

中部工業大学 正員 市原 松平
 中部工業大学 正員 山田 公夫
 中部工業大学大学院 学生員 宇都宮 洋一

1. まえがき

Sokolovskiの示した塑性論の解法に従って、 $C \neq 0$, $\varphi \neq 0$ で与えられる地盤土に地震力を作用させ、擁壁の傾角、裏込めてんば面の傾角を種々に変化させたときの地震時主働土圧を算定した。得たる結果は、土の釣合条件と強度条件を満足させている。なお、 C , φ の種々の値と擁壁の各形状による地震時受働土圧の値は、すでに算定されているが、地震時主働土圧については、初めての試みである。土圧の算定は、特異点による解法と不連続線による解法を使用した。

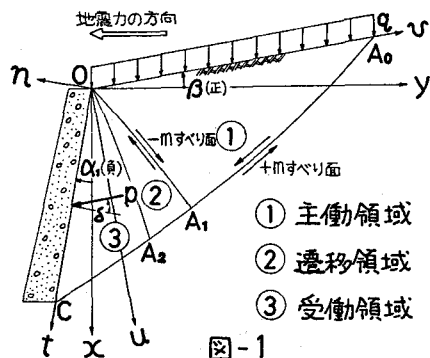


図-1

2. 解法の概略

図-1のように原点O, 座標 $x-y$, $u-v$, $n-t$ を決め、裏込め土内を3つの領域に分ける。これを $\lambda-\gamma$ 座標面に写像したものが、図-2である。裏込めてんば面 OA_0 から始めて、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それぞれ解くことによって、壁面に作用する地震時主働土圧を求めた。この解法を特異点の解法と称する。この解法は図-1の $\angle A_0OC$ すなわち、裏込めてんば面と壁面のなす角度が比較的大きい場合に適用される。しかし、この角度が小さい場合は、領域①と領域③が重なり合っ、裏込め土内に不連続線が発生する。この不連続線の発生条件は、次式で示される。

$$\psi \leq \psi' \quad \text{--- (1)}$$

ここに、 ψ , ψ' はいずれも最大主応力面からはかった u 面までの角度であり、それぞれ不連続線上と不連続線に接した領域①の値である。この場合、壁面と裏込めてんば面の境界条件により、次式が成立する。

$$2\alpha \geq (\Delta - \delta) - (\Delta' + \delta') + 2\beta \quad \text{--- (2)}$$

ここに、 $\sin \Delta = \sin \delta / \sin \varphi$, $\sin \Delta' = \sin \delta' / \sin \varphi$, δ , δ' はそれぞれ裏込めてんば面ならびに壁面における換算応力の傾角である。図-3のように線分OR(不連続線), OC(壁面)を $\lambda-\gamma$ 面上に写像し、特性線網を作る。OR, OCに沿ってそれぞれ u , v と ψ の間に微分比を与え、 $-m$, $+m$ すべり線に沿う微分比を連立させてOR, OC線上の各節点の4値(u, v, ψ, ω)を決める。この場合、既知である原点Oの4値と原点近傍の1点の4値が明確であれば、その2点から出発してOR

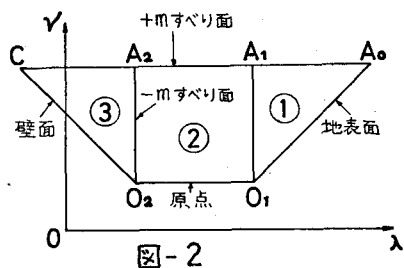


図-2

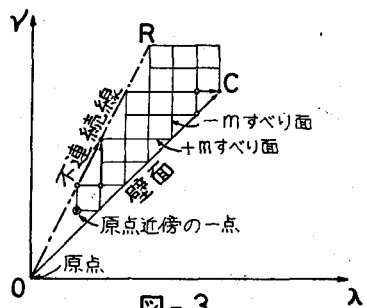


図-3

とOC上の各節点の4値を逐次計算することができる。このような解法を第4境界値問題の解法と称する。

3. 計算結果の一例

図-4は 内部摩擦角 $\varphi=35^\circ$; 壁摩擦角 $\delta=2/3\varphi$, 裏込め土は面傾角 $\beta=0^\circ$, 地震合成角 $\theta_0=\tan^{-1}g/8=10^\circ$, 裏込め土は面載荷重 $q=0$ で壁面傾角 α_1 を変化させたときの σ'_n の分布である。ここで実線は、特異点による解法で求め、 $\alpha_1=20^\circ$ は 不連続線による解法で求めた。 α_1 の値が大であるほど σ'_n の値は大である。また、図-5は $\alpha_1=0^\circ$, $\varphi=37.5^\circ$, $\delta=2/3\varphi$, $\theta_0=10^\circ$, $q=0$ で β を変化させた場合の K_{AC} , K_{AR} を図示したものである。破線は不連続線による解法、実線は特異点による解法で求めたものである。これらの線の境界は 式(2)より $\beta \approx -9.49^\circ$ である。

壁面に作用する垂直土圧 σ'_n は 次式であらわされる。

$$\sigma'_n = CK_{AC} + xK_{AR} \quad \text{--- (3)}$$

$C=1/4m^2$, $\delta=1/4m$ を使用して無次元計算をしているから σ'_n の無次元量を σ'_n とすれば 次式であらわされる。

$$\sigma'_n = K_{AC} + x'K_{AR} \quad \text{--- (4)}$$

K_{AC} , K_{AR} は 図-4の σ'_n の分布から求められる。すなわち、 K_{AC} は $x'=0$ のときの σ'_n の値から求め、 K_{AR} は 土圧分布が 直線分布に近いとき、その直線の傾角から求められる。任意の C と δ に対しては、 $\sigma'_n = \sigma'_n S$, $x = x' l$ であり、 $S=C$, $l=1/4$ であるから 式(4)より

$$\sigma'_n = \sigma'_n S = CK_{AC} + x'CK_{AR} = CK_{AC} + \delta xK_{AR}$$

となり式(3)の結果が得られる。すなわち、 K_{AC} , K_{AR} を求めれば、式(3)から任意の C と δ に対して σ'_n が決定されることになる。また、壁面に沿うせん断応力は示されていないが、 $\tau_{nt} = (\sigma'_n + \cot \varphi) \cdot \tan \delta$ で決定される。図-6は $\alpha_1=-10^\circ$, $\beta=0^\circ$, $\varphi=30^\circ$, $\delta=2/3\varphi$, $q=0$ で地震合成角 θ_0 を 0° , 10° , 20° に変化させた場合のすべり線網の一番外枠の形を図示したものである。地震力が大きいほど、すべり線は壁より計って遠方に到達する。図-7は、 $\alpha_1=20^\circ$, $\beta=0^\circ$, $\varphi=30^\circ$, $\delta=2/3\varphi$, $q=0$, $\theta_0=10^\circ$ の場合のすべり線網で、不連続線による解法のすべり線網の一例である。図示した不連続線と裏込め面との間のすべり線網は、モールの円を用いて描いた。主働土圧の場合は受働土圧の場合に比較して、壁面と不連続線の間の領域はせまい。

図-6は $\alpha_1=-10^\circ$, $\beta=0^\circ$, $\varphi=30^\circ$, $\delta=2/3\varphi$, $q=0$ で地震合成角 θ_0 を 0° , 10° , 20° に変化させた場合のすべり線網の一番外枠の形を図示したものである。地震力が大きいほど、すべり線は壁より計って遠方に到達する。図-7は、 $\alpha_1=20^\circ$, $\beta=0^\circ$, $\varphi=30^\circ$, $\delta=2/3\varphi$, $q=0$, $\theta_0=10^\circ$ の場合のすべり線網で、不連続線による解法のすべり線網の一例である。図示した不連続線と裏込め面との間のすべり線網は、モールの円を用いて描いた。主働土圧の場合は受働土圧の場合に比較して、壁面と不連続線の間の領域はせまい。

<参考文献> 1) 市原・中根 土木学会第29回(昭49)講演概要集, 第3部, pp238~239.

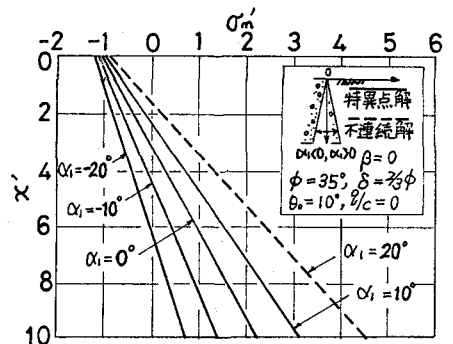


図-4

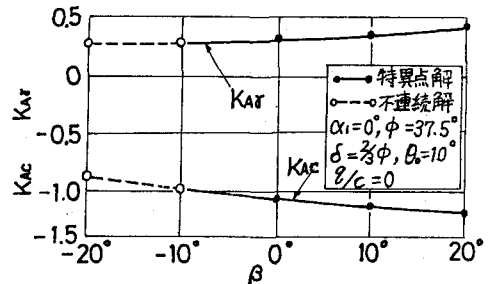


図-5

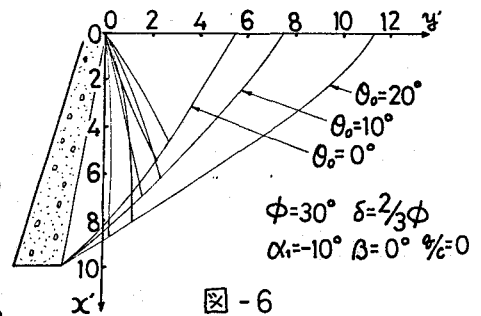


図-6

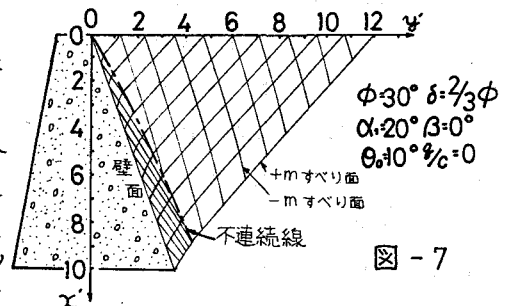


図-7