

切土のり面近くに設置した擁壁の土圧評価法

(株) 第一コンサルタンツ	正員	右城 猛
"	正員	矢野光明
"	正員	山岡幸弘
"	正員	〇瀧石 純

1. まえがき

切土のり面近くに擁壁を設置した場合、擁壁に作用する土圧は裏込め土と切土のり面との境界条件の影響を受けるため、盛土部擁壁の土圧算定式をそのまま適用することはできない。

本論文は、裏込め土と地山の境界条件を考慮した現行の土圧評価法¹⁾について検討を行なうとともに、極限平衡法に基づいた新しい土圧評価法の提案を行なうものである。ただし、擁壁の裏込め材は砂質土 ($\phi \neq 0$, $c = 0$) とする。

2. 現行の土圧評価法

裏込め土と地山の境界条件を考慮した土圧評価法としては、道路土工・擁壁・カルバート・仮設構造物工指針¹⁾に示された方法(現行法と略称)がある。この方法は、図-1に示すように、壁面に沿うすべり面 AB と ADC の2種類のすべり面を考え、これらのすべり面によって形成される土塊に作用する力の極限平衡条件と壁面に作用する反力 R_3 の極大値の条件からすべり角 ω と主働土圧 P_A を決定するものであるが、この場合の未知量は R_1 , R_2 , R_3 の3つになり力の平衡条件のみでは決定することができない。このため、 D 点に仮想の鉛直面 DE を立て、土塊 DEC に関する力の極限平衡条件から仮想鉛直面に垂直に作用する内力 X を求め、次に、土塊 $ABED$ に関する力の平衡条件から R_3 を決定する方法が採用されている。しかしながら、内力 X を仮想鉛直面に垂直に作用させる理論的根拠はない。

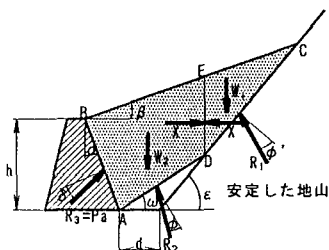


図-1 土工指針による土圧評価法

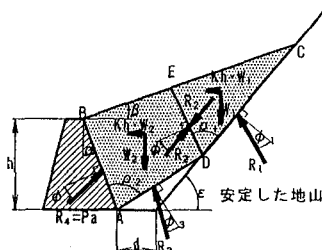


図-2 提案法の記号の説明

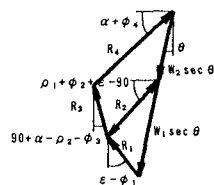


図-3 示力図

3. 新しい土圧評価法

筆者らの提案する土圧評価法(提案法と略称)とは、すべり面を図-2のように考え、土塊 DEC に関する力の極限平衡条件から R_2 を、また、土塊 $ABED$ に関する力の極限平衡条件と R_4 の極大値の条件から P_A , ρ_1 , ρ_2 をそれぞれ決定する方法である。

地震時の慣性力の影響をも考慮した壁面土圧の算定式は、図-3の示力図から容易に求めることができる。

$$P_A = \frac{\{W_2 \tan \theta + R_2 \sin(\rho_1 + \phi_2 + \epsilon)\} \sin(\rho_2 + \phi_3 - \alpha) + \{W_2 - R_2 \cos(\rho_1 + \phi_2 + \epsilon)\} \cos(\rho_2 + \phi_3 - \alpha)}{\sin(\rho_2 + \phi_3 + \phi_4)} \quad \dots (1)$$

$$R_2 = \frac{W_1 \{\sin(\epsilon - \phi_1) + \cos(\epsilon - \phi_1) \tan \theta\}}{\sin(\rho_1 + \phi_1 + \phi_2)} \quad \dots (2), \quad \theta = \tan^{-1} kh \quad \dots (3)$$

R_4 の極大値の条件式は(4)式で示されるが、実務上は ρ_1 , ρ_2 を種々変化させ、試行錯誤的に P_A を決定すればよい。

$$\partial R_4 / \partial \rho_1 = 0, \quad \partial^2 R_4 / \partial \rho_1^2 \leq 0, \quad \partial R_4 / \partial \rho_2 = 0, \quad \partial^2 R_4 / \partial \rho_2^2 \leq 0 \quad \dots (4)$$

ただし、 ρ_2 が $\angle BAC$ 以下の場合には、裏込め土内に直線のすべり面が発生するものとして、通常の盛土部擁壁の場合と同様にクーロン土圧公式あるいは試行くさび法を適用して壁面土圧を算定するものとする。

4. 解析結果の比較

土工指針によれば、地山と裏込め土の境界面の摩擦角 ϕ_1 は、 $2/3\phi \leq \phi_1 \leq \phi$ の範囲にあるとされている。そこで、 $\kappa (= \phi_1 / \phi)$ を0.6, 0.8, 1.0とし、地山勾配 $\varepsilon = 50^\circ, 60^\circ, 70^\circ$ の各ケースについて解析を行ない、主働土圧係数を求めた。ただし、 $\beta = 26.565^\circ$ (1:2.0), $\gamma = 1.9 \text{ tf/m}^3$, $\phi = 35^\circ$, $\phi_1 = \kappa \phi$, $\phi_2 = \phi_3 = \phi$, $\phi_4 = 2/3\phi$ としている。また、主働土圧係数は $K_A = 2P_A / (\gamma \cdot h^2) \dots \dots (5)$ として算定している。

解析結果は図-4～図-6に示す通りである。擁壁が地山に近い場合 (d/h が小さい時) には現行法は土圧を過大に評価するものと考えられる。

建設省制定の標準設計図集²⁾では、地山勾配が $45^\circ < \varepsilon < 60^\circ$ で $d/h < 0.2$ の場合には盛土部と考えた土圧よりも大きな土圧が作用することがあるため、地山を切土し $d/h \geq 0.2$ とするものとしている。しかしながら、今回の検討結果では、 $\varepsilon > 60^\circ$, $\kappa \geq 1.0$, $d/h \geq 0.5$ のいずれかに該当する場合には地山と裏込め土の境界面の影響を殆ど受けないが、それ以外の場合には境界面の影響が顕著に現われている。

5. 結 論

擁壁が切土のり面あるいは地山に接近して設置される場合の土圧評価式を提案した。そして、盛土勾配が1:2.0の場合について検討した。その結果、以下のことが明らかになった。

- ① 擁壁の離隔比 (d/h) が小さいと、盛土部土圧より大きな土圧が作用する。
- ② 現行法で土圧を評価すると過大な土圧が与えられる。
- ③ 地山勾配が 60° を超える場合、または地山との境界面の摩擦角が裏込め土の内部摩擦角以上の場合、あるいは離隔比が0.5以上の場合には、土圧は地山との境界面の影響を受けない。

【参考文献】

- 1) 日本道路協会：道路土工－擁壁・カルバート・仮設構造物工指針，1987年5月。
- 2) 全日本建設技術協会：建設省制定土木構造物標準設計第2巻解説書（擁壁類），1987年7月。

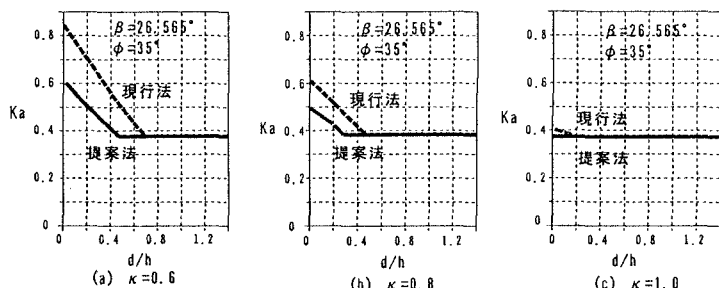


図-4 $\varepsilon = 50^\circ$ の土圧係数

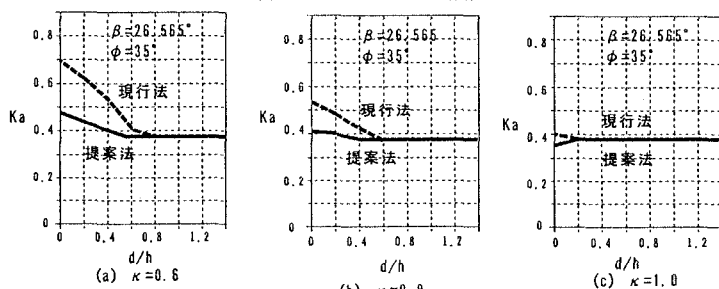


図-5 $\varepsilon = 60^\circ$ の土圧係数

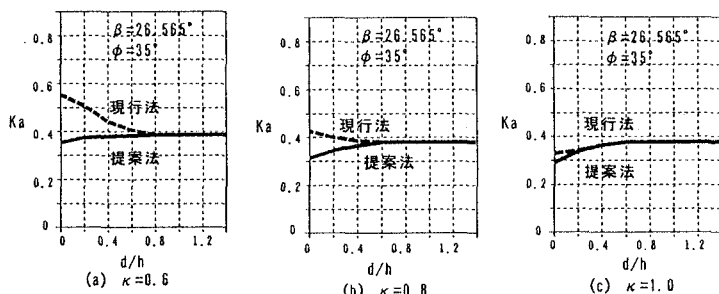


図-6 $\varepsilon = 70^\circ$ の土圧係数