

山本繁登

4. 実験結果とその考察

実験結果を図-4~6と、表-2に示す。

長さ10mと15mのワイの軸力は、10mの深さまで軸力にはほとんど差がなかったので15mの

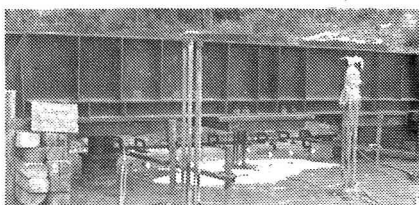


图-3 戴荷装置图

クイの平均値で考察することにする。図-5に平均軸力図を示しているが、各荷重の軸力はある深さにおいて、勾配の急折点のあることがわかる。すなわち、クイのマサツカの急折点は、荷重が大きくなるに従い、徐々に深くなっており、また、荷重の平均81%は急折点の上部のマサツカで、残りの19%は急折点より深い部分のクイのマサツカと拡幅効果である。しかし、ここでは急折点より上部のマサツカについて論ずることとし、下部の抵抗力は省略することにした。

N 値が既知であれば、*Meyerhof* の式より圧縮抵抗力が求まることはよく知られている。

$$R_a = 40 N A_P + \left(\frac{\overline{N}_S L_S}{5} + \frac{\overline{N}_C L_C}{2} \right) \phi_P \text{-----}(1)$$

ここに R_a = 短期許容支持力 (t)

(1) 式より引抜抵抗力を求めるために先端支持力の項と粘土質分のマサツ
力の項を除き計算すると、実験値の半分の値以下になり、計算値と実験値の
誤差はかなり大きく、不正確である。

そこで、今回の実験をもとに、マサ土におけるアンカーゲイの引抜き抵抗力に関して、以下のような考え方を進めてみたが、その結果は、実験値とよく合ったので仮の抵抗力算定式を誘導し、実際に施工される鉄塔基礎の設計に採用されることになった。

今、クイの破壊機構として、図-7のような高さ D 、底面半径 S の倒立円錐体の破断面を考えると、この円錐体の引抜き抵抗力は円錐体内

の土の重量と粘着力と内部マサツ角による周面力である。

ここで、当然のこととして、考える破壊面に作用する土圧分布が問題となる。まず、クイの長さ全長にかかる三角形分布のランキン土圧を考えて試算してみたが、クイのある深さ以上では実験値との差が



☒-2
クイの形状および
ゲージ貼付☒

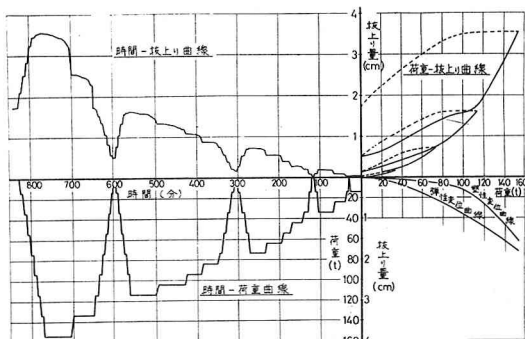


図-4 NPアンカー・クイ ($l=15\text{m}$) 変位量曲線図

クイ 名称	使用材料 (m)	添付率 (%)	$\frac{1}{3}$ 倍の 三層張りの 平均値 (kg/cm^2)	$\frac{1}{3}$ 倍の 三層張りの 平均値 (kg/cm^2)	降伏荷重 降伏曲線 (kg/cm^2)	$\log_{10} P$	$S = \log P$	(1) 平均値 (kg/cm^2)	(2) 指数値 (kg/cm^2)		
NP 15	-	-	232	61	1330	70	68	77	74	6.5	154
NP 10	-	-	344	67	1620	82	68	-	64	7.1	144
NPD 15	-	電化CSA	186	60	1330	55	62	-	64	6.03	104
NPD 10	-	-	188	54	1380	51	54	61	64	5.75	104
PM 15	-	-	208	79	1870	50	58	-	64	5.73	41
PM 10	-	-	215	64	1660	42	52	50	54	4.95	94

表-2 試驗結果表

著しかった。そこでサイロ効果現象にみられるような土圧分布（図-7）を、クイの引抜きの場合にも応用してみた。すなわち、図-7に示すように考えるクイの深さを D 、倒立円錐体の底面半径を $S = 1.2m$ 。なお、土圧分布のうち三角形分布を示す部分の深さを H とし、つぎの引抜き算定式を用いて D および H をそれぞれ $1m$ ずつ変化させながら $10m$ まで（2）式により試算した。この引抜き力とクイの深さ D をパラメーターにした H との関係を図化したものが図-8である。

$$F = W + C \cdot M + \frac{1}{2} \gamma_s D^2 \gamma_r K \tan \phi + \frac{1}{2} \gamma_s D \cdot K (D-H) \tan \phi \quad (2)$$

ここに

F = 引抜き抵抗力 (t)

W = 破壊面より上部の土の重さ (t)

C = 土の粘着力 (t/m^2)

M = 破壊面の面積 (m^2)

γ_s = 土の単位体積重量 (t/m^3)

D = 深さ (m)

γ_r = 土圧が三角形分布をしている範囲の水平土圧のかかる位置の周面長 (m)

K = 土圧係数

α = クイと破壊面となす角 ($^\circ \sim'$)

ϕ = 土の内部マサツ角 ($^\circ \sim'$)

H = 土圧が三角形分布をしている深さ (m)

$d_r' = (D-H)$ 区間の水平土圧のかかる位置の周面長 (m)

図-8のなかの●印は図-5の右下にあるクイ長 D とマサツカとの関係をプロットしてみたものであるが、その点が $H=4m$ の線上に順序よく並んでいることがわかる。このことは、クイの引抜き破壊に対する現象

を考える場合、三角形のランキン土圧が考える深さ全般にあたって分布するのではなく、ある深さ以上になれば、前述のサイロ効果形の土圧分布に移行してゆくという考え方を正当化するものであり、さらに、当該の問題としては、径 $20cm$ のクイに対しては、三角形分布を示す深さは $4m$ であるということ物語っている。ただし、この検討では、倒立円錐体の底面半径を実測値より $S = 1.2m$ として試算したものであるから、つぎにこの倒立円錐体の抜きりの問題について論じてみる。

Bierbaumerは、クイ先端地盤の沈下を求める方法を、マサツガイとして先端抵抗を無視してマサツカのみについて論じている、この理論を引抜きグイに置き変えてみる。すなわち、図-9において、 P は

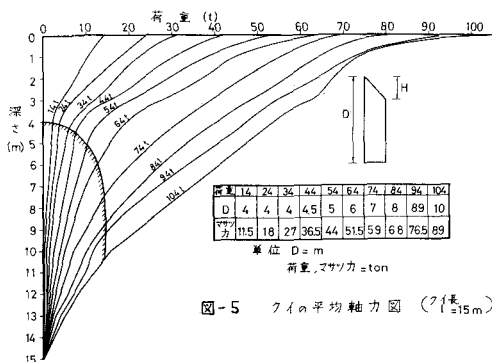


図-5 クイの平均軸力図 ($\phi = 15^\circ$)

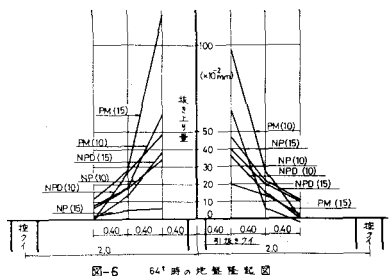


図-6 64° 時の地盤隆起図

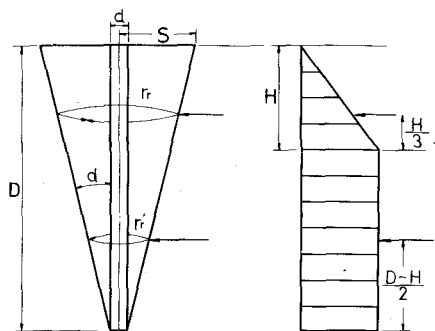


図-7 説明図

ワイの全長 l に一樣に分布するものと仮定し、 α なる角度でワイの下端面まで広がるものとする。この時の支持円の直径は $d + 2x \tan \alpha$ となる。そしてこの圧力分布を回転物体と仮定すればその体積は $\frac{P}{l} \cdot dx$ となる。これより

$$dip_{max} = \frac{2P}{l\pi} \cdot \frac{dx}{\left(\frac{d}{2} + x \cdot \tan \alpha\right)^2} \text{を得る}$$

これを、 l の長さ全体について積分し、先端に生じる最大圧力を求めると次のようになる。

$$p_{max} = \int_0^l dip_{max} = \frac{2P}{\pi \cdot l} \int_0^l \frac{dx}{\left(\frac{d}{2} + x \cdot \tan \alpha\right)^2} = \frac{4P}{\pi d \cdot l \cdot \tan \alpha} \text{-----(3)}$$

Bierbaumerは $\alpha = 30^\circ$ とおいた。さらにまた、図中の釣鐘状の分布を示す回転体を図-9の右部の破線の如くに、同じ体積で高さが等しい回転物体とおきかえろと(4)・(5)式が成立する。

$$R = \sqrt{\frac{d \cdot \tan \alpha}{2}} \text{-----(4)} \quad \tan \beta = \sqrt{\frac{d \cdot \tan \alpha}{2l}} \text{-----(5)}$$

いま、実験したワイ長 $l = 10m$ 、ワイ径 $d = 0.2m$ と、 α を仮定どおり 30° とすると、 $R = 0.76m$ 、 $\beta = 3^\circ 49'$ となり、実験値の半径 $1.2m$ とあわない。また逆に、実験値どおり $R = 1.2m$ として、逆算してみると、 $\alpha = 55^\circ 14'$ となり、 $\beta = 7^\circ 34'$ となる。以上により、Bierbaumerの方法によって倒立円錐体の拡がりを求めても、実験値とかなり離れた値に

なることがわかる。これは、Bierbaumerが仮定した、 $\alpha = 30^\circ$ に問題があり、マサ土のような粘土分を含んだ砂質土に対しては、 $\alpha = 55^\circ$ をとりなければならぬと考える。

5. まとめ

以上において、今回の実験の目的であるマサ土に施工したアースアンカーグイの引抜き抵抗力に関する実験式が誘導出来たわけであるが、土圧分布に関するサイロ効果的現象、破壊面の形状、そのメカニズム等については、さらに今後の検討が必要であろう。

なお枚数の都合に依り、ワイ底部の拡幅効果についての考察は割愛したが、今後実施予定の室内模型実験結果との総合検討により、別の機会に発表したいと考えている。

参考文献：H.Kastner「Statik des Tunnel- und Stollenbaues」 auf der Grundlage geomechanischer Erkenntnisse.

：日本建築学会「建築鋼骨基礎設計施工規程^{改訂}同解説」

：徳光善治「杭の支持力について」

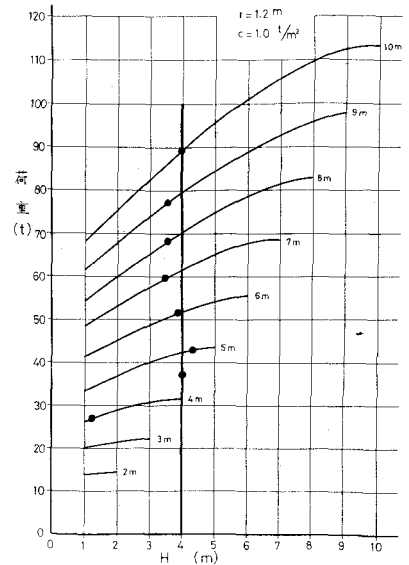


図-8 ワイのマサツカ計算図

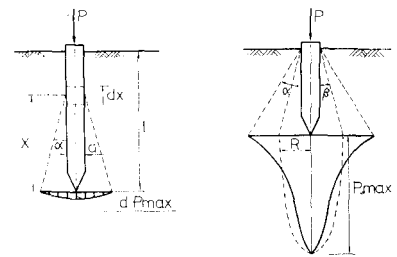


図-9 Bierbaumerの説明図