

(I-23) 鉄塔基礎部の定着構造に関する研究

三和鋼器(株) 正会員 ○松岡 春夫
 三和鋼器(株) 正会員 矢嶋 望
 関東学院大学 正会員 倉西 茂

1. まえがき

送電用鉄塔基礎に多く用いられている逆T字型コンクリート基礎は、主脚材、碇材、コンクリート柱体部および床版部等から構成されている。本研究では、破壊モードの一つである引抜きせん断破壊について、模型実験およびFEMによる線形解析を行い、鉄塔材よりコンクリート基礎部への応力伝達ならびにコンクリートコーン破壊について検討したものである。

2. 概要

実験方法

載荷装置の寸法ならびに形状を図-1に示す。供試体のコンクリート設計基準強度は $\sigma_{ck}=180\text{kgf/cm}^2$ とした。また配筋によるコーン状破壊の影響を比較するため無筋の供試体も製作した。供試体は、コンクリート床版厚を基準とし実体基礎の1/5縮小モデルとした。供試体は、床版部4辺を拘束し曲げモーメントの影響を小さくし荷重は脚材の軸方向に加えた。荷重は引張力を破壊まで載荷し、自動ひずみ測定装置でモニターしながら測定を行った。また変位計はコンクリート天端部および主脚材頭部各2か所に設置した。

解析条件

コンクリート部分はソリッド要素を用い主脚材、碇材(山形鋼)及び鉄筋は薄肉シェル要素にてモデル化を行った。主脚材とコンクリートの付着力はスプリング要素を用い、バネ剛性 $K_c=30\text{tf/cm}^2$ 及び 1tf/cm^2 とした。荷重条件は、引張荷重 15tf とし、山形鋼の先端に剛板要素を付け、中心点に集中荷重として与えた。拘束条件は、床板上面を完全固定とし荷重載荷の剛板の回転を防止するため外周を拘束した。

3. 実験結果

(1) 主脚材の応力

各測定位置での応力を図-2、3に示した。初期ひび割れ荷重は 12.1tf であり、図中の実験値(5tf)は初期ひび割れ以前の状態を示し、実験値(15tf)は初期ひび割れ発生以降の挙動を示した。 5tf では、主脚材頂部で最大応力となり碇材へ近づくほど応力の減少が見られた。主脚材は頂部より約 $1/3\ell$ 付近にかけてほしいに応力分担は減少し、約 $1/2\ell$ より下部ではほとんど応力の発生がなかった。 15tf では頂部より $1/3\ell$ 付近以下で 5tf の場合の3倍を超える大きな応力が発生した。

(2) 碇材の応力

初期ひび割れ荷重までは、コンクリートと一体化しているため応力の発生が少なくコンクリートの初期ひび割れと同時に急激に増加した。従ってひび割れ発生以降の荷重に対して、碇材が応力を分担する傾向となった。

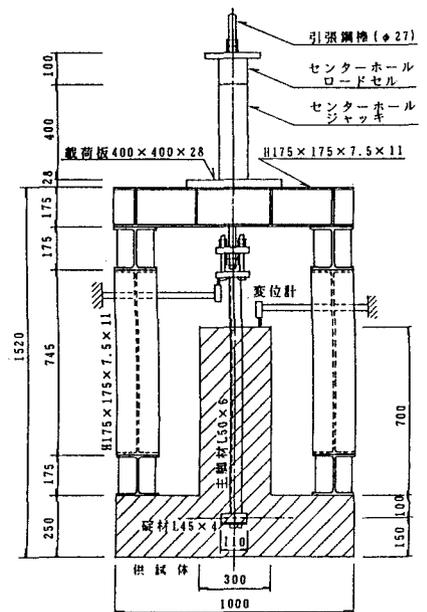


図-1 載荷装置 (mm)

(3) 変形破壊状況

外観上の初期ひび割れは、コンクリート柱体部つけね付近に始まり、次に放射状に床版側面に向かってひび割れが進み、さらに柱体部を囲むような形で円形状のひび割れが発生した。この円形状のひび割れは、礎材付近より上面に向かって約35°の角度で斜めに伸びており最終的にコーン状破壊に至った。写真-1に破壊状況を示す。

(4) 解析結果

主脚材の応力は、バネ剛性を $K_c=30\text{tf/cm}^2$ にとると頂点より $1/2\ell$ の範囲で実験値との差が大きいが、 $K_c=1\text{tf/cm}^2$ にすると概略的に実験値に近い値となった。 $1/2\ell$ から礎材では、 $K_c=30\text{tf/cm}^2$ で実験値とほぼ同様の値となった。コンクリートの応力は、柱体つけ根部及び柱体回りに円周状に大きく発生し、コーン状破壊を起こす事を予測している。

4. 主脚材定着部の耐力 (理論値)

表-1にコーン状破壊面の角度を変えた場合の計算耐力を示す。この値は、コーン状破壊、主脚材降伏及び支圧による場合の三要素に各低減係数の積¹⁾により導いたものである。コーン角度を小さくとるにしたがい耐力が増加する傾向にあるが、コーン状破壊により決定される要素から主柱材降伏へと移行した。コーン状破壊時の鉄塔耐力も同様に角度が小さくなるにしたがい面積が広くなるため耐力が上昇する傾向となる。コーン状破壊面の角度は、実験値で約35°となり初期ひび割れ荷重12.1tfと理論値の短期許容引張力11.4tfを比較すると非常に近い結果がえられた。

	30°	35°	45°
長期許容引張力	9.0 tf	7.6 tf	3.9 tf
短期許容引張力	13.5 tf	11.4 tf	5.9 tf

表-1 コーン状破壊の角度別計算耐力

5. まとめ

今回の実験より主脚材からコンクリート基礎部への応力伝達は、頂点より約 $1/2\ell$ 付近まで期待出来ない。今後は耐力を決定する一要素であるコーン状破壊についてひび割れ面の耐力を上げる配筋及びスタッドによる定着方法を検討して行きたい。

参考文献

- 1) 各種合成構造設計指針 同解説: 日本建築学会
- 2) 送電用支持物設計標準 J E C - 1 2 7 : 電気学会
- 3) 附着強度に関する一考察: 木村正彦 日本建築学会大会学術講演梗概集1990年

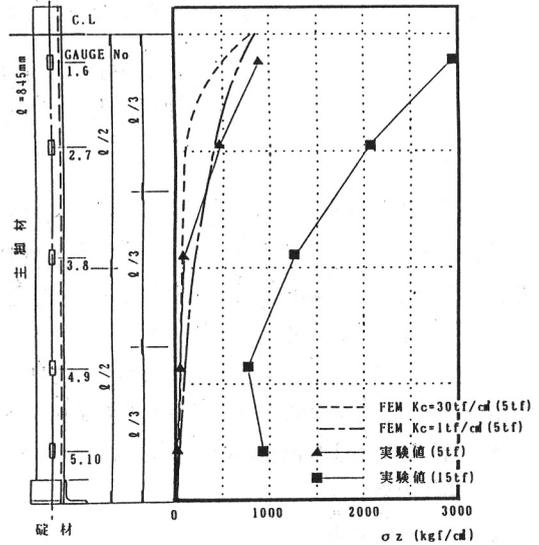


図-2 主脚材の応力分布

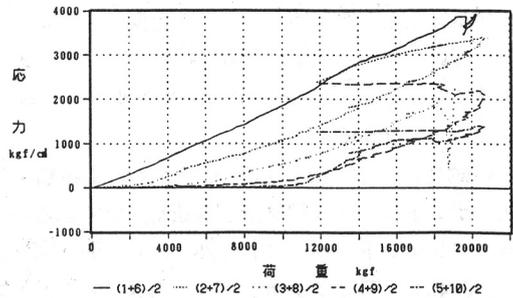


図-3 主脚材の応力

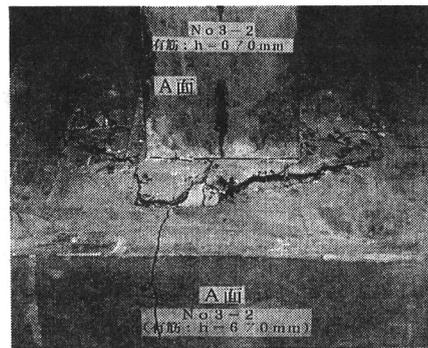


写真-1 破壊状況