

脇坂地質監質疑応答要旨

平成22年10月25日(月)13:30~15:00 副知事室

- 浅川ダムの貯水池に地すべり指定地があることなどから、地すべりに対する不安の声があるが？
- 浅川ダムの貯水池には地すべり防止区域があるなど地すべり地の中に位置するが、そんなところにダムを造ってよいのか？地すべり指定地内に建設されたダムはないのではないのか？
- 仮に地すべりが起こった場合、ダムは壊れないか？ダム津波は起こらないか？最近、国土交通省が深層崩壊について調査を開始するとしているが、浅川ダムでも調査の必要があるのではないのか？

答えから申し上げますと大丈夫である。

日本はプレート境界に位置し、造山帯である。恒に地盤が隆起し谷が刻まれる。山地はどこでも不安定である。日本のダムは地すべりを避けて通れない。貯水池が小さい、もしくは花崗岩地域以外で貯水池に地すべりがないところは少ない。

日本のダムでは地すべりが避けて通れないことから、それまでの経験等に基づき平成7年出版の「貯水池周辺の地すべりと対策」に従って調査をする流れができています。また、平成21年度には通達「貯水池周辺の地すべり調査と対策に関する技術指針(案)」を出し、貯水池地すべりには適切に対処してきている。

地すべり防止区域にかかっているダムが有るかどうかについては、そういう目で見えていないので存じ上げない。防止区域は行政的な判断で指定されているものが多いと認識している。

仮に地すべりが起こった場合との質問に対してはお答えできない。それは想定する地すべりの規模が分からないからである。ダム津波が起こるような大きなものが起きればダム津波は起こり得る。しかし、想定する地すべりの規模とその根拠がないとお答えのしようがない。

湛水地すべりについては、細心の注意で調査し対策を行うことで発生しないようにされている。事前の調査で必要なものには対策をしているが、自然は100%カバーできない。このために試験湛水の制度がある。ダム本体の最終チェックを行うとともに、水を貯めることによってノーマークの斜面のチェックを行う。試験湛水中に対応すれば運用中で問題になったものはない。

深層崩壊については国土交通省のホームページでも今後学識者の意見を聞きながら定義付けをすとなっている。どういうものか分からないものに対しては、どう調査してよいか分からない。

ただし、深層崩壊がダムの貯水により誘発された事例はない。

表層崩壊に比べれば希、発生頻度が低いことから、リスクが低い。ダムの耐用年数中に起こり得ないものと考えられる。今後、研究が進んで必要があれば調査するが、今のところその必要性はないと思われる。

ホームページの簡単な定義では、表層(1~2m程度の土の部分)が崩れるのが表層崩壊の一部で、岩盤が崩れるのが深層崩壊であるとされている。この定義であれば地すべりも深層崩壊である。浅川ダムでもR-2ブロックの深い地すべりがそういう意味での深層崩壊であり、そういう観点では調査されている。

○ 地すべりは写真を見れば判断できるものか？

空中写真を見れば地すべりの規模が分かる。地すべりが起きたのは非常に新しい時代なので地形に痕跡がある。

地すべりは空中写真や地形図を見れば分かるので、まずは地形調査をし、地すべりの懸念のある箇所は全て抽出する。これらについて現地踏査(コンサルタントが現地を踏査して、崖や亀裂等の地すべりの証拠がないか調べる)を行い、地形調査で抽出した箇所を絞り込むとともに、地すべりの範囲の精度を上げる。

次に地すべりと貯水池との関係、ダム本体、道路、家屋などの保全対象物への影響などからボーリング等詳細な調査が必要か判断する。

次にボーリング等の調査に進む。これまでの調査で地すべりの平面的な範囲はおおよそ分かるが、地すべりの深さが分からないので、ボーリングなどによって深さを調べる。

これら三段階の調査で規模を確定した地すべりブロックに対し、安定解析を行う。水位を上下させてすべるかすべらないかの解析を行う。

安定解析結果から、対策を行うか決定する。経済的な工法を選択する。

○ 浅川ダムは現在地すべり対策を行っているが対策工法は自身で確認されたか。

確認している。十分承知している。

- 浅川ダムの地質は、地附山と同じ地質(裾花凝灰岩層でありモンモリトナイトやスメクタイトを含んでいる)であるが、同様の地すべりが発生するのではないか？
- ダムサイト右岸の山頂から中腹付近に見られる線状の凹地は、大規模な岩盤すべりを示唆するものではないのか？
- 奈良の大滝ダムでは、大規模な地すべりが発生し、いまだにダムの効果を発現していない。浅川ダムも同様の事態になるのでは？

地附山には関わっていないので、文献で見た範囲でお答えする。

文献では裾花凝灰岩は上部・中部・下部の地層に分けられているが、地附山の地すべりはこれらのうち中部層で起きている。この中部層は凝灰岩と泥岩がサンドウィッチ状に構成されており、この泥岩層が潤滑油のようになって起きている。

また、地附山ではこれらの層が斜面の方向に15度程度傾いている。すべりやすい方向に傾いている。炭素14法という調査法で調べたところ地附山の地すべりは2万8千年前から起こってお

り、もともと地すべり状の地形があった。地すべりは何回も繰り返すと岩盤はバラバラになり、崩積土という状態になる。地附山も崩積土になっていた。

まとめると、地附山地すべりの特徴としては、裾花凝灰岩の中部層であること、地層が15度程度傾いていたこと、崩積土になっていたこと、古い地すべりで地すべり地形が認められていたことが挙げられる。

浅川ダム貯水池の裾花凝灰岩についても、地すべり地形であるか、崩積土があるかどうかに着目した通常の地すべり調査を行えば地附山と同様な地すべりが発生するかはわかるはずで、当然そういう観点での調査は行われている。また、浅川ダム周辺には裾花凝灰岩の中部層はなく上部・下部層である点でも地附山とは異なっている。以上のことから、浅川ダムの裾花凝灰岩分布域において地附山と同様な地すべりが発生することはない。

地すべりがすべると斜面のうえに隙間ができ、線状凹地になることがある。地附山にも有ったとされている。しかし、線状凹地の全てが地すべり起源ではない。

浅川ダムでは、下流側で相当数のボーリングや(人が入って岩盤を直接見る2m程度のトンネルである)調査横坑を実施している。地すべりであればすべり面(粘土など)が有るはずだが、これらの調査の結果、すべり面は見つかっていない。従って、地すべりや岩盤すべりでないことは明確である。

県ではそれらの成因についてトレンチ調査、横坑調査を行って調べた。その結果、トップリング(どの斜面にも重力の作用によるクリープ現象により下流側に引っ張られている。地盤が川側に倒れ込んで行き、表面付近にくさび状の隙間ができる現象)が成因の一つであることが分かっている。

また、調査横坑(トンネル)やボーリングで、裾花凝灰岩にスメクタイトが脈状に分布していることが確認されている。これは、温泉が割れ目に入ってきて岩盤をスメクタイトという粘土状の物質に変質させたものである。雨が降り、山の中で地下水が流動すると粘土が流され、割れ目が開口し、表土が落ち込んできているとの解釈もされている。

主に以上のような解釈で線状凹地の成因は説明できるものであり、岩盤すべりが線状凹地の成因ではない。

大滝ダムと同様な試験湛水中の地すべり発生について、懸念があることは理解できるが、どういふ根拠で大滝ダムと同様な地すべりが発生するのか示してもらえないと答えられない。

懸念をされる根拠を示してほしい。

○ スメクタイトが流れ出すという話があったが、ダム本体に影響がないか？

浅川ダムでは詳しく調査をし、スメクタイトが層状ではなくボール状に存在することを確認している。

専門的に言えば、凝灰岩に含まれる不安定な火山ガラスが長い年月で分解され、多くはスメクタイトになるが、SiO₂が主成分のクリストバライトに同時に変わる。資料の5頁に示すようにスメクタイトはボール状に分布するが、その周りをクリストバライトが囲んでいる。クリストバライトは比較的硬い鉱物であり、さらにスメクタイトのない部分に囲まれている。スメクタイトが川側にすべる

方向に層状に分布していれば、地すべりのようにすべることがあるが、浅川ダムでは硬いもので覆われたボール状に分布しており、すべらない。

ダムには水圧で下流側に押し出そうとする力が作用する。スメクタイトがダムの基盤中に低角度(水平に近い角度)で層状に分布していたら、ダムの安定性に問題が生じるので、安定計算を行い、問題がある場合には、層状のスメクタイトを掘削除去するか、ダムを太らせて対応する必要がある。浅川ダムでは、そのような低角度のスメクタイト層は見つかっておらず、ダム本体への影響はない。

○ 浅川ダム予定地周辺には活断層があり危険であるとの声があるが？

○ 治水利水ダム等検討委員会の答申では、断層について再調査をすることを求めているが、浅川ダムではその後調査をしていない。大丈夫か？

トレンチ調査を見ていないので、県で示した資料で判断すると、活断層の心配はない。

資料 18 頁の写真の基盤岩中の黒っぽい部分が F-V 断層である。この断層が上の若い砂礫層に延びていると第四紀断層であり、今後も動くとは評価されると活断層であるのでダムは造らないことになる。

活断層であると指摘された根拠は、この基盤岩中の断層上の粘土分があるということが一つ目である。活断層であるとする、この砂礫層の中にも傷がある。スツパッと切れるか、グシャグシャになっているか。そういうものはなく、不明瞭な粘土があるだけである。また、粘土の存在を活断層であるとする根拠にするのであれば、断層上部以外にも粘土があるのはおかしい。

二つ目に活断層の根拠として、立った礫があるとの指摘がある。断層が上下に動いた場合にズレに引きずられて礫が立つことはある。F-V断層の条線(断層が動いたときに岩盤が擦り合わされてできる線状の模様)では上下に動いておらず水平に動いている。水平方向に動いた断層では礫は立たない。指摘では礫が立っているということであるが、それはたまたま立った礫が有るということで、活断層であるという根拠にはならない。

○ 砂礫は後からたまったものでは？

ご指摘のように、断層が最後に動いたあとに砂礫が堆積していることは考えられる。しかし、これまでの知見では、活断層にはなにがしか地形に痕跡が有るが、F-V断層には痕跡はない。したがって、地形学上活断層ではない。地形にも痕跡はない、砂礫層にも証拠はないので活断層として扱うべきではない。

「日本の活断層」が 30 年前に出版された。断層の権威の文献であるが、これにも F-V断層は記載されていない。地形学上の活断層の権威である中田氏(元広島大学)が出版した「デジタルマップ」にも F-V断層は記載されていない。国土地理院出版の「都市圏活断層図」にも F-V断層の記載がない。国内の活断層の第一人者の文献に F-V断層は載っていない。独自の調査でも活断層ではないことを確認している。普通の古い断層というのが結論である。

- F-9断層と線状凹地の関連性について調査するよう言われているが？
- 近年中越沖地震 柏崎刈羽原子力発電では再調査により新たな活断層が見つかったが、浅川ダムでは再調査の必要はないか？

TR-7の調査横坑の奥にF-9断層が見つかり、その比較的近くに線状凹地がある。この線状凹地は新しい地質時代に形成されたものであるので、F-9断層は活断層ではないかとの意見である。

資料18頁に記載されているが、F-9断層に比較的近い線状凹地は馬蹄形の凹地があたる。赤の点線が馬蹄形の線状凹地の方向を示すもので、F-9断層の方向を示すオレンジの点線と位置、方向が違う。また、F-9断層上に近い線状凹地はこの馬蹄形の一箇所、断層の延長上にはない。F-9断層が活断層であれば、断続的にでも断層上に凹地が有るはずであるがそのような凹地はない。関係ないと言わざるを得ない。先程申し上げたようにトッピングなどが線状凹地の成因であり、断層が成因ではない。仮に線状凹地が活断層の変位によるものであるならば、線状凹地の数だけ断層があることになるが、それだけの断層はないことから線状凹地の成因は活断層の変位ではないことがわかる。

ダムにとっての地震の影響は二つある。一つは震動、もう一つは地震断層が生じた場合の地盤の変位である。地震断層は地表面にいくらかの食い違いを生じさせるものであり、その上のは壊れる。

ダムにおいて、震動に対しては設計で対応している。

変位に対応したダムは世界にはあるが、日本では対応が難しいとし、ダム建設にとって問題のある第四紀断層の上にダムを造らない。

柏崎では地表地震断層が見つかったわけではないので、これまでの第四紀断層の調査法自体を変える必要はなく、したがって、浅川ダムでも再調査の必要はない。

- ダム軸が二転三転しているのは地質が悪いからであるとの指摘があるが？

否定はできない。浅川ダムの地質は良い方ではない。しかし、計画上ダムが必要となれば地質上の問題を克服して造らなければならない。

一般的に最適なダム軸は系統的な地質調査によって選定していく。数年調査した段階で調査結果を取りまとめ、その時点での最適軸を決める。その軸について更に調査するとともに比較軸についての調査も並行して行う。それらの調査の結果、最適な軸を選定していく。また、任意の時点で最適軸と選定されても、地質上の問題点が発見され、新たな調査が必要となれば調査を行いよりよいダム軸を見つける。したがって、長期的な目で見れば、ダム軸が変更になることは、地質条件の良い全国のお他ダムでもあることである。浅川ダムは詳細な調査を行い現在の位置に決めている。多目的ダムから治水専用ダムへと形が変わったことにより、こうなれば少し位置を変えた方がよいという判断をしている。調査が進んだ段階でダム軸位置を変更することはよくある。

なお、重力式コンクリートダムの設計に当たっては、せん断試験といわれる原位置試験を実施し基礎岩盤の強度を決定し、適切な設計が行われている。浅川ダムでも多くのせん断試験を実施している。試験値(強度)が高ければスリムなダムに設計することができ、低ければダムを太ら

せて対応する。このような設計の対応でダムを造ることはできるのであり、地質が悪くても対応ができる設計体系となっている。ただし、ダムを太らせれば事業費が嵩むので、費用対効果等の判断が必要となる。

○ スメクタイトについても設計で対応しているということか？

浅川ダムでは、原位置せん断試験をしてせん断強度を決定している。浅川ダムの変質区分は変質度が弱いものからⅠ～Ⅳの4種類で、ダムがのる箇所では変質区分Ⅳはほとんどなく、ほとんどが変質区分Ⅱ～Ⅲである。

この変質区分Ⅲについて直接、せん断試験をし、設計せん断強度 $50t/m^2$ と決定している。この強度を基に設計しており、スメクタイトの存在については織り込み済みである。変質していないところでの試験結果を基に変質部の設計強度を決定しているのであれば問題が生じるが、変質度が高いところで行った試験を基に設計しているので問題ない。

○ 浅川ダムの地すべり対策にCSGによる押え盛土があるが、この有効性についてはご確認されたか？またその寿命は？

確認している。

CSG工法はここ10年ほど用いられている日本で開発された工法であり、小さなダムの本体や地すべり対策工に用いられてきている。

地すべり対策工法には、地すべりの頭ですべり土塊そのものを除去する頭部排土工、つま先に土を盛る押え盛土、井戸を掘って水を抜く工法、杭で抑止する工法などがある。

従前の押え盛土は岩塊や土であるが、これを低品質のコンクリートである(ただし、土木学会では「コンクリート」ではなく「セメント混合土」とされている)CSGを用いることによって、押え盛土の重量が有効に確保される。また、押え盛土の中に新たなすべりが発生してはならないが、コンクリートなのでその心配はない。

押え盛土の寿命であるが、コンクリートの寿命は半永久的にあり、CSG 押え盛土についても半永久的にもつものと考えられる(後日確認したところでは、浅川ダムの地すべり盛土のCSGの表面は、コンクリートで被覆されることとなっている)。

○ いろいろな指摘に対して丁寧に答える必要があるとお考えか？

地質の問題などは一般の人には分かりづらく、ご心配は当然のことと思う。

しかし、地質上の問題点に関する指摘の全てについて丁寧に答える必要はなく、問題点の根拠を明示しているもののみ答えればよいと考える。

ただし、マスコミや集会などを通じ一般市民が誤解をすることに問題がある。一般市民に向けてはしっかりと説明すべきである。

川上信大名誉教授質疑応答要旨

平成22年11月12日(金)8:45~9:40

- 阿部知事が当選されてから、浅川ダムについては、建設とも反対とも意向を表明していない。これまでにいろいろ議論されてきたことを現時点で得られることをもう一度自分なりに再確認をした上で、あらためてご自分の考えを出したいと言っている。もちろん現在ダムが着工しているのは、知事も十分承知の上である。そこで、私をキャップにして再確認しようということで、いろいろな方にお聞きをしたり、どういう考え方を整理したいと思っている。その中で反対の方々から、よせられている意見がたくさんあるが、その中で一番強いのが、建設着工にあたっては、地質調査等もう一度きちんとやるべきで、県はきちんと調査していないのではないかという意見があり、地すべり等技術検討委員会の先生にまずどの様にお考えになっているかお聞きしたい。

当時から調査不十分という話はあった。委員会として十分討議をして、もう調査をしなくてもいいと見解がまとまった。どこまで調査すればよいかという問題がある。ダムを造るのに必要なことは、やり尽くしているというのが、当時の委員会の結論である。1人だけ不十分だという人がいた。

不十分だという項目を一つ一つご説明しないとご理解頂けないと思うが、一つは右岸側の踏み分け道が断層の上端だという小坂先生のご意見があったが、これは踏み固めたためにできたもので、断層の上端ではないと委員会は結論を出した。小坂先生のいう、踏み分け道が断層の上端かを調べるためには、調査横坑の断層と踏み分け道がつながっていないといけない。地質の専門家が調査横坑に入って確認したが、踏み分け道につながるような断層は無かった。だから右岸側には、断層がないというのが委員会の結論である。

もう一つ小坂先生が調べないといけないと言ったのが、F-V断層でありダムの基盤になるところに断層があるというのだが、ここも各委員が、掘削を始めたダム底面を確認したが、活断層があるという見解を持った人はいなかった。活断層があるというのは、小坂先生1人の意見である。さらに調査をしなくてもよいというのが、委員会の結論である。

- 地元の方には、時間が経っているので、最新の調査をするべきではないかと言われるが、時間が経過すれば調査をする必要が出てくるのか。

時間が経ったからといって、状況が変わるわけではない。その当時にすべきことをやって、ダム工事をスタートしたわけだから、それ以上何もすることはないというのが当時の委員会の結論である。時間がないから調査をやめたわけではない。ダムの調査としては、必要なことはやってあるという見解のもとに結論を出している。

- 地元の方の不安を払拭しきれないのは、いろいろな地質があるところにダム建設

が進められていて、地すべり地帯と離れているとは言っても地元の方の不安を駆り立ててしまっている。そのことに対して私どももいろいろ説明してきたが、なかなか払拭し切れていない。そのことが知事が決断できないでいる理由であると考えている。

ダム建設の地質として、100%満足するところなどは、日本中のどこにもないと思う。少なくともこういう点が危ないという指摘があれば調査をして大丈夫であるとするのが建前である。もともとダムを造るときには、周辺一帯を調べて一番安全な場所をダムの建設場所を選んでいたので、ただ単にダムの地質として弱いとかいうものではない。そこが決まってから、どういう問題があるのかということをや々と出されたら、それに対して私どももお答えできないといけない。少なくとも浅川ダムは、そういう答えができるような調査は済んでいる。

例えば、左岸側に既に道路が建設されている。道路の上まで含んだ地すべりブロックがあるという意見もある。道路面にあるクラックは、盛り切りをして造った道路の沈下に伴い発生した亀裂である。もし地すべりで落ちるのであれば、道路に沿った方向に亀裂が生じるはずであるが、ここは小さいヘアクラックが、道路と直角方向に生じている。よって道路面に生じたクラックは、盛り切りの沈下によって生じたクラックであるという見解である。

一つ一つの問題を取り上げて、ただ全般的にダムを建設するには軟弱だということではできない。

- 地附山と同じ裾花凝灰岩の場所に大きなダムを造ってよいのかという意見があるが？

裾花凝灰岩という名称のうえでは浅川ダム予定地も裾花凝灰岩であり、地附山も裾花凝灰岩であるが、裾花凝灰岩が全て地すべりをおこすというわけではない。長野県北部の第三紀層の中でも裾花凝灰岩は地すべりを起こさないと言われてきていた、そして初めて地すべりが起こったのが地附山である。地質的な条件、あるいは水の条件、地質構造の条件というのが加わって地すべりが起こるわけで、このダムポイントのところの地質に裾花凝灰岩があるからと言って、それが則地すべりにつながるというものではない。地すべり防止区域というのは長野県北部全体に沢山あるわけだが、その中で地すべりの条件に見合うところがすべるわけで、その場合はそれなりに対応しなければならないということである。

- 特に地附山地すべりでは、裾花凝灰岩層にあった崩落した泥岩層が地すべりを形成したと言われているが、浅川には泥岩層の有無など、そういうものがなければ裾花凝灰岩層でも地すべりはないということか？

裾花凝灰岩の違いもある。裾花凝灰岩の中でも中部層と言われている泥質岩の風化の進んだ層で地附山地すべりはすべっている。ダム地点にはそういうものはない。この付近で白色土と言われている、犀川沿いに見られる白色の岩であるが、あれも裾花凝灰岩である。崩壊は起こしているが地すべりを起こしているものはない。それ

ぞれ同じ裾花凝灰岩と言っても、三種類くらいの地層に分けて考えているが、一番下の下部層と言われている真っ白いものはしっかりしている。だから、それぞれの場所で判断をしていかなければいけないと言うのが我々のものの見方である。一箇所地すべりが起きたからといって全てで起きるとい論法は非科学的である。

- 浅川ダム地すべり等技術検討委員会は 10 人の委員で審議したが、先程の反対の意見が部外の学識者から出されたという話があり、委員の奥西先生が同意しなかったが、先生は委員長としてどのようにまとめられたか。

奥西さんが委員会で話したのは、ダムの上流に地すべりが2箇所起こっており、地すべり防止区域にも指定されているが、それを含める様な大きな岩体の図を書いてきて、これの地震時の安定を議論しろということであった。説明を聞いても確かな形で、これが地震時に不安定になるということのを他の委員は同意できない状況で、一方的に「安定が悪い」と言っていて、その安定を検証するように調査をするべきだと言っていた。全く話しがかみ合わない状態であった。斜面の地震時の安定そのものが、非常に不確定な要因があって、その当時まで震度法といわれる方法で解析が進められてきたが、震度法では地震時の安定度が過大になる結果ばかりで、正当な評価ができないという考えが、この当時生まれてきた。それをよく分からないから危険だという論法であったため、だれもこれに賛成しなかった。その後も地震時の斜面の安定問題というのは、学会の中でも議論が進められてきて、現在どういうことが言われているかという、普通に地すべり防止区域に指定して地すべり対策工事をやっておけば、そういうところは滑らない、新しく地すべりブロックを描いて、地すべりの想定をする必要がないというものが結論である。当時の委員会ではそういう話が出なかったが、県で地震の後の安定度は調べられていた。完全に解決した問題ではないが、通常の地すべり対策をしておけば安定しているというのが、今の見解である。これについては、当時から奥西さんとは意見がかみ合わなかった。

- 県は、浅川ダム建設にあたって周辺の地すべりを含めて地すべり対策工事をいくつか手がけているが、これについてどんなことをするかはご存じか？

私はどちらかという地すべりの方が専門であり、当時から話はしている。両岸二つの地すべりが想定されているわけである。想定されるというよりも、こういう地すべり防止区域というのは、過去に少し変状が起こって、その変状をつなぎ合わせてこういう滑落が起こりそうだという予測をたてているわけである。善光寺地震の時に左岸地すべりの上部が崩れる。右岸地すべりはその後の雨で少しすべるということから、作られた防止区域である。この川の右岸には、このようなすべりが想定されるし、左岸からはこのようなすべりが想定されているわけで、それに対する地すべり対策工事というのは、貯水池がかかってくるので貯水のレベルのところまで足固めしてやると、両側から落ちてきてもそのところで支え合うという様な対策工事をする計画になっている。それは昔の計画の中で造られてきたもの。穴あきダムになって水位は少し下がったことから、修正されたと思うが、こういう足固めをすることで、左右から落ちてく

る地すべりを支えてやろうという発想でのぞんでいる。

○ 押え盛土という。

押え盛土の足固めで支えてやろうということである。もう一つ基本的に大事なことは、ここに水が貯まるのだが、斜面のところに水が貯まっていけば本来、通常の斜面は安定化する。斜面が落ちるのは、重力の作用で落ちるわけであるから、水位があがっていくということは、人が風呂にはいるときに軽くなるのと一緒で、土の塊りの重量は減るので落ちにくくなる。問題がどこにあるのかというと、このあがってきた水が急激に落ちる、ダムの水を解放することによって落ちる時に斜面内に水が残留するので、それが地すべりを引き起こすということである。それに対応するためにはどうするかというと、ダムができあがって、試験湛水をするときに、その湛水によってどれだけ水があがり、また残留するかということによって対応できる。そういう試験湛水というものが地すべりに対応するためにとっても大切なことである。その時に必要であれば斜面内の井戸から水をくむこともできるから、キチンと対策をとってさえいれば問題ない。ただ今回、少し問題なのは、ダムが穴あきになったことから、人為的に水位をコントロールできない、自然任せになってしまう。そこに問題があるが、それは試験湛水をするときに十分調べて、急激に上がって、急激に下がるということがあっても大丈夫だと分かるように調査をしなければならない。前よりも条件が悪くなることは水位がコントロールなしに上がり、下がる時にもコントロールなしに下がるのが前提となっていると思われるので、それに伴う地すべりの加速ということが、一つ問題として残るというデメリットがある。しかし、それも試験湛水の時に対応できるのではないかということである。

○ 最悪の事態のバイオダムとの違いをご説明頂きたい。

これは、ダムが貯水したために落ちた写真である。1978年湯川ダム。ダムを造ったらバタバタと落ちた。なぜ落ちたかということこの様に斜面の形状が椅子型である。普通の斜面では、水が上がれば安定する。斜面の形が悪いと落ちる。椅子型すべり(椅子があるような地形)、見方によるが人が座るような面があって、人が座る下に土塊がある。ここの土塊だけが軽くなって滑らせようとする力の方が残っている。椅子型すべり(斜面)の時は浮力の影響で抵抗力が減少し滑動する。バイオダムは、中央の図面にあるが、バイオも椅子型のすべりで、斜面の形のここが落ちて、ここが押さえになって斜面の全体が、この押さえのところに浮力が働いた。よって、こちらが全部落ちた。これは、世界的に有名で2,000人くらいの人が死んだ。日本の学会でもよく知られている。こういうのは斜面の形が悪い。貯水池を造った時にここは、落ちると予測される。浅川ダムの場合は、こういう斜面がない。斜面の形が問題である。貯水池の地すべりは、2種類に分けないといけない。「斜面の形の問題:椅子型すべりが起こる」「貯水をして水圧が残留して落ちる」ものと分けをしないとけない。一緒に話をすると、混乱する。浅川ダムの場合は、「斜面の形の問題」ではなく、残留水位が生じた時にすべりを助長するかどうかその点に気をつければよい。

- 残留に対して対策をたてている。井戸を掘ったり、杭をいれたり。パイオントダムの場合は、水位が上がっていくときに危険な状態となる。浅川は水位が下がって行くときに考えなければならない。

水位の下がり方が急でない方がよい。今回は、水位を制御出来ないから事前の湛水試験の時に十分調べないといけない。

- 最近テレビで深層地すべりがあるが、この地域に関して先生の考えはあるか。

昔から深層地すべりはある。須坂で土石流が起こった崩壊現場。須坂の宇原川の源流のところが落ちた。土石流の現場は、ここのところが緩くて、ここに急傾斜の斜面があって、溪谷の一番上流のところが落ちるというケースが多い。宇原川土石流も菅平の平坦な地形を控えた源流部で発生している。その斜面の途中にきれいな層状の地質状態で中に止水層がある。上には、透水層がある。山の上に降った水が透水層の中をでてきて、不透水層の一部を切り取るように滑動し、深さがかなり深い。普通の地すべりは、さっきの断面の中に書いてあるように、薄く滑動している。地層の上に水が載っているわけである。こういうものと違い、深層地すべりは、地質の基盤になっているところをえぐるように落ちていく。今回の山口県では、下の方に老人ホームがあって深く滑っている。今、非常に流行語として深層崩壊が使われているが、現象そのものは昔からある。下の地質をえぐるようにして起こってくるというすべりは、宇原川のすべりが典型である。宇原川は30年以上も前になる。1つの流行語としてみていい。

- 最近の反対派の人達は、そういったものは当時考えていなかった。そういう深いところは、調査しているはずがない。だからそういうことを今一度きちんとやるようにという人もいる。

これが宇原川源流部の断面になる。もうこの上は、菅平でこちらから上がって行って、ここが落ちた。ここに湖沼堆積物があって止水層になっている。泥岩があって、その上に安山岩の角礫岩があって、透水層である。透水層から水を貯めてきて、下に止水層があってここが滑った。こういうものを現在、国土交通省は「深層崩壊」とよんでいる。

- そういう意味で最近の言葉、研究が進んで、時間がたって、その間に深層崩壊という言葉が出て、そういうことも含めてさらに調査をすべきかどうか、ご意見をお聞きたい。

ここでは、深層崩壊に類するものは起こらないと考えてよい。要するに川の溪流の一番上端のところにこういうものは起こる。今、浅川ダム周辺は、フラットなところである。一番の上流の先の方の源流部ではそういうことが起こりうるかもしれない。調査

をする必要もあるかもしれない。

○ 近くに支流でも流れ込んでいけばどうなるか。

この台地があって、その台地の行き詰まりがある。そういうところに深層崩壊の可能性は残されているという事である。崩壊そのものは、全部調べているわけであるから、新しい言葉が出てきたというだけで、現象そのものを、我々は承知しているわけであるから、調べることは調べているわけで、深層崩壊という新しい現象が認知されたということではない。振り回される必要は無いと思う。

○ そういうものも含めて、左岸の調査もあったが。

調べてあるはずある。

○ 時が経っているからという話があり、12年の時にやり、今、22年なもので、確かに10年経っている。

10年位は、経っているけども、10年間調査をしなきゃならないという必然的な事ではない。その当時既に、もうこれでGOサインを出してよいですか、という委員会である。着工してよいですかという問いかけだけのための委員会であるから、そこでGOサインを出したということで、その後、調査をするという話には全くなっていない。時間はあったけれども、こういう点が調べなければいけない項目として残っているという話ではなかった。

○ 現在でも調査すべきとの意見があるが。

その当時確かに、調査をしてくださいと言っていた。小坂さんはそのような調査をしてくれと、その調査をするべき項目としてその踏み分け道だとか、ダムが一番下の断層、F-V断層というものを調査するべきだという言い方をしていた。それが皆さんの頭の中に残っているのだと思う。ところが委員会としては、そういうご意見には至らなかった。そういうことをおっしゃる方は一人もいなかった。どこまでも調べなければという、時間があるから調べるだけ調べるという発想ではない。やはり必要なことはやらなければいけないけども、必要だと認められなければ、やらないという事ではないか。

○ 小坂先生に対する断層というのは、奥西先生もそれは言わなかったという意味か。

「1人も言わなかった」というのは。奥西先生以外の9人の方の先生のことか。

奥西さんが言っているのは、その地震時に大きな崩壊が起こるという、上流の事を言っているだけで、小坂さんの話は、あくまでも地質的な話であるから、地質の専門家を中心に議論をして、そして小坂さんの意見に対しては、断層ではない、またF-

V断層についても、活断層として対策を考えなきゃいけないようなものではないという結論になった。

それは、他の委員は、それぞれの専門の領域の中で話をするので、小坂さんの断層の問題については、地質の専門家を中心に話をして、それで調べるだけは、調べたという結論になった。更に改めて、ボーリングするという話にならなかった。小坂さんののは、こういう風に断層を引いた(図面にて説明)。小坂さんの言うような断層があったとしても、斜面としては反対側に行くが、こうは入っていないわけである。中に入って詳細に調べたが、この辺は、ここに段差があれば、ここに崩壊地があったので、崩壊地のところから断層が入っているかもしれないという検討で調べただけで、調査横坑の中にそのようなものは認められなかった。ここで調べるのなら、ここへ水平ボーリングをして、あるいは調査横坑をもう1本掘ってみるとか、調査の方法はあるが、そういうしなければならぬという議論には至らなかった。ここに踏み分け道があると言っても、ほんの50cmくらいの小さい登山道路である。山の稜線に沿って、歩いて行くための踏み分け道である。そういう踏み分け道が地すべりになるという事例が無いわけでは無い。私どもよく知っている妙高の土石流の災害の写真だが、妙高の土石流の起こったところの起こる前の写真である。ここへ何となく落ちたような、落ちそうな感じが見分けられる。これは登山者が上がっていくための踏み分け道である。ここから落ちた。だから崩壊の現象として、崩壊のとっかかりに人が歩いて行く道が生まれという事例が無い訳ではない。ところがこの場合は、1本道で入っている。それで境で落ちるという想定できない訳ではないが、それは連続してなければいけない。下に波及して行って、そこに小段ができて、段差ができて成長するというような傾向はある。だから小坂さんも指摘をされたと思うが、この場合には違う。下とつながりがない。

- 地すべりの話とは離れて、この浅川全体の内水外水対策全般に色々と進めているが、先生から見て、当時のこの検討委員会から見て、どのような感想を持っているか。

我々は、ダム地点の地質、地すべりを中心に調べてきたので、この洪水に対する話は差し控えたい。専門外のことについて、私が意見すべきではないだろうと思う。状況もずいぶん変わって、現状のことは、あまり承知していない。昔のことについては、100万トンの水を貯めるという、ダムを造る当時の話は承知しているが、今の「穴あきダム」になってからの話は知らないの、申し上げるべきではないと思う。

<要約>

浅川ダム基礎岩盤には、水が供給されると膨張し、強度が低下する性質がある粘土鉱物であるスメクタイトが含まれていますが、浅川ダムではこれまで十分な調査を実施し、その性状や分布を確認しています。設計にあたっては、スメクタイトを含む岩盤で試験を行い設定した岩盤強度を用いて設計しており問題ありません。

<経緯>

昭和46年度～ ボーリング調査や横坑調査などによりスメクタイトの性状、分布状況
平成12年度 を確認。スメクタイトを含む岩盤での強度試験を実施し、その結果により設定した岩盤強度でダム本体を設計。その後本体工事を発注。

平成18年度 再度地質調査データ等を再確認する中でスメクタイトの性状等につ
～20年度 いても再確認している。その上で治水専用ダムとして本体工事の発注を行った。

<論点再確認作業での確認内容>



浅川ダムの基礎岩盤である裾花凝灰岩にはスメクタイトが含まれています。

スメクタイトは、水が供給されると膨張し、強度が低下する性質がある粘土鉱物です。

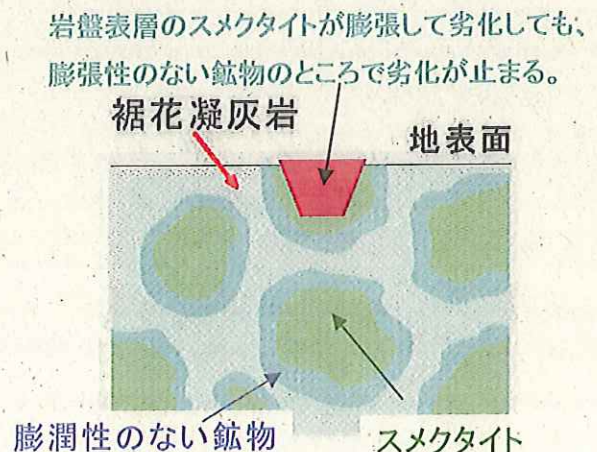
ただし、自由に膨張できる状況でなければ、即ち、拘束された状況であれば、膨張は発生しません。

浅川ダム計画では、ボーリング等の調査・各種試験を実施し、スメクタイトの分布状況、性質を把握しています。そのうえで、設計面や施工面での配慮をしています。

岩盤内でスメクタイトの集中している部分は、膨張性のない鉱物で覆われて分布しています。

スメクタイトは図のように点在しており、連続して分布していません。

スメクタイトの分布形態から、地附山のように地すべりのすべり面となることはありません。

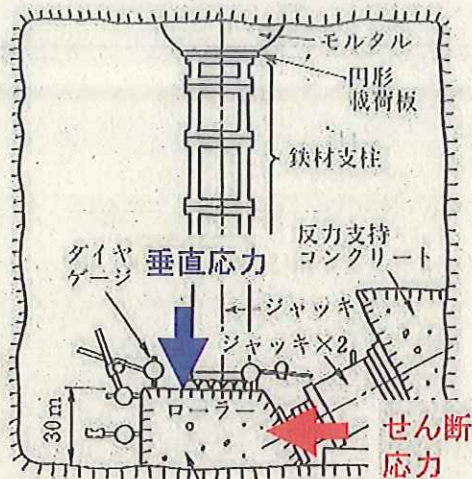


ダム設計における岩盤強度とは、せん断強度といわれるものです。

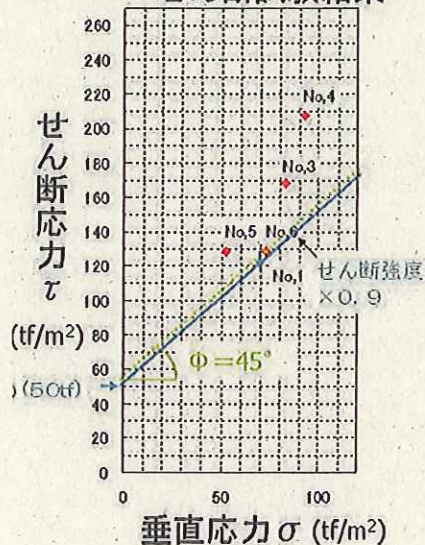
せん断強度とは、岩盤に方向が逆の2つの平行な力(せん断応力)を加えて破壊させた時に得られる強度です。

右図のような装置で岩盤のせん断強度を求めます。せん断強度は、垂直方向にかかる力(垂直応力)が大きくなるに従い大きくなります。

浅川ダムのような型式のダムには基礎の岩盤にせん断応力が作用するので、岩盤のせん断強度を調べます。



せん断試験結果



スメクタイトが比較的多い岩盤の設計に用いるせん断強度は、試験の結果から

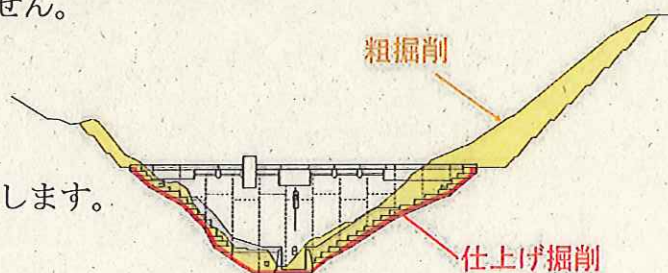
$$\tau = 50 (\text{tf/m}^2) + \sigma \cdot \tan 45^\circ$$

τ : せん断強度

α : 垂直方向に働く応力

としました。

このような設計強度を前提に浅川ダムは設計されており、強度上の問題はありません。

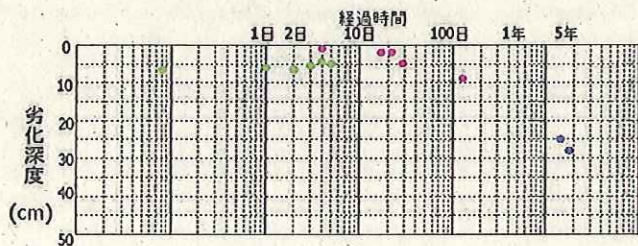


浅川ダムではスメクタイトに施工方法で対応します。

1つめは仕上げ掘削の厚さでの対応です。

仕上げ掘削とは？

- ①ダムを建設する場合、表面の強度が低い岩盤を掘削します。
- ②掘削後、長期間放置すると風化などで強度が低下することがあります。
- ③このため、まず最初の岩盤掘削では、岩盤の一部を残して掘削し、強度の低下を防ぎます(粗掘削)。
- ④その後、コンクリートを打設する直前に最後の部分を掘削します(仕上げ掘削)。



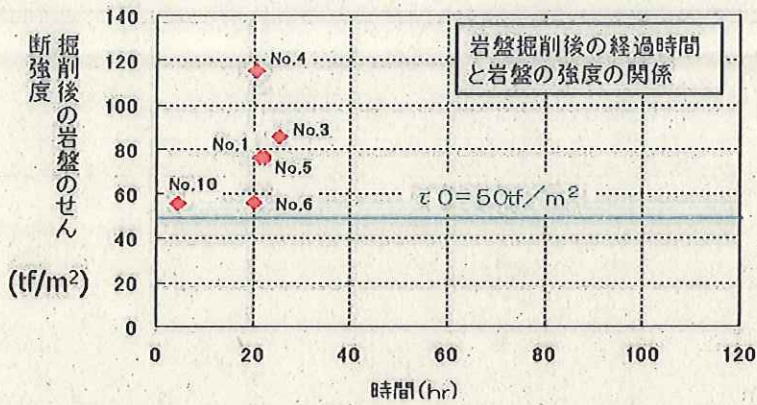
調査のために掘ったトンネルの中でスメクタイトによる岩盤の劣化深度を調べました。

調査の結果、劣化深度は5年経過で最大30cm弱でした。

仕上げ掘削の厚さは、一般的に5.0cmです。

浅川ダムの場合、余裕をみて70~80cmとすることにしました。

粗掘削時には、70~80cmの厚さの岩盤をコンクリート打設まで残し、粗掘削から5年以内に仕上げ掘削の部分を掘削することにより、ダムの基礎の岩盤の劣化を防止します。



もう1つは、仕上げ掘削をしてからコンクリート打設をするまでの時間を短縮する対応です。

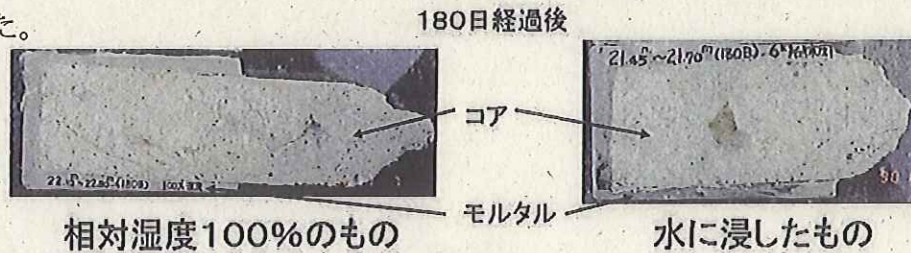
実験の結果、仕上げ掘削をしてから24時間以内にコンクリートを打設すれば、浅川ダム建設に必要な岩盤のせん断強度(50tf/m²)を確保できることがわかりました。

仕上げ掘削後、24時間以内にコンクリートを打設することにより、スメクタイトによる岩盤劣化を防止できます。

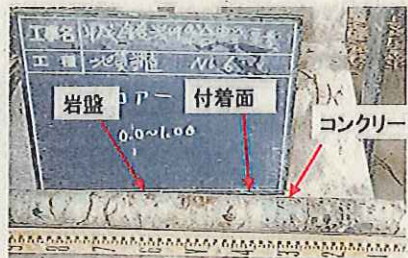
スメクタイトは拘束された状態であれば、膨張せず強度が退化しないことが知られています。どのくらいの拘束力があれば大丈夫でしょうか？

スメクタイトを含んだ岩石(コア)をモルタルで覆い、相対湿度100%の状態、水に浸した状態に保ち、30日、90日、180日経過した後に切断し、観察しました。

その結果、下の写真のようにモルタルに覆われた部分のスメクタイトに変状は見られませんでした。



実際の掘削法面にコンクリートを打設して経過を観測しました。



半年後にコンクリートごとボーリングしたところ、岩盤やコンクリートの付着面に劣化はありませんでした。

実際に掘削した法面に薄いコンクリートを打設して、経過を観察しました。

約半年後にコンクリートごとボーリングして、裏側の岩盤の劣化状況やコンクリートと岩盤の付着状況を調べました。

コアを観察すると、岩盤や付着面の劣化は認められませんでした。

厚さ1cm程度のモルタル吹きつけがあれば、スメクタイトの膨張による岩盤の劣化は防止できます。

浅川ダムができた後は、モルタル吹きつけと同様に拘束するので、岩盤の劣化について問題はありません。

浅川ダムではこれまで十分な調査を実施しスメクタイトの性状や分布を確認しています。また、設計にあたっては、スメクタイトを含む岩盤で試験を行い設定した岩盤強度を用いて設計しています。

以上から、浅川ダムの安全性を確認しています。