

許容応力度・安全率

(1) 基本安全率等

主荷重及び主荷重に相当する特殊荷重に対する安全率、許容応力度(以下、安全率等という)は、表1に定める値とする。また、主荷重及び各種の特殊荷重を考慮した場合の安全率等は、表1で求めた安全率等に、表2に示す割増し係数を乗じた値とする。

表1 主荷重及び主荷重に相当する特殊荷重に対する安全率等

検討項目		安全率等
1)ストリップの引抜けに対する安全率		2.0
2)ストリップやボルトの許容応力度	ストリップの引張に対し	SS400 140(N/mm ²) SM490A 185(N/mm ²)
	ボルトのせん断に対し	4.6 90(N/mm ²) 8.8 200(N/mm ²)
3)すべり破壊		1.20~1.30
4)補強土壁を含む全体の盛土施工完了後の残留沈下の目標値	橋梁、高架の接続部にある補強土壁	10~20cm
	上記以外の場合	15~30cm

表2 主荷重と特殊荷重を組み合わせて考慮したときの安全率等

荷重の組合せ	ストリップの引抜けに対する安全率	許容応力の割増し係数	特記
1)主荷重+主荷重に相当する特殊荷重+地震の影響	1.2	1.7	
2)主荷重+主荷重に相当する特殊荷重+道路防護柵の衝突荷重	1.2	1.7	衝突荷重の影響を受ける範囲にあるストリップに対して適用するストリップは全長有効とし、 f^* の値は1.5倍としてよい
3)主荷重+主荷重に相当する特殊荷重+その他の特殊荷重	1.35	1.5	特殊荷重に抵抗する区間にあるストリップに対して適用する

1)ストリップの引抜けに対する安全率

一般の土構造物や抗土圧構造物において、一般的な意味での安全率が2.0というのはきわめて大きい数値であり、通常はあまり適用されていないが、補強土壁では従来から常時の引抜けの安全率として用いられてきたものである。フランスの設計基準では、基本となる設計体系が許容応力度法ではなく、荷重係数を用いた極限設計法をとっているため、単純に比較はできないが、概念的には下式に示したような形であり、これを安全率に換算してみると、おおむね $F_s=1.5\sim 2.2$ 程度の値となる。

$$1.35 \times \left\{ \begin{array}{l} \text{不利な} \\ \text{方向の} \\ \text{死荷重} \end{array} \right\} + \left\{ \begin{array}{l} \text{有利な方} \\ \text{向の固定} \\ \text{作用} \end{array} \right\} + \left\{ \begin{array}{l} \text{特殊な性格をもたない道路のとき} \\ \text{特殊な性格の活荷重を} \\ \text{負載するとき} \\ \text{1.35その他の場合} \\ \text{1.5} \end{array} \right\}$$

$$\times \left\{ \begin{array}{l} \text{基本的な一時荷重+補} \\ \text{強土橋台の活荷重反力} \end{array} \right\} + 1.3 \left\{ \begin{array}{l} \Sigma \text{特殊荷重に対} \\ \text{する荷重係数} \end{array} \right\} \times \left\{ \begin{array}{l} \text{特殊荷} \\ \text{重の値} \end{array} \right\}$$

また、単にストリップの引抜きだけでなく補強土壁を含む盛土全体の円弧すべり破壊に対する安定上からもある程度のストリップ長が必要とされるところから $F_s=2.0$ の値をとることとした。

2) ストリップやボルトの許容応力度

「道路橋示方書・鋼橋編」(日本道路協会, 平成8年12月)及び「(旧)建造物設計標準(鋼鉄道橋)」(日本国有鉄道, 昭和48年3月)の規定をそのまま適用する。

3) すべり破壊の安全率

一般に、すべり破壊の安定性に対しては、実際の計算の過程において原地盤の土性の決定が難しく、また、計算法に厳密法から簡易法にいたるまで種々の解法及び考え方がある等のことから、安全率の数値のみでは一義的には論じられない。いま各設計基準類で、この規定のあるものは表3のとおりである。

表 3 代表的な設計基準類における盛土の円弧すべりの安全率

設計基準類		常時	地震時
道路土エーのり面工・斜面安定工指針 平成11年3月 (日本道路協会)		1.2 以上	1.0 以上
日本道路公団 設計要領 第一集1編土工 (昭和58年4月)		1.25以上を目標とする	同上
港湾の施設の技術上の基準 (日本港湾協会, 平成元年6月)		1.3を標準とする	注 1)
鉄道建造物設計標準・同解説 土構造物(運輸省鉄道局監修, 平成4年10月)		1.3	注 2)
補強土設計・施工の手引き テールアルメ工法 (鉄道総合技術研究所, 昭和62年9月)	通常の場合	1.5	1.2
	総合的な検討によって安定が確認された場合	1.4	1.1

注 1) 地震時には安全率が低下することは確かであるから、大きな設計震度を仮定する場合には、常時の安全率をできるだけ大きくしておくことが必要である。

鉄道構造物の場合は、一時に大量の乗客等を輸送するところから、他の場合にくらべ、かなり大きい安全率としており、これは安全率に対する基本的な考えかたの相違に起因するものである。

近時、電子計算機の進歩、普及により補強土壁に限らず一般の構造物の計算のほとんどすべての面にこれが利用されている。機械計算によれば短期間に大量の演算を行えるところから、すべり破壊の安定計算はほぼ全量が機械計算によっており、計算そのものに限定すれば厳密な意味での最小安全率を求めることも可能であるが、問題は土層構成の推定とその各層の土性の決定にかかっている。ここでは、基礎地盤の圧密にとまなう強度増加を考慮した全応力法によって、盛土のすべり破壊に対する安全率を求めることとしている。

また、施工時におけるすべり破壊の検討を行うときの安全率は $F_s \geq 1.2$ 程度を確保しておくことが望ましい。

4) 基礎地盤の沈下量の目標値

圧密等によって沈下を生ずるおそれのある地盤上に設置される場合には、補強土壁を載荷することによって生じる沈下の程度を検討しておく必要がある。沈下量の許容値は、主として補強土壁構造物の使用目的に支障を及ぼさない限度から定まるものであるので、一律に数値化できない。しかし、沈下量がある程度以上に大きくなれば安定上からも問題あることが多く、沈下対策も必要となることから目安となるべき値を定めたいものである。

道路を支える補強土壁では、盛土上に舗装が完成したあとも継続する過大な沈下があると、路面の縦横断に影響して平坦性を害し、車両の走行を困難にするだけでなく、排水不良、舗装の破壊などの誘因にもなり、さらに、周辺の地盤や構造物・人家等への悪影響も懸念される。

残留沈下の大部分は、盛土荷重による軟弱地盤の圧密によって生じるもので、一般には、盛土の中央部における盛土完了後の許容残留沈下量を目標値として定めたものである。

特に重要な道路となる場合や周辺に及ぼす影響が重大であると考えられる場合あるいは、他の構造物の基礎となる補強土壁については、それら構造物等の使用目的、重要度、路面及び周辺に及ぼす影響等を総合的に勘案して、別途、適切な目標値を定めるものとする。

詳細検討によって、これらの目標値をこえる沈下量があると推定される場合には、その現地に適合した地盤改良工法等による沈下対策を検討しておかなければならない。また、複合補強土橋台の場合で、上部工支持体の本体やその下部工の杭に対して負の周面摩擦力の検討を行う際は「道路橋示方書Ⅳ 下部工編」(日本道路協会)の規定によるものとする。

(2) 主荷重と特殊荷重を組み合わせたときの安全率等

表1は、いわゆる常時についての安全率等を示したものであり、表2は地震時ならびに従荷重に相当する特殊荷重が作用したときの安全率を定めたものである。

- 1) 地震時における補強材の引抜けに対する安全率は、従来から適用されていた値であり、建設省土木研究所で実施した振動実験によっても、計算上、極限に近いストリップ長を用い、振動数 $7H_2$ (実験盛土の共振振動数は約 $10H_2$)、最大加速度 310gal でスキンエレメントの最上部が数ミリの変位をみた。これらのことから、本項で定めた値は、十分安全性を見込んだものとみなすことができる。

許容応力度の割増し係数は、前記(1) 2)の示方書等に準拠したものである。

- 2) 補強土壁の直上または直上付近に道路防護柵を設置したときの安全率等を示したものである。道路防護柵に車両が衝突したときの作用力は、一般に補強土壁の最上段に位置する2段のストリップで抵抗することが多いが、このような土被り厚の小さい位置におけるストリップの見かけの摩擦係数はきわめて大きな値となるのが常である。

建設省土木研究所構内で行った防護柵に対する動的な衝撃実験の結果から f^* を逆算してみると、全長有効とし $f^* = 4.8$ 程度の値となることや、他の実験結果をみても土被り厚の小さい場合には、おおむね $f^* \geq 2 \cdot \tan \phi$ となること、異常時に対処するためのみに過大な部材を設置しておくことの不合理性等を考慮して定めたものである。

- 3) 主として風荷重に対するものであり、「道路環境整備のための手引き」(日本道路協会)に準じたものである。