

浸透流を考慮した擁壁土圧の算定手法

豊橋技術科学大学

豊橋技術科学大学 大学院

豊橋技術科学大学

豊橋技術科学大学

正員 河邑 真

学生員 ○渡邊 敏晴

学生員 嶋 文示

学生員 小原 利美

1. はじめに

豪雨時に裏込め土面より浸透する雨水のために、擁壁に作用する土圧が増加することはよく知られている。豪雨時土圧に対する従来の研究では、まず浸透解析によって浸透水压を求めそれを土圧面に作用させて豪雨時土圧を算定するといった方法であった。しかしながらこの方法では地盤の变形と浸透流による間隙水压との相互作用が考慮されていない。そこで本報告においては、より現実に近い浸透現象を取り扱い豪雨時土圧の算定を的確に論ずるために、地盤骨格と浸透の相互作用を考慮した豪雨時土圧の算定を試みる。

2. 解析方法

地盤内での釣り合い式及び連続式を立てると、次の連立方程式が得られる。

$$\left. \begin{aligned} & \left\{ \frac{1}{2} C_{ijkl} (u_{k,l} + u_{l,k}) + \delta_{ij} \gamma_w h \right\}_{,j} + \bar{\rho}_s b_i = 0 \\ & \{ k_i(h)_{,i} \}_{,i} = 0 \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

ここに、 $\bar{\rho}_s = \rho_s - \delta_{ij} \gamma_w \delta_{ij}$, u : 変位ベクトル, h : ポテンシャル

k_i : 透水勾配, ρ_s : 地盤材料密度, b_i : 物体力

解析では上式をガラーキン法によって有限要素に定式化している。Fig. 1 に解析に用いたモデルを示す。境界条件としては、a) 変位場に対して、側面で水平方向変位固定、底面で水平・鉛直方向変位固定、地表面で変位自由、b) 流れ場に対して地表面では雨水による定常流れがあるとして水压が零、擁壁背後では水抜きフィルター層がありものとして水压が零、側面及び底面では不透水境界として与えた。

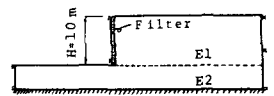


Fig. 1 Model on analysis

3. 解析結果及び考察

Fig. 2 にカップリング時の等ポテンシャル分布を示す。擁壁背後において等ポテンシャル線が密になっていることがわかる。

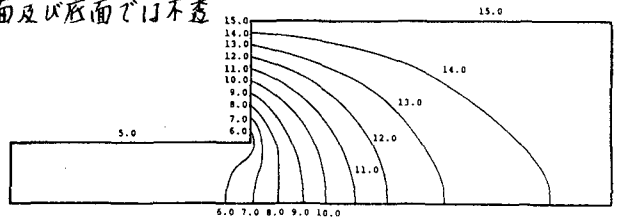


Fig. 2 Distribution of potential

Fig. 3 には擁壁背面近くの動水勾配並びに圧水勾配を示している。水平方向の動水勾配は擁壁底部にいくに従って増大するのに対し鉛直方向の動水勾配はほとんど変化

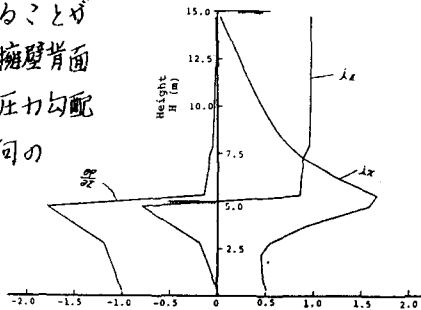


Fig. 3 Distribution of hydraulic gradient

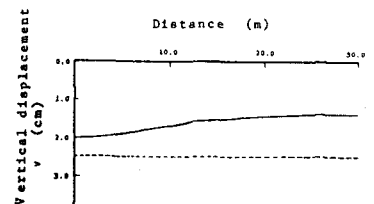


Fig. 4 Vertical displacement at surface

していない。浸透流による地表面の沈下の影響を示したものがFig. -4である。浸透流がない場合には一様な沈下が全地表面において生じらるのに対し、浸透流がある場合には擁壁背後で最大の沈下が生じ擁壁を離れるに従って一様な沈下に落ちつく傾向を示している。Fig. -5は浸透流がある場合とない場合での裏込め土中の有効応力分布を示している。0%、0%とも浸透流によって有効応力が増大することがわかる。

Fig. -6, 7は壁変位を2mm 間隔で1cm まで主働側に行なった場合の全応力の分布を示している。浸透流がある場合もない場合もほとんど同様な応力の減少を示している。これは地盤を弾性体と仮定していることの他に、壁変位によるポテンシャル分布の変化がほとんどないためと考えられる。Fig. -8は壁変位による土圧係数の変化を示したものである。変位量が大きくなると土圧係数はほぼ直線的に減少し、剛性が大きくなると減少の割合が高いことがわかる。Fig. -9は浸透流がある場合とない場合との土圧係数の比 khs/kh を表わしたものである。

khs/kh は壁固定時に1.25~1.4 あることがわかる。この結果は、これまでの豪雨時土圧の研究結果とほぼ一致している。また壁変位による各々の土圧係数の差はほとんど変化がないが、 khs/kh は壁変位するに従い増加する傾向がある。

4. 結 語

浸透流がある場合の土圧は、通常時の土圧の1.25~1.4倍程度になるという結果が得られた。以上の解析結果より、連続式と鈎り合い式をカップリングさせた式からも豪雨時土圧の算定が充分可能でありことが示された。

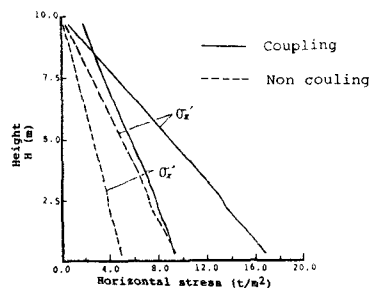


Fig.-5 Distribution of effective stress

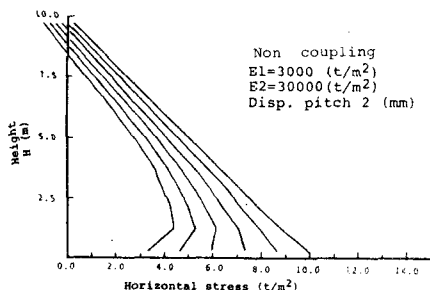


Fig.-6 Distribution of total stress

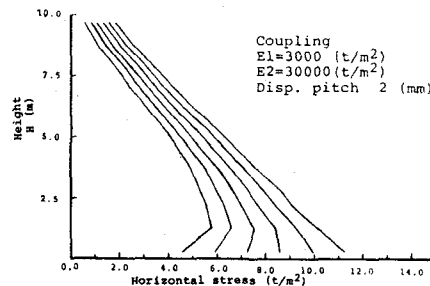


Fig.-7 Distribution of total stress

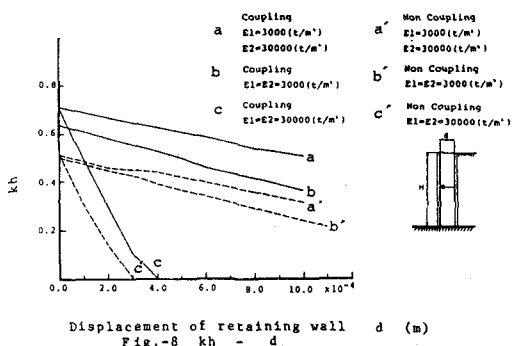


Fig.-8 $k_h/k_h - d$

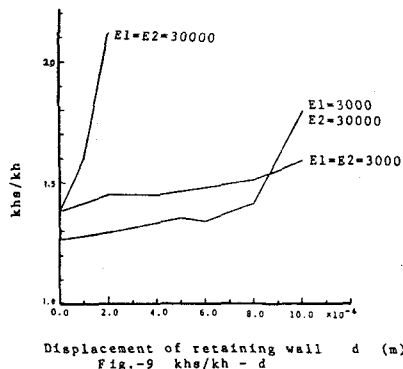


Fig.-9 $k_h/k_h - d$

(参考文献) 1) 大西有三, 村上毅: 有限要素法による地盤の応力・変形を考慮した浸透流解析 土木学会論文報告集 第298号 1980年 2) 市原松平, 河邑真, 伊藤文隆: 裏込め土中の浸透水の解析とその擁壁の主働土圧への適用 土質工学会論文報告集 VOL.20 NO.1 1980