

V-480

深礎基礎に埋め込まれたアンカーの耐力算定式に関する検討

早稲田大学理工学研究科 正会員 齋藤修一
東電設計 正会員 松島 学
早稲田大学理工学部 正会員 関 博

1.はじめに

送電用鉄塔基礎は、一般の基礎体と異なり大きな引揚荷重を受けることが特徴の一つである。深礎基礎にアンカー定着（以降、いかり材定着と呼称する）を適用した場合の上方向荷重を作用させた既往の実験結果より、アンカーから放射状にひび割れが生じ割裂破壊するものと、試験体内に設置された軸力筋からひび割れが生じ軸力筋の付着割裂破壊するものがあることがわかった。本研究は深礎基礎のいかり材定着耐力の評価を行うために、実験的に検討を行ったものである。

2.試験体と載荷方法

試験体を図1に示しており、いかり材を鋼棒（以降、脚材と呼称する）下部に取り付け、深礎基礎体を模擬した円形コンクリート躯体に埋め込み、軸力筋は、躯体の周に沿って16本配置し反力を負担させ、上方向荷重を脚材に加えた。表1に示すように躯体径は $D=200\text{mm}$ 、 300mm の2種類、埋込深さは $L=50\sim 400\text{mm}$ の5種類である。なお、試験体のスケールは約1/10である。

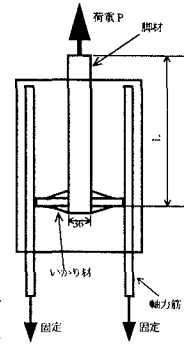


図1 試験体

3.実験結果

最終的な破壊状況は2種類観察された。脚材から放射状に躯体を割裂するように生じるひび割れ（割裂ひび割れ）が進展して破壊に至る割裂破壊（図2参照）と、軸力筋の付着力により軸力筋から発生したひび割れが円周状につながり、軸力筋のかぶりが剥落する付着割裂破壊（図3参照）である。いずれも最大荷重以降、急激に破壊に至る脆性的破壊であり、試験体No.1,2,6は割裂破壊、No.3,4,5,7は軸力筋の付着割裂破壊であった。図4にNo.2における載荷荷重 P と脚材とコンクリートの相対変位量 δ の関係を代表例として示す。荷重を載荷してから変位が 0.1mm ぐらいまではほぼ弾性状態にあり、どの試験体もほぼ同じであった。

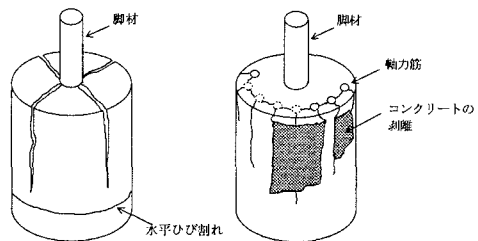


図2 アンカー割裂破壊 図3 軸力筋の付着割裂破壊

表1 試験体および実験結果一覧

試験体 No.	寸法(mm)		実験結果					算定式による耐力	
	躯体径 D	埋込長さ L	圧縮強度 (N/mm^2)	引張強度 (N/mm^2)	軸ひび割れ 発生荷重(kN)	最大荷重 (kN)	破壊モード	割裂耐力 P_k (kN)	せん断耐力 P_k (kN)
1	200	50	19.7	1.96	-----	37.5	割裂破壊	26	96
2	200	100	20.1	1.99	-----	78.4	割裂破壊	53	97
3	200	200	20.8	2.04	90	182	軸力筋の付着割裂	108	99
4	200	300	20.3	2.00	170	215	軸力筋の付着割裂	159	98
5	200	400	20.2	2.00	110	254	軸力筋の付着割裂	212	98
6	300	200	20.3	2.00	179	179(165)	割裂破壊	159	198
7	300	300	20.9	2.04	155	308	軸力筋の付着割裂	244	201

〒169 新宿区大久保 3-4-1 TEL03-3203-4141 FAX03-3208-8749

〒110 台東区東上野 3-3-3 TEL03-5818-7579 FAX03-5818-7585

4. 既往の算定式との比較

深礎基礎にリブ状の等間隔に配置した支圧板による定着方式の実験によると、脚材から放射状にひび割れが発生し、そのひび割れが脚材下部まで進展して破壊する割裂破壊となった。実験から耐力算定式²⁾は次の仮定を考えて式(1)を提示している。すなわち、①各支圧板から45度方向でコンクリートに力を伝達する、②その水平分力が内圧として作用しコンクリートの割裂破壊を生じさせる、③内側のaの部分にはひび割れが生じ耐力に寄与しない部分として考え、その外側が薄肉円筒体として脚材定着長 ℓe にわたり均等に抵抗する。

$$P_c = \frac{2\pi \left(\frac{D}{2} - a \right) \ell e \sigma_{tu}}{\tan \theta} \quad (1)$$

ここで、D:躯体径、a:耐力に寄与しない厚さ(=0.289D)、 ℓe :定着長、 σ_{tu} :コンクリートの引張強度、 θ :反力の角度(=45°) フーチングにいきなり材定着した場合、いきなり材から同心円上に斜め45度にひび割れが生じて破壊するせん断破壊であった。既往の実験および基準から耐力算定式は次の仮定を考えて式(2)のように提案されている³⁾⁴⁾。すなわち、①載荷面積 $U_p \cdot d$ はいかり材から斜め45度を生じ、基礎体の表面に到達した部分とする。②せん断強度 τ_u は面部材の押し抜きせん断強度を適用する。

$$P_c = \tau_u \cdot U_p \cdot d \quad (2)$$

ここで、 τ_u :面部材の押し抜きせん断強度、 U_p :設計周長、d:有効高さ

今回の実験では試験体はいかり材定着した場合の破壊モードはいかり材からの割裂破壊と軸力筋の付着割裂破壊であった。したがって、既往の算定式との比較では割裂耐力算定式との検討を行う。実験は7体行われているが割裂破壊しなかった4体の実験から割裂耐力は付着割裂した破壊荷重よりも大きく評価することができるので、その実験結果の割裂耐力は付着割裂耐力よりも大きい意味で矢印↑表示を行った。図5に埋込深さと実験値 P_u と割裂耐力算定式 P_c との比 P_u/P_c を示す。付着割裂破壊した試験体も含めて1.0を上回っており、割裂耐力算定式よりも実験値が大きくなっていることがわかる。耐力算定式の仮定の中で支圧板からコンクリートの作用する力の方向が鉛直から45度方向と仮定している。しかし、いかり材は支圧板に比較して剛性が大きいので力の方向が45度以下であると考え、実験から逆算して求めると図6のようになる。図に見られるように力の方向は平均値37°であり、埋込深さに関係ないことがわかる。

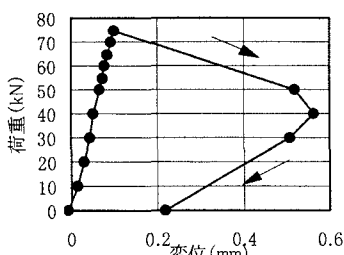


図4 荷重と変位の関係(No.2)

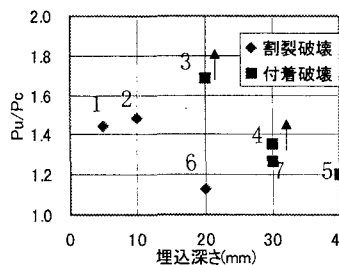
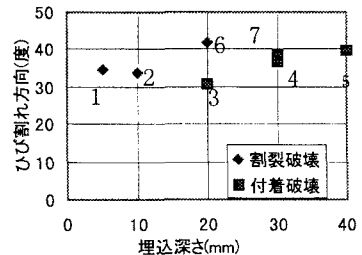
図5 埋込深さと P_u/P_c 

図6 埋込深さと力の方向

6. まとめ

本定着方式における破壊モードは2種類であった。割裂耐力算定式と比較すると力の伝達方向が45°よりも小さいことが考えられ、現行の設計式は安全側にある。

[参考文献]

- 1) 石垣洋、齋藤修一、関博: 深礎基礎に埋め込まれたアンカーの定着に関する実験、第50回セメント技術大会講演集、1997.5
- 2) 齋藤修一、吉井幸雄、飯島政義: 支圧板付き鋼管の定着耐力算定方法に関する検討、土木学会、第50回年次学術講演会第5部、平成7年9月、pp800~801、1995.9
- 3) コンクリート標準示方書
- 4) 田邊成、吉井幸雄、松島学、三島徹也: 4本杭に支持されたフーチングの引き抜き・押し抜き模型実験におけるせん断補強筋の効果、コンクリート工学年次論文報告集、Vol18, No.2, pp707~712、1996