

V-136

送電用鉄塔深礎基礎における鋼脚柱の定着設計法について

東京電力㈱ 正会員 ○奥山 一夫
東京電力㈱ 正会員 吉井 幸雄
東電設計㈱ 正会員 松島 学
前田建設工業㈱ 正会員 横沢 和夫

1. はじめに

鉄塔基礎に定着する方法としては、現在図-1に示すとおり深礎基礎内の鋼脚柱に支圧板と呼ばれる薄いスチールプレートリング状に取付け、それが異形鉄筋のふしのように滑動に対し抵抗する「支圧板定着法」が多く用いられている。

この支圧板定着方式の合理的設計法を確立することを目的として行った一連の実験の結果、従来想定されていたモードと異なる新たな破壊モードが明確となった。よって、これに基づく耐力算定方式と定着設計法の検討結果についてここに報告するものである。

2. 実験概要及び結果

実験は、終局耐力及び破壊機構を把握するため、図-2に示すような縮尺 1/5程度の模型を用い、鋼脚柱の引抜き試験を行った。

試験体の形状・種類を表-1に示す。

実験の結果、以下の成果が得られた。

- ① 終局耐力を決定する破壊モードは、靱性に富んだ軸力筋の降伏破壊と靱性に乏しく急激な破壊を示す割裂破壊（図-3）の2種類があり、主に、鋼脚柱の埋込み長により、破壊モードが決定する。
- ② 割裂破壊に対して、薄肉又は厚肉の円筒体理論で耐力の評価が可能である。
- ③ 割裂に対して、フープ筋で対応するには膨大な鉄筋量が必要となり、現実的でない。

3. 終局耐力式

実験の結果、軸力筋による破壊を除けば、定着耐力は、軀体コンクリートの割裂破壊により定まることが判明した。（図-4）

このため、耐力算定式を定めるにあたって、次のような仮定をした。

- ① 耐力評価にあたっては、円筒体の内圧として支圧力の水平成分が定着長 l_b にわたって作用してる。
- ② 終局時の支圧板荷重分担割合は、均等とする。

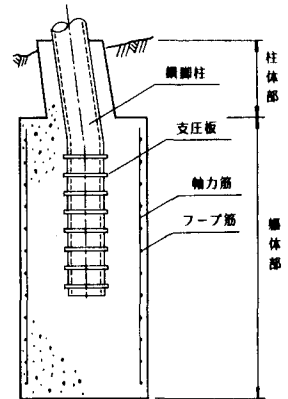


図-1 鉄塔基礎と支圧板

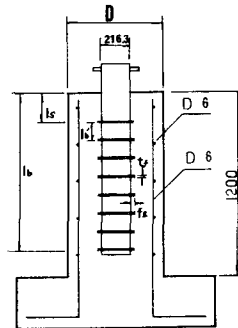


図-2 試験体の形状

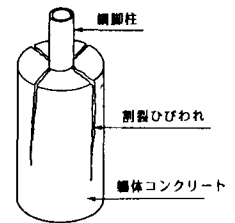


図-3 割裂破壊

表-1 試験体の種類

試験体 No.	鋼脚柱径 D (mm)	定着長さ l_b (mm)	露出長さ l_s (mm)	軸力筋径 φ (mm)	軸力筋数 n	フープ筋径 φ (mm)	フープ筋数 m	試験回数	破壊モード
A-1	500	1020	170	85	10	1.6	8	x	※
2	550	765	170	85	10	1.6	6	x	※
3	550	595	170	85	10	1.6	6	x	※
4	550	510	170	170	10	1.6	3	x	※
5	550	430	90	170	20	3.2	3	x	※
6	550	595	170	85	20	1.6	6	○	※
7	550	595	170	85	20	3.2	6	x	※
8	550	570	170	40	10	1.6	11	x	※
9	550	800	260	170	20	1.6	3	x	※
10	550	1020	170	85	10	1.6	11	○	※
11	450	1020	170	170	10	1.6	8	x	※
12	900	425	170	85	10	1.6	4	x	※
B-1	450	750	150	15	3.2	5	x	x	※
2	900	850	170	136	20	3.6	6	x	※
3	1300	850	170	136	20	3.6	6	x	※
4	550	595	85	85	10	1.6	7	x	※
5	850	595	255	85	10	1.6	5	x	※
6	450	595	170	85	10	1.6	6	x	※
7	900	595	170	85	10	1.6	6	x	※
8	550	595	170	141.7	10	1.6	4	○	※
9	900	595	170	141.7	15	3.2	4	○	※
10	900	595	170	141.7	15	3.2	4	○	※

※印：割裂破壊

- ③ 内圧は、支圧板斜上向45° 方向に発生する支圧力の水平成分とする。

内圧に起因して発生するフープ応力に抵抗する断面は、図-5に示す厚肉円筒体を簡略した図-6に示す薄肉円筒体とみなして、ひび割れの発生していない厚さ $(D/2-a)$ 、長さ l とした。そしてその応力がコンクリートの引張強度の σ_{tu} を超えたとき、割裂するものとして、以下の耐力算定式を導いた。

$$P_u = \frac{2\pi \cdot l \cdot (D/2-a) \cdot \sigma_{tu}}{\tan \theta} \quad \text{— (1) 式}$$

ここで、 P_u ：割裂耐力（kgf）

σ_{tu} ：コンクリートの引張強度（kgf/cm²）

θ ：支圧板からコンクリートに伝達される支圧力の方向（45°で仮定）

割裂を生じた9試験体の終局耐力を（1）式で計算し、実験値と比較した結果を表-2に示す。この結果（1）式は、かなり精度よく耐力評価できることが判明した。

4. 支圧板定着設計法

前述の室内実験及び最終確認のための大型模型実験結果を基に、新しい支圧板定着設計指針を作成した。

以下に、その要点を示す。

- ① 寸法の影響はコンクリートの引張強度 σ_{tu} に躯体径の1/8乗根を乗じて補正する。
- ② コンクリートの引張強度 σ_{tu} は、圧縮強度 σ_{cu} の2/3乗で補正する。
- ③ 支圧板の形状・間隔については、基本的に、異形鉄筋の形状規格を参考に決定する。
- ④ 構造物の耐久面から、初期ひびわれの発生を制限する検討を行なう。

なお、今回の実験は、荷重載荷を引張側で行なっているが、圧縮側についても数体の圧縮試験結果から、引張に比べ耐力の向上が見込める目途を得ている。

5. おわりに

本編で報告した支圧板定着設計法は、現状の研究レベルをまとめたものであり、今後、圧縮荷重の影響などさらに研究を継続し、より合理的な設計法を確立して行く予定である。なお、本研究にあたり、多大な御指導をいただきました東京大学岡村教授に紙面を借りて厚く御礼申し上げます。

（参考文献）

R.Tepfer "Cracking of Concrete Cover along Anchored Deformed Reinforcing Bars" Magazine of Concrete Research 1979.3.

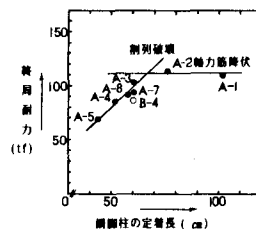


図-4 鋼筋柱定着長と破壊モード

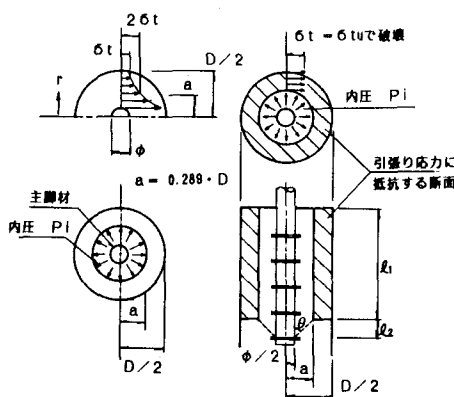


図-5 厚肉円筒体による応力分布 図-6 引張応力に抵抗する断面

表-2 割裂耐力の実験値と計算値の比較

試験体 No.	コンクリートの引張強度 σ_{tu} (kg/cm ²)	実験値 P_u (tf)	計算値 P_u (tf)	実験値/計算値
A	3 17.5	87.5	77.9	1.12
	4 16.9	69.5	62.8	1.11
	5 18.7	83.8	56.6	1.12
	7 19.3	88.3	85.9	1.03
	8 18.8	84.0	79.6	1.06
B	2 21.4	174.1	178.8	0.97
	3 15.8	155.3	159.2	0.98
	4 21.0	89.7	83.6	0.96
	6 22.8	88.0	78.2	1.13
割裂破壊した試験体 (9体)		平均値	1.05	
		標準偏差	0.066	
		変動係数 (S)	6.3	