

九州大学工学部 正員 後藤恵之輔

1. まえがき

上載圧による剛性擁壁の横方向土圧については、いわゆる“rule of thumb”の方法がある。この方法は裏込め表面に等分布載荷重 $\bar{p}_0$ を考え、裏込めの単位体積重量 γ で除して $\bar{p}_0/\gamma$ だけ裏込めのかさ上げを行うものである。しかし、この方法によれば上載圧による土圧は深さに関係なく一定となってしまう、実際と全然合致しない。上載圧による擁壁土圧に関する研究として古くはSpangler¹⁾の実験があり、最近ではMisra²⁾の数値計算を挙げることができる。特に、後者の研究は裏込め土の硬軟を考慮して3次元軸対称荷重下の擁壁土圧を求め、興味ある結果を得ている。本論では、Misraの研究と同様にワイスコフ体の概念^{3,4)}を導入して、裏込め表面に2次元荷重を受ける場合の擁壁土圧特性について述べるものである。擁壁と裏込めとの間に摩擦は生じないものとし、裏込め底面も同じく滑の状態にあるものと仮定する。

2. ワイスコフ体の概念

ワイスコフ体とは、広義の弾性体であるが、ヤング率 E とせん断弾性係数 G の関係が $E/G \geq 2(1+\nu)$ (ν = ポアソン比)となる材料をいう。此 E/G は土のせん断抵抗を表すパラメータと考えられ、この値が $2(1+\nu)$ に等しいワイスコフ体は従来の弾性理論で扱われる弾性体と同義である。ワイスコフ体の考え方によれば、締まった砂ではインターロッキングが大きい土粒子は相互に余り滑動せずせん断抵抗が大きいので、 E/G は弾性体に近い値を示す。逆にゆるい砂では、土粒子相互のインターロッキングが小さく滑動が大きいのでせん断抵抗は小さく、 E/G は大きい値をとることになる。しかし、ワイスコフ体はこのように砂に代表される粒状土に対してのみ適用されるのでなく、せん断抵抗の低下が土構造の変化からみくると考えることにより、粘性土をもワイスコフ体の範ちゅうに入れることができる。従って、 E/G が小さいワイスコフ体は締まった砂や硬質粘土に、大きいワイスコフ体はゆるい砂又は軟弱粘土に、それぞれ対応すると考えられる。

3. 載荷重による擁壁土圧

(1) 裏込めが無限深さの場合

前報⁵⁾の再掲であるが、載荷重として帯荷重を考えると擁壁土圧は、半無限地盤の解から鏡像原理を用いて次式のように求められる。

$$\sigma_x = \frac{2\bar{p}_0}{(\eta^2-1)\pi} \left(\eta^2 \tan^{-1} \frac{2\eta az}{\eta^2 z^2 - a^2 + c^2} - \tan^{-1} \frac{2\delta az}{\delta^2 z^2 - a^2 + c^2} \right) \quad (1)$$

ここに、 $\bar{p}_0$: 荷重強度、 a : $1/2$ 載荷幅、 c : 載荷中心から壁面までの距離、 η^2 : $\eta^2 z^2 - \delta^2 z^2 + 1 = 0$ の根 (ただし $\delta = 2 - (1-k)/(1-\nu)$, $k = E/G(1+\nu) - 1$)。

式(1)の計算結果を図-1, 2に示す。図-1は E/G をパラメータとして $c/a=2.0$ の場合の土圧分布で、ポアソン比は $\nu=0.3$ である。図から明らかなように、 E/G の増加すなわち裏込めがゆるい砂が軟弱な粘土になるにつれて、土圧の最大値は左程変化しないものの、全土圧は著しく減少することがわかる。また、最大土圧の生ずる

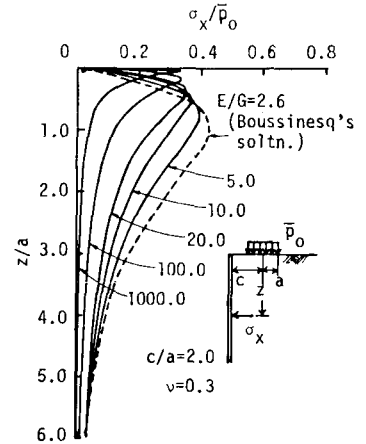


図-1

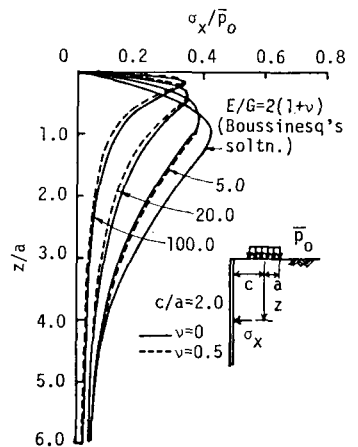


図-2

位置は、 E/g の増加とともに裏込め表面に近づくことも認められる。図-2はポアソン比の擁壁土圧に及ぼす影響を示すものである。最大土圧の生ずる位置を境としてポアソン比と土圧の関係は逆転するが、全体としてポアソン比による土圧の変化は小さく、ポアソン比の土圧に与える影響はほとんどないといえる。この結果は、軸対称荷重下の擁壁土圧がポアソン比の値により著しく変化するMistraの結果²⁾と極めて対照的である。

(2) 裏込めが有限深さの場合

裏込め底面に摩擦が生じない場合には、前節と同様に鏡像原理を用いて擁壁土圧を求めることができる。計算式を帯荷重の場合について裏込め表面に対してのみ示せば次のようになる。

$c/a = 1$ のとき

$$\sigma_x = \frac{2\bar{P}_0}{(\eta^2-1)\pi} \left[(\eta^2-1) \frac{\pi}{2} + \eta^2 \tan^{-1} \frac{a}{\eta d} - \tan^{-1} \frac{a}{\eta d} \right] \quad (2)$$

$c/a > 1$ のとき

$$\sigma_x = \frac{2\bar{P}_0}{(\eta^2-1)\pi} \left[\eta^2 \tan^{-1} \frac{\eta ad}{4\eta^2 d^2 - a^2 + c^2} - \tan^{-1} \frac{4\eta ad}{4\eta^2 d^2 - a^2 + c^2} \right] \quad (3)$$

ここに、 d : 裏込めの深さ。

計算結果を図-3に示す。ポアソン比は、前節の結果からその擁壁土圧に及ぼす影響はほとんどないため、 $\nu=0.3$ と一定にしている。一般的に全土圧は、裏込めの深さにかかわらず E/g が増加し裏込めがゆるい軟弱になるに従って減少する傾向にある。たに、図(c)に見られるように、 c/a が3以上のとき $d/a=1.0$ の土圧は裏込め下部において、ある程度ゆるい方($E/g=5 \sim 10$)が硬まった場合($E/g=2(1+\nu)$)よりも大きいという結果が現れている。しかし、 E/g が100, 1000と大きくなればこの現象は認められない。図-4は線荷重の場合である。図において裏込め表面($z=0$)での土圧はいずれの場合にも0とならず、僅かではあるが正の値を示す。

参考文献 1) Spangler, M.G., Proc.

1st ICSMFE, I (1936), 200/207.

2) Mistra, B., Soils & Found., 20-2

(1980), 31/44. 3) 後藤・山内, 土質論集,

18-2 (1978), 47/58. 4) 後藤・山内, 同上,

17-1 (1979), 97/107. 5) 後藤・山内,

土木学会第34回年講義要集, III

(1979), 393/394.

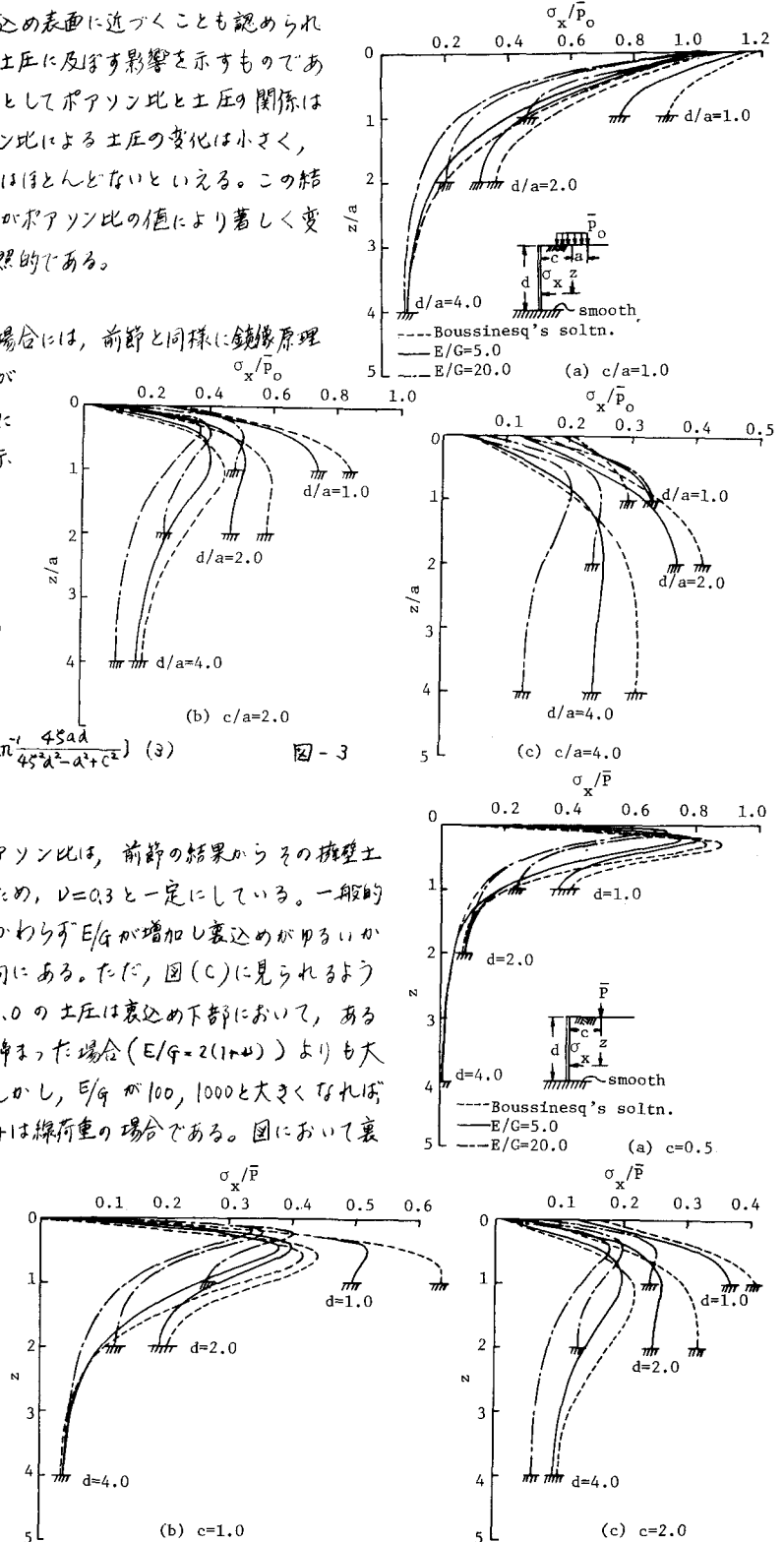


図-3

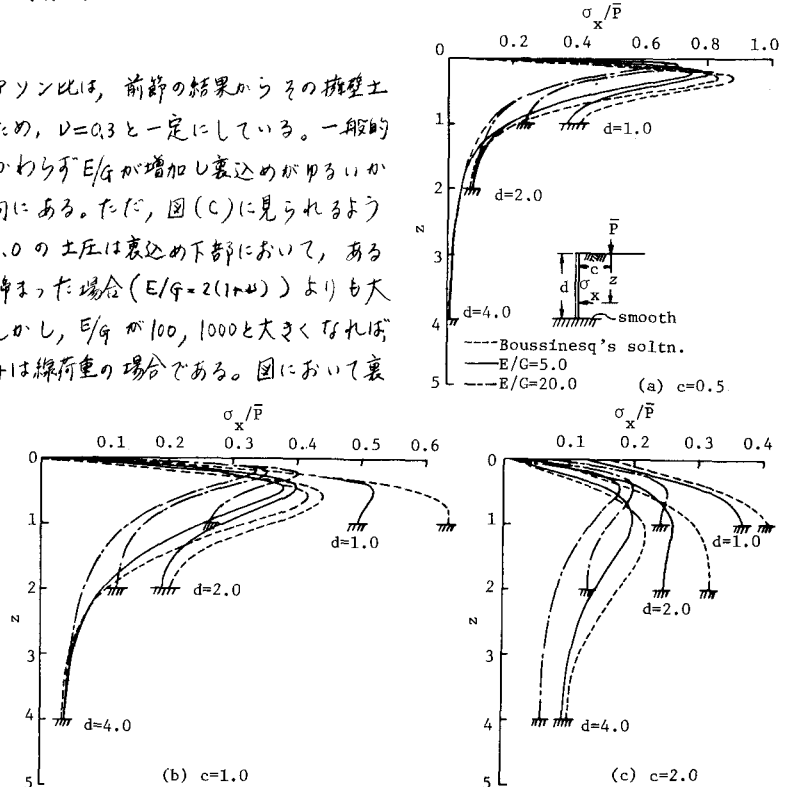


図-4