

# 現場写真で見る林内道路の侵食・崩壊

## — 盛土のり面崩壊 —

佐藤弘和・津田高明・岩崎健太・蓮井 聡・対馬俊之

### 盛土のり面について

林内道路\*を車で走っていると、道幅が狭くなっている箇所に遭遇することがあります。ぎりぎり車両が通れる場合もありますが、脱輪しそうな場合やまったく通れない場合もあります。近づいてみると、谷側のり面が崩れていました。このような谷側にあるのり面の崩壊による道幅（幅員）の減少は、山腹斜面に取り付けられた林内道路だけではなく、川に沿って作設された林内道路でも起こります。林内道路において、谷側にあるのり面が崩壊する現象は、「路肩崩壊」とか「盛土のり面崩壊」と呼ばれます。

尾根側にある人工的に作設された斜面を「切土のり面」（英語で cut slope）というのに対して、谷側の人工的に作設された斜面を「盛土のり面」（英語で fill slope）といいます（図-1）。切土のり面や盛土のり面では、地山で人為攪乱のない斜面（「自然斜面」ということにします）と区別しにくい場合があります。道路を開設する際に、切土した土砂を谷側の斜面に盛って転圧・整形した場合（片切・片盛）には、盛土のり面が形成されますが、斜面を切っただけで路面を形成した場合（全切り）には、谷側のり面はほぼ自然斜面となります。

路肩は路面の両側にあるのですが、林内道路の被災写真では、盛土のり面側の路肩が崩れている場合を路肩崩壊と称していることがあります。ただし、谷をまたいで作設された林内道路では、尾根側にも盛土のり面ができるため、こちら側の盛土のり面が崩壊した際も路肩崩壊となります。

切土のり面や盛土のり面は、崩壊が拡大すると車両そのものが走行できなくなります。切土のり面崩壊では、崩壊で堆積した立木や土砂、岩礫を除去すれば、とりあえず通行できます。しかし、盛土のり面崩壊では路肩や路面にかかる部分まで崩壊すると、路体の再形成をしなければ通行できません。盛土のり面崩壊の通行障害リスクは、切土のり面崩壊に比べて車両走行への影響が大きいといえます。盛土のり面の崩壊箇所を多数目にするによって、いろいろな形態があることがわかってきました。崩壊の発生条件については別に報告（佐藤ら 2020）していますので、ここでは現場写真（林内道路を主な対象としていますが、林道等に接続する公道の事例も含めています）から盛土のり面の崩れ方や既往の対策（予防・修復）方法についてまとめました。

※「林道」、「林業専用道」、「森林作業道」の総称として、ここでは林内道路とします。各区分の詳細は佐藤（2017）を参照ください。

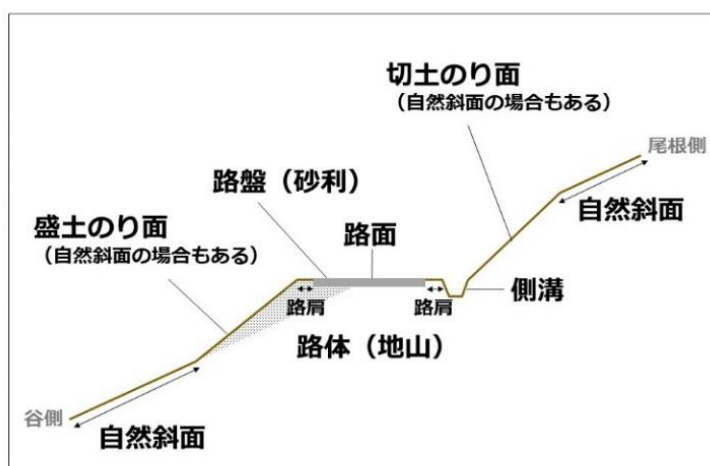


図-1 道路の横断形状と各部の名称

### 盛土のり面の崩壊タイプと成因

盛土のり面の崩壊パターンには、林内道路の作設位置によってそれぞれ特徴があるようです。林内道路の作設位置は、「尾根や山腹斜面に作設」「谷や川をまたぐように作設」「川に隣接した箇所（氾濫原など）に作設」に大別されます。

#### 【表層崩壊タイプ】(写真-1)

写真-1は、山腹斜面に作設された道路における盛土のり面崩壊の様子を撮影したものです。路面はほとんど残っておらず、路体となっていた地山がむき出しになっています。写真では見えませんが、表層に堆積していた土砂が谷に向かってすべり落ちていました。ここでは、切土のり面崩壊と同様に、「表層崩壊タイプ」と名付けました。地山が未熟土に分類される火山噴出物由来（火山灰主体）であったために、滑りやすい状況にあったかもしれません。



写真-1 表層崩壊タイプ

#### 【地すべりタイプ】(写真-2)

写真-2は、尾根にみられた盛土のり面崩壊の事例です。尾根は、切土のり面や盛土のり面を作らなくても道路を通すことができ、のり面崩壊が生じないために安定した場所と位置づけられます。しかし、写真-2の事例では、路面の右側が落ち込んでいて、「注意して通行してください」との立て札がありました。残存している道幅は2m程度でしたが、乗用車で通らないほうがよさそうです。崩壊箇所をよくみると、路面の右手に黒い筋にみえる割れ目（クラック）が入っており、奥には段差（滑落崖）ができていました。こうした地形の特徴から、路体（地山）において小規模な地すべりが発生したと判断しました。ほかの地域の盛土のり面においても、土塊の崩れがほとんどなくて道路の一部が落ち込んで段差ができていた例がありました。こうしたタイプを「地すべりタイプ」としました。



写真-2 尾根にできた地すべりタイプ

#### 【ガリ侵食タイプ】(写真-3)

路面や側溝からの流水は、道路を横切る横断排水を通じて盛土のり面に排水されます。ダムや排水などで使われている用語ですが、横断排水に水が入る部分を「呑口」（のみぐち、のみくち）、横断排水溝から水がでる部分を「吐口」（はきぐち、はげぐち）といいます。

写真-3は、横断排水である管渠の吐口にできた溝状の侵食です（スプーンでえぐった形にも似ています）。盛土のり面崩壊という用語を用いていますが、写真-3のよう



写真-3 横断排水吐口にできたガリ侵食

に吐口からの排水のみならず、谷を流れる沢水が路面を横切って流れ込んだり、路面で集水された水が流れ込んだりすることで盛土のり面が侵食されることがあります。このようなタイプを「ガリ（雨裂）侵食タイプ」としました。

#### 【崩落タイプ】(写真-4~5)

写真-4は、斜面に作設された道路における盛土のり面崩壊を撮影したものです。埋没してわかりにくいのですが、路面には横断排水用の明渠があります。そして、崩壊した盛土のり面内には明渠の一部が崩落していました(写真-5)。このような盛土のり面の崩壊タイプは、吐口からの排水によって盛土のり面や自然斜面が侵食され、盛土のり面基部やその下方に位置する斜面がえぐられると支持力を失い、路面や盛土、排水施設などが崩れ落ちます。このようなタイプを「崩落タイプ」と名付けました。ガリ侵食タイプが拡大して崩落が起きることもあります。



写真-4 崩落タイプ



写真-5 崩落した明渠

#### 【溪岸侵食タイプ】(写真-6~7)

写真-6は、川沿いに作設された林内道路の盛土のり面崩壊を撮影した事例です。盛土のり面がえぐれて道路幅が半分程度しか残っていません。この写真では川が写真奥から手前に流れていますが、ちょうど川水が盛土のり面に直撃するような箇所で崩れています。水が直撃する川の流路地形において盛土のり面が崩れている様子



写真-6 溪岸侵食（のり面を直接侵食）



写真-7 溪岸侵食（崩落）

は、他の林内道路や公道でも多数確認しました。このようなタイプを「溪岸侵食タイプ」としました。溪岸侵食タイプでは、川水が盛土のり面全体を直接侵食するものや、盛土のり面基部（またはその下部の自然斜面）を侵食することで、その上部の土が支持力を失って崩落する例などがあります。侵食と崩落のどちらが生じたかは、残存した盛土のり面の状況から推定することもできますが（例えば、写真-7のように崩れ落ちたものが残っているなど）、侵食と崩落が複合することもあるため、一概に決めることは難しい場合があります。

川沿いに作設された林内道路（谷をまたぐ区間もあります）では、川の水が直撃する箇所位置する盛土のり面が崩れやすい傾向にあります。このように川の水が衝突する部分を「攻撃斜面」といいます。ちなみに、その対面は「滑走斜面」といい、直線流路の溪岸斜面は、「直走斜面」と呼ばれています。川沿いの盛土のり面崩壊は、攻撃斜面に該当する箇所が多い傾向にあります。攻撃斜面箇所では、川水により直接盛土のり面が侵食されることのほか、盛土のり面（または自然斜面）の基部が侵食され、それより上部で崩落が起きることも懸念されます。

### 盛土のり面の崩壊タイプと発生場所

以上、崩壊事例でみられた盛土のり面の崩壊タイプを表-1にまとめました。盛土のり面崩壊の場合、山腹斜面ないし川沿いの配置とその成因によって生じるタイプが異なります。

表-1 林内路網の侵食・崩壊調査でみられた盛土のり面の崩壊タイプ

| 崩壊タイプ   | 主な発生場所                       | 特徴  | 主な成因                    |
|---------|------------------------------|---|-------------------------|
| 表層崩壊タイプ | 山腹斜面                         | 表層土が斜面に沿って崩れ落ちる。  | 豪雨・地震など                 |
| 地すべりタイプ | 山腹斜面                         | 盛土のり面の一部がスライドして、割れ目や段差のような地形ができる。移動した土塊は大きく崩れない。        | 豪雨・地震など                 |
| ガリ侵食タイプ | 山腹斜面                         | 溝状に斜面が削れる。一度形成されると降水や融雪水が溝内を流れることで拡大する。                 | 横断排水、路面流水、盛土のり面に流れ込んだ沢水 |
| 崩落タイプ   | 山腹斜面<br>川またぎ箇所               | のり面基部が侵食されることで支持力を失った路肩や路面、横断排水施設などが崩れ落ちる。降雨等に起因して拡大する。 | 横断排水、路面流水、盛土のり面に流れ込んだ沢水 |
| 溪岸侵食タイプ | 川に隣接した箇所<br>※特に、攻撃斜面や直走斜面に多い | 川の流水で盛土のり面が直接侵食されるほか、盛土のり面基部が侵食され支持力を失って路肩や路面が崩落する。     | 川の流水                    |

地山の尾根や山腹斜面に作設された林内道路では、表層崩壊タイプ（写真-1）や地すべりタイプ（写真-2）によって路体の一部が崩れる場合と、横断排水が盛土のり面に流れ込むことで生じるガリ侵食タイプ（写真-3）や崩落タイプ（写真-4）が起こりやすいようです。崩壊後の盛土のり面をみると、水が集まりやすい凹状の集水地形となっていることがあります（写真-3～5）。さらに、裸地となった盛土のり面では、新たにガリが形成されることがあります（写真-8）。このように水が集まり流れる地形になったことによって、盛土のり面崩壊がさらに拡大することが懸念されます。どの崩壊タイプであれ、路体や路肩の侵食・崩壊が拡大すれば、通行可能

な道幅が狭まっていきます。最終的には、道路が完全に消失する「路体消失」が生じる場合があります。

写真-9は、谷をまたいで作設された林内道路の盛土のり面崩壊を撮影した事例です（のちに路体消失します）。写真左手に谷があり、写真右側に向かって管渠（ヒューム管）によって川水を通してあります。谷をまたぐために盛土した道路では、写真のように谷側（吐口側）の盛土のり面が崩れる場所に遭遇する機会が多くありました。崩壊の原因を推測すると、吐口からの排水が盛土のり面やその基部を侵食し崩落を招いたことが考えられます。このほかに、横断排水が埋没することで路面に水が溢れ、この路面流水が盛土のり面へ流れ込むことで生じた盛土のり面侵食も無視できません。さらに、盛土のり面に浸透した降水による間隙水圧の増加が崩壊を引き起こすことも想定されます。

ただし、上流側（呑口側）の盛土のり面が崩壊した例も、1事例ありました（写真-10）。同写真では右手から左手に川水が流れており、上流側の盛土のり面は擁壁となっています。残存状況を見ると、コルゲート管（側面が波付けされた管）の上部に隙間があることから、管の下部にえぐれが生じたことで管が落ちて上部に隙間ができ、その隙間に増水した川水が衝突して盛土を侵食した、もしくは路面にオーバーフローした水による侵食も考えられました（この成因によれば、盛土のり面侵食ではなく路面侵食ともいえます）。しかし、現場の状況のみからでは、この崩壊の仕方についてはっきりしたことがわかりません。



写真-8 盛土のり面崩壊の裸地にできたガリ



写真-9 谷をまたぐ道路における下流側での崩壊



写真-10 谷をまたぐ道路における上流側からの侵食

### 盛土のり面崩壊の予防・修復方法

これまで盛土のり面で生じる様々な崩壊タイプをみてきました。ここからは、現地でみかけた予防・修復を図るための施工例について、いくつか紹介します。

**【擁壁】** (写真-11~12)

盛土のり面崩壊を予防する方法のうち、盛土のり面の移動を留めたり、攻撃斜面や直走斜面に該当する盛土のり面を保護したりするものとして擁壁があります。写真-11の擁壁では、盛土のり面の移動を抑えるほか、切土のり面から路面に堆積した細かいサイズの石も食い止めていました。しかし、川沿いの道路の事例では擁壁基部や横脇の部分が侵食されることにより、擁壁が倒壊していました(写真-12)。川の規模にもよりますが、擁壁をもってしても盛土のり面崩壊を完璧に食い止めるにはできません。



写真-11 盛土のり面に設置された擁壁



写真-12 溪岸にある擁壁の倒壊

**【擁壁以外の保護工】** (写真-13~14)

林道における盛土のり面を保護する工法として、盛土高が5mを超え侵食を受けやすい場合には柵工、植生マット工、のり枠工などがあります。盛土高が5m以下や5mを超えても侵食を受けにくい条件での工法には、種子散布工や実播工があります(日本林道協会 2011)。

山腹斜面にある林内道路での修復は、盛土のり面のサイズなどに応じて、盛土のり面が侵食されず移動しないような処置と、適切なのり面排水工が行われます(写真-13)。また、森林作業道では、鉄線を編んだかごに碎石等を詰めた布団かごを土留めに使う例もあります。

川沿い林内道路の盛土のり面崩壊に復旧については、水衝部の盛土のり面を保護するために大型土のうを設置した例(写真-14では盛土のり面保護のために金網を施工)や、布団かごを設置した例がありました。ただし、川沿いに置いた大型土のうでは、土のうそのものが流された場所がありました。



写真-13 盛土のり面保護工



写真-14 大型土嚢による盛土のり面保護

**【応急措置としての原状回復】**(写真-15~16)

森林作業道において人工構造物による復旧は、容易には望めません。応急的な復旧方法として、盛土のり面の崩壊面にバックホウでステップを切り、その上に道路周辺の木を置き(写真-15)、土をかぶせて転圧する例がありました(写真-16)。建設用車両機を用いて盛土をし直すことは安価な方法といえますが、盛土に使うための土を周辺から用意する必要があります。ただし、あくまで応急措置なので、保護工の導入など、しっかりした盛土のり面の修復が必要です。



写真-15 盛土のり面崩壊の復旧



写真-16 盛土のり面崩壊の復旧(つづき)

**【吐口に水たたき】**(写真-17~18)

盛土のり面側の横断排水の吐口から盛土のり面に直接排水すると、り面が削れて溝状のガリができました(写真-3)。ガリでは水が集まりやすくなるため、降雨や融雪の度にガリが拡大する場合があります。また、吐口の下に滝壺のような地形ができると、路体が削られて道路そのものが支持力を失い崩落することもありました。これを防ぐために、吐口の下に水たたきを設置することで(写真-17)、排水が直接盛土のり面に衝突することを防ぎ、水の勢いを減殺できます(写真-18)。また、吐口の下に石や根株を置くことも提案されています。



写真-17 横断排水の吐口に設けられた水たたき



写真-18 水たたきを流れる水

**【丸太による呑口保護】**(写真-19)

林道では、切土のり面側に排水用の側溝が設けられることが多いです(盛土のり面側にも設けられることもあります)。側溝は、沢や道路を横切って配置される横断排水(明渠・管渠など)に接続されます。側溝から明渠や暗渠を通じて路外に排水する場合、その呑口が切土のり面の崩落土砂でふさがれると、そこから溢れた水が路面を削りながら流れることがあります。さらに、路面縦断形状が凹状部分では、路面流水が盛土のり面へ流れ込み、のり面侵食に繋がる恐れがあります(側溝が切土のり面崩壊による土砂でふさがれたため、同様の現象が生じた事例がありました)。

**写真-19 呑口保護の簡易な方法**

それを防ぐ簡易な対策事例がありました(写真-19)。

この写真では杭を2本立てて、切土のり面側に短い丸太を組んで、切土のり面からの崩落土砂を防ぐことで、呑口(土囊の下にあります)の埋没を防いでいます。このように林地残材(伐り捨て間伐材)などを使った、ちょっとした創意工夫によって、切土のり面のみならず盛土のり面の崩壊抑止に繋がるのが期待されます。

**予防と修復はお早めに**

先にも述べましたが、盛土のり面崩壊は切土のり面崩壊より通行障害が起きやすく、崩壊が進むと路体消失に至ることがあります。攻撃斜面に該当する箇所にある盛土のり面や、路面流水が流れ込む箇所ならびに横断排水の吐口における水たたきの設置など、崩壊が発生しやすい場所での適切な予防措置は重要です。ただし、人工構造物による盛土のり面の保護は、あくまで崩壊の発生リスク(頻度)を下げる意味をもつと考えた方がよいでしょう。さらに、現場に赴いた際には、盛土のり面の状態をこまめに点検し、崩壊箇所が見つかった場合にはたとえ小さくても、速やかな原状回復や路面流水の流れ込みによるガリ侵食の抑制などの対処によって盛土のり面の崩壊拡大を防ぐ措置も大事なことです。

**引用文献**

日本林道協会(2011)平成23年版 林道必携技術編. 日本林道協会:310pp.

佐藤弘和(2017)知っていて損のない「林内路網の基礎知識」—「林道」の区分と英訳のはなし—. 光珠内季報 184:9-14.

佐藤弘和・津田高明・蓮井 聡・岩崎健太・対馬俊之(2020)林内路網における切土・盛土のり面崩壊・路面侵食の発生条件. 光珠内季報 195:23p.

(育種育苗グループ・道南支場・道東支場・環境グループ・副場長)