

床板にアンカーボルト定着した送電用鉄塔脚の模型引抜き载荷実験

東京電力	正会員	大浦 篤・小宮山 茂樹
東電設計	正会員	齋藤 修一
前田建設工業	正会員	三島 徹也
香川大学	正会員	松島 学

1. はじめに

送電用鉄塔脚を基礎に定着する方式としてアンカーボルトによる定着方式が考えられる。これまで4本杭に支持されたフーチングに対しては、いかり材定着方式¹⁾を採用してきた。アンカーボルト定着方式を採用することで基礎のコストダウンを図るため、模型载荷実験により破壊モードおよび耐力の確認を行った。

2. 試験体

試験体形状および配筋状況を図-1 に示す。図中にひずみゲージを貼付した位置と記号を示した。4本杭に支持された床板に脚材をアンカーボルトで定着したものである。4本の杭を鉛直に固定し、脚材を上部に引抜き载荷した。試験体上面にベースプレートを設置し、基礎にアンカーボルトを埋め込んでベースプレートに固定した。試験体は実構造物の1/2の大きさとし、床板幅180cm、床板厚65cm、アンカーボルトの埋込み長は $L_e=40$ cm、アンカーボルトの配置径を $\phi=35$ cmとした。アンカーボルトはM24(WELTEN590)で、全周ねじ切りのものを16本配置し、各杭の軸力筋はD16(SD345)の異形棒鋼を9本配置した。床板の主鉄筋はD16(SD345)の異形棒鋼を120mmピッチで配筋した。コンクリートの圧縮強度は $f_{c_0}=32.4\text{N/mm}^2$ である。

3. 実験結果

ひび割れ観察図を図-2 に、切断面のひび割れ状況を写真-1 に示す。荷重147kNでベースプレートとグラウト間に水平の引張りひび割れが発生した。549kNで試験体上面に放射状のひび割れが発生した。さらに载荷を続けていくと、放射状のひび割れ本数は増加し、そのひび割れは最長30cm程度まで進展した。970kNで大きな音とともに同心円状のひび割れが試験体上面に、水平ひび割れが試験体側面に発生し破壊した。写真-1に見られるように切断面のひび割れ状況は、アンカーボルトの下端からほぼ45°の方向に斜めひび割れが発生しており、斜めひび割れが試験体上面

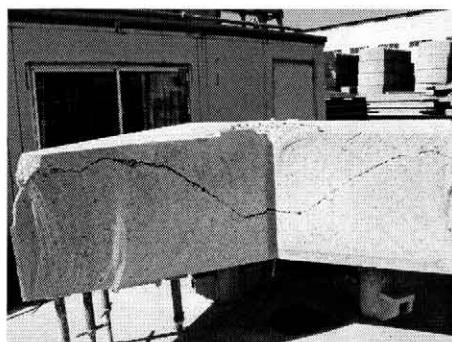


写真-1 切断面ひび割れ状況

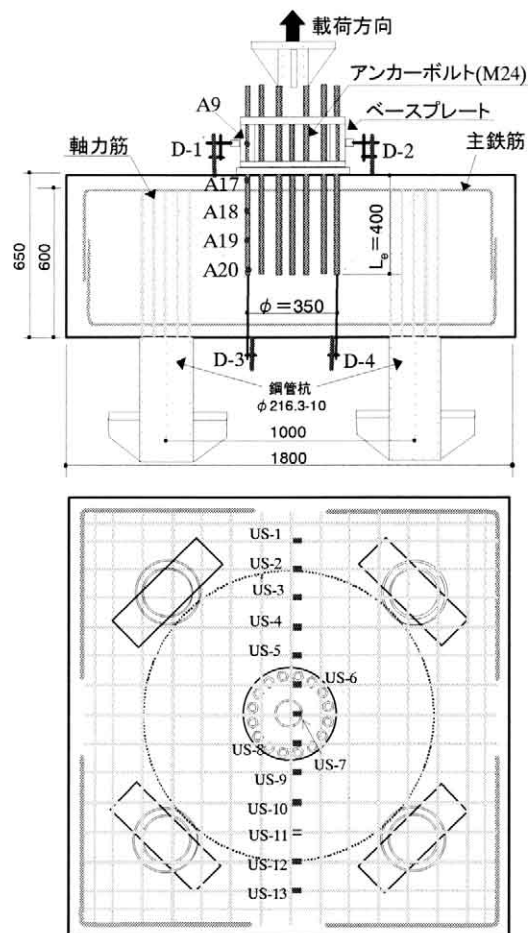


図-1 試験体形状および配筋状況

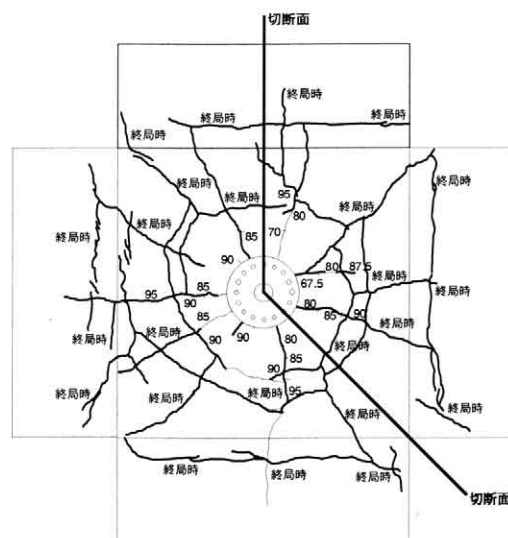


図-2 ひび割れ観察図（上面・側面）

キーワード：せん断破壊、アンカーボルト、定着耐力、模型実験

連絡先：〒100-0011 東京都千代田区内幸町 1-1-3 Tel 03-3501-8111 Fax 03-3596-8574

に到達した位置は、試験体上面に観察された同心円上のひび割れと一致している。アンカーボルト下端に沿った水平ひび割れから、上部のコンクリートは一体となりコアとして挙動している。その他のひび割れは確認できず、せん断ひび割れが卓越し脆性的な破壊であった。以上より、本試験体の破壊モードはアンカーボルト下端から発生したコンクリート部の引抜きせん断破壊と判断した。

荷重と試験体上面の相対変位(D-1, 2)およびアンカーボルト下端の試験体からの抜け出し変位量(D-3, 4)を図-3 示す。荷重 100kN まで D-1, 2 の変位量はほぼゼロとなっており、100kN でベースプレート下端が剥離した現象と一致している。その後、最大荷重までほぼ弾性的に変位が進行した。また、D-3, 4 はともに若干の圧縮変位が計測されたが、その値はごく小さいものであり変形はないものとして見なすことができる。アンカーボルトの深度方向のひずみ分布を図-4 に示す。小さい荷重では上部のひずみ勾配が大きく荷重を上部で分担し、最大荷重時のひずみ勾配は直線になっていることから、均等に荷重をコンクリート部に伝達していることがわかる。しかし、ひび割れはアンカーボルトの途中に確認することができず、アンカーボルトの下端から発生していた。試験体上端主鉄筋のひずみ分布を図-5 に示す。上端筋は中央部付近のひずみが一定ではなかった。アンカーボルトは図-1 に示したように US-5 と US-9 の間にあるため、アンカーボルトの内側の主鉄筋は曲げ挙動しないことになる。アンカーボルトより外側のひずみは、外側になるほどひずみが小さく、曲げ挙動していることがわかる。

試験体の破壊モードは、引抜きせん断破壊であったため、式(1)に示すいかり材定着方式の引抜きせん断耐力算定式¹⁾と比較を行った。

$$P_c = \tau_{pa} \cdot U_p \cdot d_a \dots\dots\dots(1)$$

ここで、 τ_{pa} : 引抜きせん断応力度、 U_p : せん断面の周長、 d_a : 有効せん断高さ

本試験体は、いかり材の位置をアンカーボルト下端の位置に置き換えて、有効せん断高さを求めた。式(1)による計算値は 1270kN であり、実験値より 30%程度大きくなった。この影響として、いかり材定着方式はいかり材から荷重を伝達するのに対し、アンカーボルト定着方式はアンカーボルトから逐次荷重を伝達した影響と考えられる。

4. まとめ

- (1)破壊モードはアンカーボルトに囲まれたコンクリートがコアとなって、荷重を外側へ伝達するせん断破壊である。
- (2)せん断補強筋を配置していないため、せん断ひび割れが生じると同時に破壊する脆性的な破壊である。

(参考文献)

- 1)吉井幸雄・田邊成・松島学・三島徹也：送電用鉄塔基礎のいかり材方式による脚材定着手法に関する研究，土木学会論文集，No.606/V-41，pp.111-128，1998.11

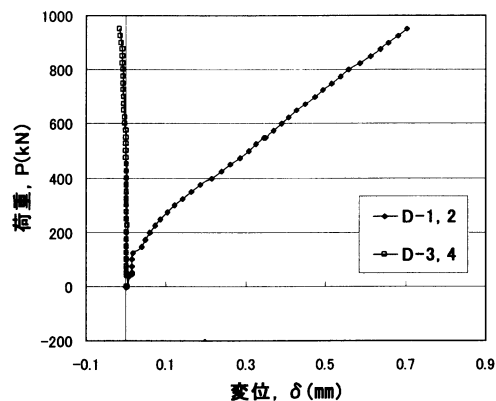


図-3 荷重～変位関係

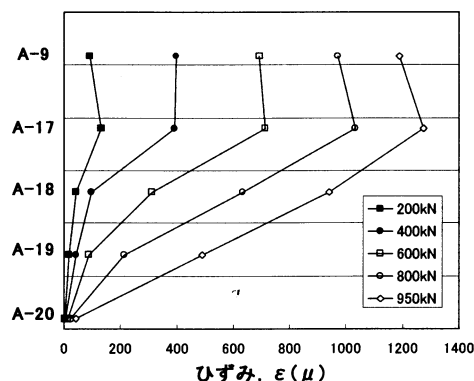


図-4 アンカーボルトのひずみ分布

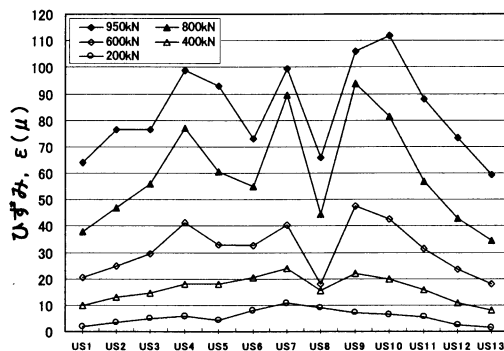


図-5 試験体上端主鉄筋のひずみ分布