

平成7年度 「地盤工学及び演習」試験問題

平成8年1月26日(金) 9時～11時30分

注意：問題は5問、解答用紙は5枚である。

解答はそれぞれの問題ごとに、違う解答用紙を用いよ。

[1] 以下の土圧に関する問いに答えよ。

1) 以下の文章の中のA～Gに該当する語句を記せ。

ランキンは、地盤内のすべての点で、地盤が A 条件を満足する B 平衡の応力状態にあるとして、土圧を求めた。水平な地盤の中になめらかな擁壁があると考え、水平方向から一様に地盤が壁に押される場合を想定する。このとき、C 土圧の状態から水平応力が増加し、塑性破壊状態に至る。この状態を D 応力状態と呼ぶ。反対に、擁壁が地盤から離れようとする場合、C 土圧の状態から応力が減少し、破壊状態に至る。この時の応力状態を E 応力状態と呼ぶ。

一方、クーロンは B 平衡状態において、剛体壁面の裏側の地盤が F にそってすべると仮定し、その時の土圧合力を F で分けられる土くさびと F と G の間の力の釣り合いから求めた。

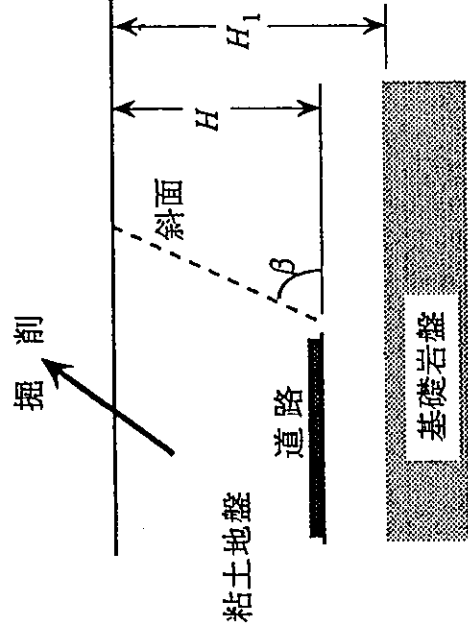
2) B 平衡状態の水平地盤に対して、なめらかな擁壁が地盤を押す方向に動く場合と地盤から離れる方向に動く場合、モールの円を描いてそれぞれの土圧係数、土圧応力、土圧合力をランキンの考えに基づいて求めよ。内部摩擦角 ϕ の地盤は破壊時にモール・クーロンの条件を満足すると仮定する。

[2] 図(a)に示すように道路を造るため地盤を掘削して、高さ H 、角度 β の斜面を構築することになった。地盤を構成する土は均一な粘性土でその非排水せん断強度を c 、単位体積重量 γ 、基礎岩盤の深さを H_1 とするとき、斜面の設計に関して下記の問いに答えよ。ただし、地下水位の影響は考えないものとする。

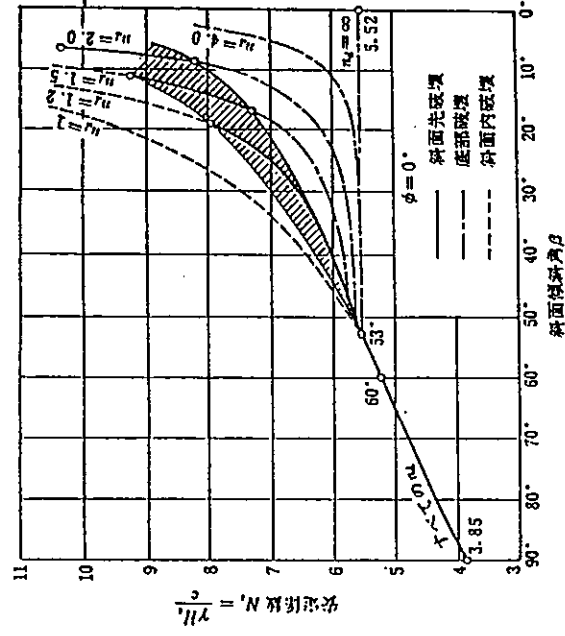
以下、 $\phi = 0$ 解析法を適用して考えよ。

1) 図(b)はテルツァーの安定図表である。この図の導出方法を簡単に説明せよ。

2) $c = 10 \text{ kN/m}^2$ 、 $\gamma = 15 \text{ kN/m}^3$ 、 $\beta = 65^\circ$ 、 $H = 4 \text{ m}$ 、 $H_1 = 4.8 \text{ m}$ の場合、この斜面のすべりに対する安定性を述べよ。また、安全率を 1.0 とすると斜面角度は最大何度まで取ることができるか計算せよ。



図(a)



図(b)

[3] 地盤改良は、地盤の持つ弱点を改良して所要の地盤特性を得ることである。

1) 地盤の持つ弱点とは何かを簡単に説明せよ。

2) 各種の地盤改良工法の内、補強土工法と深層混合処理工法とを取り上げ、得られる地盤特性を論述せよ。

[4] 道路橋の基礎に用いる場所打ちコンクリート単杭の鉛直支持力を確認するために、載荷試験を実施した。以下の問いに答えよ。

1) 荷重と沈下量の関係を周面摩擦力、先端支持力、杭頭荷重に分けて模式的に図示し、簡単な説明を加えよ。

2) 現行の設計法に用いられる、鉛直支持力の安全率に対する問題点を、簡単に説明せよ。

[5] 地盤の振動特性と液状化に関する以下の問いに答えよ。

1) 以下の問題の [] の中に適当な語句ならびに式を記入せよ。語句が記入してある場合にはそのいずれかを選択せよ。

弾性地盤内を伝播する地震動の主要動部分は [I:] 波と呼ばれており、せん断変形に基づく波動である。地層境界における波動の屈折反射の関係を示した図 1 を参照すれば、媒質 1 ならびに媒質 2 のなかを伝播する波動の見かけの水平速度 V_1 と V_2 が [II:] 等しく、2倍に、3倍に [] ならねばならないので、媒質 1 と媒質 2 のせん断波速度を C_1 と C_2 とした時に、入射角 θ_2 と屈折角 θ_1 の間に成り立つ関係式は次式で与えられる。

[III:]

これはスネルの法則と呼ばれるものである。今 C_2 を 3000m/sec とし、 C_1 を 150m/sec とすれば、基盤層を水平に波動が伝播する θ_2 が 90 度の場合でも θ_1 はほぼ [IV:] 度になるので、地表面に近い地盤では地震動は [V:] 鉛直下方、水平方向から伝播してくると仮定してよいことになる。

地盤震動の解析を行うためには、地盤内を伝播する地震波動の支配方程式が必要となるが、以上に述べたことから、深さ方向に z 軸を取り水平変位 u が z と時間 t の関数として表現できるとしたときの波動方程式は次式で表される。

[VI:] 誘導過程も記入すること]

2) 1) で誘導した過程を経て求められる地盤のせん断応力を用いて液状化の判定を行うことになるのだが、実際にはより簡略化された形で解が与えられる。ここでは道路橋示方書の方法によって砂地盤の液状化の可能性を調べることにする。

今、図2に示すような砂地盤を考える。地盤を構成する砂は均質一様で、地下水面は砂層表面と一致しており、砂地盤は完全に飽和しているものとする。また簡単のために、全層を通じて $\gamma_{\text{sat}}=1.8\text{tf/m}^3$ 、N値は9、平均粒径 $D_{60}=0.0875\text{mm}$ とする。また細粒分含有率 F_c は10%であった。道路橋示方書（1990年）によれば、地震時の地盤の最大せん断応力比 L は次式のように与えられる。

$$L = \frac{A_{\text{max}}}{g} \cdot \frac{\sigma_v}{\sigma_v'} \cdot r_d$$

ここで A_{max} は最大加速度を表し、 g は重力加速度で980ガルに相当する。また z を深度とすると、 $r_d = 1 - 0.015z$ で規定される。今、最大加速度 $A_{\text{max}}=160$ ガルの地震力がこの地盤に作用したとする。この時、 $z=3.75\text{m}$ における砂地盤の液状化の可否を検証してみよう。

(1) 以下の(i)～(iv)に適当な数値を入れよ。

$z = 3.75\text{m}$ における鉛直全応力 σ_v は (i) (kgf/cm^2) となり、同深度における鉛直有効応力 σ_v' は (ii) (kgf/cm^2) となる。さらに同深度における r_d が (iii) であることを考慮すると、 $L =$ (iv) となる。

(2) 一方、砂の有するせん断強度(20回液状化強度) R_{20} は次式のように与えられる。

$$R_{20} = 0.0882 \sqrt{\frac{N}{(\sigma_v' + 0.7)}} + R_1 + R_2$$

$$R_1 = 0.19, (0.02\text{mm} \leq D_{50} \leq 0.05\text{mm})$$

$$R_1 = 0.225 \cdot \log_{10} \left[\frac{0.35}{D_{50}} \right], (0.05\text{mm} < D_{50} \leq 0.6\text{mm})$$

$$R_1 = -0.05, (0.6\text{mm} < D_{50} \leq 2.0\text{mm})$$

$$R_2 = 0.0, (0\% \leq F_c \leq 40\%)$$

$$R_2 = 0.004F_c - 0.16, (40\% < F_c \leq 100\%)$$

ここで、 N はN値を表している。(1)で得られた諸値を用いてこの砂地盤の $z=3.75\text{m}$ 地点における R_{20} を求めよ。必要があれば、図3に示す対数グラフを使用してもよい。

(3) $z = 3.75\text{m}$ における F_L 値を計算し、液状化の可否を判定せよ。

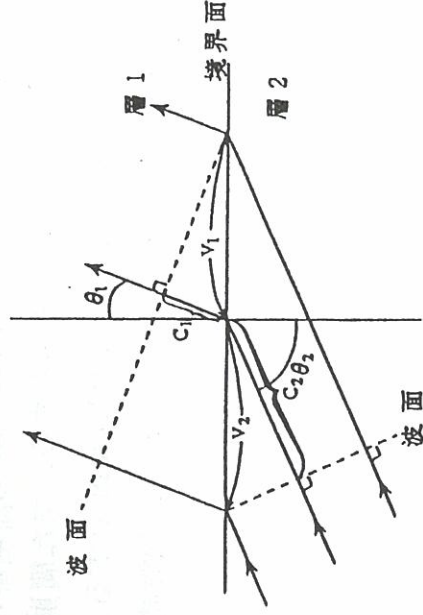


図1. スネルの法則

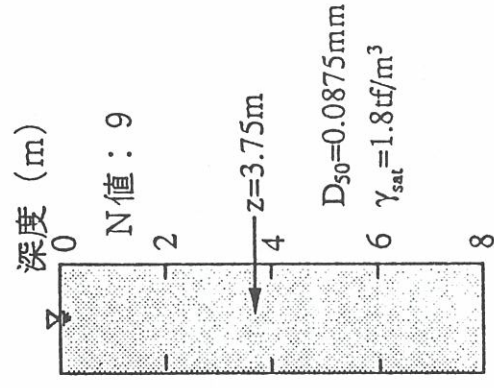


図2. 対象とする砂地盤

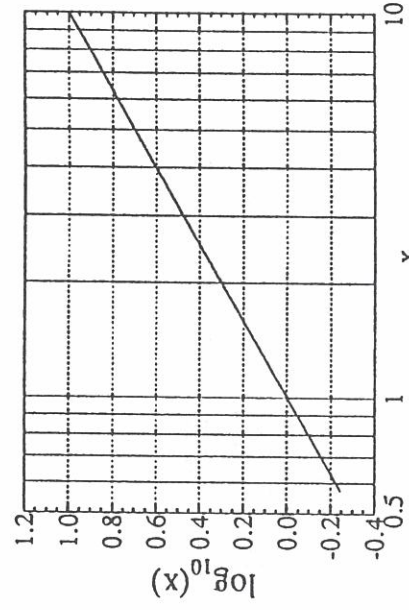


図3. 常用対数グラフ