

V-400

支圧板付き鋼管の定着耐力算定方法に関する検討

東電設計(株) 送変電土木部 正会員○齋藤修一
 東京電力(株) 送変電建設本部 吉井幸雄
 東京電力(株) 送変電建設本部 正会員 飯島政義

1. はじめに

大型送電用鉄塔基礎として山岳地では深礎基礎が多く適用されており、脚材定着(鉄塔材と基礎との定着)手法として「支圧板付き鋼管の定着」が用いられている¹⁾。今回、定着長 ℓ_1 、躯体径 D およびコンクリートの圧縮強度 f'_c を因子として実験を行い²⁾、現行の引揚荷重が作用する場合の脚材定着耐力算定式に及ぼす影響を検討したので報告する。

2. 基本的な耐力算定式

支圧板定着による躯体コンクリートは、図-1に示すような割裂破壊をする。その耐力算定式は次のような仮定のもとに評価している(図-2参照)。

- ・ 終局時の支圧板荷重分担割合は均等である。
- ・ 脚材からの内圧は支圧板より斜め上向き($\theta=45^\circ$)に発生する。
- ・ 円筒体の内圧として支圧力の水平成分が支圧板から作用している。
- ・ 割裂破壊の直前には内圧により脚材周辺(半径 a 以内)は塑性化して、フープ応力に抵抗せず、内圧を外部に伝達するのみである。

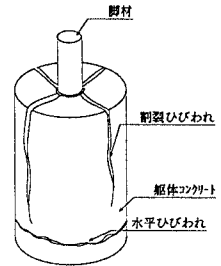
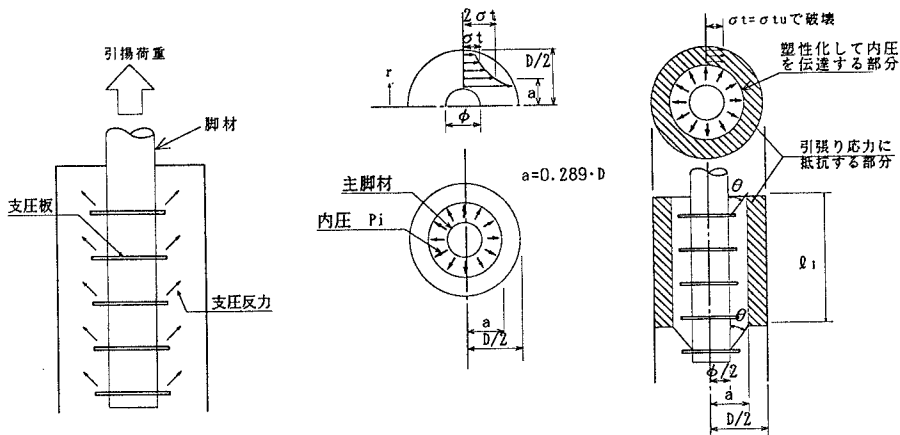


図-1 割裂破壊

上記の仮定により、薄肉円筒体と見なし、幅 $(D/2-a)$ で定着長 ℓ_1 の部分がコンクリートの引張強度 σ_{tu} ($=0.583 \cdot f'_c{}^{2/3}$)を越えたとき、割裂するものとして割裂耐力 P_c を式-(1)で算定している。

$$P_c = \frac{2 \cdot \pi \cdot (D/2 - a) \cdot \ell_1 \cdot \sigma_{tu}}{\tan \theta}$$

式-(1)



(a) 躯体コンクリートに作用する内圧

(b) 厚肉円筒体による応力分布 (c) 引張応力に抵抗する断面

図-2 割裂耐力算定式の仮定

3. 各因子が耐力に及ぼす影響

各因子の耐力に及ぼす影響を実験値と現行の耐力算定式による計算値との比 P_u/P_c で比較する。ここで、 P_u は実験での終局耐力(最大載荷荷重)とした。 f'_c と P_u/P_c の関係を図-3に示す。 f'_c が大きくなるにつれて P_u/P_c は低下していることがわかる。この原因としては f'_c が大きくなると図-2に示す塑性化する範囲が大きくなり、引張応力に抵抗する断面が小さくなるためにコンクリート強度の増加ほど耐力は大きくならないためと思われる。図-4は躯体の有効幅 $(D/2-a)$ と P_u/P_c の関係を示す。図に見られるように躯体の有効幅

が大きくなると P_u/P_c は低下する。有効幅($D/2-a$)において割裂耐力に抵抗するとしていることから、この部分を寸法効果の影響範囲とした。コンクリート標準示方書でいわれている寸法効果の低減の割合を併せて図に示すがほぼ同様の傾向にあると思われる。図-5は脚材の定着長と P_u/P_c の関係を示す。 ℓ_1/ϕ にかかわらず P_u/P_c はほぼ一定であった。なお、図-4.5は $f'c$ が割裂耐力に影響を及ぼす傾向があることから $f'c=210\text{kgf/cm}^2$ で区分して整理している。図-6には切断した試験体の内部ひび割れ図を示す。ひび割れ発生原因から水平ひび割れ、割裂ひび割れが断面に見えているものを除き、せん断ひび割れのみの軸方向からのひび割れ角度 θ を整理した。図-7にひび割れ角度 θ の平均値 $\bar{\theta}$ と $f'c$ の関係を示す。 $f'c$ が大きくなっても $\bar{\theta}$ はほぼ同じであり約 $30^\circ \sim 50^\circ$ の範囲である。ひび割れ方向のばらつきを考えると、ひび割れ方向には $f'c$ の影響はないと判断された。

4. まとめ

- (1) $f'c$ の増加に伴い、 P_u/P_c に指数的な低下が見られる。
- (2) 躯体径には引張強度の寸法効果が見られ、躯体径が大きくなるにつれて P_u/P_c の低下が見られる。
- (3) 躯体長が長くなっても模型試験の範囲では、 P_u/P_c の低減は見られなかった。
- (4) 内部ひび割れの方向は、一般的な形状である $D/\phi=5.0$, $\ell_1/\phi=8.0$ の場合、 $f'c$ に関係がなく、 $30 \sim 50$ 度であり、算定式の仮定 45° は妥当と考えられる。

今後は、解析的検討を進めていく予定である。

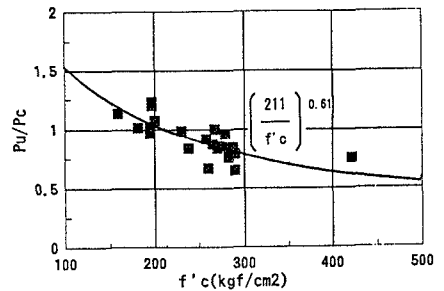


図-3 $f'c$ と P_u/P_c の関係

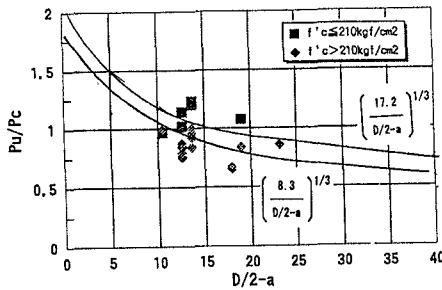


図-4 有効躯体径と P_u/P_c の関係

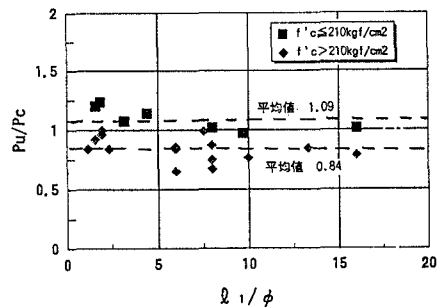
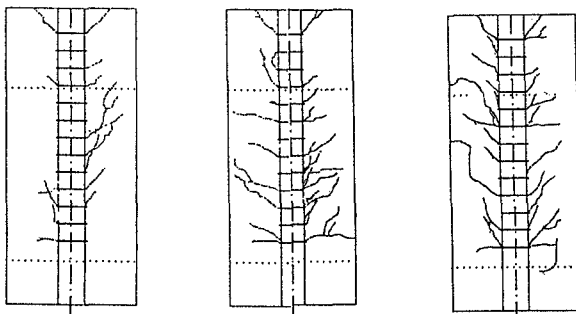
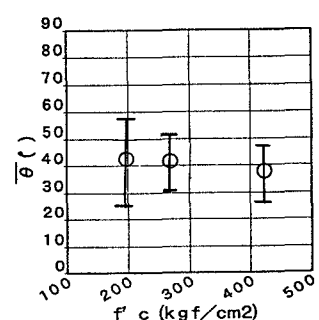


図-5 定着長と P_u/P_c の関係



$\theta = 17^\circ \sim 69^\circ$ $\bar{\theta} = 42^\circ$ $\theta = 24^\circ \sim 68^\circ$ $\bar{\theta} = 41^\circ$ $\theta = 14^\circ \sim 66^\circ$ $\bar{\theta} = 37^\circ$
(a) $f'c=195\text{kgf/cm}^2$ (b) $f'c=265\text{kgf/cm}^2$ (c) $f'c=421\text{kgf/cm}^2$

図-6 内部ひび割れ発生状況($D/\phi=5.0$, $\ell_1/\phi=8.0$)



(図中のラインは $1\cdot\sigma$ の範囲)
図-7 平均角度と $f'c$ の関係

〔謝辞〕本研究を進めるにあたり、ご指導を頂いた東京大学工学部岡村教授、前川助教授に感謝の意を表します。

〔参考文献〕1) 奥山ほか: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,土木学会,第41回年次学術講演会第5部,昭和61年11月,pp.269~270.,1986
2) 広中ほか:支圧板付き鋼管の定着耐力に関する実験,土木学会,第50回年次学術講演会第5部,平成7年9月,1995