

III-105 粘土の地震時主動土圧の算定

名古屋大学大学院 学生員 千田 正孝
名古屋大学工学部 正会員 市原 松平

1. まえがき

Sokolovski の塑性理論を用いて、裏込め土の強度が $\varphi=0$ 、 $C=C_u$ で表される場合の地震時主動土圧の算定を行なった。以下 C_u を単に C と記載する。この算定では、裏込めてんば面と壁面とのなす角度によつて特異点による解法と不連続線による解法が用いられる。

2. 特異点による解法

図-1 は壁頂の O 点を特異点として壁面土圧を求める方法を示したものである。図-2 は図-1 の領域 ① ② ③ を入- λ 面に写像したものである。領域 ① は Cauchy 問題、領域 ② は Goursat 問題、領域 ③ は混合境界値問題を解くと、領域内の各点の ψ_1 と χ が得られる。

図-3 の Mohr の円のように ψ_1 、 δ をとる。 χ は次のように定義する。

$$\chi = (\bar{\sigma} - \gamma_0 u \cos \beta_0) / 2C \quad (1)$$

ここに、 $\gamma_0 = \gamma / \cos \theta_0$ γ ; 土の単位体積重量

$\beta_0 = \beta + \theta_0$ β ; 裏込めてんば面の傾角

$\tan \theta_0 = \alpha / g$ α ; 水平加速度

g ; 重力加速度

裏込めてんば面の境界条件は、

$$\left. \begin{aligned} \psi_1 &= \delta_0 \\ \chi &= -\sin(\beta_0 - 2\delta_0) / 2 \sin \beta_0 \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

ここに、

$$\sin 2\delta_0 = (g_E / C) \sin \beta_0$$

$$g_E = g / \cos \theta_0 \quad g; \text{地表面載荷重}$$

また、壁面の境界条件は、

$$\psi_1 = \delta_1 - \alpha_1 + \beta \quad (3)$$

ここに、

$$\tau_{nt} = C \sin 2\delta_1 \quad (4)$$

特異点の解法が成立する条件は、

$$\delta_1 - \delta_0 + \beta \geq \alpha_1 \quad (5)$$

である。図-4 に計算の一例を示す。図-4 (a) はスベリ線網、図-4 (b) は壁面の土圧分布を表したものである。

図-5 は分割数を変えて計算した場合に

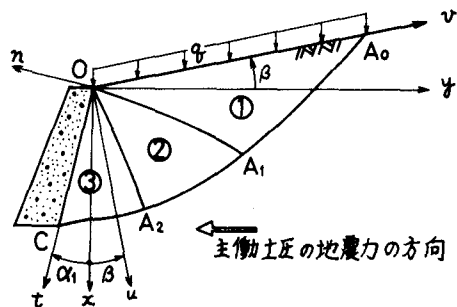


図-1

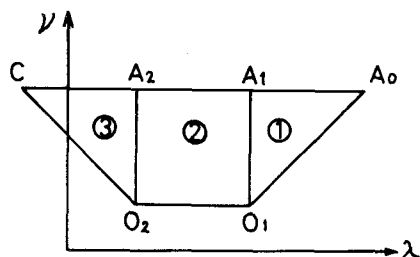


図-2

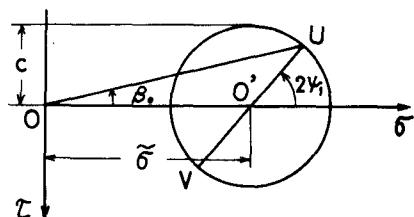


図-3

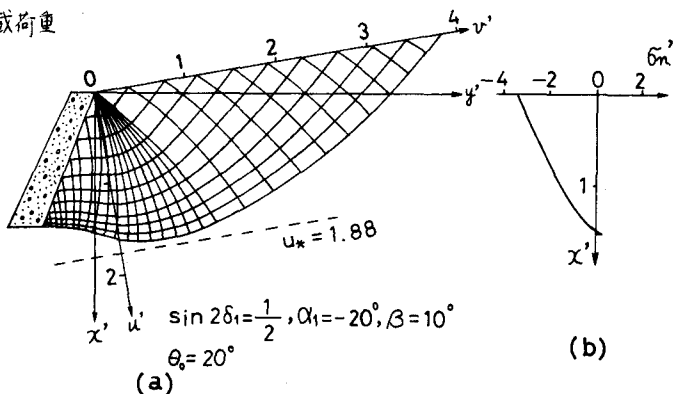


図-4

壁面の土圧分布がどれだけ違うかを示したものである。

この図からわかるように、分割数が変わり、ても土圧はほとんど変わらない。

3. 不連続線による解法

壁面と裏込めてんば面のなす角が小さくなると、図-1の①と③の領域が重なり、特異点の解法が使用できなくなる。その場合には、①と③の重なった部分に不連続線を考え、不連続線と壁とで囲まれた領域において、原点近傍の解を求め第4境界値問題を解くことにより、壁面土圧を求める。

不連続線による解法が成立する条件は、

$$\pi/2 - \delta_1 - \delta_0 + \beta \geq \alpha_1 \geq \delta_1 - \delta_0 + \beta \quad (6)$$

である。不連続線による計算の一例を図-6に示す。ある状況のもとではこの第4境界値問題は正確な土圧分布を与えることがあるので、不連続線を用いて解かなくてはならない場合でも、むしろ特異点の解法を強行した方がよい結果を与えることがわかった。

4. 結果の整理

特異点の解法、不連続線の解法で計算した壁面土圧は曲線分布となるので、深さと土圧を数表に表した。特異点の解法では主に20分割で計算した。その一例を表-1に示す。 x' は鉛直深さで、 $\delta n'$ は擁壁に作用する垂直土圧でいずれも無次元である。計算は $C=1t/m^2$ 、 $\gamma=1t/m^3$ で行なっているのので、実際に使用する時は換算すればよい。(*)の印は不連続線の解を示している。表-1よりわかるように、条件によって一番下の x' の値が異なっている。これは、 $\beta_0 \neq 0$ の場合に応力の計算の限界深さ($u=u_*$)が存在するからである。ここに、

$$u_* = (C - \gamma_E \sin \beta_0) / \gamma_0 \sin \beta_0 \quad (7)$$

である。 $u=u_*$ 以下では計算ができない。 $u=u_*$ より深い領域の土圧を求めたい場合には別の計算をしなければならない。

5. あとがき

特異点による解法、不連続線による解法はいずれも差分式を数値計算して土圧を求めるものであり、計算機に頼らなければならない。したがって、計算結果を実際に応用する場合にはいかにしたらよいかを今後検討しなければならない。

表-1

$$\sin 2\delta_1 = \frac{1}{2}, \beta = 0^\circ$$

α_1	$\theta_0 = 0^\circ$		$\theta_0 = 10^\circ$		$\theta_0 = 20^\circ$		$\theta_0 = 30^\circ$	
	x'	$\delta n'$	x'	$\delta n'$	x'	$\delta n'$	x'	$\delta n'$
0°	0.0	-2.39	0.0	-2.39	0.0	-2.39	0.0	-2.39
	2.0	-0.39	1.90	-0.04	0.92	-1.02	0.58	-1.36
	4.0	1.61	3.39	1.91	1.64	0.16	1.04	-0.45
	6.0	3.61	4.51	3.48	2.18	1.15	1.38	0.35
	8.0	5.61	5.26	4.69	2.55	1.97	1.61	1.03
	10.0	7.61	5.67	5.55	2.75	2.63	1.73	1.61
30°	*0.0	-1.35	*0.0	-1.35	*0.0	-1.35	*0.0	-1.35
	2.0	0.65	1.13	-0.03	0.64	-0.50	0.32	-0.86
	4.0	2.65	2.08	1.09	1.18	0.26	0.64	-0.35
	6.0	4.65	3.47	2.80	1.69	1.02	1.07	0.41
	8.0	6.65	4.54	4.20	2.11	1.69	1.46	1.20
	10.0	8.65	5.54	5.62	2.57	2.53	1.66	1.69

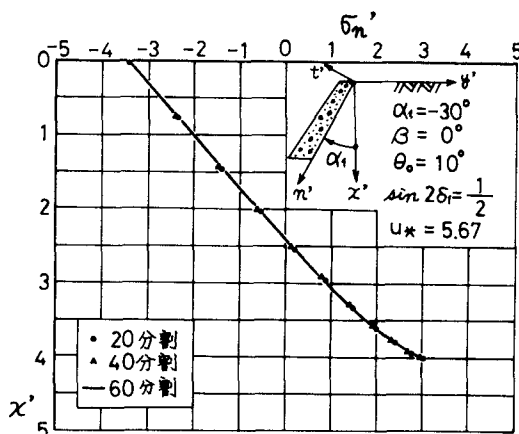


図-5

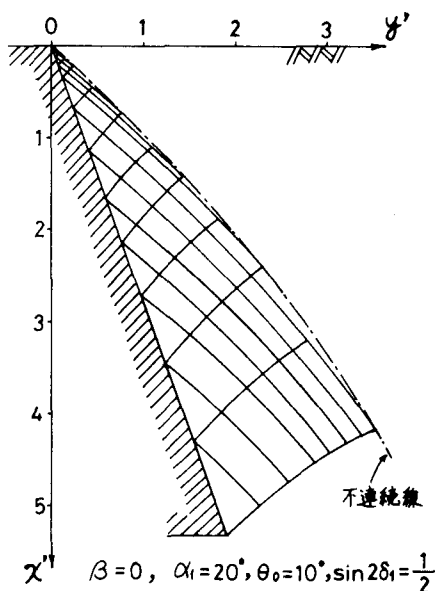


図-6