

裏込め粗石を考慮した地震時主働土圧の算定方法

名古屋大学工学部地盤工学教室 ○松澤 宏
名古屋大学大学院 杉村 昌広

1. まえがき

裏込め粗石を有する壁体に作用する地震時主働土圧の簡便的算定手法については、既に報告している¹⁾。ここでは、この手法を、地表面載荷重や一般的な断面形状の裏込め粗石に対応できる汎用性のあるものに拡張し、岸壁などのように残留水位が存在する場合にも適用できる形にしたのでこれについて報告する。

2. 裏込め粗石を有する場合の地震時主働土圧算定手法

・2平面すべり面法：図-1のような壁体および裏込め粗石を考え、主働状態において裏込め粗石内のすべり面BEとそれに連続する $+m$ すべり面EFと $-m$ すべり面EGが発生すると考える。このとき領域GEFはRankineの主働応力状態にあると考え、裏込め土砂中の鉛直面IEに、Rankine系地震時主働土圧 P_{AER} を作用させる。土塊ABE Iに作用する力の釣合より、壁面に作用する土圧合力 P_1

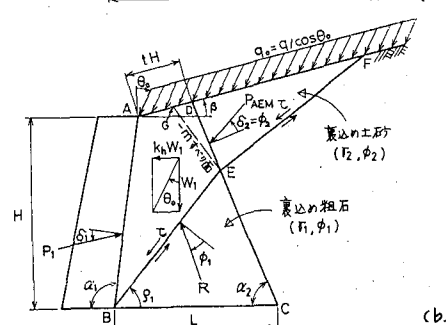
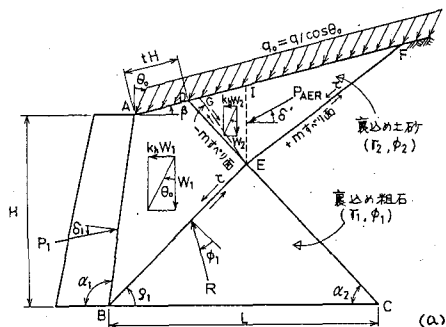


図-1

は次式のようになる。

$$P_1 = \frac{1}{2} \gamma_1 H^2 \frac{1}{\sin(\alpha_1 + \rho_1 - \phi_1 - \delta_1)} \left[\frac{\sin(\rho_1 + \theta_0 - \phi_1)}{\cos \theta_0} \left\{ (1 + \lambda t)^2 \frac{(\cot \alpha_2 - \cot \alpha_1)(\cot \rho_1 + \cot \alpha_1)}{\cot \rho_1 + \cot \alpha_2} + t(2 + \lambda t) \frac{\sin(\alpha_1 + \beta)}{\sin \alpha_1} \right\} \right. \\ \left. + \frac{\gamma_2}{\gamma_1} \sin(\alpha_2 + \rho_1 - \phi_1 - \delta_2) \left\{ (1 + \lambda t) \frac{\cot \rho_1 + \cot \alpha_1}{\cot \rho_1 + \cot \alpha_2} \frac{K_{AEM}}{\sin \alpha_2 \cos \delta_2} \right\} \right] \quad \text{式(1)} \\ + qH \frac{1}{\sin(\alpha_1 + \rho_1 - \phi_1 - \delta_1)} \left[t \frac{\sin(\rho_1 + \theta_0 - \phi_1)}{\cos \theta_0} + \frac{\sin \alpha_2 \sin(\alpha_2 + \rho_1 - \phi_1 - \delta_2)}{\sin(\alpha_2 + \beta)} (1 + \lambda t) \frac{\cot \rho_1 + \cot \alpha_1}{\cot \rho_1 + \cot \alpha_2} \frac{K_{AEM}}{\sin \alpha_2 \cos \delta_2} \right]$$

$\lambda = \sin \beta - \sin(\alpha_1 + \beta) / \{\sin \alpha_1 (\cot \rho_1 + \cot \alpha_1)\}$ である。 $-m$ すべり面EGが裏込め粗石内に位置する場合、裏込め粗石の背面DEに、 $\delta_2 = \phi_2$ とした物部地震時主働土圧 P_{AEM} を作用させる。 P_1 は土塊ABEDに作用する力の釣合より、次式のようになる。

$$P_1 = \frac{1}{2} \gamma_1 H^2 \frac{\sin(\rho_1 + \theta_0 - \phi_1) \cos(\rho_1 - \phi_1 - \delta_2')}{\sin(\alpha_1 + \rho_1 - \phi_1 - \delta_1)} \left[(1 + \lambda t)^2 \frac{\cot \rho_1 + \cot \alpha_1}{\cot \rho_1 + \cot \alpha_2} \left[\frac{\cot \alpha_2 - \cot \alpha_1}{\cos \theta_0 \cos(\rho_1 - \phi_1 - \delta_2')} + \frac{\gamma_2}{\gamma_1} \frac{\sin(\alpha_2 + \beta)}{\sin \alpha_2 \cos \beta} \right. \right. \\ \left. \times \frac{\cot \rho_1 + \cot \alpha_1}{\cot \rho_1 + \cot \alpha_2} \left\{ \frac{\cot \alpha_2}{\cos \theta_0 \cos(\rho_1 - \phi_1 - \delta_2')} + \frac{\sin(\alpha_2 + \beta)}{\sin(\rho_1 + \theta_0 - \phi_1) \sin \alpha \cos \beta} K_{AER} \right\} \right] + t(2 + \lambda t) \frac{1}{\cos \theta_0 \cos(\rho_1 - \phi_1 - \delta_2')} \\ \left. \frac{\sin(\alpha_1 + \beta)}{\sin \alpha_1} \right] + qH \frac{\sin(\rho_1 + \theta_0 - \phi_1) \cos(\rho_1 - \phi_1 - \delta_2')}{\sin(\alpha_1 + \rho_1 - \phi_1 - \delta_1)} \left[\frac{t}{\cos \theta_0 \cos(\rho_1 - \phi_1 - \delta_2')} + (1 + \lambda t) \frac{1}{\sin \alpha_2 \cos \beta} \right. \\ \left. \frac{\cot \rho_1 + \cot \alpha_1}{\cot \rho_1 + \cot \alpha_2} \left\{ \frac{\cos \alpha_2}{\cos \theta_0 \cos(\rho_1 - \phi_1 - \delta_2')} + \frac{\sin(\alpha_2 + \beta)}{\sin(\rho_1 + \theta_0 - \phi_1) \cos \beta} K_{AER} \right\} \right] \quad \text{式(2)}$$

図-2の実線は式(2)だけを用いた場合、破線は式(1)だけを用いた場合の計算値である。式(2)では $\alpha_2 = \alpha_1 + \theta_0$ なる L/H で発散し、式(1)では L/H の小さいところで発散する傾向にある。図中の矢印は、 $-m$ すべり面Eが粗石背面と重なる L/H であり、これより小なる L/H では式(2)を、大なる L/H では式(1)を用いる。

○他の手法(1平面すべり面法)²⁾：この手法は図-3に示すような、裏込め粗石、裏込め土砂を貫く1本のすべり面BFを仮定し、土塊ABFの極限釣合より P_1 を算定する手法である。詳細は文献2)を参照されたい。

4. 計算結果の一例

式(1)、式(2)において、 P_{max} を与える δ_1 の値は、裏込めの自重だけによる土圧の極大値 P_{gmax} 、あるいは上載荷重だけによる土圧の極大値 P_{max} を与える δ_1 とは異なる。

図-4に、 P_{max} 、 P_{gmax} 、 P_{gmax} のそれぞれを与えるすべり面($\alpha_1 = 90^\circ, \beta = 0^\circ$)を示した。 P_{max} を与えるすべり面は、 P_{max} および P_{gmax} を与えるすべり面の中間のものとなっている。図中、横軸の S は図-1のAFの長さ、縦軸の Z は深さ、 H は壁高である。 P_{max} の S に対し、 P_{gmax} 、 P_{gmax} の S は $\theta_0 = 0^\circ$ で $\pm 5\%$ の差をもつが、この差は震度の増大に伴い減少し、 $\theta_0 = 20^\circ$ ではほとんど差をもたない。

次に土圧合力については、 P_{max} と P_{gmax} の和で与えられる土圧合力の値は、 P_{max} に比べ僅かに大きい(図は省略)。したがって、 P_{max} を地震時主働土圧合力 P_{AE} とすることは、実用上差支えない。

5. あとがき

この手法を用いると、残留水位のある場合に対しても、残留水位より上および下の土に対し、単位体積重量や震度の違いを考慮することにより、地震時主働土圧の算定が容易にできる。ここでは、2平面すべり面法と1平面すべり面法による計算値の比較および考察は次編(杉村・松澤)³⁾で述べる。

<参考文献> 1) 松澤・杉本・杉村：裏込め粗石が地震時主働土圧に及ぼす影響に関する実験的研究，自然災害科学2-2，

pp. 45-59, 1983

2) 阪本・岸・中野・柿崎：港湾構造物設計基準作成にあたっての諸問題について，港湾技術資料No. 30, 1967

3) 杉村・松澤：裏込め粗石を考慮した地震時主働土圧，昭和52年度土木学会中部支部研究発表会講演集，1984

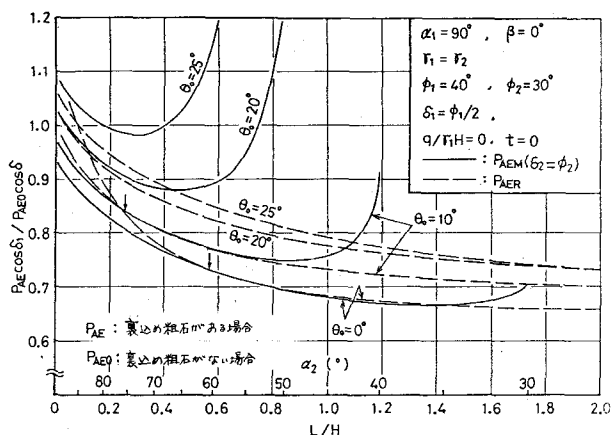


図-2

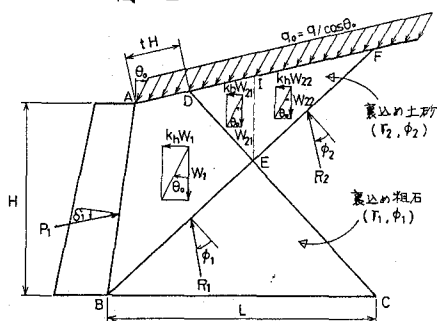


図-3

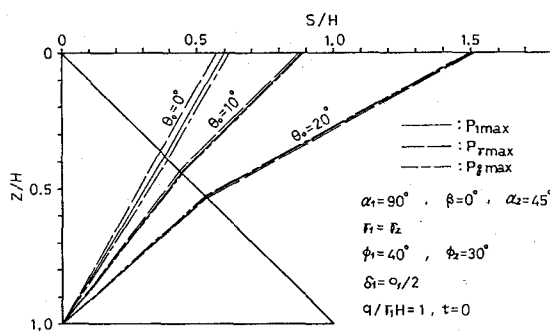


図-4