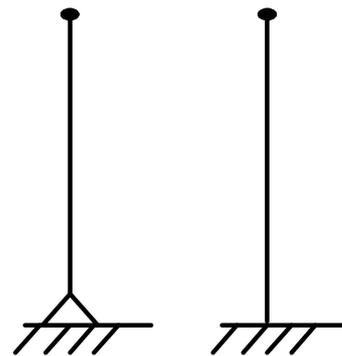


図3 支承部モデル

解析では、ケーブルクレーン鉄塔について荷重状態、斜材の有無、支承部をピン支持で表現した場合と固定支持で表現した場合の2種類のモデル化、水平材の忠実なモデル化と等価梁によるモデル化を行ない、その力学的挙動の違いを比較し、合理的なモデル化の方法

についての検討を行なう(図1~3)。検討の際には鉄塔の設計において準拠しなければならない設計基準より荷重条件を4種類(常時・作業時・地震時・休止時)にわけ、応力照査を各部材で行ない、合理的なモデル化について比較・検討を行なう。

### 3. 解析条件

本研究で用いた解析条件を次に記す。以後の結果においては記述した記号を用いる。

#### ・斜材の有無について

斜材無し(S1), 斜材あり(S2)

#### ・荷重条件

常時(L1): 鉄塔自重 + 垂直静荷重 + 垂直動荷重 + 斜吊反力 + 照査水平荷重

作業時(L2): 鉄塔自重 + 垂直静荷重 + 垂直動荷重 + 斜吊反力 + 作業時風荷重

地震時(L3): 鉄塔自重 + 垂直静荷重 + 垂直動荷重 + 斜吊反力 + 地震荷重

休止時(L4): 鉄塔自重 + 垂直静荷重 + 休止時風荷重

#### ・支承条件

ピン支持(R1), 固定支持(R2)

#### ・水平材のモデル化

トラス部材(T1), 等価梁部材(T2)

### 4. 解析結果

#### 4.1 荷重条件の違い

設計では最も不利になる荷重状態において安全性が確保されていなければならない。このことから、解析条件を斜材ケーブル省略(S1), 支承ピン支持(R1) 水平部材トラス部材(T1)と設定し、塔柱材の断面力について比較をした。

結果より、休止時の荷重条件が最も不利となり、以後の解析では休止時を用いる。

#### 4.2 支承モデル化の違い

実際の支承は、橋軸直角方向の回転は拘束されることから固定支承としてモデル化すべきであるが、支承ピンの回転量が微小な場合には、ピン支持として表現できる。そこで支承部をピン支持、固定支持としてモデル化を行ない、軸力と曲げモ

ーメントについて比較を行なった。

結果より、支持端付近の断面力には、違いが見られ、固定支持としてモデル化した場合に大きな曲げモーメントが発生しているが、上部に行くに従い、その違いはほとんどなくなっている。塔頂部の変位には、1割(10mm)程度の違いがあった。

#### 4.3 水平材モデル化の違い

トラス材モデルと等価梁モデルについて断面力の比較を行なった。変位・断面力ともにモデル化による差はない。このことより、トラス部材を等価梁部材に置きかえることができる。

#### 4. 柱材塑性状態での斜材ケーブルの影響

想定範囲を超えた荷重状態での挙動についても調べておくことは重要である。そこで、塑性状態での斜材の有無による変位について、検討を行なった。

柱部材が塑性化し、構造全体の剛性が低下するまでは、斜材の有無による違いはほとんど見られない。しかし、塑性化後の剛性は、斜材が無い場合には急激に低下しているが、斜材が有る場合には、剛性低下が緩和され、水平変位を抑えている。

### 5. 結論

解析結果より次のことが確認できた。

・支承部のモデル化については、支承部付近で断面力に相違があり、塔頂付近では差が小さくなること。

・塔頂変位は最大で1割の差があること。

・水平材のモデル化については、モデル化の違いによる断面力・変位の差は小さく、トラスモデルを等価梁モデルに置きかえることができること。斜材の有無について

・塑性状態において、塑性前では各モデルの結果はほぼ一致し、斜材の違いによる影響は少ないこと。

・塑性後では塔頂変位は急増し、斜材無しの場合には剛性が急激に低下すること。

・斜材ありの場合は剛性低下が緩和され、水平変位を抑えること。

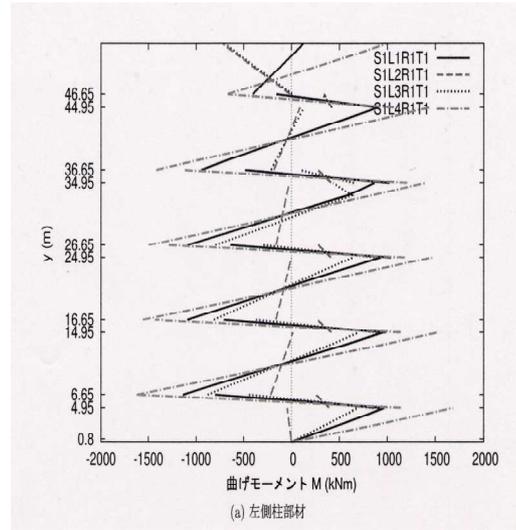
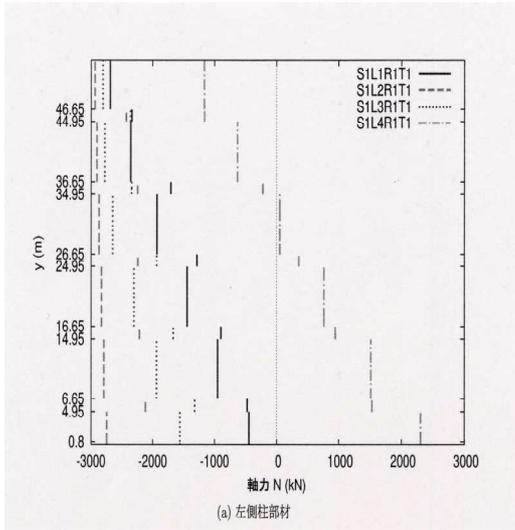


図4 荷重条件の違いによる断面力

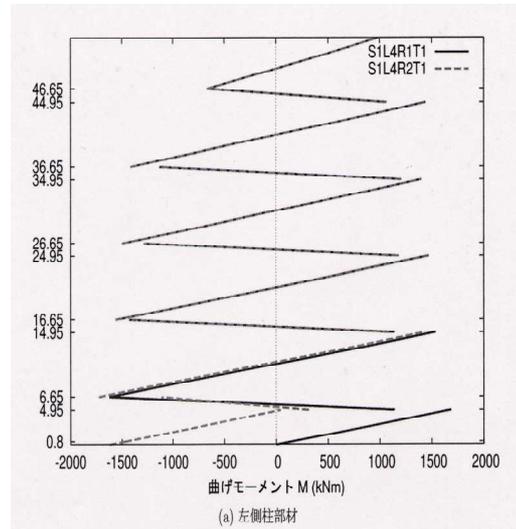
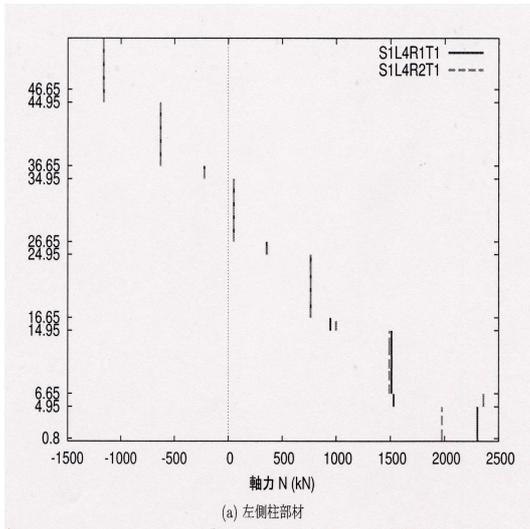


図5 支承モデルの違いによる断面力

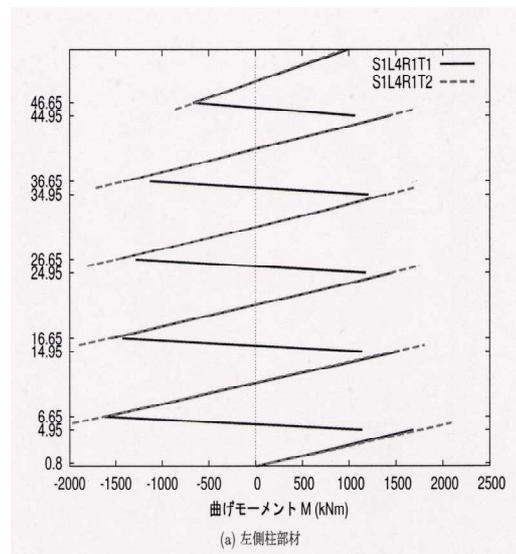
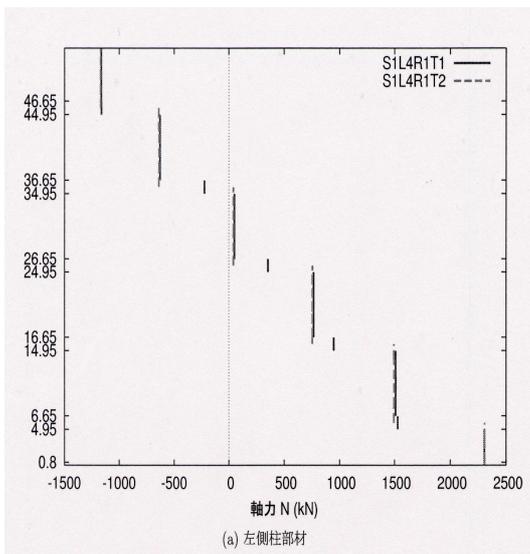


図6 トラスモデルの違いによる断面力

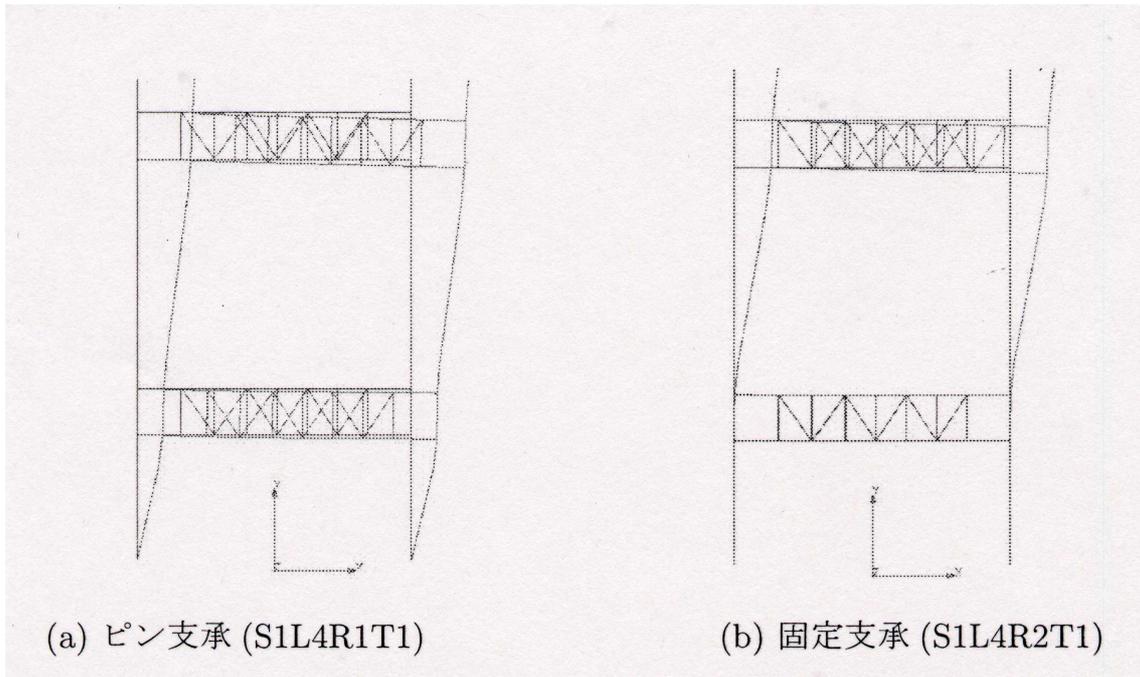


図7 変形図

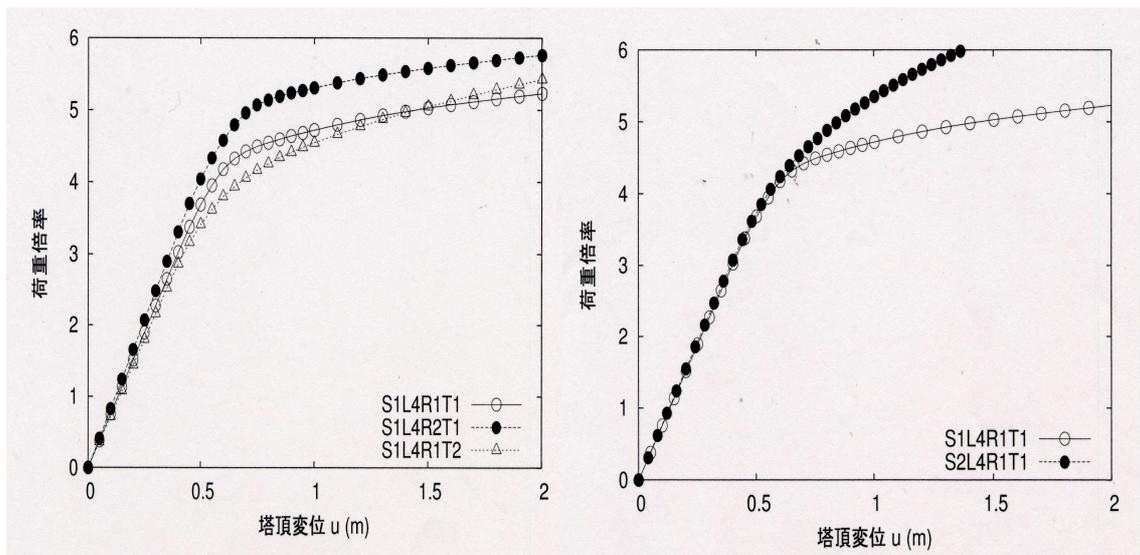


図8 荷重変位関係