

# 原点回帰：屋根型道に学ぶ丈夫で安価な道づくり

岐阜県飛騨農林事務所林業課 技術課長補佐  
たかやま林業・建設業協同組合 専務理事

○<sup>なかだに</sup>中谷 <sup>かずし</sup>和司  
<sup>ながせ</sup>長瀬 <sup>まさひこ</sup>雅彦

## 要旨

たかやま林業・建設業協同組合が、平成 23 年に施工した中央欧州で行われている丈夫で安価な道「屋根型道」について、施工後 6 年が経過しその有効性が検証されたので、道づくりの考え方と技術について紹介します。

## はじめに

国際的コンセンサスである「持続可能な森林経営」の基、各種施策が行われています。国産材率 50%、成熟期を迎えた人工林の皆伐と次世代へつなぐための再造林へと大きく舵がとられ、それを推進していくためには、基盤となる路網整備が不可欠です。

その構造は、簡易で壊れにくい丈夫であること、長期使用に耐えることが望まれているほか、人工林の成熟・大径化に伴い使用する林業機械の大型化とトラック道の整備が必要となっています。

たかやま林業・建設業協同組合は、岐阜県が招聘したドイツ・フォレスターによる屋根型道と将来木施業の研修地を提供するとともに、技術の習得・研鑽、施工を行ってきています。平成 23 年にドイツ・フォレスターから直接指導を受け開設した基幹作業道「伊西 3 号線 W=3.6 m、L=461 m」について、6 年が経過し「屋根型道」の技術が検証されましたので、丈夫で安価な土構造の道づくり（トラック道）について、基本的な考え方と水処理技術について報告します。

## 1 取組の経過

平成 23 年 10 月に岐阜県主催によるドイツ・フォレスター研修会を開催し、会場を高山市清見町夏厩地内のたかやま林業・建設業協同組合が実施している事業地としました。

対象路線の規格構造は、補助事業採択上やむを得ない場合を除き、できるだけドイツ基準に準ずるようにしました。これは、欧州型（屋根型）の道づくりが、日本に適応できるかを検証するためです。

## 2 欧州（独）の道づくりの基本

### （1）路網整備の目的と条件

路網整備の目的は、木材の運搬、集材・造材等の作業スペース、森林管理や通勤路のほか、保健休養や狩猟といった林業以外の利用も含まれます。これは、目的地までの侵入や開設そのものが目的ではなく、森林経営を行うための手段であるということです。

その森林経営を行う手段である路網整備に求められる主な条件は、次のとおりです。

- ・施業がし易い、使いやすい
- ・丈夫で壊れない
- ・使用する林業機械が進入できる

- ・ 走行、作業の安全性が高い
- ・ 開設・維持管理費の経済性

これは、森林経営の基本原則、合自然性・持続性・経済性・生物多様性保全を踏襲した路網整備が求められ、ひと言でいう 100 年使える丈夫な道ということです。

## (2) 経済性とは

経済性を考える場合、単に開設経費だけではありません。これは、開設目的を主眼に捉え、開設から森林施業、維持・管理、環境負荷に至るまでのトータルコストで考えることです。

木材生産や維持・管理コストが抑えられるのであれば、開設時に多少の経費を掛けても最適の工法を選択することになります。

- ・ 開設経費 : m 当たりの開設単価だけではなく、開設延長に対する木材生産可能面積を考慮した線形。
- ・ 維持・管理費 : 維持作業の頻度、作業内容および作業性を考慮した規格・構造。
- ・ 木材生産費 : 作業性、走行性、安全性を考慮し、作業効率と人に優しい規格・構造。

## (3) 災害の原因と対処

罹災の原因には、豪雨や地震等の自然に起因するものと、設計ミスや施工不良の人為によるものがあり、人為によるものは基準の遵守等により対処することになります。

地震への対処は、土構造であるがゆえに不可能です。

豪雨等による水への対処は、その水の流れをコントロールできれば可能であり、水のマネジメントできる規格・構造とすることです。

## 3 丈夫で壊れない道づくりの基本

### (1) 土構造の道に対する災害の原因「水」の原理・原則

- ・ 土の性質 : 水を含むと柔らかく、乾くと硬くなる。故に水に弱い。
- ・ 水の性質 : 集中すると威力を増す。流速が増すと威力も増す。停滞すると浸み込む。  
低い方へ低い方へ流れる。

「土」「水」の性質による対処法は、次のとおりです。

- ① 路体に水を浸み込ませず、路体を乾いた状態にする。
- ② 雨水等を速やかに路外へ排水する。
- ③ 雨水等を集めず分散排水する。
- ④ 雨水等の勢いを弱めて排水する。

上記の機能を持たせ水をマネジメントした道が、屋根型構造の道です。

### (2) 水のマネジメント技術

#### ア 路面排水

雨水を路面流下させない構造が、横断面中央部を高くした屋根型構造です。(図-1 参照)  
屋根型にすることで、路面に降った雨の半分が谷側法面へ、半分が側溝へ排水されます。



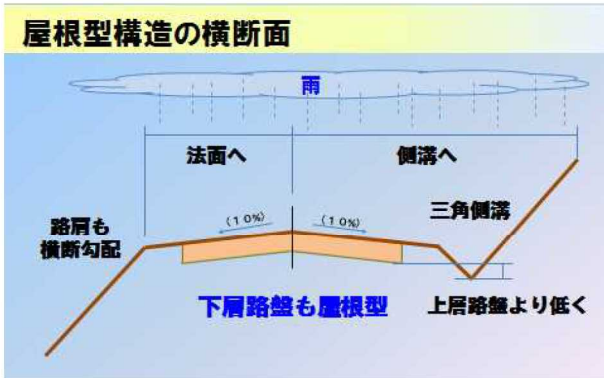


図-1 屋根型構造の横断面

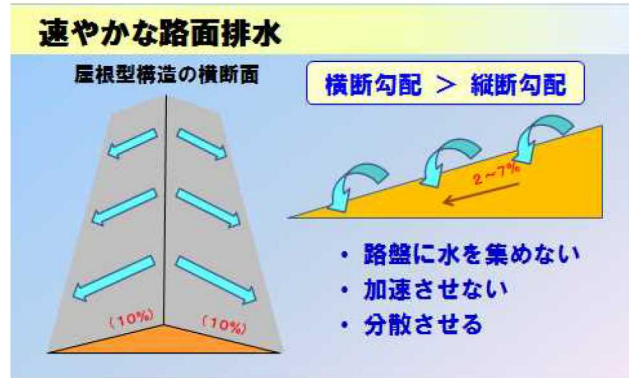


図-2 横断方向への排水条件

この機能を持たせるには、縦断勾配より横断勾配を急勾配にすることです。(図-2 参照)

また、側溝水も流量がまとまらないうちに横断排水をします。その間隔は、30m～50mを目安に現場状況により長短を決めていきます。

### イ 横断排水

横断排水は、側溝水、溪流を問わず基本暗渠です。

その理由として、木材生産や維持・管理の作業性や走行性を向上させることと、屋根型構造を維持させるためです。

開渠にした場合、その設置場所でのプロセッサ等の作業が出来ないこと、走行時にブレーキ、アクセルの繰り返しにより路面を痛めるからです。

図-3は、側溝水排水の暗渠管敷設の模式図です。

注目すべきは敷設勾配です。日本の場合、管渠の流末は地山に擦り付けますが、急勾配の敷設となり、流速が増して流末の浸食等のリスクが高まります。また、復旧をしようとした場合、路面から遠くなるため、バックホー作業も難しくなります。

このため、敷設勾配を2～3%として流速を弱めて排水する方法をとっています。これにより、流末が盛土法面になりますが、その先は現場の石材などにより階段状の水路で地山に排水します。

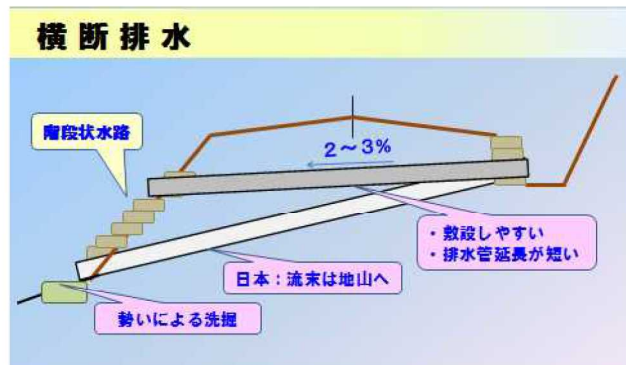


図-3 管渠による横断排水

### 3. 施工結果

開設後6年が経過し平成26年8月の豪雨災害も経験しましたが、暗渠排水管の閉塞、路面浸食、路肩決壊等は発生していません。

維持・管理は、毎年雪解け後に行い、凍み崩れや横断排水呑口の土砂撤去のみで、経費も250円/m程度です。

### (1) 路面状況

写真-1は、雨量強度20～30mm/時の状況です。右上は、隣接林道の状況ですが、屋根型道には路面流下が無く分散排水が機能しています。

雨量の半分は谷側の盛土面に排水されますが、浸食・崩壊は発生しておらず、実生による天然更新が進んでいます。（写真-2）



写真-1 降雨時の状況



写真-2 盛土面の天然更新状況

### (2) 横断排水の呑口、吐口

降雨時の状況は、写真-3のとおりです。

暗渠ということでは呑口の閉塞が心配されましたが、閉塞する可能性すら見受けられません。これは、縦断勾配が7%、横断排水間隔が60mであるため、暗渠を閉塞させるような枝条・石礫を流しきる流量・流速に達しないからです。

吐口も階段状に設置しているため、徐々に林地へ排水され浸食等は発生していません。



写真-3 降雨時の呑口・はけ口の状況

### (3) 小溪の横断排水の水受口技術

小溪の豪雨時は、枝条・石礫を含んだ濁水が流れ込んでくるため、暗渠の閉塞リスクが高まります。

写真-4は、閉塞を回避するための水処理法です。

機能としては、勢いよく流れ込んでくる濁水を水衝部で受け止め、勢いを抑えます。勢いが抑えられることにより、枝条や石礫が沈砂域に留まり、水のみが静水域に流れ排水される構造です。

水受け口壁は、大きくなり設置経費は高くなりますが、被災後の復旧経費や森林作業への影響が回避できます。





写真-4 小溪の横断排水の水受口  
(4) 維持・管理に影響する水受口構造

呑口には土砂溜めを設置しますが、その大きさにも維持管理のための配慮が必要で、バックホーのバケットで掬える大きさが必要です。(写真-5参照)



写真-5 水受口構造

(5) 渓流の暗渠排水

一般的に渓流を横断するときは、洗い越しによりますが、前述したとおり暗渠で対応します。これは、作業性、走行性、安全性が高いからですが、もう一つの機能として自然環境に配慮する目的があります。それは、洗い越しにより水生小動物の移動が制限されることを回避するためでもあります。

しかし、流木による呑口での引っかかりは発生しています。(写真-6)

その原因は、水受けの構造にあり、路側構造物でもあるため渓流に対し直角かつ平面構造であるということです。このような構造は、暗渠管の両脇に淀みができ、流木の先端が淀みに流れ込むことにより横向きとなり、暗渠管に引っかかってしまうからです。

対処法としては、水受け壁を漏斗状にして淀みなく暗渠管に流れ込むようにします。

写真-7は、写真-6の上流に設置した箇所ですが、漏斗状に施工したため流木が引っ掛かっていません。



写真-6 渓流の水受口構造



写真-7 ドイツ流の渓流横断排水

なお、この箇所は、ドイツ流で施工したもので、現地発生石材で呑口、吐口を施工してあり、敷設勾配1%で吐口を3分の1塞いで管渠の中に渓流を再現してあります。



## 4 まとめ

### (1) 屋根型横断面

横断勾配を縦断勾配より急勾配とすることにより、雨水は左右に分散排水され路面流下による浸食等が発生しないことが実証されました。

雨水の半分は盛土法面に排水されますが、幅員の半分の雨量であり法面の浸食等を起こすまでには至っていません。むしろスギの天然下種更新が起きており、適度に水分補給されるためと思われます。また、側溝に集められた雨水もこまめな横断排水により、浸食等が起きていません。

横断面を屋根型にして分散排水するためには、ただ屋根型にすることのほかに次の要件が必要です。

- ・屋根型を維持するために、路盤だけではなく路床も屋根型にする
- ・雨水を路盤・路床に浸み込ませないことと路面を平滑し速やかに排水すること、路盤支持力を確保するため、路盤・路床とも振動ローラでしっかり転圧する。
- ・側溝水の確実な流下と過度な流速による浸食を抑えるため、縦断勾配を2～7%とする。
- ・横断排水は、現地の状況により30～50mを標準とする。

### (2) 横断排水

横断排水は、道を使用するときの作業性、走行性、安全性を確保するため暗渠としますが、閉塞や流末の浸食・崩壊を防止するためには、流速を抑えて集排水することが重要で、そのためには次の要件が必要です。

#### ア 側溝の横断排水

- ・管渠を閉塞させる枝条や石礫を流さないため、こまめな横断排水と縦断勾配を抑える。
- ・横断間の敷設勾配を2～3%とする。
- ・流末も流速を抑えるために、階段状の水路等で処理する。

#### イ 小溪の横断排水

- ・豪雨時には、枝条や石礫を含んだ濁水が生きよいよく流れ込むため、管渠を流心直下に敷設しない。
- ・流心直下に水衝部を設け流速を抑え枝条・石礫を沈砂させる。
- ・管渠呑口は、流心より離れたところに敷設する。

#### ウ 溪流の横断

- ・管渠の水受け壁は、流れが淀みなく呑口に集まるよう漏斗型に設置する。

#### エ 維持・管理の容易な水受口

- ・維持管理の作業性を考え、バックホーの作業位置およびバケットの大きさを確保する。

### おわりに

今回は、中央欧州で行われている屋根型道のうち水処理技術について、実施結果に基づきその有効性を紹介しました。そして、その有効性については、林野庁の今井長官をはじめ、本郷森林整備部長、小島森林整備課長（いずれも当時）等多くの方が視察に来られ確認されたところです。（写真－8）

欧州林業技術と聞いただけで嫌悪感を示される方もいますが、路面を「屋根型」あるいは「かまぼこ型」にした道づくりは古来より行われており（写真－9）、神社仏閣、城郭の回廊に使用されています。言ってみれば日本古来の技術でもあるということです。

また、国有林においても、維持管理のしやすさから林道を40年くらい前まで「かまぼこ型」に改良してきたと聞いています。

路面を屋根型にする有効性については、古くから認識され身近に存在しています。その技術を林業専用道や森林作業道に応用する技術力を、日本人が備えていることは言うまでもありません。

最後に、持続可能な森林経営、次世代に繋がる道づくりのイノベーションを技術力、組織力のある国有林から発信されることを期待します。



写真-8 林野庁視察



写真-9 神社、城郭の回廊