

# 若年技術者のための基礎知識

## 土工事 切土編

坂田建設株式会社 土木本部 土木統括部長  
鈴木 正司

土工事の切土とは、土をほぐして撤去することです。その撤去された土の下の地盤から見れば、押さえ付けられていた重石（撤去した土のこと）がなくなってしまうことなのです。簡単に考えると、重石を外された地盤は、解放され伸び伸びとしている状態となります。すると、解放された地盤は、人間も同様ですが、自由となるので少し羽目を外すようになります。地盤が羽目を外すとはリバウンド（膨張）することで、そのことがいろいろな問題を発生させると考えていただければ、理解しやすいと思います。次に考えなければならぬことは、天候の変化です。雨の心配は、盛土工事でも同様ですが、施工管理のポイントとして、大変重要となります。

今号は、若い技術者が土工事の切土の施工ポイントを理解し、安全に工程を進めるための入門編として活用していただければと思います。

### 1 天気の人への道

「天気の人になるためには、気象予報士の勉強をすれば良い？」とは限りません。切土工事は、繁華街ではなく、郊外での仕事となります。そこには、田圃や畑があります。それらを管理する農家の人がいます。……実は、農家の人は、天気の人なのです。その土地の天候を毎日観察しているのです。自分自身の経験談で恐縮ですが、工事が始まる前の準備期間中や工事開始の初期の頃は、田圃や畑で作業している方を見かけると「ご苦労様です。」と言いながら笑顔で挨拶をして、「この辺りはのんびりして良い土地柄ですね。」と言いながら話し込みます。その話の中で勧められた

ものやなるほどと思ったことなどを1つやってみます。次に会った時に経験したことを話せば、直ぐにお友達です。それから、2回か3回そんな話をした頃に、「この間の急な雨はびっくりしました。」などと天候の話をしだすと、すかさず農家の人は、「あの山に雲が懸かると1時間で雨が降るよ。」と何気なく教えてくれます。「そうですか。季節によっても違いがあるのですかね？」などと聞けば、春夏秋冬の雲の動きと天候の変化を教えていただけます。実は、そんな農家の人を3人くらい見つけておくと、さらに深い情報を得ることができますし、情報の真贋も検証ができます。天候の変化は、その土地に生きている人の情報が一番正確なのです。受け売りの天気術ですが、その土地の天気の人になれる次第です。

その土地の天気の人になると、土工事の段取りが格段に良くなります。1時間後に雨が降るといふ予測ができれば、土取り場においては切土箇所を狭めて雨水が溜まらないように段取り換えができます。また、盛土箇所では入念な転圧と排水対策が可能となり、法面に雨水が流れ出すことを防止できます。そんな雨を予測できる術を関係者に教育しておく、土運搬をしているダンプトラックが私の横に止まり、運転の人が手「監督さん、あの山に雲がかかったから、もうすぐ雨が降るよ」と声をかけてくれるようになります。人は天気の事が判ると少々得意になれるもので、関係者の誰もが天気の人になってしまい、法面が崩壊しないような段取りを考えるプロの土工事施工軍団となるのです。

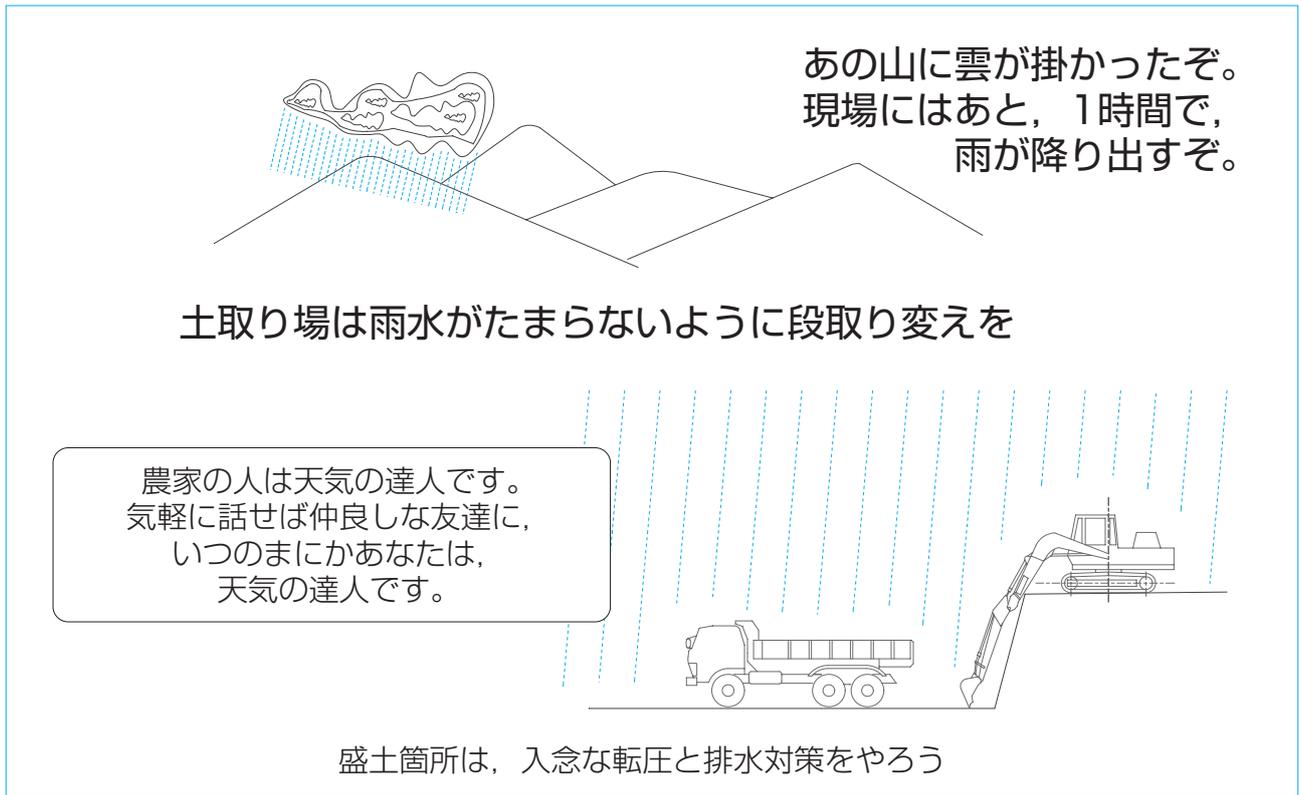


図1 天気の人への道

## 2 ● 切土をすると水が集まる

道路建設などで先行する工事は、橋梁下部工の工事です。下部工の施工を行う場合には、橋台位置まで進入路として勾配10%～15%程度の工事用道路を造成します。また、橋台を施工するためには施工ヤードが必要となります。したがって、橋台付近は最終の道路幅員での切土工事が行われ、工事用道路から施工ヤードまで合わせると大きな集水面積となります。一番低い場所となる橋台の施工位置は、雨水の溜まり場となります。そんな構造となる切土の弱点は、集中豪雨、ゲリラ豪雨による雨水の排水です。橋台の掘削箇所は水を貯めるプールとなりますが、大きな集水面積から集まって流れ込んだ雨水を貯めることができずに、橋台から谷側の法面に激流として溢れ出すこととなります。流れ出た雨水によって、法面は崩壊の危機に直面します。このような時は雨が止むまで、どうすることもできません。

しかし、この手順で工事を行う場合、舗装工事

と排水系統が完成するまで間の安全対策となりますが、先行して流末排水を整備しておけば、雨水の排水に苦勞することはありません。当初から流末排水の計画がある場合は、先行して排水整備を行いましょう。当初計画にない場合は、集水面積からどの程度の排水断面が必要かを検討し、発注者と協議して流末排水を先行施工するようにしてください。谷側法面の流末排水溝の元設計がコンクリート2次製品となっていれば、持ち運びが楽なコルゲートタイプの柵渠へ変更しておきましょう。

将来、予測できる苦勞は、事前に対処しておくことで、雨の日の危険を回避することができるのです。また、均しコンクリートを打設し鉄筋の組立てが完了した頃に豪雨があると、掘削箇所に雨水が土砂を伴って勢い良く流れ込み、鉄筋を埋めてしまうという想定もできますので、フーチング型枠を建て込むまでの間は、土のうなどによって土砂が流れ込まないように掘削箇所内も排水対策を実施しておきましょう。

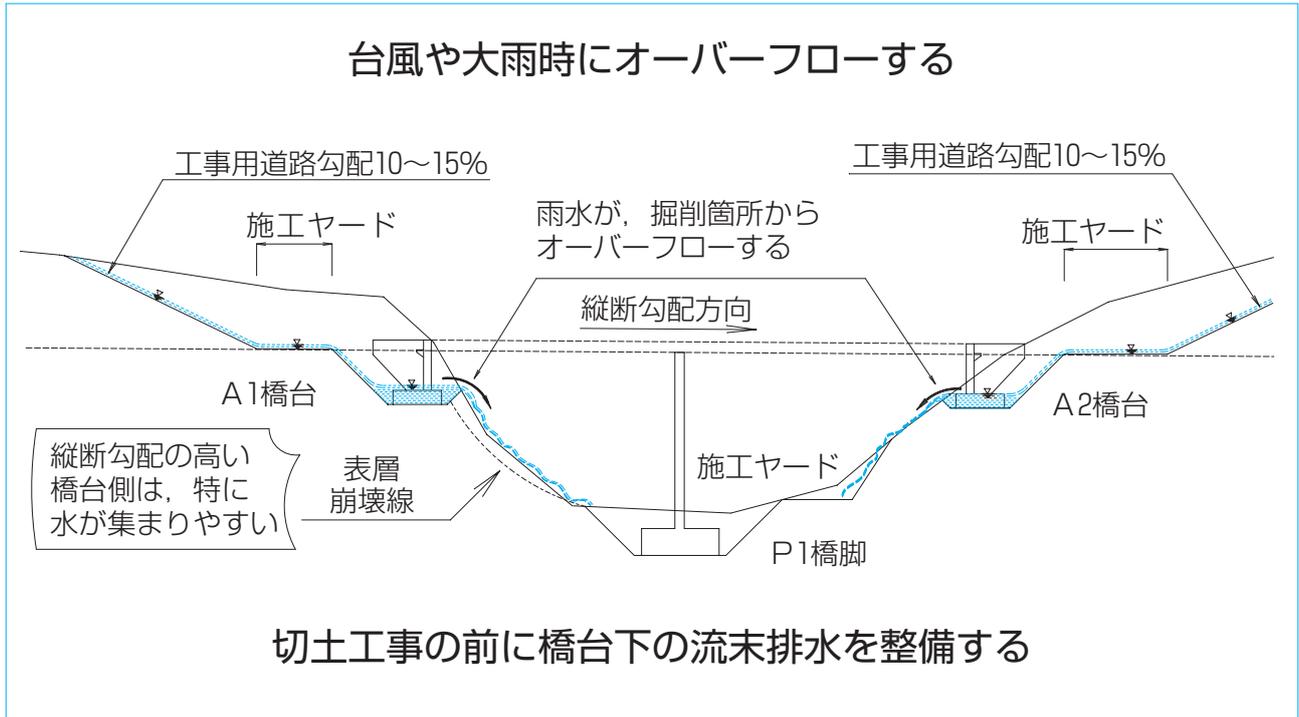


図2 切土をすると水が集まる

### 3 切土の崩壊は天端のクラックから

先にも述べましたが、切土とは切り取られた地盤から見れば、重石を外された状態と考えられます。工学的に考えれば、重たいものが取り除かれると、物は少なからずリバウンド（膨張）します。したがって、残された地盤も同様にリバウンド（膨張）することになります。スポンジのように膨らんでも亀裂が入らなければ問題は無いのですが、土がリバウンドすると伸びることができないので、細かいクラックが入ることになります。このクラックに雨水が入ると水圧がかかることとなります。仮に、切土した法面の法肩の上方にクラックが入ったとしたら、そのクラックの深さが10mあるとしたら、10m下では $98\text{kN/m}^2$  ( $10\text{t/m}^2$ )の水圧がかかっていることとなります。クラックによって浸入した水が、 $98\text{kN/m}^2$  ( $10\text{t/m}^2$ )の水圧で法面を崩壊させようと悪さをするようになるわけです。つまり、切土法面は、切土後、時間の経過につれ、崩壊の危険が高くなっていくのです。

こう考えると切土工事は良くないと考えがちで

すが、すべての法面が崩壊することにはなりません。昔、前九州産業大学教授の奥園誠之先生が、講習会で「高速道路建設において、長大法面が崩壊する確率は、10%程度である」と統計結果をお話されていました。（私自身はその統計結果の調査はしていないので、受け売りで申し訳ありません……。）崩壊する10%の法面には、弱点が存在しています。その弱点を知ることで、法面の崩壊予測ができることとなります。その主だった弱点を以下に3つほど述べておきたいと思います。

### 4 切土法面の暗青色は地下水位のライン

風化している地層と風化していない地層の見分け方は、簡単です。切土した直後の法面を観察していると、茶褐色の地層の下に暗青色の地層が出てきます。茶褐色と暗青色の境目が、実は地下水位の高さとなります。一般に、地下水位が上下する地層は酸化して茶褐色を呈するようになりますが、地下水位が常時ある地層は水の中なので酸化せずに暗青色をしています。しかし、現場を常に観察していないと、切土して時間が経つと表面か

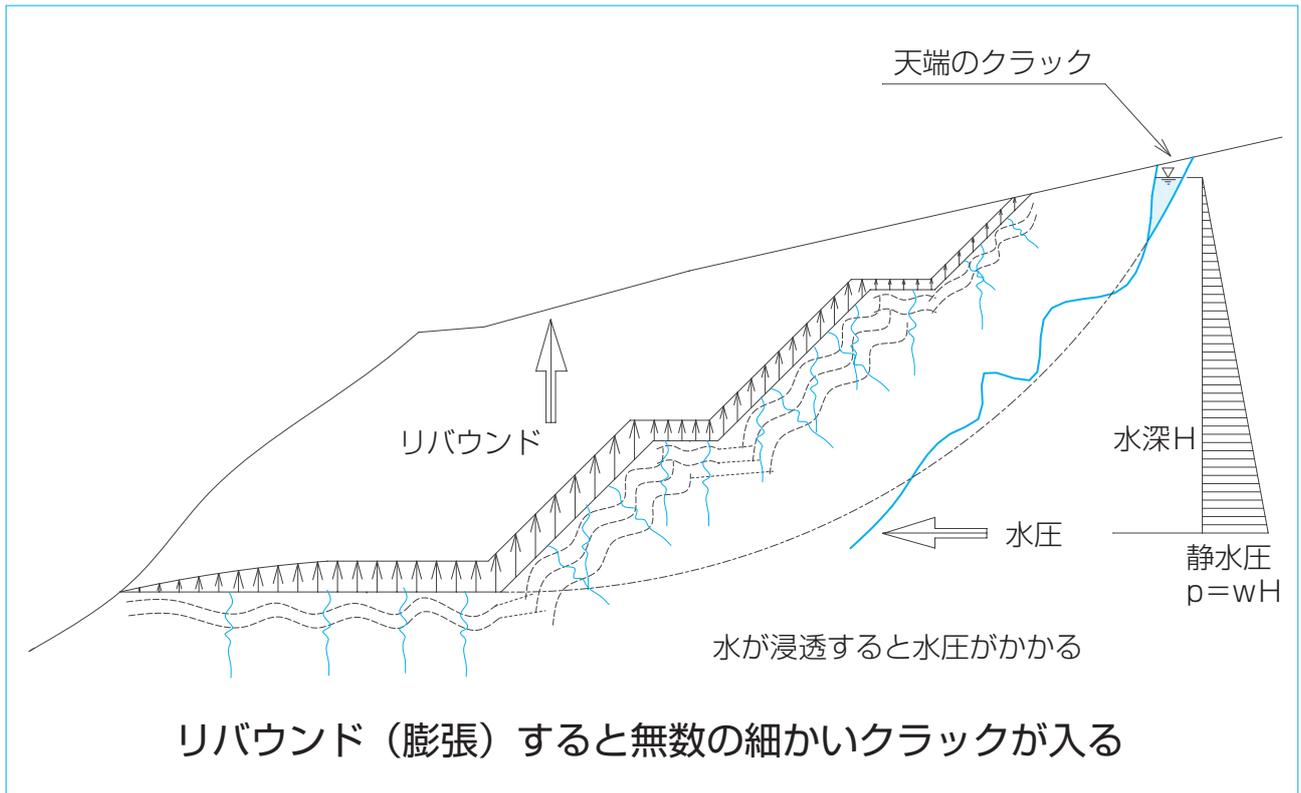


図3 切土の崩壊は天端のクラックから

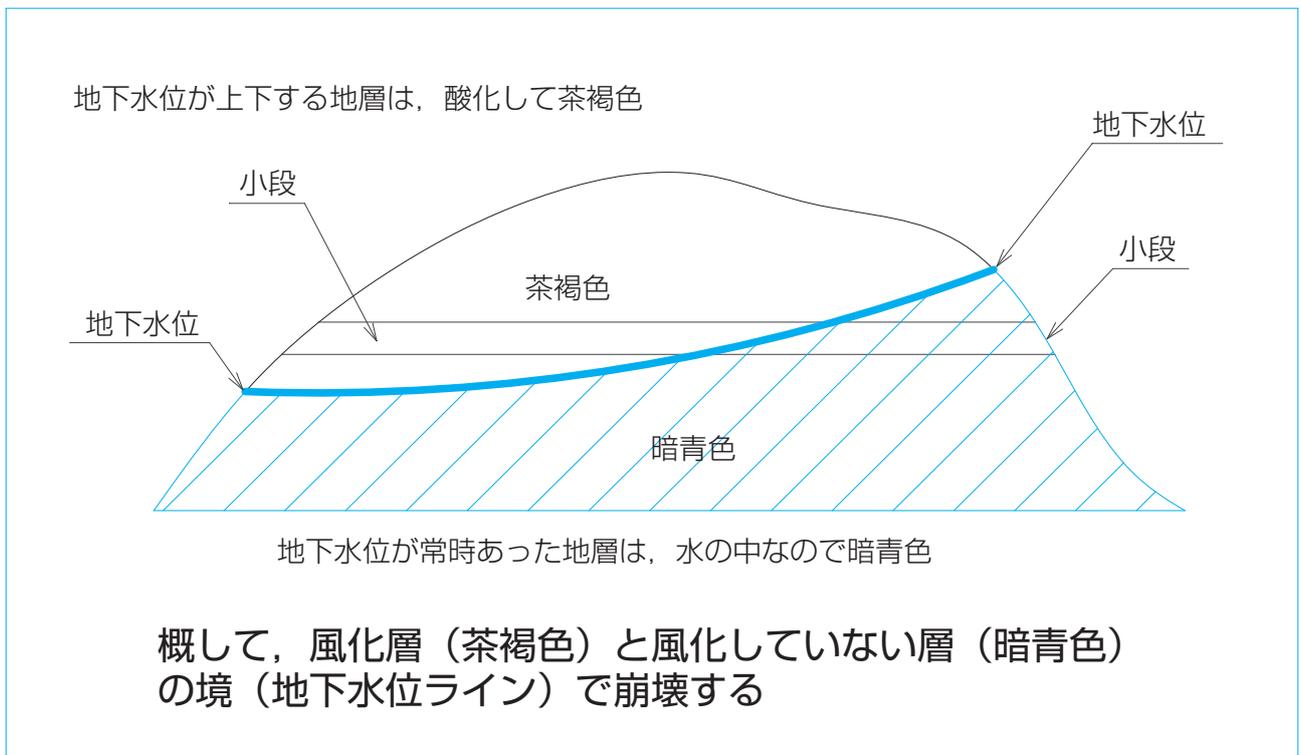


図4 切土法面の暗青色は地下水位ライン

ら風化が進行し、酸化して直ぐに茶褐色となってしまうので、境目がわからなくなります。そんな境目が現れたら、法面状態を写真で残すようにしましょう。理由は、概して、風化層（茶褐色）と風化していない層（暗青色）の境で崩壊する可能性があるということです。

そのような法面は、切土直後は湧水が多く切土法面でも湧水によるガリ浸食などが発生します。徐々に湧水位置は、下方に下がっていきませんが、稀に湧水が出つづけることもありますので、切土法面でも湧水を導く対策が必要となります。したがって、切土法面の法尻には、地下排水工を配置して、地下水位を下げるようにしましょう。水がスムーズに法面の外に排水されると、水圧かからないばかりか、切土法面の安定につながります。

## 5 流れ盤は気を付けろ

切土された法面は、今まで押さえがあったので崩れることはなかったのですが、その押さえを取り払った状態となります。その時、地層が切土法

面に対して滑る方向に堆積していた場合は、法面の崩壊が想定されます。滑り落ちるように堆積した地層を流れ盤と言います。流れ盤は切土しなければ安定していたのですが、切土することによってバランスが崩れるのです。仮に、薄い粘性土層が存在すれば、そこが弱線となり崩壊する危険が大きくなります。特に、流れ盤の地層傾斜角が30°～45度の間が崩壊しやすいといわれています。対策としては、その地層傾斜角と同程度の切土法面勾配とするか、それより緩い勾配とすることが良いといわれています。

## 6 硬い岩盤上の土砂に気を付けろ

法面に対して、硬い岩盤が流れ盤となるような傾斜があり、その上に透水性のある崖錐層がある場合には、切土して降雨により雨水が崖錐層に浸透していくと、雨水が崩壊の潤滑剤となり切土法面の崩壊が起こる可能性があります。硬い岩盤だけでなく水が浸透できない粘土層でも同じように切土法面の崩壊の危険があります。上方から浸透

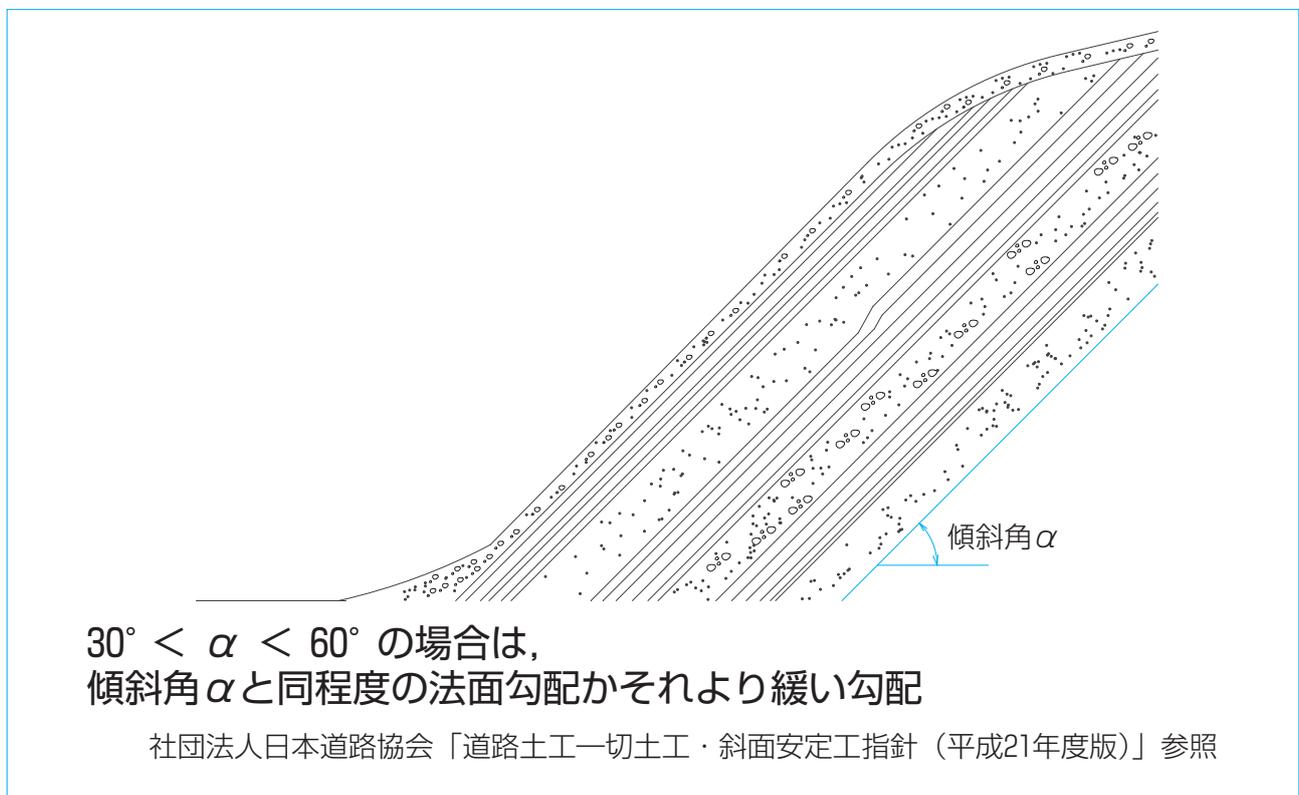


図5 流れ盤は気を付けろ

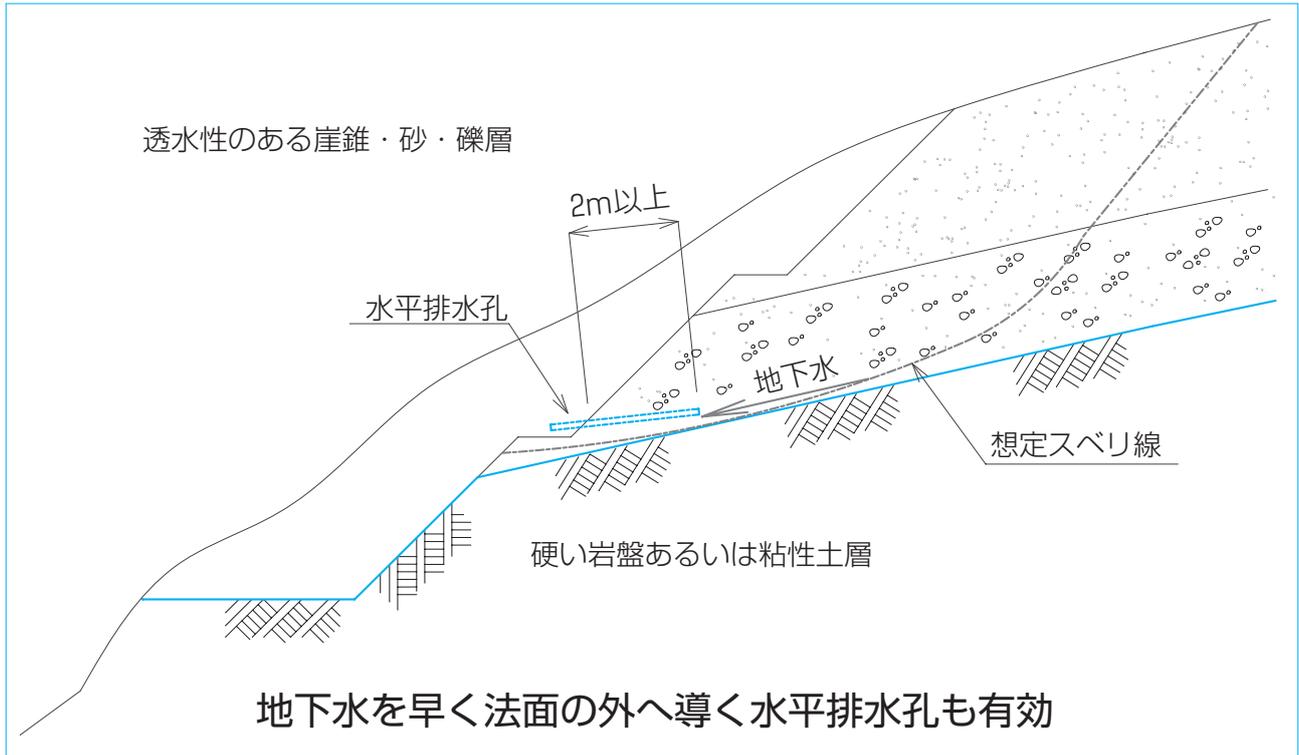


図6 硬い岩盤上の土砂に気を付けろ

した水が浸透せずに止まる場所は、スベリやすくなるからです。盛土編でも述べたように、法面の安定は、滑らそうとする力以上に抵抗する力があれば崩壊することはありません。しかし、地下水が存在すると、スベりに抵抗する力から水圧分をマイナスしなければなりません。したがって、盛土の時と同様に、切土でも水が留まると法面に「悪さ」をするようになるのです。設計図書にある土工の横断図を見れば、硬岩、軟岩、土砂の区別がありますので、推測することができます。そのような切土法面は、切土した土砂の種類（透水性のある崖錐・砂・礫）や湧水の状況などを良く観察して、事前に対策を検討し、直ぐに対応できるようにしておきましょう。

## 7 ●切土法面も排水をしっかりと

切土工事が進み小段まで切土が進んだら、小段の排水溝の施工を行いましょ。これを工事用道路がない、資材が運べない等の理由で後回しにすると、大変なことになります。まず第1に、排水溝を小段に運ぶのに、クレーンなど揚重機が必要

となります。次に掘削した土砂もクレーンを使用して処分しなければなりません。また、スコップで歯がたたない地層では、小段での施工が可能な掘削機械をクレーンで吊り上げる羽目になります。簡単な排水溝工事の費用が、何倍にもなってしまいます。したがって、工事用道路がなくても不整地走行車などで運搬して施工を完了しておきましょう。第2に、小段排水溝が完成していないと植生工をしても、小段からの流下水でガリ浸食が発生し種子が流されてしまいます。種子が流された法面は、植生が斑模様となり、手を抜いたような印象になってしまいます。また、小段排水溝の掘削土砂をクレーンで降ろさずに法面から落としたりすると植生した種子が雨のたびに法面の土砂とともに流れてしまい草が生えないこととなります。植生工は法面の保護を兼ねることから、できる限り切土直後にしておきたいので、小段排水溝や縦排水溝の整備はそういう観点からも適宜行うようにしましょう。

次に考えなければならぬのは、法面からの湧水です。切土後、時間の経過とともに湧水量が減り、

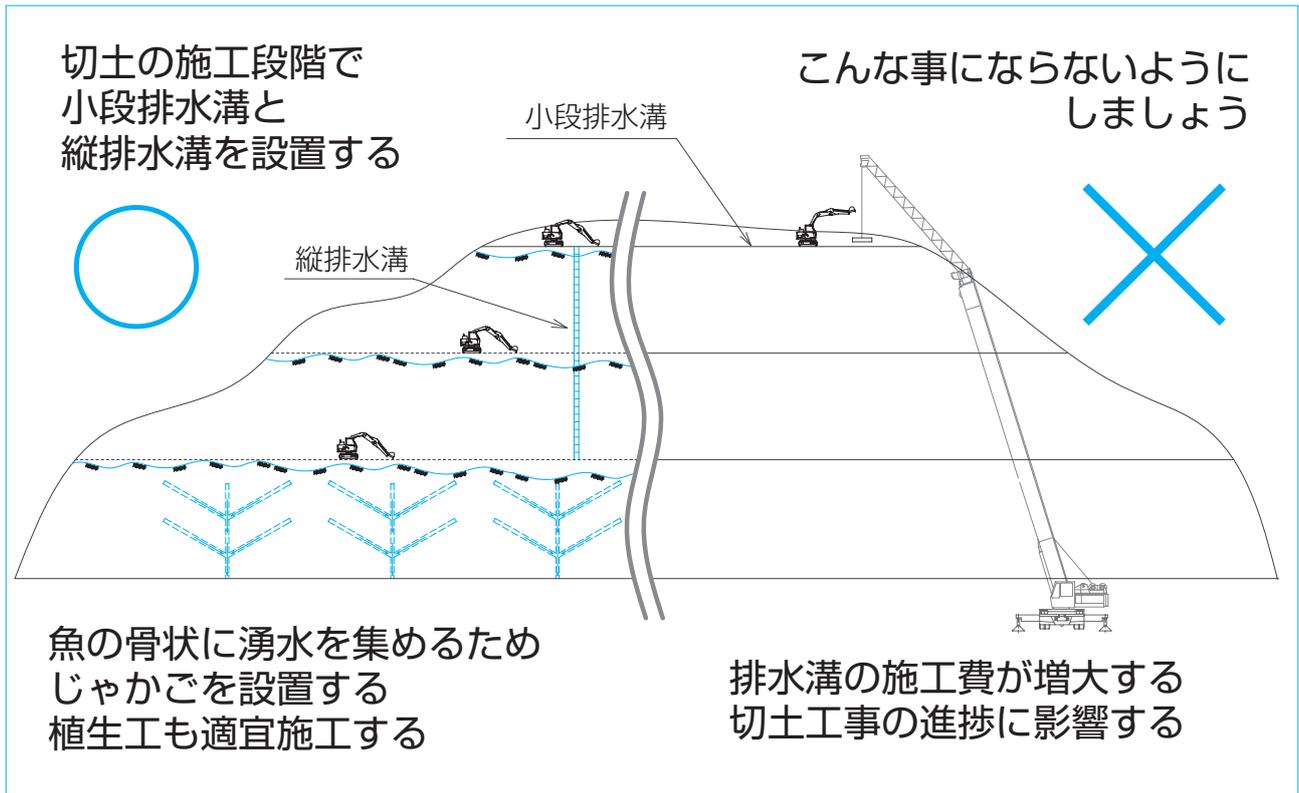


図7 切土法面も排水をしっかりと

なくなるものですが、地層の境目で湧水が途切れないこともあるので、法面に魚の骨状に湧水を集める「じゃかご」を設置することが一般的です。湧水量が少ない箇所には、人工の暗渠排水材を使用することもあります。湧水処理を確実に行わないと植生しても種子が流されてしまうので、法面の保護となる植生工ができないこととなります。植生工によって法面は安定していきますので、草の生えていない法面は表層崩壊の危険があることとなります。必ず法面は緑化されていなければなりませんので、若い技術者の方々には心がけておいてください。

## 8 地滑り地形は等高線(コンターライン)で把握する

過去に地滑りが発生した場所は、等高線に乱れが現れます。注意をして2500分の1の地図の等高線をみると意外に地滑り地形を発見することができます。一般的な等高線は標高の低い方に向かって均等な間隔になりますが、地滑り地形は等高線

が標高の高い方に凸になる特徴があります。(図8「地滑りは等高線の乱れでわかる」参照)したがって、施工場所の地図を買い求め、「地滑り地形はないかな?」という気持ちで探してみましょう。

秋田県仙北市にある玉川ダムの付け替え道路工事の担当であった時に、地滑りの幅は20m程でしたが、本線に直角に地滑り地形がありました。工事区間の終点に位置し、始点から順次工事を進める条件であったので、施工が最後になってしまうという工程でした。そこで、寒くなるまで待つしかないと考えて、気温が下がり凍りついた状態になるまで待ちました。掘削高さ2m~3mの切土工事でありましたが、10日間待ってやっと切土する時が来たと思いました。それは、竣工日まであと20日あまりの12月の初旬で最低気温が-7℃~-10℃の気温になり、法面に流れる水も湧水も完全に凍りついた状況となったからです。施工日数は2日間で完了するものでしたので、最後にしようと考えていました。なぜなら、切土すると地滑りが起こると考えていたからです。事

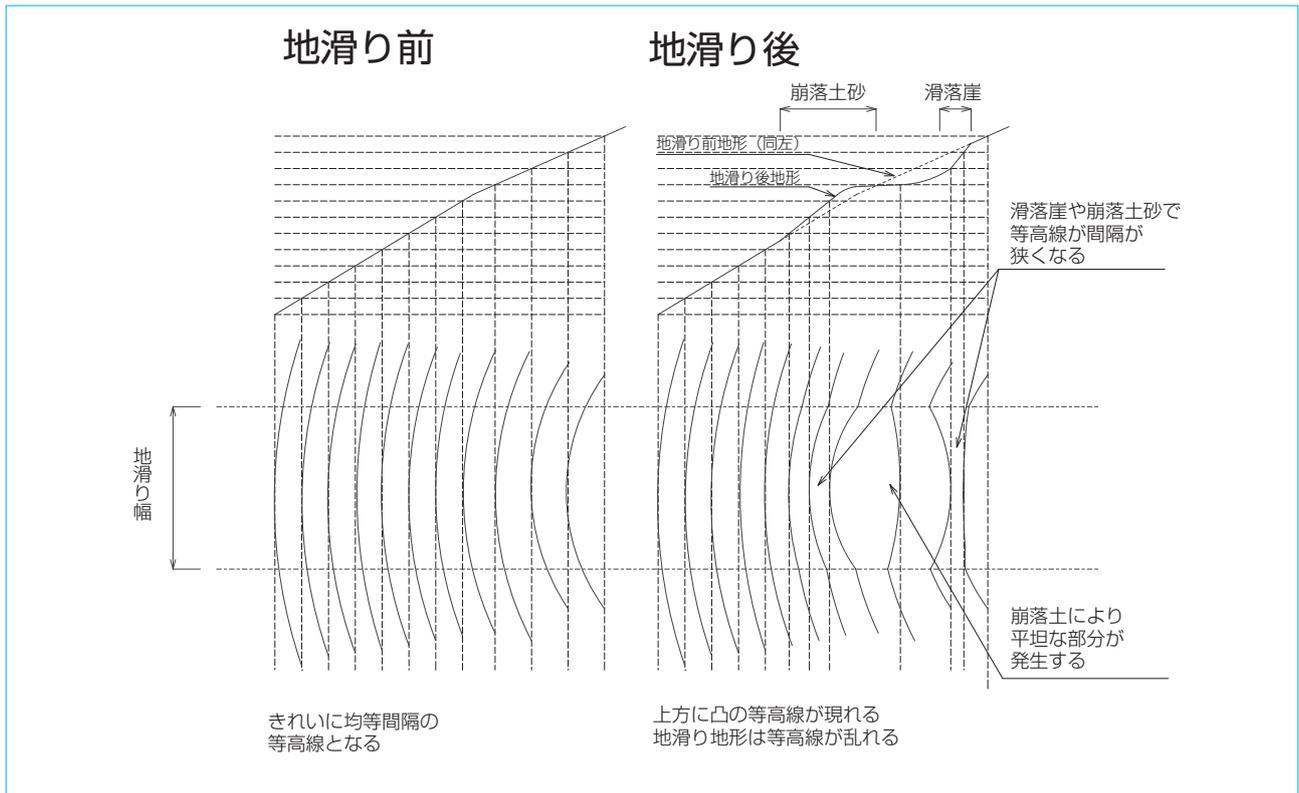


図8 地滑りは等高線の乱れでわかる

前に発注者に危険であると協議はしていましたが、「切土をしていないのに地滑りが起こるかどうかわからない」ということで相手にしてもらえない状況で、地滑りが起こってから協議をしていたのでは竣工日に間に合わないと考えたからです。この寒さなら、来年の春まで滑らないと判断したのです。切土を開始して観察していると切土法面からの湧水は見られず、カチカチに硬くなっていました。切土工事は2日間で完了し、竣工を待つばかりと余裕が出た頃、最低気温が3℃と急に上がり、凍っていた地山に水が流れ出してきました。また、切土した法面からも湧水が出てきてしまいました。その翌日、法肩から5m位上に本線に平行に走るクラックを発見しました。この小さいクラックは、スベリが起こる前兆で、そのままにしておくと30m上まで徐々に滑ってしまいます。そこで、20m区間を4分割し、クラックまでの土砂を撤去して河川土である玉砂利を法面に押え盛土しました。夜中までかかり、区間ごとに押え盛土をしたお陰で、法面のスベリは押さ

えられました。竣工日まで日数がありませんし、発注者と工事数量も確定していたので、協議はしませんでした。竣工日5日前に、クラックの入った所から下を玉砂利と置き換える「ふとんかご」ならぬ玉砂利による押え盛土としたのです。3mの積雪が解けた翌年の春、この法面を確認しましたが、玉砂利法面の下方から湧水が滔々と流れ出ていましたが、切土法面は安定していました。法尻に重さのある玉砂利とその排水効果で法面崩壊を防げることを実感しました。

## 9 切土法面の安定を考える

切土法面におけるスベリは、大きく分けて2つのパターンとなります。直線的に表層近くが滑るパターンと大きな円弧状に滑るパターンです。直線的に表層近くが滑る場合にはロックボルト、大きな円弧状に滑る場合は、グラウンドアンカーで滑りを抑止します。切土法面が崩壊するような時には、ある条件が重なっています。その1つの例として、「山岳道路」などで「地形が急峻」で「小

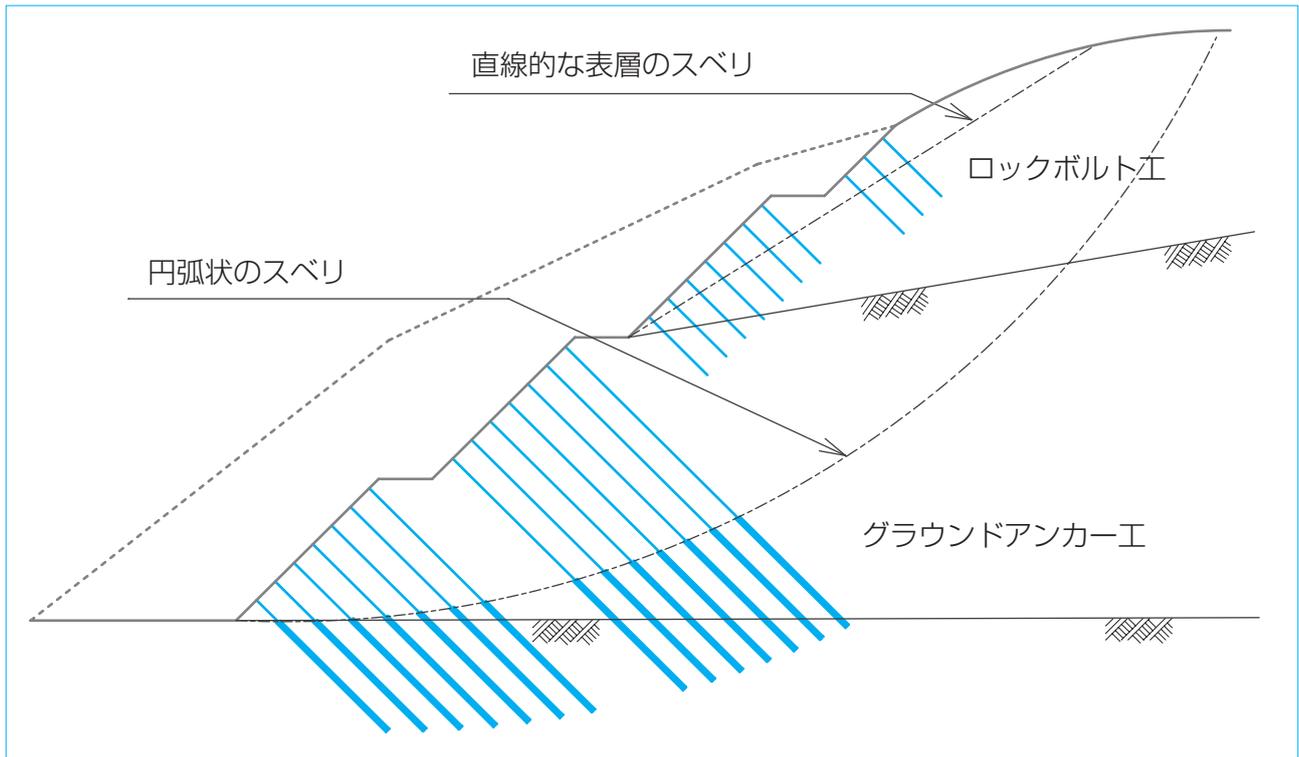


図9 切土法面の安定工法

段が3段以上」の切土法面の場合には、法面全体が大規模に滑るような危険に遭遇する場合があります。また、「土質が崖錐、崩落土砂、強風化土など」で、「流れ盤」で、「湧水」があり、「基盤に硬い層や粘土層がある」時は、切土後の安定解析を実施して法面の安定を確認してから掘削を開始する必要があります。

設計通りに切土しているのだから大丈夫なんて考えていると、発注者の信頼を失い、工事費が増大し、工期は大幅に延び、崩壊対策におわれ、寝る暇もない状態になります。そうなる前に、土質調査報告書から柱状図を参考にして検討していれば、事前に法面安定対策の協議を行い、安全に切土工事を進めることが可能となります。切土法面は崩壊する可能性がある」と常に考えていけば、切土工事のプロとしてのスキルは高いと言えるでしょう。

最後に、切土工事の施工に関して、若い技術者に必要なことは、切土する前に切土後の法面がど

うなるかを予測することです。予測することで、切土していく法面への興味が増し、毎日現場へ行くのが楽しみになります。また、天候を把握して、土工事の段取りを的確に行うことで、面白いほどに土工事が好きになってきます。土工事を好きになることで、現場を見たときに得られる情報量が多くなりますので、スキルが格段にアップしていくこととなります。盛土編でも述べたように、土工の基本は常に「現場を見て歩くこと」で、雨水を上手に処理すれば決して難しいことはありません。また、その土地の天気の人になり、現場を楽しんでください。もう1つ付け加えると、切土してほぐした土は水を好みますので、たとえ明日が晴の天気の前報でもピンポイントでは雨が降るかもしれません。ほぐしてしまった土は、その日のうちに転圧して、水が入り込まないようにしておくことが、本当のプロと呼ばれる仕事となりますので、これだけは忘れないようにしてください。