

裏込碎石の土圧軽減効果に関する考察

(株)第一コンサルタンツ 正員 右城 猛

(株)第一コンサルタンツ 正員 松本洋一

(株)第一コンサルタンツ 正員 矢野光明

1. まえがき

ブロック積擁壁やもたれ式擁壁の背後には、土圧軽減及び排水効果を期待して裏込碎石層が設けられている。過去の研究¹⁾²⁾では、裏込碎石によって常時及び地震時主働土圧が軽減されることが明らかとなっている。標準設計図集による裏込碎石の厚さは、経験的に妥当とされているが、実際どの程度の土圧軽減効果を発揮しているのか明らかでない。主に排水効果のみであるとすれば、経済的な透水マットなどで代用することも考えられる。

本論文では、碎石土塊に作用する力の極限平衡条件から、裏込碎石を考慮した土圧算定式を導き、碎石による土圧軽減効果について考察をおこなった。

2. 裏込碎石を考慮した主働土圧算定式

裏込碎石を考慮した常時主働土圧 P_A は、碎石土塊 $ABCE$ に作用する力の極限平衡条件から (1) ~ (6) 式によって与えられる。

$$P_A = \frac{W_1 \sin(\omega_1 - \phi_1) + P_{AC} \cos(\alpha_2 + \phi_2 - \omega_1 + \phi_1)}{\cos(\delta + \alpha_1 - \omega_1 + \phi_1)} \quad (1)$$

$$W_1 = \frac{1}{2} \cdot \left[\gamma_1 \cdot H^2 \cdot \frac{\cos(\omega_1 - \alpha_1) \cos(\alpha_1 - \beta)}{\cos^2 \alpha_1 \cdot \sin(\omega_1 - \beta)} - \gamma_2 \cdot h^2 \cdot \frac{\cos(\omega_1 - \alpha_2) \cdot \cos(\alpha_2 - \beta)}{\cos^2 \alpha_2 \cdot \sin(\omega_2 - \beta)} \right] \quad (2)$$

$$h = \frac{l \cdot \sin(\omega_1 - \beta) \cdot \cos \alpha_2}{\cos(\alpha_2 - \beta)} \quad (3)$$

$$l = \frac{H \cdot \cos(\alpha_1 - \beta)}{\sin(\omega_1 - \beta) \cos \alpha_1} - \frac{b \cdot \cos \alpha_2}{\cos(\omega_1 - \alpha_2)} \quad (4)$$

碎石に作用する土圧 P_{AC} はクーロン系主働土圧公式により (5) (6) 式で与えられる

$$P_{AC} = \frac{1}{2} \cdot \gamma_2 \cdot h^2 \cdot K_{AC} \quad (5)$$

$$K_{AC} = \frac{\cos^2(\phi_2 - \alpha_2)}{\cos^2 \alpha_2 \cdot \cos(\alpha_2 + \phi_2) \cdot \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(2 \cdot \phi_2) \cdot \sin(\phi_2 - \beta)}{\cos(\alpha_2 + \phi_2) \cdot \cos(\alpha_2 - \beta)}} \right]^2} \quad (6)$$

上式において、 ω_1 を変化させて P_A の最大値を試行的に算定する。

3. 裏込碎石による土圧軽減効果

図-2は標準的に用いられるブロック積擁壁の断面である。この段面について、碎石厚さ b を0から1mまで変化させ、主働土圧を算定した。単位体積重量、土の内部摩擦角は図-2に示すが、碎石の内部摩擦角 ϕ_1 については 40° と 45° で計算を行った。

図-3は碎石厚さと土圧 P_A との関係である。裏込碎石により土圧はかなり軽減されており、 ϕ_1 が大きく、また b が大きいほど軽減効果が増す。図-4によると $\phi_1 45^\circ$ 、厚さ1mの裏込碎石を用いると、60%程度

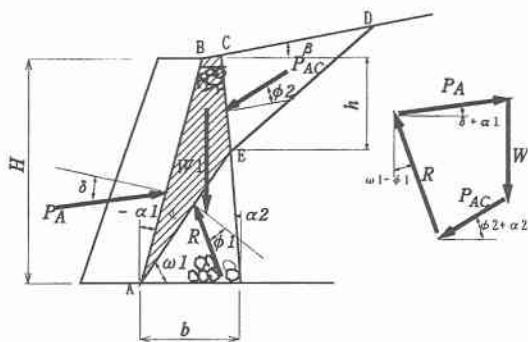


図-1 裏込碎石を考慮した土圧評価法

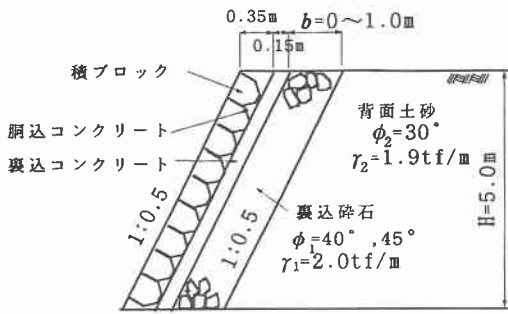


図-2 検討擁壁

土圧が軽減されている。 P_{Ai}/P_{A0} は、砕石厚さ $b=0$ の土圧 P_{A0} と、 b を変化させて算出した土圧 P_{Ai} の比を表す。

4.裏込砕石の厚さが滑動安全率に与える影響

ブロック積擁壁の安定度照査において問題となるのは、主に滑動に対する安定性である。そこで図-2の擁壁について、 b を変えて滑動の安全率 F_s を算出した。図-5は砕石厚さと滑動の安全率との関係である。砕石の土圧軽減効果が擁壁の安定性に影響を与えていることが判る。 $b=0$ では通常の設計で用いられる許容安全率1.5を満たしていない。 $\phi_1=40^\circ$ とすれば b は60cm、 $\phi_1=45^\circ$ では40cm程度で、許容安全率1.5を上回った。検討擁壁についてはこの程度の砕石厚さが必要といえる。建設省制定標準設計図集のブロック積擁壁は、天端で30cm、下部では80cmの砕石厚さとしており、すべり面位置での厚さは60cm程度となる。許容安全率1.5を満たす砕石厚さは、標準設計図集の砕石厚さとはほぼ一致しているといえる。

4.あとがき

裏込砕石によって、擁壁に作用する土圧はかなり軽減されていることがわかった。ブロック積擁壁は、通常の安定計算では安全率が1程度となり、許容安全率を満たさない。しかし、今回提案した土圧算定式を用い、裏込砕石による土圧の軽減を見込めば許容安全率を満たす。また、そのときの砕石厚さは、経験的に妥当とされる建設省制定標準設計図集の砕石厚さとはほぼ一致する結果となった。

《参考文献》

- 1) 市原, 松平: 裏込粗石による岸壁背後の土圧軽減について, 土木学会論文集, No. 29, 1955年
- 2) 松沢, 杉本, 広野: 裏込粗石が地震時主働土圧に及ぼす影響, 第16回土質工学研究発表会, 1981年

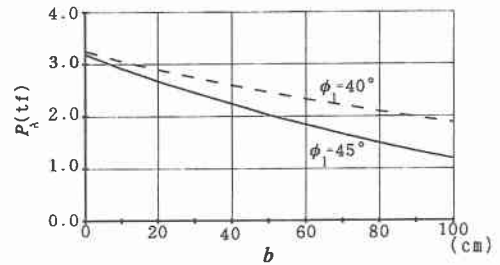
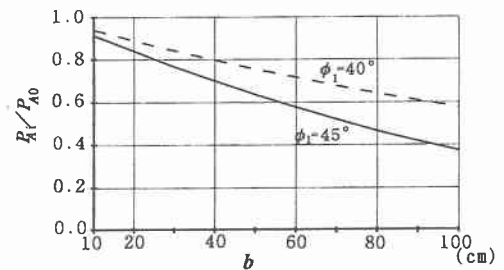
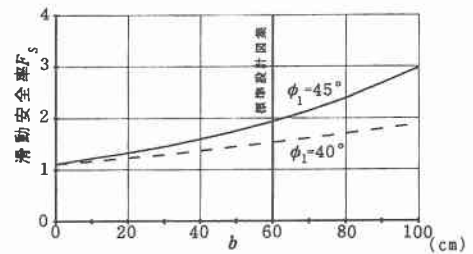

図-3 砕石厚さと P_A の関係

図-4 砕石厚さと P_{Ai}/P_{A0} の関係


図-5 砕石厚さと滑動安全率の関係