

逆 T 型基礎模型の引揚実験

名城大学 理工学部 正会員 立石哲朗
名城大学 大学院 学生員 ○小川勝三
名城大学 大学院 学生員 蟹江伸次郎

1. まえがき 逆 T 基礎の研究は古く、1940 年代に七里義雄による「送電用鉄塔の基礎強度の研究」が発表され、その後は 1960 年代に集中し松尾稔による「基礎の引揚抵抗力算定式の新しい展開と斜面内基礎の抵抗力について」が発表された。しかしこの半世紀の間いづれの研究にも軸力-水平力-転倒モーメントの組合せ荷重について考慮されておらず不明のままである。そこで今回はその研究の始めとしてその一部を鋼棒の積層体を作製し、二次元的に実験をおこなった。

2. 実験方法 モデル地盤として長さ 5.0cm の鋼棒を水平に積む小型実験装置を用い、これに図-1 に示す逆 T 型基礎模型を設置して引揚げ、すべり面の形状を観察するとともに引揚げ抵抗力を測定した。(図-2 参照) 引揚げ抵抗の測定精度を高めるために地盤材料は比重の大きい鋼棒とし、直径 4.5, 3.0, 1.6mm のものを重量比で各等量を混合した。この材料を別途箱に詰めて傾け表面が崩れる時の角度から内部摩擦角は 26.5° と推定された。基礎底面上の土被りは 3.0, 6.0, 9.0, 12.0cm の 4 種とし、引揚げ速度は何れの場合も 0.031mm/sec とした。

3. すべり面の形状 3-1. 観察方法 すべり面は引揚げ中肉眼で観察する外写真を用いた。写真は引揚げ抵抗が最大値に達した後まで 120sec の長時間露出を行い動いている鋼棒をブレさせたものと、実験終了時とを撮影した。結果の一例を図-2 に示す。

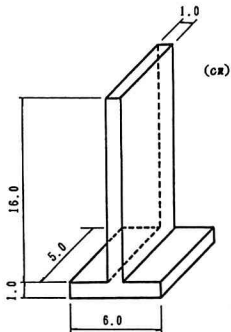
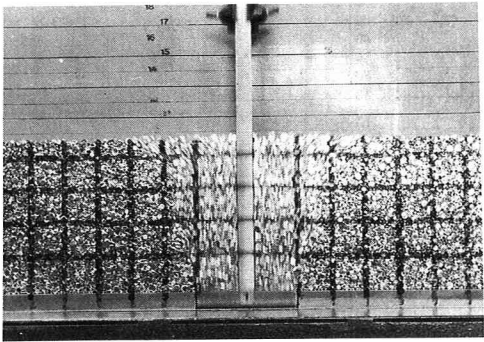
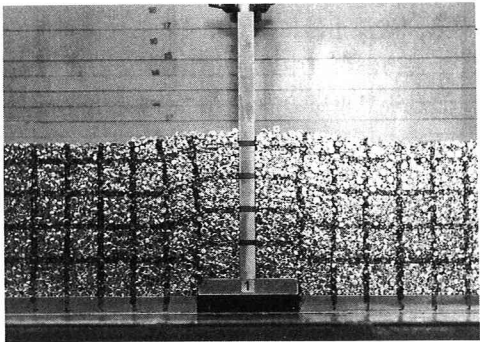


図-1 基礎模型

図-2 写真によるすべり面の観察



(a) 長時間露出写真



(b) 引揚げ終了時写真

3-2. すべり面の形状

長時間露出の写真から材料のブレている部分と静止している部分との境界を描いたのが図-3 (a) で、実験終了時の写真から予め 2 cm 間隔に引いた線の曲がり具合からすべり面を想定して描いたのが図-3 (b) である。これらを見ると次のことが言える。

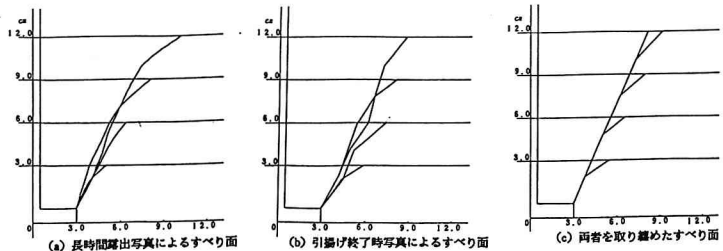


図-3 すべり面の形状

a. 図-3の(a)と(b)はかなりの精度で一致する。b. すべり面は、基礎の端部から発しほぼ直線状に拡がり、地表面からの深さ2cm付近からさらに拡がる図-3(c)のように考えることが出来る。

4. 引揚げ抵抗

測定した引揚げ力と引揚げ量との関係の1例を図-4に示す。この図における引揚げ力の最大値が引揚げ抵抗であるが、この実験では基礎体の重量は含まれていない。

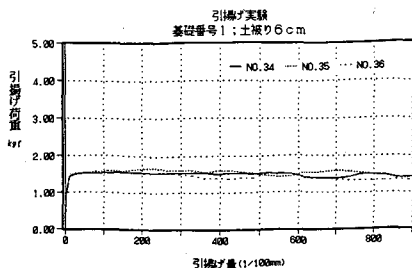


図-4 引揚げ力と引揚げ量

図-5において基礎体の重量 W_1 は引揚げ抵抗 Q に含まれておらず、基礎体直上の積層体の重量 W_2 は既知の値であるので、 $Q - W_2$ はすべり面が拡がった部分の積層体の重量 W_3 とすべり面に沿うせん断抵抗の鉛直分力との和である。この $Q - W_2$ と土被りとの関係を示したのが図-6である。

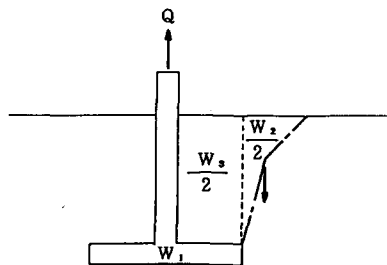


図-5

5. 平面すべり面を仮定した計算 3-2に述べたようにすべり面の形状は折れた2つの平面に近似できるが、上の拡がりによるすべり土塊の面積は小さいのでこれを無視し図-7のごとく水平と θ の角度をなす1つの平面すべり面を仮定する。このすべり土塊に作用する力は、①基礎体から作用する力の鉛直成分 P すなわち引揚げ力の $1/2$ 、②基礎体から作用する力の水平成分 Q 、③すべり土塊の重量 W 、④すべり面に作用する反力 R の4つである。ここで、 $Q = \frac{1}{2} K \gamma h^2$ とおき K を測圧係数と呼ぶ。これら4つの力の釣合い条件から P を求めこれを θ で微分して0と置くことにより P が最小となるすべり面の角度を定めると次式を得る。

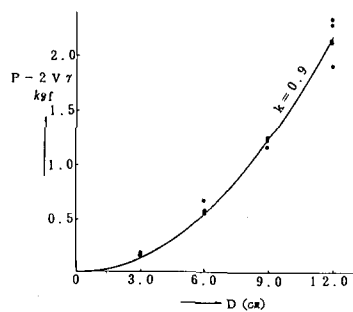


図-6 引揚げ力と土被り

$$P = rah + \frac{1}{2} r h^2 \left(\frac{1}{\tan \theta} - \frac{K}{\tan (\phi + \theta)} \right) \quad \cdots \cdots (1)$$

$$\text{ここに} \quad \theta = \tan^{-1} \frac{\sin \phi}{\sqrt{K} - \cos \phi} \quad \cdots \cdots (2)$$

$\phi = 26.5^\circ$, $K = 0.9$ として式(1)、(2)から $2(P - \gamma a h)$ を計算した値が図-6に示す曲線である。これを見ると平面すべり面を仮定する計算は測圧係数 K を0.9とするとかなりの精度で実験結果を説明出来ることが分かる。

6. むすび 逆T型基礎の2次元引揚げ実験を行い次のことが分かった。a. すべり面は図-3に示すごとくほぼ平面で拡がり、浅い部分でさらに拡がる。b. 単一の平面すべり面を仮定しても測圧係数を0.9とする計算でかなりの精度で引揚げ抵抗を求めることが出来る。しかし、次の点が残された問題点である。

ア. 計算によって求めたすべり面の傾角は実験結果を十分説明出来ない。

イ. 測圧係数は基礎の埋戻し施工法にも大きく影響されると考えられ合理的に決定することが困難である。

ウ. 実用を考えると3次元への拡張が必要である。

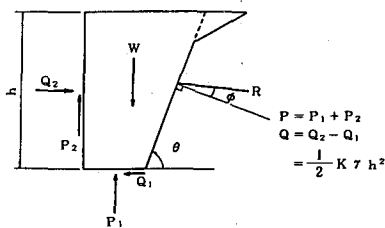


図-7 すべり土塊に作用する力