

III-90

砂中の鉛直アンカーの破壊モード

東京大学大学院

○学生会員 林(IM)鍾鉄

西松建設株式会社

正 会員 宮崎 啓一

東京大学生産技術研究所

正 会員 龍岡 文夫

1. まえがき：アンカーの破壊モードというのはアンカーの引抜きによって周辺地盤のどこにどの形で破壊面が生じ、それがアンカーの耐力とどのような関係にあるかという問題である。著者ら¹⁾は平面ひずみ模型実験を行って、アンカーの引抜きによって生じるアンカー周辺地盤の変形を観察し、生じる破壊モードを求めた。また、それぞれの破壊モードでの理想化された状態でのアンカーの耐力に対する理論解を求め、実験値と比較した。本研究では、軸対称アンカーの場合の各破壊モードでのアンカーの耐力に対する理論解を求め、実験値と比較した。

2. 理想的な状態での理論的破壊モード

平面ひずみアンカーの破壊モードについては文献1)に詳しく説明してある。軸対称アンカーについてもこれを基にして理論解を求めた。ここでは、破壊面上の応力と変形を”①破壊面以外の地盤は剛である、②側圧係数及び摩擦角はアンカーの深さ方向で一定である、③砂は等方である、”と理想化して理論的に考察した。

2-1 破壊モード1（くさび形）：Fig. 1のようにアンカー表面と ν_d （砂のダイレイタンシー角）の角度をなす面で破壊面が生じる場合である。文献1)の平面ひずみアンカーの場合と同じ方法でアンカーの直径だけを考慮してアンカーの耐力を求めると式(1)のようになる。

$$\frac{P_u}{\pi \cdot D} = \tan \mu \left\{ \gamma \cdot H^2 \left(\frac{1}{2} + \frac{H}{3D} \tan \nu_d \right) + \Delta \sigma_v \cdot H \left(1 + \frac{H}{D} \tan \nu_d \right) \right\} \quad (1)$$

ここで、 P_u : アンカーの極限引抜き抵抗

μ : 破壊面上の応力傾角の最大値
($\mu = \arctan(\tau / \sigma_n)_{\max}$)

γ : 地盤の密度

$\Delta \sigma_v$: 上載圧

D, H : アンカーの直径、長さ

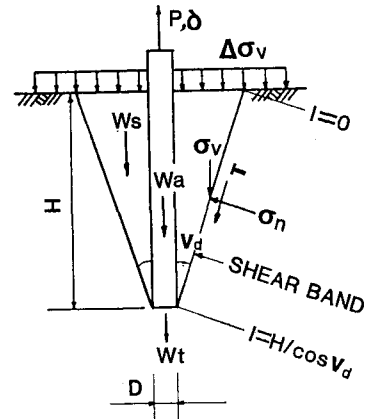


Fig. 1. Failure mode 1

2-2 破壊モード2（アンカー表面形）：Fig. 2のように、アンカー表面で破壊面が生じるモードで、アンカー表面での力のつり合い条件から式(2)が導かれる。

$$\frac{P_u}{\pi \cdot D} = \frac{1}{2} K \cdot \tan \mu (\gamma \cdot H^2 + 2 \cdot \Delta \sigma_v \cdot H) \quad (2)$$

ここで、 K はアンカー表面の側圧係数である。

2-3 モードの判別

各モードでのアンカーの極限引抜き抵抗 P_u を無次元化した極限引抜き抵抗係数 C_{pu} を用いて式(1), (2)を表すと、式(3)のようになる。

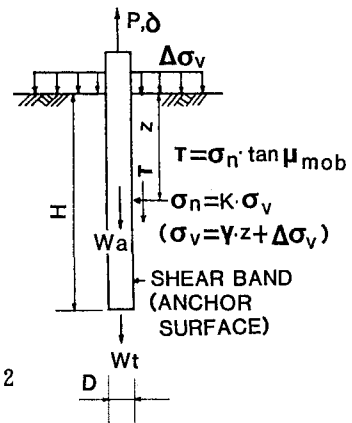


Fig. 2. Failure mode 2

モード1 : $C_{pu}=1$ モード2 : $C_{pu}=K/K_{or}$ -----(3)

ここで、

$$C_{pu} = \frac{P_u / (\pi \cdot D)}{\tan \mu \left\{ \gamma \cdot H \left(\frac{1}{2} + \frac{H}{3D} \tan \nu_d \right) + \Delta \sigma_v \cdot H \left(1 + \frac{H}{D} \tan \nu_d \right) \right\}}$$

 K_{or} : モード1、2の境界になるK

$$(K_{or}=1 + \frac{\frac{2}{3} + \frac{2\Delta\sigma_v}{\gamma \cdot H}}{1 + \frac{2\Delta\sigma_v}{\gamma \cdot H}} \cdot \frac{H}{D} \tan \nu_d)$$

3. 実験結果及び考察：実験装置、実験方法については文献2)を参照されたい。実験は全て正規圧密地盤で行った。実験の結果は Table 1 のようである。ここで、 ν_d はRoweの Stress-dilatancy関係式を用いて求めたが、求め方について詳しくは文献3)を参照されたい。また、Kはアンカーの深さ方向の平均側圧係数であるが、求め方については文献4)を参照されたい。

Table 1. Results of pullout tests of axial-symmetric anchor

TEST NAME	γ gf/cm ³	D_r %	$\Delta\sigma_v$ kgf/cm ²	P_u kgf	μ degree	ν_d degree	K	K_{or}	K/K_{or}	C_{pu}
ATT10	1.587	84.03	0.285	491.75	44.2	21.1	1.04	3.15	0.33	0.26
ATT5	1.581	81.99	0.997	1258.56	36.7	10.7	0.96	2.09	0.46	0.41
ATT7	1.424	32.26	0.285	203.57	36.7	10.8	0.47	2.07	0.23	0.22
REMARK	D=10.1cm, H=59cm									

理論式(3)の関係と Table 1 の実験値を表すと Fig. 3 のようである。この図から、理論値と実験値がよく一致することが分かる。

4. まとめ：以上をまとめると次のようである。① 正規圧密地盤では上載圧、地盤密度に関係なく全て破壊モード2になる。② モード2については、Fig. 3 から分かるように理論解と実験値はよく一致する。従って、この理論解を用いると、アンカーの耐力が予測できる。③ 正規圧密地盤の場合、アンカー周辺地盤で破壊面が生じると仮定して極限引抜き抵抗力を求めるのは過大評価になって危険側である。

◇参考文献◇：1) 林 鍾鉄、龍岡 文夫、井川 広視 (1988.6) : " 模型鉛直アンカーの周辺砂地盤の破壊モード、" 第23回土質工学研究発表会、pp.1687-1690。2) 宮崎 啓一、林 鍾鉄、龍岡 文夫(1988.6) : "砂地盤内の鉛直アンカーの引抜き試験、"第24回土質工学研究発表会。3) 林 鍾鉄、宮崎 啓一、龍岡

文夫(1989.6) : "砂地盤内の鉛直アンカー表面の応力状態、"第24回土質工学研究発表会。4) 宮崎 啓一、林 鍾鉄、龍岡 文夫(1989.10) : " 砂中の鉛直アンカー表面の水平土圧係数、"第44回土木学会。

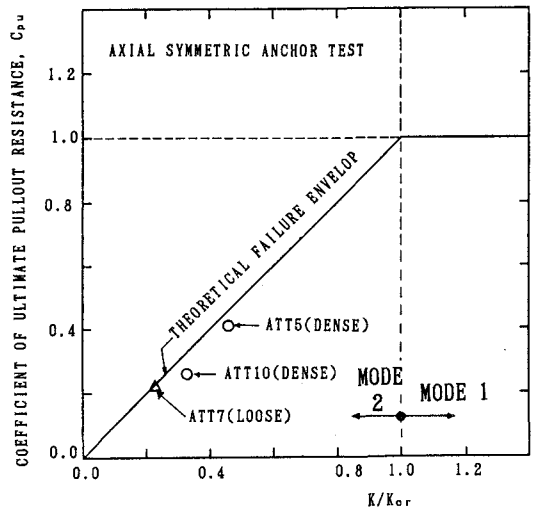


Fig. 3. Theoretical and experimental failure modes