

対数ら線法による地震時主働土圧係数

名古屋大学工学部土圧研究施設
名古屋大学大学院

正会員 市原 松平
学生員 ○ 千田 正孝

1 まえがき

砂の地震時主働土圧係数を対数ら線法によって算定した。すべり面を対数ら線と直線とかうなる複合すべり面と仮定して、常時ならびに地震時の主働土圧を計算した。そして、得られた地震時主働土圧係数 K_{AE} と対数ら線の極を表わす ω_0 の値を数表にし、実用に供しうるようにした。また、対数ら線法で求めた K_{AE} の値と、すべり面の形状を、物部法によるそれぞれと比較した。

2 対数ら線法の計算方法

主働土圧に関する計算法の説明のために、図-1 の壁体の右側を裏込め土と考える。壁体が左方に変位し、壁体と裏込め土との接する面に主働土圧が発生すると考える。地震力は裏込め土側から壁体側に向か、て水平に作用すると考える。壁の変位により裏込め土が塑性平衡状態に移行し、図-1 に示すようなすべり面 BDC が発生する。BD 区間が対数ら線、DC 区間が直線で、対数ら線の極を O とし、 $\angle BOD = \omega_0$ とする。対数ら線の式は、

$$r = \overline{OB} e^{-\omega \tan \phi} \quad (1)$$

である。ここで、 ω は $\overline{OB}$ から反時計まわりに測、た角度が正であり、 ϕ は砂の内部摩擦角である。

ω が正のときは、図-1 に示すように極 O が AD 線上で A より上方にある場合で、対数ら線は下に向か、て凸になる。また ω が負のときは、図-2 に示すように極 O が AD 線上で D より下方にある場合で、対数ら線は上に向か、て凸になる。土塊 $ABDF$ に作用する力の、極 O のまわりのモーメントの釣り合いより土圧合力 P_{AE} を求める。

$$P_{AE} \cdot l_0 = M \quad (2)$$

ここで、 l_0 は極 O から P_{AE} の作用線までの距離であり、

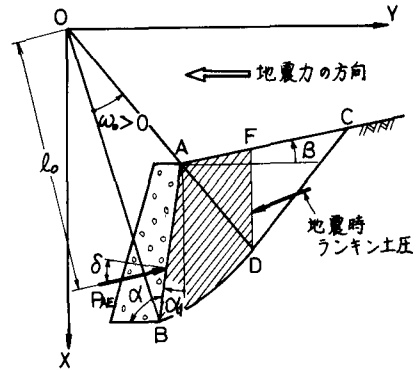


図-1 極 O が A より上方にある場合の対数ら線

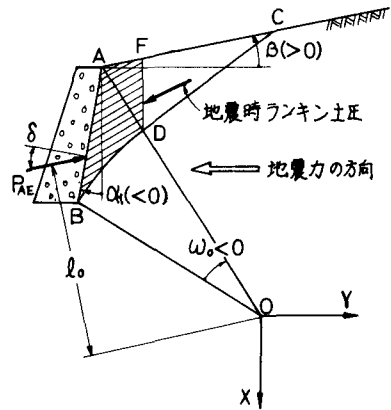


図-2 極 O が D より下方にある場合の対数ら線

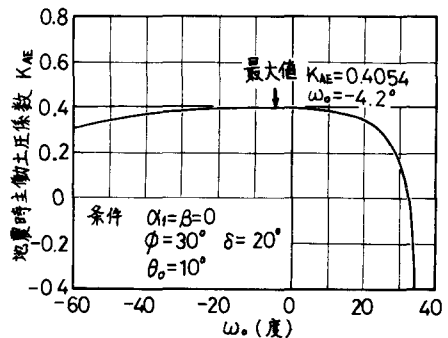


図-3 ω_0 の変化に対する K_{AE} の変化

M は土塊 A B D F に働く重力および地震力、そして F D 面に作用する地震時ランキン土圧の極 O のまわりのモーメントである。(2)式より得られた P_{AE} を次式に代入して、地震時主働土圧係数 K_{AE} を求める。

$$P_{AE} = \frac{1}{2} \gamma H^2 \frac{K_{AE}}{\sin \alpha \cdot \cos \delta} \quad (3)$$

ここで、 γ :土の単位体積重量、 H :壁の鉛直高、 α :壁背面の水平面に対する傾角、 δ :壁摩擦角である。

極 O の位置により K_{AE} が変化し図-3 のようになる。そこで ω_0 を変化させて、 K_{AE} の最大値を大型電子計算機によって計算した。

3 結果および考察

壁面の形状、地震力の大きさ、砂の内部摩擦角、壁摩擦角を変化させて、地震時主働土圧係数を求めた。得られた結果を実用し易いように数表にした。その一例を表-1に示す。対数ら線法で計算できない領域は横線(—)を引いて示した。図-4 は対数ら線法と物部法の K_{AE} の比較をしたものである。この図からわかるように、対数ら線法の値は物部法よりも少し大きくなる。しかし対数ら線法では計算できない限界線(図-4 に一点鎖線で示した)に近づくとき物部法の方が大きくなっている。図-5 は両方法のすべり線の形状を比較したものである。壁が鉛直の場合には両者のすべり線はほぼ一致しているが、壁が傾斜するにつれてすべり面の形状が大きく変化することがわかる。このときの K_{AE} の値を比較してみると、すべり面の形状が異なるほど K_{AE} の値も大きく異なることがわかった。

対数ら線法では、曲線すべり面上部の土塊に作用する力は $\Sigma M = 0$ を満足し、かつすべり面はランキン領域との接点の境界条件を満足しているため、すべり線の厳密性から考えると、物部法よりも優れていると考えられる。しかし、壁面における境界条件は満足しておらず、これを満足する方法はソコロフスキー法である。ソコロフスキー法による K_{AE} の算定は今後の課題の一つである。

- (参考文献) 1. 市原松平・森信夫:“地震時主働土圧係数”土木学会論文報告集 第215号 1973年7月 P.P. 27~42
2. 松澤 宏:“土圧計測ならびに常時・振動時の擁壁に関する研究”博士論文 昭48年1月 P.P. 65~70, P.P. 119~142

表-1 α_1 を変化させたときの対数ら線法で求めた K_{AE} と ω_0 ($\beta=0, \delta=\phi=42.5^\circ$)

θ_0	K_{AE}	ω_0	α_1	ω_0	K_{AE}	ω_0	α_1	ω_0	K_{AE}	ω_0	α_1	ω_0	K_{AE}	ω_0	α_1	ω_0
			-30°				-20°					-10°				0°
-30°	0.02	57.7	0.01	45.0	0.03	38.7	0.06	26.1	0.10	19.8						
	-0.01	51.3	0.01	40.4	0.06	32.4	0.09	22.6	0.14	16.7						
-20°	0.01	46.2	0.03	34.5	0.09	28.6	0.14	20.3	0.20	15.8						
	-0.01	40.4	0.06	28.6	0.14	22.6	0.20	16.7	0.28	12.9						
-10°	0.01	36.9	0.03	25.8	0.09	20.3	0.14	14.6	0.20	11.4						
	-0.01	31.4	0.06	20.3	0.14	16.7	0.20	12.9	0.28	9.1						
0°	0.03	28.7	0.06	18.3	0.15	14.6	0.21	10.9	0.29	7.6						
	-0.01	23.6	0.10	12.9	0.21	10.9	0.29	7.6	0.40	5.0						
10°	0.07	21.4	0.11	11.4	0.23	9.1	0.32	6.2	0.40	4.0						
	-0.01	16.5	0.17	6.2	0.32	6.2	0.40	4.0	0.50	3.0						
20°	0.14	14.6	0.21	4.7	0.32	6.2	0.40	4.0	0.60	2.0						
	-0.01	9.7	0.29	4.7	0.40	4.0	0.50	3.0	0.70	1.0						
30°	0.29	7.8	0.41	—	—	—	—	—	—	—						
	-0.01	2.6	—	—	—	—	—	—	—	—						

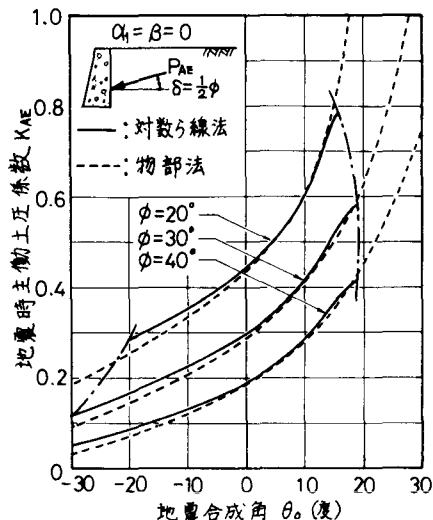


図-4 $\delta = \frac{1}{2}\phi, \alpha_1 = \beta = 0$ のときの対数ら線法と物部法の K_{AE} の比較

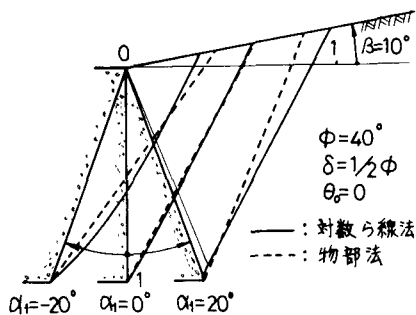


図-5 α_1 が変化したときのすべり面の比較