

III- 562

剛な壁面を有する補強盛土の転倒安全率に関する検討

鉄道総合技術研究所 正員 館山 勝
 中央開発株式会社 正員 堀井 克己, 正員 岸田 浩
 東京大学生産技術研究所 正員 龍岡 文夫

1. はじめに

剛な壁面を有する「*バリエタイル*補強盛土工法¹⁾」は、補強材が短くて済むこと、剛な壁面により拘束圧が高められるので変形が抑制されること、盛土材料を選ばないことなどの特徴から、敷地に制約の多い鉄道盛土の拡幅工事などに多く適用されてきている。この工法は、剛な壁面と比較的短くかつ密に敷設された補強材により補強領域の一体化をはかることを狙った工法であり、設計計算では、このような補強機構を考慮に入れて、転倒および滑動に対する安定性の検討を行い、さらに、両者のメカニズムに対して計算される土圧の大きい方を壁面に作用させて構造計算を行い、壁面工の応力照査を行う。ここでは、この工法の安定性の検討のうち、転倒に対する安定性の検討の考え方と、従来の考え方と現行設計法で計算した転倒安全率を比較した。

2. 転倒安全率の定義

従来の転倒安全率の考え方²⁾は、補強盛土体内の破壊領域の転倒安定を検討する（従来法と略称する）。転倒安全率は次式で定義される（図-1, 2参照）。

$$F_s = \{ (M_V + M_T) / (M_H + M_{PB} + M_{RF}) \}_{\min} \dots (1)$$

ここに、 M_V ：補強領域（Fブロック）の自重による抵抗モーメント、 M_T ：補強材抵抗力による抵抗モーメント、 M_H ：Fブロックの地震慣性力による転倒モーメント、 M_{PB} ：Fブロックの背面に作用する土圧による転倒モーメント、 M_{RF} ：Fブロック底面の地盤反力による転倒モーメント。モーメントはいずれもO点まわりのモーメントとし、Fブロックは、一体であると思わせる壁背面の土楔と壁面を合わせたものである。この定義に基づき、Fブロック底面の地盤反力による転倒モーメントを計算する場合、底面反力の作用位置が問題になる。補強領域Fブロックを剛体と仮定すると、地盤反力の作用点はO点に一致し $M_{RF}=0$ となる。補強領域が剛体から柔体に変わるにつれて、地盤反力の着点位置はO点からP点側に移るものと考えられる。

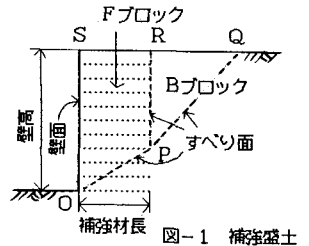
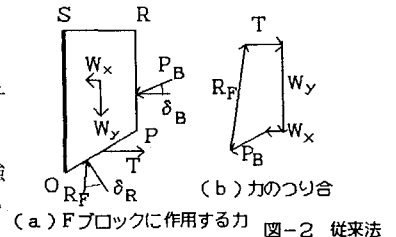


図-1 補強盛土



(a) Fブロックに作用する力 (b) 力のつり合

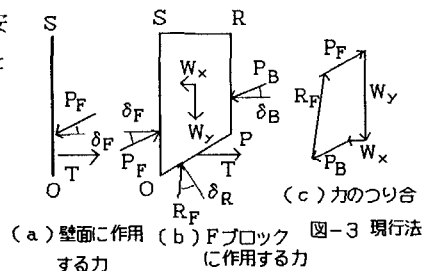
一方、現行設計法の転倒安全率の考え方では、壁面の転倒を検討している（現行法と略称する）。この方法では、壁背面の土楔（Fブロック）に対する力の釣合から壁面に作用する土圧を計算し、この土圧を壁面に作用させて転倒安定計算を行うという手順をとっている。この場合の転倒安全率は、次式のように定義される（図-1, 3参照）。

$$F_s = \{ M_T / M_P \}_{\min} \dots (2)$$

ここに、 M_T ：補強材抵抗力による抵抗モーメント、 M_P ：壁面に作用する土圧による転倒モーメント。しかし、この定義では、剛な壁面と補強盛土体の一体効果が、転倒に対する安定性に直接寄与せず、補強材の長さの効果が反映されないことになるので、Fブロック背面に作用する土圧の鉛直成分による抵抗効果を考慮に入れて、次式のように転倒安全率を定義する。

$$F_s = \{ (M_T + M_{PBV}) / M_P \}_{\min} \dots (3)$$

ここに、 M_{PBV} ：Fブロックに作用する土圧の鉛直成分による抵抗モーメント。



(a) 壁面に作用する力 (b) Fブロックに作用する力 (c) 力のつり合

3. 計算条件

計算方法による転倒安全率の違いをみるために、以下の条件で感度計算を実施した。すなわち、盛土高 $H=5$ m, 壁面-鉛直, 盛土の単重 $\gamma=1.8$ tf/m³, 内部摩擦角 $\phi=30^\circ$, 壁背面の摩擦角 $\delta_r=30^\circ$, F ブロック背面および底面の摩擦角 $\delta_b=30^\circ$, $\delta_a=30^\circ$, 補強材の長さ=1.5~3.5 m, 補強材の敷設間隔=0.3 m, 補強材の設計破断強度: 常時=1.8 tf/m, 地震時=2.4 tf/m, 水平震度 $K_h=0.2$ である。なお、補強材の引抜き安全率は、実設計では、荷重状態によって1.25~2.0の範囲で変わるが、ここでは比較のために一律1.0とした。また、本計算では、壁面の大きさや重量の効果が計算結果に反映しないように、壁面の厚さは零として計算した。ただし、実際の設計では、壁厚が約30~60 cmのRC構造の壁面工が構築され、この自重による抵抗があること、さらに、補強材は鉛直間隔1.5mおきに全層敷き込み補強材が敷設されるので、設計上の転倒安全率はこの感度計算で得られる安全率よりかなり大きくなる。

感度計算は4ケース実施した。すなわち、①従来法でFブロックのすべり面における地盤反力の着点をO点とし、Fブロックが剛体と仮定できる場合、②従来法で地盤反力の着点を線分OPの3分の1の点とし、地盤反力が三角形分布を仮定できる場合、③現行法で壁面に作用する土圧だけで計算する場合(式(2)を適用)、④現行法でFブロック背面に作用する土圧の鉛直成分による抵抗を考慮した場合(式(3)を適用)である。

4. 転倒安全率に関する比較

図-4に、荷重状態が常時の場合の、転倒安全率と補強材長/壁高(壁高に対する補強材長の比)の関係を示す。①の従来法(O点)が最も大きい転倒安全率を与え、補強材長/壁高が大きくなるにつれて、転倒安全率も大きく変動することがわかる。これに対して、②の従来法(1/3点)は、転倒安全率の値は0.8~1.3と小さく、変動も小さいことがわかる。この2つの結果より、地盤反力の作用位置が転倒安全率に大きく影響することがわかる。従来から指摘されているように、地盤反力分布の把握は重要である。

一方、③の現行法(P_{B,V}非考慮)は、②の従来法(1/3点)よりも安全率が過小に算定され、剛な壁面と補強領域の一体化効果が反映されない結果となっている。これに対して、④の現行法(P_{B,V}考慮)は、安全率が約0.5大きくなり、従来法の①と②の間に位置することがわかる。剛な壁面を有する補強盛土工法は補強領域の剛性が高められるので、④での転倒安全率に関する定義は妥当なものと考えられる。

図-5は、地震時の場合の転倒安全率と補強材長/壁高の関係を示したものである。常時に比べて、従来法の転倒安全率の変動の幅は小さくなり、④の現行法が②の従来法(1/3点)より少し大きく算定されることがわかる。

5. おわりに

剛な壁面を有する補強盛土工法の設計計算で使用されている転倒安定計算の方法を検討し、従来法によるものと比較した。この結果、現行法の転倒安全率の定義は妥当なものと考えられる。しかし、現行の設計法をより合理的なものにするためには、補強盛土の剛性の定量的評価や地盤反力分布の把握などに関する検討が必要である。

参考文献

- 1) 運輸省監修・鉄道総合技術研究所編：鉄道構造物等設計標準・同解説（土構造物），丸善，1992
- 2) 山内・龍岡(1988)：盛土補強工法における極限つりあい安定解析法について，第23回土質工学研究発表会（宮崎），pp.2219~2222

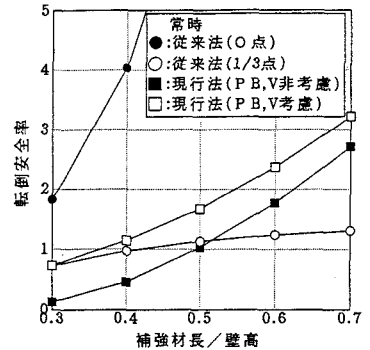


図-4 転倒安全率と補強材長/壁高の関係

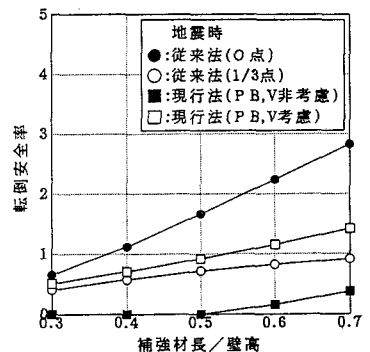


図-5 転倒安全率と補強材長/壁高の関係