

名古屋大学工学部
鹿島建設株式会社

正員 〇市原 松平
学生員 河邑 真
正員 千田 正孝

1. まえがき

内部摩擦のない粘性土の地震時主働土圧については前回までの報告¹⁾²⁾で発表済みであるので、今回は受働土圧について発表する。この研究はソコロフスキーの塑性論を地震時に拡張して、内部摩擦のない粘性土、すなわち $C=C_u$, $\varphi=0$ で表わされる土の地震時受働土圧を壁面の傾角(α_1)、地表面の傾角(β)、および地震力($\tan \theta_0 = \alpha/g$)を変化させて算定したものである。計算方法の手順、計算結果のまとめ方はすべて主働の場合と同様であるので省略する。今回は主働の場合と異なる境界条件や、前回までの研究よりも発展させた点に重点を置いて報告する。

2. 計算方法と境界条件

受働土圧の計算方法は、地表面と壁面の境界条件により、特異点の解法と不連続線の解法に分けられる。すなわち、次式が成り立つ場合は特異点の解法によって壁面土圧を求める。(図-1参照) $\delta_1 + \delta_0 + \beta \geq \alpha_1$ ----- (1)

をなし、 $\tau_{uv} = -C \sin 2\delta_0$, $\tau_{nt} = -C \sin 2\delta_1$

式(1)が成り立たない場合には不連続線解を用いて壁面土圧を求める(図-2参照)。不連続線が生ずる場合の解法には第4境界値問題を解いて求める方法と、Leeの方法がある。前者は原点近傍の(v , ω , χ , ψ)の近似値を決定して行ない、後者は不連続線の位置を逐次決定しながら壁面土圧を求める。

漸化式を用いて計算するのに必要な境界条件を以下に示す。

$$\text{地表面の境界条件} \quad \psi_1 = -\pi/2 - \delta_0, \quad \chi = \sin(\beta_0 + 2\delta_0) / 2 \sin \beta_0 \quad \text{----- (2)}$$

$$\text{壁面の境界条件} \quad \psi_1 = -\pi/2 + \delta_1 - \alpha_1 + \beta \quad \text{----- (3)}$$

ここに ψ_1 は最大主応力面からのはか、を μ 面までの角度である。

3. 考察

地震力の作用下において、粘性土による壁面の受働土圧分布は一般に曲線で表わされる(図-3参照)。この曲線は簡単な数式に置き換えられないので壁面の各点の土圧を数表で示した。表の土圧は $C=1\text{t/m}^2$, $\gamma=1\text{t/m}^3$ として無次元化して表わしているので特性線応力 σ' 、特性線長さ l を用いて換算すれば、任意の C および γ をもつ場合の土圧分布が求められる。

特異点による解法では、分割数による精度を検討したところ、分割数は実用上20分割に妥当と判断された。したがって、特異点解の結果はおもに20分割でまとめた。

不連続線解では、高木の方法と擁壁

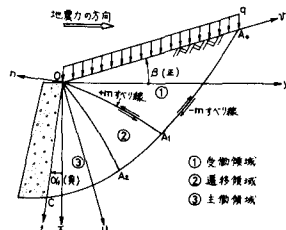


図-1

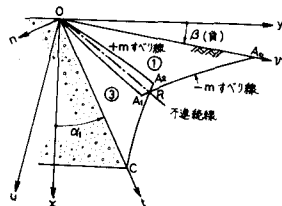


図-2

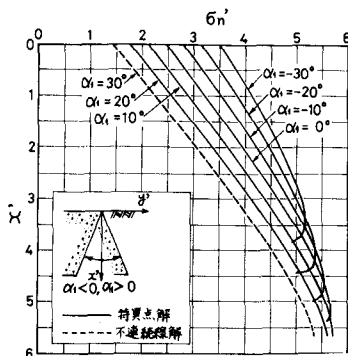


図-3

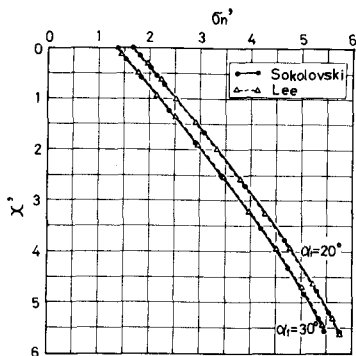


図-4

土圧に適用して原点の近傍点の値を合理的に求めることができ、この原点近傍の値をソコロフスキーの示した第4境界値問題の解法に用いて壁面の土圧分布を求めた。また、Leeらの行な、な方法と比較した結果、図-4に示したように土圧分布は非常によく一致したが、不連続線の位置は必ずしも異なることがわかった。Leeの方法はすべり線の間隔を自由に求めることができるという利点はあるが、不連続線の位置を逐次試行法で求めなければならないので、ソコロフスキーによる不連続線解よりもはるかに計算が煩雑となり計算時間が長くなる。したがって、不連続線が生ずる場合の計算はおもにソコロフスキーによる方法によった。なお、計算の条件から不連続線の解を用いなければならない場合に、地表面の ψ と壁面の ψ の値の差が小さいときは第4境界値問題の適用が困難になる。このような場合には特異点の解を強行しても土圧は近似的に決定される。また、 ψ の値の差があまり小さくない場合でも、実用の範囲内で特異点の解を強行することが許される。

地表面に載荷重量がある場合の土圧分布を $\gamma=0$ の土圧分布と比較すると、両者の土圧分布曲線は平行であることがわかった。したがって、 γ がある場合の土圧は、地表面すなわち $h=0$ における σ_n の特異点の解より求めて、深さ方向の σ_n は $\gamma=0$ のものを使用して簡便に求められる。深さ方向に C_u が異なるとき、たとえば図-5の実線と示すように $C_u=1.0+0.2x$ (t/m^2)で与えられるとき、特性線から求めた σ_n の分布は図-6で実線と示されたようになる。次に、図-5の点線のように C_u が階段状に深さ方向に変化するとき、上層と載荷重として求めた σ_n の分布は図-6の点線と示されたようになり、両者の土圧分布を比較することにより、上層と載荷重と考える簡便法は実用上妥当な結果を与えるように考えられる。

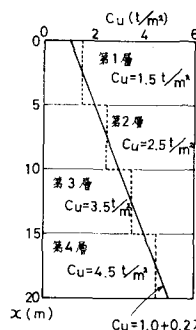


図-5

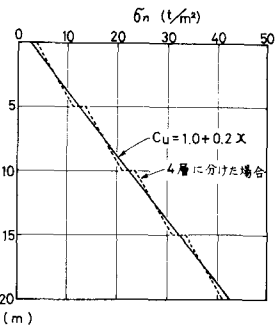


図-6

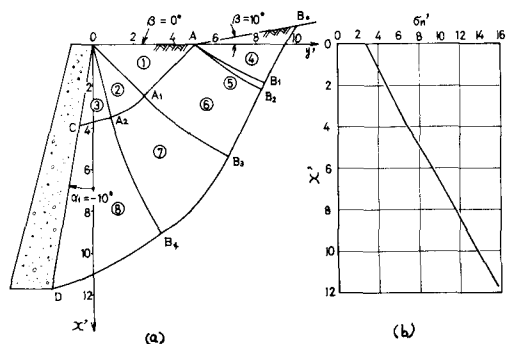


図-7

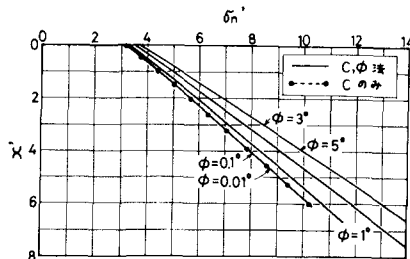


図-8

これまでに述べた計算はすべて地表面および壁面の境界条件が一定である場合であつたが、それらの境界条件が途中で変化する場合についての計算も行なつた。境界条件が途中で変化するような複雑な条件においては、境界条件が途中で変化する点を新たな特異点と考へて土圧分布、およびすべり線網を求めることが可能である。その一例を図-7に示す。(a)はすべり線、(b)は土圧分布を表わす。

最後に、筆者らは $C=C_u$ の計算方法を市原・中根の C 、 ϕ 材の計算方法と比較することを試みた。 C 、 ϕ 材の方法で $\phi=0$ とおくことは計算式の仮定上不可能であるが、 ϕ を徐々に減少させて得られる土圧分布を図に示すと図-8のようになる。この土圧分布を $C=C_u$ の計算と比較すると、 C 、 ϕ 材の計算方法で、 ϕ を 0.1° 程度まで減少させることによって、 C のみの計算結果とほぼ等しい土圧分布が得られることがわかった。

〈参考文献〉 1. 市原松平・千田正孝「粘土の地震時主動土圧の算定」第31回土木学会講演概要集 2. 市原松平・千田正孝「内部摩擦のない粘性土の地震時主動土圧の不連続解」昭和52年土木学会中部支部講演概要集 3. 市原松平・中根達「内部摩擦と粘性土の地震時主動土圧の算定」土木学会論文報告集 No. 253, 1976