

# コンクリート杭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

東電設計 正会員 齋藤 修一  
東京電力 正会員 大浦 篤・小宮山茂樹  
前田建設 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。今まで、深礎基礎に対しては支圧板定着方式を採用してきた<sup>1)</sup>。アンカーボルト定着方式を採用することでコストダウンは図るため、模型実験により破壊モードおよび耐力の確認を行った。

## 2.試験体の概要

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。杭を模した鋼管に杭鉄筋を溶接し、円形コンクリート基礎を作成した。基礎の上端の鉄筋脚を取り付けるための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、コンクリート径  $D=75\text{cm}$ 、アンカーボルトの埋め込み長は  $L_e=40\text{cm}$ 、アンカーボルトの配置径を  $\phi=35\text{cm}$  とした。アンカーボルトは M24 (WELTEN590) 全周ねじ切りとし、16本配置し、軸力筋は D22(SD490)の異形鉄筋を24本配置した。軸力筋のコンクリートかぶり厚は  $85\text{mm}$  と小さいため、軸力筋の付着によって破壊しないように各軸力筋に径  $3\text{mm}$ 、らせんの直径  $60\text{mm}$ 、ピッチ  $30\text{mm}$  のらせん鉄筋を配置した。コンクリートの圧縮強度は  $f_c=31.7\text{N/mm}^2$  である。

## 3.実験結果

実験終了後のひび割れ状況を図2に示す。荷重  $100\text{KN}$  でグラウト上面と脚材の縁が切れ始める。  $650\text{KN}$  でアンカーから放射状に割裂ひび割れが4方向に発生した。加力に伴い割裂ひび割れは進展し、躯体周面まで到達し、ひび割れ本数も増加した。  $800\text{KN}$  で割裂ひび割れは下方へ進展し最大荷重を迎え、アンカーボルトで取り囲んだ面にひび割れが生じ、割裂破壊した。

試験体を鉛直に切断した断面のひび割れを図3に示す。図に見られるようにアンカーボルトに沿って鉛直のひび割れが生じており、アンカーボルト下端はボルトに囲まれた範囲に水平ひび割れが発生していた。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のコンクリートに伝達し、伝達力の水平分力が内圧としてコンクリートを割裂破壊させたことがわかる。以上より、いままで、送電用

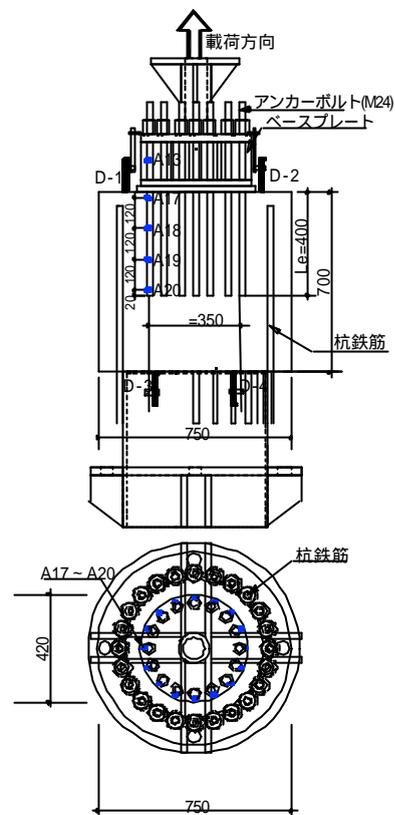


図1 円形基礎定着(A-1)



図2 ひび割れ(側面)



図3 ひび割れ(切断面)

キーワード：割裂破壊、アンカーボルト、定着、模型実験

〒110-0015 台東区東上野 3-3-3 TEL03-5818-7809 FAX03-5818-7585

鉄塔の深礎基礎に用いられてきた支圧板定着方式<sup>1)</sup>と同様な割裂破壊であることがわかる。荷重と変位の関係を図4に示す。ベースプレートとコンクリート上面の相対変位(D-1,2)およびアンカーボルト下端の抜け出し量(D-3,4)を示す。ベースプレートとコンクリート上面の間は2.5cmの距離がありこの間は無収縮モルタルを充填した。荷重100kNまでD-1,2の変位量はほぼゼロとなっており、100kNでベースプレートの下が剥離した現象と一致している。その後は、最大荷重までほぼ弾性的に変位が進行した。D-3,4の変位量は100kNを越えて生じたが、変位の最大値は0.04mmであり、微小な抜け出しである。本試験体は放射状の割裂ひび割れ観察後、すぐに破壊した脆性的な割裂破壊であった。アンカーボルトの深度方向のひずみ分布を図5に示す。A-13はコンクリートより上に配置したひずみである。小さい荷重レベルでは上部のひずみ勾配が大きく荷重を上部で分担していることがわかる、最大荷重時にはほぼ三角形分布になっていることから均等に荷重分担していることがわかる。

本試験体は割裂破壊により終局を迎えたため、支圧板定着方式による割裂耐力算定式<sup>1)</sup>との比較を行った。割裂耐力算定式は、式(1)で表される。

$$P_u = \frac{2\pi\{(D-\phi)/2\} \cdot L_1 \cdot f_t \cdot \alpha \cdot \beta \cdot \gamma}{\tan \theta} \quad (1)$$

ここで、 $D$  : 杭径、 $\phi$  : 脚材径、 $L_1$  : 定着長 (cm) (=支圧板設置区間長)、 $f_t$  : コンクリートの引張強度(=0.58・ $f'_c$ <sup>2/3</sup>)、 $f'_c$  : コンクリートの圧縮強度、 $\alpha$  : 寸法効果に対する補正係数、 $\beta$  : コンクリート強度に関する補正係数、 $\gamma$  : 定着長に関する補正係数、 $\theta$  : 支圧板からの荷重伝達角度 (= 45°)

本試験体はアンカーボルト定着方式であり支圧板が設置されていないため、アンカーボルトの埋込み長を定着長と考えた。実験結果からアンカーボルトに囲まれたコンクリートがコアとして外側のコンクリートを押し広げ、割裂ひび割れを生じさせたことから、割裂耐力算定式中の脚材をアンカーボルトが配置されている直径に置き換えた。式(1)から求められる計算値  $P_u$  は 816kN であり、実験値と計算値より求めた耐力の比  $P_{ue}/P_u$  は平均値 0.98 となったため、式(1)による割裂耐力式により予測できることがわかる。

#### 4.まとめ

- (1) 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外側のコンクリートを押し広げ、放射状の割裂ひび割れが発生し、破壊に至る割裂破壊である。
- (2) 荷重変位関係は最大荷重に達するとすぐに耐力低下が生じる脆性破壊の状態を示す。
- (3) アンカーボルト定着方式の割裂耐力は、支圧板定着方式の割裂耐力算定式を基本に脚材径をアンカーボルト配置径に、定着長をアンカーボルト埋込み深さに置き換えることにより適用ができる。

#### 参考文献

- 1) 吉井幸雄、飯島政義、斉藤修一、松島学:送電用鉄塔基礎の支圧板方式による脚材定着手法に関する実験的研究、土木学会論文集 No.606/V-41,pp129-140、1998

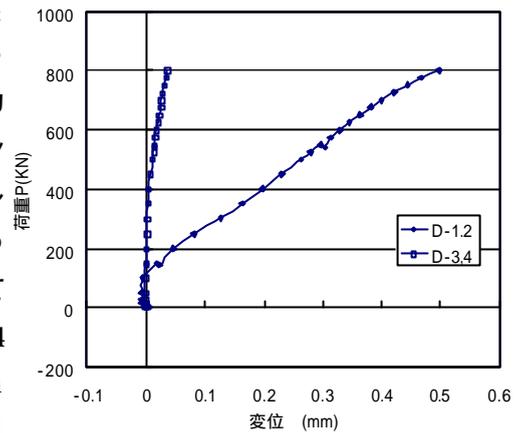


図4 荷重変位関係

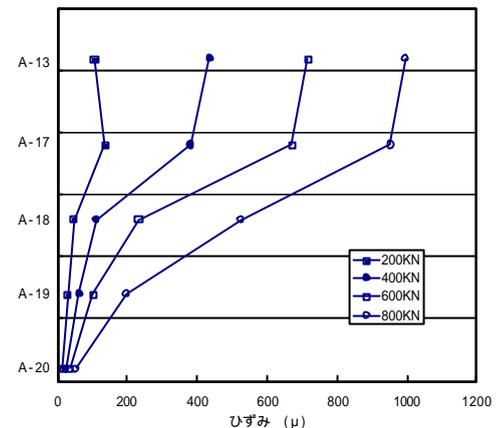


図5 アンカーボルトのひずみ分布