

§1 はじめに

表層が砂層であり、これに続いて粘土層が現われるような2層地盤上に直接基礎をかく場合、砂層の厚さと積まか、地下水が水は、これを信頼できる支持層と考えるとよいが、という基礎工学上の問題は十分に認識されているとはいえない。本文では著者が先に提示した2層地盤の支持力評価法をより所として支持層厚さを簡便に見積る方法について述べるものである。石油タンクは、しばしば埋立てられた砂質地盤上につくられ、砂層下部に軟弱沖積層が存在するから、砂層が支持層として有効などうかの判定を必要とするケースが多い。このために砂-粘土から成る2層地盤上にタンクのような大型構造物を建設する際には支持砂層の厚さの数値を与えた。本文には述べる考え方は上記に限らず均一粘土層の表層を改良して有効な基礎地盤を造成する問題や、支持カイの設計、施工において支持層をどこにあげよいかといった問題にも応用できるものと考えている。

§2 砂層が支持層であるための力学的条件

直接基礎の直下の砂層が支持層として十分な強度を持つためには、かなりの厚さや、ある程度の有効土被り圧など必要力学条件が必要であるともいふ砂の力学的強度がよいものでなければならぬ。このためには砂の相対密度(D_r :%)と線形摩擦角(ϕ_r)が大きなものであることが要する。すなわち D_r , ϕ_r が大きければ、
 ① 同じ土被り圧に対して支持力が大きい、② 砂層の圧縮が少なく地下水位と変わらない、③ 応力指数の値が高くなり、軟弱層に対する地圧を低減できる、④ 地震時の液状化の危険が少ない、こゝから期待されるからである。

マイヤホフは $D_r = 60 \sim 80\%$ を密な砂、 $D_r \geq 80\%$ をごく密な砂と呼んだ。したがって支持層の D_r の基準として仮に $D_r \geq 80\%$ とすれば、対応する N 値は

$$N \geq (\sigma'_v + 0.7)(P_r/21) \approx 11.1 (\sigma'_v + 0.7) \quad (1)$$

表-1 支持層の所要 N 値

深さ(m)	5	10	15	20	25
N	17	21	26	30	34

と記述される。ただし σ'_v は有効土被り圧 (kgf/cm^2) である。地下水面の位置を地表から 5m としておき、表-1 のようなものである。また $D_r = 70$ に応ずる砂の内部摩擦角は $\phi_r = 26^\circ \sim 35^\circ$ に応じ $\phi' = 35^\circ \sim 42^\circ$ 位とみてよい。

② といわれている。ただし ϕ' は三軸圧縮テストにおける ϕ' である。

§3 タンク荷重に対する2層地盤の応答

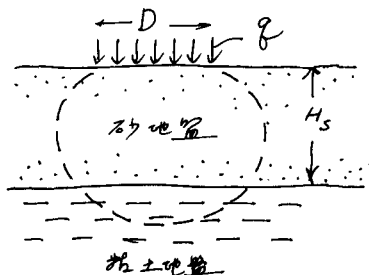


Fig. 1

タンク基礎の例として鋼製円筒型タンクの場合、荷重頂点(以下単に荷重と呼ぶ)が、地震、膨張等の異常を除けば、ほとんど一様かつ円形載荷の状態であり、水張りテストで見られるように急速な載荷による粘土地盤の非排水破壊が生じ易いことがあがられる。しかし載荷中が数 cm と小さいことも特徴であると見れば、色々の問題を生ずる。不事地下かもの一例であるが、Fig. 1 のように圧力球根が大きいので軟弱層に入っていくと、支持力挙動を複雑にする。このような支持力応答について説明しよう。砂層を考慮

ると支持力 q_s は $0.3 \bar{\gamma} N_s D$ ($\bar{\gamma}$ は地下水面の位置と D による $\bar{\gamma} \approx \gamma'$ とみてよい) しかから Fig. 2 の関係で表わせば。一方、砂層厚 H_s が D に比べ相対的に小さいと圧力球根が粘土層内に入り、これにより粘土層が急速破壊する場合の荷重 q_c は曲線 ab のようになる[式(2)参照]。粘土層の非排

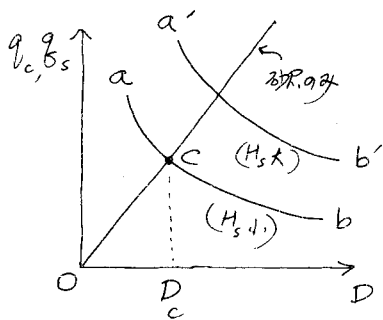


Fig. 2

水頭 γ (S_u) が大きいほど、支持層が厚い程、曲線は上へ入る (a' b' 曲線)。=1では曲線 a b に注目する。a b 線と前述の直線の交点を C、対応する D を D_c とすると、 $D < D_c$ では $q_c > q_s$ から砂層が先に破壊することになるが、 $D > D_c$ なら土層地盤の支持力は c b 線上を辿って、径の増大とともに支持力が減少して行く。すなわち、=1では $q_c < q_s$ で粘土層の破壊が地盤全体の支持力の決め手となるのであり、このケースは H_s ほど D が相対的に大きなところの地盤では大抵の場合に起り得ることである。

§4 q_c の評価と支持層厚さの関係

砂層上の荷重 q_c が砂層中に分散 (こゝでは鉛直線に対し分散角は 30° と仮定した) し、粘土層上面に分布する。この分散荷重を粘土層の持つ支持力と比べ

$$q_c = \left\{ \frac{6.6 S_u}{F_s} + \gamma_w (H_s - h_w) \right\} \left(1 + \frac{H_s}{D} \right) + 0.4 \gamma' H_s \frac{H_s}{D} \left(1 + \frac{H_s}{D} \right) \quad (2)$$

が得られる。式中 h_w は地下水面の深さである。(2) の右辺第2項は、下層の破壊に伴うポテンシャルが起るとして求めた砂層のせん断抵抗である。マイヤホフはポテンシャル時に受効圧が作用するとして(1)が、下層が安全率 F_s (>1) の下で限界状態に至っているのを考慮して主効圧と受効係数 0.4 を求めた。この値は過小なまらゝがあるが、 D が大きい場合には q_c に大きな影響を及ぼすことはない。

§5 計算例

$h_w = 3m$; $\gamma_w = \gamma' = 1 \text{ t/m}^3$; $F_s = 1.5$; q_c, S_u (t/m^2); H_s (m) として計算した結果を以下の表に示す。

表-2 $D=40m$ の q_c

$H_s \backslash S_u$	1	2	3	5	6.5	7.5
3	5.67	10.3	15.4	25.5	33.2	39.2
5	8.37	13.4	19.5	30.8	36.5	42.0
7	12.1	18.2	24.2	36.4		
10	18.7	25.9	32.9			
12	24.9	31.9	39.5			(>30)
15	33.9	42.2				

表-3 $D=60m$ の q_c

$H_s \backslash S_u$	1	2	3	5	6.5	7.5
3	5.00	9.76	14.7	24.4	31.0	36.6
5	7.67	12.9	17.9	28.4	34.9	39.9
7	10.9	16.4	21.9	33.0		
10	16.2	22.2	31.1			
12	20.3	26.6	32.9			(>30)
15	27.4	34.3				

表-4 $D=80m$ の q_c

$H_s \backslash S_u$	1	2	3	5	6.5	7.5
3	4.77	9.51	14.2	23.8	31.2	35.5
5	7.36	12.3	17.3	27.2	32.4	
7	10.2	15.4	20.6	31.0		
10	14.9	20.5	26.1			
12	18.5	24.3	33.1			(>30)
15	24.5	33.8				

表-5 $D=100m$ の q_c

$H_s \backslash S_u$	1	2	3	5	6.5	7.5
3	4.70	9.37	14.0	23.3	30.3	35.0
5	7.16	12.0	16.9	26.6	31.7	
7	9.81	14.9	19.9	30.9		
10	14.2	20.3	24.8	35.5		
12	18.4	22.9	28.4			(>30)
15	22.7	28.5	34.3			

- (1) H. Yamaguchi: Practical Formula of Bearing Capacity for Two-layered Ground, ARSMFE (1962)
 (2) R.H. Cornforth: Prediction of Drained Strengths of Sands from RD Measurements, ASCE, STP 523 (1972)
 (3) G.G. Meyerhof: Ultimate Bearing Capacity of Footings on Sand Overlying clay. Can. Geo. Journ 11 (1974)