

ブロック積擁壁の安定性に関する一考察

(株)第一コンサルタンツ 右城 猛
矢野光明
○大西誠一

1. まえがき

ブロック積擁壁は、基礎地盤と壁背面の裏込め土に支持されて初めて安定を保つことが出来る構造となっており、基礎地盤のみに支持されて安定を保つことの出来る自立式擁壁とは変位モード、支持形態が基本的に異なる。ブロック積擁壁の設計法としては、示力線方程式を用いた岡積の提案式¹があるが、変位モードは考慮されていない。このようなことから、ブロック積擁壁に関しては、設計法が確立されていないとするのが一般的であり、もっぱら経験的に決定された標準設計図集²をもとに設計しているのが実状である。

そこで筆者らは、ブロック積擁壁の新しい設計法を提案するとともに、標準的に使用されている断面の擁壁について安定性を検討したのでその結果を発表する。

2. ブロック積擁壁の安定計算法

2. 1 変位モードと安定計算法

壁面土圧を三角形分布の主働土圧と仮定すると、擁壁底面における荷重の合力の偏心量 e は(1)式で表される。

$$e=y(3m-K\cdot y)/6 \quad \text{ただし、} K=\gamma s\cdot Ka/(b\cdot \gamma c)\cdots\cdots(1)$$

ここに、 y :擁壁の高さ、 b :擁壁の壁厚、 γc :コンクリートの単位重量、 γs :裏込め土の単位重量、 Ka :主働土圧係数、 m :壁面の勾配($m=\cot \theta$)である。(1)式から明かのように擁壁高が $y\geq 3m/K$ である場合には荷重の合力が部材中立軸の前方に位置するため図-2(a)のような変位モードを示すが、 $y\leq 3m/K$ の場合には図-2(b)のような変位モードを示すものと考えられる。(a)の場合には自立式擁壁(通常の直接基礎)と同様に、壁面土圧を主働土圧とみなし基礎底面地盤のみで荷重に抵抗するものとして安定計算を行うことができる。しかしながら(b)の場合には、壁面土圧は主働土圧とならないし、また、荷重に対しては基礎底面と背面地盤の両方で抵抗するため、むしろ、ケーソン基礎的な安定計算法(ただし、前面は支持されない)が妥当と判断される。

2. 2 背面地盤の抵抗を考慮した地盤反力度の計算³

地盤反力度は、図-3に示すように擁壁の底面及び背面が離散型の弾性バネで支持されているものとし、変位法によって計算するものとした。ただし、背面の地盤反力度は(2)式に示す塑性化の条件を考慮するものとした。

$$\text{主働土圧強度}(p_a) \leq \text{背面地盤反力度}(p_e) \geq \text{受働土圧強度}(p_p)\cdots\cdots(2)$$

2. 3 安定性の評価方法

壁面土圧は、裏込め土の種類以外に施工時の乱れ、含水比等の影響を顕著に受けるため、その大きさを正確に予測することは極めて困難である。従って、擁壁高が $y\leq 3m/K$ であったとしても図-2(a)

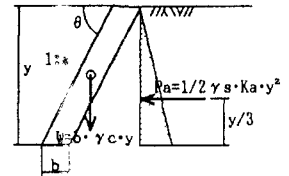


図-1

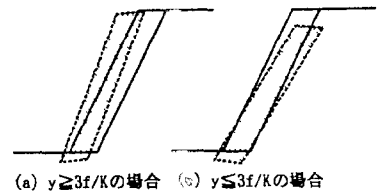


図-2 変位モード

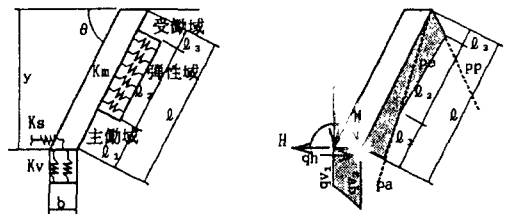


図-3 解析モデル 図-4 地盤反力度

の変位モードを想定した、転倒に対する安定性の検討が必要と考えられる。ただし、この場合の壁面土圧は主働土圧である。

転倒に対する安定性の評価方法には、つま先での抵抗モーメントと転倒モーメントとの比で表される安全率による方法と、底面における荷重の偏心量による方法とがあり、安全率 F_t と偏心量 e の関係は(3)式で与えられる。

$$F_t = M_r / M_l = V \cdot x / (H \cdot y) = x / (x + e - B/2) \cdots \cdots (3)$$

安全率は偏心量以外に鉛直荷重の作用位置にも支配される。

偏心量が許容偏心量に等しい、すなわち $e=B/6$ とすれば x/B と F_s との関係は図-6のようになる。自立式擁壁では、 $x < 2B/3$ と考えられるので合力が核内 ($e < B/6$) にあれば安全率は2.0以上となる。しかしながら、もたれ式擁壁では、一般に $x > B$ となるため合力が核内にあっても $F_s \geq 2.0$ は保証されない。従って、ブロック積擁壁では荷重の偏心量に対する検討以外に安全率に対する検討も必要といえる。

滑動に対する安全率 F_s 、地盤支持力に対する安全率 F_b は、変位法によって得られる底面の地盤反力度から自立式擁壁と同様に(4)式、(5)式でそれぞれ計算することができる。

$$F_s = (\int q_v \cdot dx) \mu / (\int q_h \cdot dx) \cdots \cdots (4),$$

$$F_b = q_d / q_{vmax} \cdots \cdots (5)$$

ここに、 μ : 摩擦係数、 q_v : 鉛直地盤反力度、 q_h : 水平地盤反力度、 q_d : 支持地盤の極限支持力度

3. ブロック積擁壁の安定性の評価

道路擁壁として標準的に採用されているブロック積擁壁²について転倒及び滑動($\mu=0.6$ とする。)の安全率を算定した。その結果を図-5、図-6に示す。ただし、裏込め土の土質定数は道路土工指針に示されている値(礫質土 $\gamma=2.0\text{tf/m}^3$ 、 $\phi=35^\circ$ 、砂質土 $\gamma=1.9\text{tf/m}^3$ 、 $\phi=30^\circ$ 、粘性土 $\gamma=1.8\text{tf/m}^3$ 、 $\phi=25^\circ$)を用いた。

表-1 計算条件

壁 厚	0.5m(底面幅 $b=0.559\text{m}$)
壁 勾 配	1:0.5 ($\theta=63.43^\circ$)
過載荷重	$q=1.00\text{tf/m}^2$
裏込め土	礫質土、砂質土、粘性土
土圧公式	クーロン
壁 面	主働土圧算定用 $\delta a=2/3\phi$
摩 擦 角	受働土圧算定用 $\delta p=0$
バネ定数	底面鉛直バネ $K_v=15000\text{tf/m}^3$
	底面剪断バネ $K_s=1/3K_v$
	壁面垂直バネ $K_m=1/100K_v$

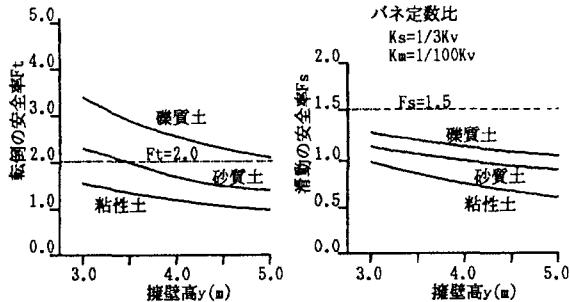


図-5 転倒の安全率

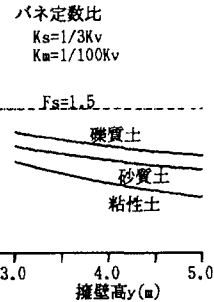


図-6 滑動の安全率

4. 結 論

ブロック積擁壁の安全率は自立式擁壁の安全率(転倒2.0,滑動1.5)に比べてかなり小さい値となっている。重力式擁壁や逆T型擁壁に比べて単に経済的という理由でブロック積擁壁を選択している場合があるが、安全性の異なる両者を同列に並べて比較するのは不合理である。ブロック積擁壁は、道路土工指針⁶に記されているように、『土の崩れを防ぐなど主としてのり面の保護に用いられ、背面の地山が締まっている場合、盛土部にあっては比較的良質な裏込め土で十分締め固められている場合など土圧が小さい場合』あるいは、重要度の低い道路等に限って適用すべきと判断される。

〈参考文献〉

- (1) 岡 満: 間知石の法勾配(1), 土木技術, 1950年, Vol.5, No.9.
- (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(擁壁類), 1985年.
- (3) 右城猛, 矢野光明: もたれ式擁壁の新しい設計法(その2), 第41回土木学会中国四国支部研究発表会講演概要集, 1989年.
- (4) 右城猛: もたれ式擁壁の新しい設計法, 第5回高知県土木工学研究会テキスト, 1989年5月.
- (5) 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.