

追加意見書：白岩沢右岸斜面の地すべり危険度

前橋地方裁判所御中

平成 20 年 9 月 14 日

京都大学名誉教授 奥西一夫



9 月 5 日に、八ッ場ダム湛水域の地すべり危険度に関して証言を行いました。その中に本年 2 月 7 日付の私の鑑定意見書（八ッ場ダム湛水域斜面の地すべり危険度と地すべり対策の評価）では詳述していない部分がありますので、これを追加意見書として提出致します。

1. 想定すべり面の局所的な安全率

地すべりに対する斜面の安全率は、想定されるすべてのすべり面に沿う、抵抗力（剪断抵抗力）とすべり力の比のうち、最小のものと定義される。甲D第11号証（H8横壁地区地質調査報告書）の【地すべり安定解析】の項（173～184ページ）では、土質定数としてYB-63孔から採取された4つの試料の3軸圧縮試験結果のうち、資料①および②のみの平均値を用い、すべり面が試料採取深度を通っているとしてそのすべり面に対する安全率（R/D比）を表5.3.3.2に表示している。しかし、この安全率は冒頭に示した斜面の安全率の定義と合致しないほか、想定すべり面の形状が図5.3.3.4ほかに示されているものの、正確な形が分からないことと、想定すべり面に沿う土質定数や応力状態などの詳細が明示されていないこと、および、すべり面に沿う剪断抵抗力およびすべり力の集計方法が明示されていないなどにより、表5.3.3.2に示されている安全率の値を検証することができない。さらに、「③の試料は値の傾向が他の試料と異なることから、定数の選定上からは除外することとした」として不当に除外されている試料③の試験結果を除外しない場合に、甲D第11号証で想定されているすべり面の安全率がいくらかになるかを計算してみることもできない。また、甲D第11号証で用いられた以外の方法で安全率を計算するにはボーリングデータが少なすぎる。なお、上記の除外理由については次のような重大な問題がある。試料は岩質や土質（砂質か粘土質かなど）によって粘着力と内部摩擦角の値の傾向は多様であり、値の傾向が異なるということは要するに岩質、土質が多様であることに他ならないから、傾向の異なる試験値を除外することには何の合理性もない。逆に自己の主張にとって都合の悪いデータを恣意的に除外したとの疑いを持たれてもやむを得ないものである。

通常、想定すべり面に対する安全率は、例えばホームページ <http://www.jisuberi-kyokai.or.jp/gijyoho/gakekuzure/kaiseki/syamenantei/anteil.html> の図3-1（下に転載）のように、想定すべり面上のすべり土塊をいくつかのスライスに分けて、それぞれのスライスのすべり面に働くすべり力（図示のように $W \sin \alpha$ となる）とそれに対する剪断抵抗力を評価し、それぞれを集計することによって得られる。ここで、これらのスライスのうちのひとつだけについての剪断抵抗力とすべり力の比を局所的な安全率と定義する。そしてボーリング孔を含むスライスを考え、上記甲D第11号証で仮定されたような想定すべり面を採用すると、すべり面の傾斜角 α が分かれば、甲D第11号証でおこなっているのと全く同じ方法で局所的な安全率を計算することができる。以下では、試料③のデータを用いた局所的な安全率によって、国交省の地すべり対策の問題点の一端を明らか

にする。

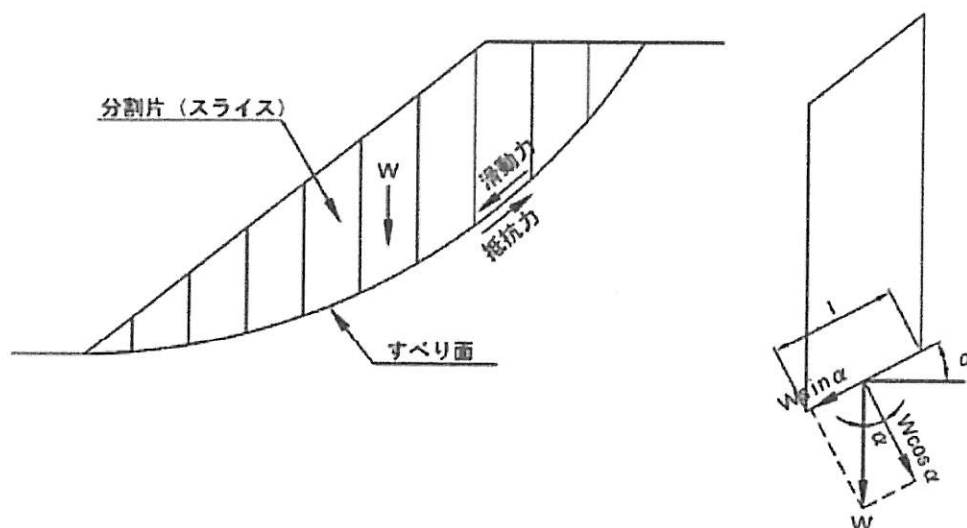


図 3-1 すべり土塊の分割とスライスに働く力

2. 剪断抵抗力の算出

モールクーロンの公式により、土および岩石の剪断抵抗力 τ は

$$\tau = C' + (\sigma_n - p) \tan \phi' \quad (1)$$

と書ける。ここで σ_n は想定すべり面に垂直方向に働く全応力 (下記図 3-1 の $W \cos \alpha$ に該当), p は間隙水圧 ($\sigma_n - p = \sigma_n'$ を有効応力と呼ぶ) である。これがいわゆるモールクーロン公式の有効応力表示である。上に引用した甲D第 11 号証のデータには有効応力表示の場合と全応力表示の場合、およびピーク強度時と残留応力時の土質定数が示されている。しかし、現在は地すべりを起こしておらず、間隙水圧を有する斜面に対しては、原理的には有効応力表示でピーク強度時の土質定数を用いるのが適当である。

ここで試料③を考慮した場合の剪断抵抗力を求めるが、甲D第 11 号証ではすべり面が当該ボーリング位置で試料採取深度を通ると仮定されているので、これを踏襲する。土の湿潤密度は $1.96 \sim 1.98 \text{ g/cm}^3$ となっているが平均して 1.97 g/cm^3 として計算する。すべり面の傾斜角 α は甲D第 11 号証に明示されていないが、通常の傾斜角 (たとえば 10 度以下) に対しては近似的に $\cos \alpha = 1$ と仮定することが許される。したがって剪断抵抗力は式 (1) より

$$\tau = C' + \{ z \gamma - (z - z_w) \gamma_w \} \tan \phi' \quad (2)$$

として計算される。但し γ = 土の単位体積重量 (= 湿潤密度 \times 重力加速度), z = すべり面の深さ, z_w = 地下水位の深さ, γ_w = 水の単位体積重量である。式 (2) を変形すると

$$\tau = z (\gamma - \gamma_w) \tan \phi' + C' + z_w \gamma_w \tan \phi' \quad (3)$$

となり、剪断抵抗力は z および $\tan \phi'$ に比例する第 1 項と第 2 項 (C') と地下水位に関する定数項 (第 3 項) の和であることが分かる。

局所的な安全率を計算するためにはすべり力 (図 3-1 では $W \sin \alpha$ と表示され、 $W = z \gamma$ である) の値が必要であるが、上述のように甲D第 11 号証には α の値が明示されていないので、すべり力 $W \sin \alpha = z \gamma \sin \alpha$ のかわりに、これに比例する $z \gamma$ をすべり力の指標として用いることとし、局所的な安全率に比例する量として $\tau / (\gamma z)$ を算出した。計算に際しては甲D第 11 号証の 179 ペ

一に記載の C'_p と ϕ'_p の値を用いた。 τ と $\tau / (\gamma z)$ の計算結果を下表に示す。

試料番号	z (m)	z - z _w (m)	σ (kgf/cm ²)	τ (kgf/cm ²)	$\tau / (\gamma z)$
①	23.5	6.7	4.03	1.79	0.038
②	26.4	9.6	4.32	1.54	0.029
③	39.8	23.0	56.6	1.46	0.018
④	43.5	26.7	6.03	2.64	0.030

2. 結論

上の表から試料採取深度における剪断力 τ は試料③が最も小さく、④が最も大きいことが分かる。試料①、②、④は C' と ϕ' の値が互いに大きく違わないので、これらの間では式(3)の第1項の違いが大きく、概ね深度 z が大きいほど τ が大きくなっている。ただし、試料②は試料①に比べて C' と ϕ' の値が共に小さいので、 z が少し大きいにもかかわらず、 τ は①よりも小さくなっている。これに対して、試料③は他の3試料に比べて C' の値が格段に大きいので、深度ゼロ(地表面)における τ の値 (C' に等しい) は当然これらの3試料のどれよりも大きい、 ϕ' の値が格段に小さいため、試料採取深度での τ の計算値は試料①、②、④のどれよりも小さくなる。そして局所的な安全率に比例する指標 $\tau / (\gamma z)$ の値は、 z が大きいことが再び効いて、試料①②の平均値(平均を取るのには甲D第11号証での扱いと同じにするため、それ以上の理由はない)の1/2程度と、比較にならないほど小さくなってしまふ。すなわち、試料③のデータを無視することが、地すべり安全度の検討においていかに誤った取扱いであるかが明瞭に分かる。

甲D第11号証の181ページには各ブロックの斜面の安全率の計算結果を掲げ、「白岩沢-2, 3, 4は計画安全率もほご上回っており、問題は少ないものと考えられる。しかしながら、白岩沢-1はダム湛水の影響はないものの、現状のR/D比そのものが1.00であり、以下のような斜面の現況および今後の施工計画の点で問題のあるユニットであるといえる」としている。甲D第11号証では安全率という言葉を避けてR/D比という言葉を使っているが、安全率と同じ定義にもとづいて算出されているので、安全率と同義のものとして議論するが、それはともかく、この記述は全くナンセンスであると言わねばならない。その理由は次の通りである。上述のように、試料①②のデータを平均して得た土質定数から安全率を計算する場合に比べ、試料③のデータを用いると、計算された安全率は甲D第11号証の181ページに記載の安全率の1/2程度になり、すべての斜面ブロックで1を大きく割り込む。現実にはすべてはいない斜面に対して計算された安全率が1よりも若干小さくなったとしても、土質試験における誤差などがあるので、一概に誤りとは言えないが、1を大きく割り込むことは考えられないことなので、甲D第11号証で採用されたすべり面に沿う剪断抵抗力の分布などの計算上の仮定に大きな誤りがあったと考えざるを得ない。端的に言えば、1本のボーリングデータに基づいて斜面全体の安全率を正確に求めることは元々不可能なのである。したがって、上に引用した甲D第11号証の181ページの所見は安全率の計算値を含めて全面的に撤回されなければならない。

それでは白岩沢右岸斜面の地すべりに対する安全率に関しては何も言えないのかというと、そうではない。私の証言で述べたように、白岩沢右岸で掘削された5つのボーリング孔のうち、YB-63孔以外の4孔ではYB-63孔よりも剪断抵抗力の小さい部分を多く含むものと推測されるこ

とから、白岩沢右岸斜面には試料③と同じ程度に、あるいはそれ以上に脆弱で剪断抵抗力の小さい部分が広範に分布すると考えられ、ダム湛水に際して不安定化し、地すべりを起こす可能性が高いと考えられる。

甲D第11号証の結論部分は完全な誤りであることが明らかになった以上、白岩沢右岸斜面群については、改めて地すべり危険度が高いとの前提で、ボーリング調査の大量の補充と土質試験の徹底を含む綿密な調査をやり直し、信頼性のある安全率評価をすることが必要である。