

CS 立体図を活用した作業路の線形の検証について

長野県林業総合センター指導部 主査 高橋 太郎

要旨

災害に強い林内路網の開設を進めるため、林業総合センターで開発した CS 立体図を利用して危険地を予測し、実際に現地で踏査を行い林内路網の線形について検証を行いました。その結果、CS 立体図の読図情報と現地踏査を組み合わせることで危険地予測が可能となり、災害に強い林内路網の開設に利用できることが示唆されました。

はじめに

持続的かつ低コスト林業の実践には、効率的に木材を搬出できる適切な路網整備が不可欠です。しかし、長野県は地形・地質が複雑なため高密路網の作設が困難な場合があり、無理な開設が原因で災害が発生することも懸念されています。路網整備の推進のために、地形・地質に適した災害に強い安全な路網の開設方法について検証する必要があります。

林業総合センターでは、航空レーザー測量で得られる数値地形データ（Digital Elevation Model 以下「DEM」という）により、詳細な読図が可能となる CS 立体図を開発しました。従来の図法では表現できない微小な地形が表現されるため、崩壊地や地すべり地形など林内路網作設に危険性があると想定される箇所、または工法的に作設が困難な箇所（以下「危険想定箇所」という）を容易に読図できます。この CS 立体図と地質図等の資料を活用することで、より安全な路網整備ができるようになることが期待されています。しかし、CS 立体図で得られる読図情報がどの程度危険かを判断するためには、実際に現場の状況と照合する作業が必要です。そこで災害に強い路網整備を推進するために、CS 立体図を活用し実際に開設された林内路網の配置や線形について検証しました。

1 CS 立体図の概要

CS 立体図とは、林業総合センターで開発した、微小な地形を立体的に表現した地形図です。航空レーザー測量により得られた DEM を GIS ソフトにより地形図に加工したものです。GIS ソフトで加工するさいに曲率（Curvature）と傾斜（Slope）を地形の立体表現に利用しているため、それぞれの頭文字をとって CS 立体図と呼んでいます。この CS 立体図は、1.0mメッシュの高解像度の DEM を使用することで、詳細な地形を表現することが可能となりました。

CS 立体図では、地形を立体的に表現するために、尾根（凸）地形を赤色、谷（凹）地形を青色で表現しています。また急斜面は濃い色、緩斜面は淡い色になっています。従来の等高線による地形表現では表現されなかった微細な地形が判読できます。同じ地形を森林基本図（図 1）と CS 立体図（図 2）で示しました。図 1 の森林基本図では表現されなかった、道路等の人工物や地すべり地形や小さな崩壊地形が読図できます。例えば図 1 の森林基本図の下部の土地利用は、地図記号により水田であることがわかります。図 2 の CS 立体図では、同じ箇所に畦による区画が明瞭に表現されています。また図 2 の右上には崩壊地形が見られます。図 1 ではこの小さな地形は省略されており、図 2 ほど明瞭な地形を読図することは難しいと思われます。

このように CS 立体図では従来の地形図よりも詳細な情報が表現されるため、危険地などを読図することが容易となり、災害に強い林内路網を計画する際に有効に利用できると期待されています。

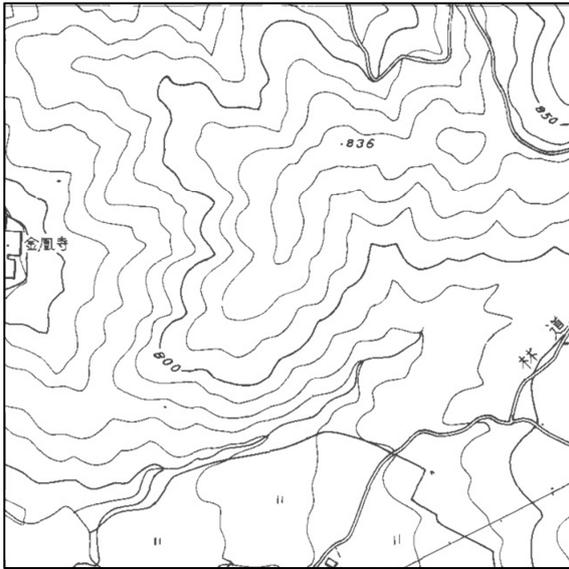


図1 森林基本図

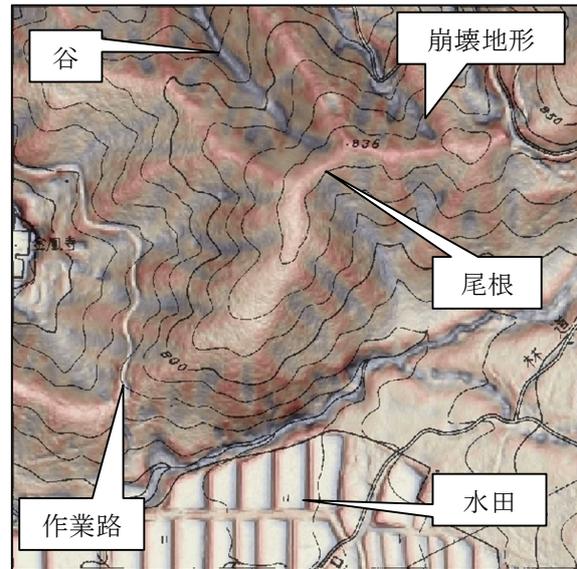


図2 CS 立体図

CS 立体図の表現方法

尾根地形：赤 谷地形：青 急斜面：濃い色 緩斜面：淡い色

作成方法は下記 URL に掲載されています。

<http://www.pref.nagano.lg.jp/ringyosogo/seika/documents/bichikei.pdf>

2 調査方法

平成 25 年度に県下各地の林内路網 11 路線について現地調査を行いました。CS 立体図で危険想定箇所を予測し踏査地点を選定した後、実際に現地踏査を行い、災害に強い作業路という観点から線形の適否について検証しました。林内路網の整備計画に CS 立体図を利用することを念頭に置き、林内路網の図上計画から現地踏査まで実施しました。林内路網の計画を立てる手順は、以下のようになります。

(1) 施業団地の設定

森林基本図や航空写真を使って森林資源を把握し、施業計画地を設定

(2) 立地の把握

森林基本図、航空写真、地質図、CS 立体図等の情報から林内路網の配置を回避すべき箇所を抽出

(3) 路網の検討

地すべり地形や渡河地点など施工する上で問題と思われる箇所を絞り作業道の線形・工法を検討

(4) 路網配置

CS 立体図等の資料を持って現地踏査を行い、路網配置を選定

従来の森林基本図では崩壊地などが図示される情報や等高線間隔から急傾斜地や地すべり地形を讀図し危険想定箇所として抽出していましたが、今回の調査では CS 立体図を用いることで、これらの危険想定箇所がわかりやすく可視化され、従来見過ごしていた箇所を把握できると考えました。

次に林内路網の線形を検討しました。林内路網の配置を回避する、あるいは工法を工夫することで通過可能かを検討します。CS 立体図を利用し小規模な崩壊地や湧水が懸念される地形等を讀図す

ることで、より詳細に線形を検討することができました。

最後に CS 立体図など資料を携行して現地踏査を行いました。現地踏査の際、現地の長野県林務課職員や作業路の開設担当者等の同行を依頼し、湧水や軟弱地盤等の開設時に発生した状況や、過去の被災履歴といった現地の情報を収集するようにしました。これらの現地情報と CS 立体図の読図情報から、災害に強い作業路の線形について検証しました。



写真1 CS 立体図の使用状況



写真2 現地踏査の様子

3 調査事例

全部で11路線について調査しましたが全ての調査事例について記載しきれないため、代表して岡谷地域で行った作業路計画地の調査事例について報告します。当該調査地は財産区で管理する民有林で、将来計画として地元林業事業体が作業道を開設し搬出間伐の実施することを検討していました。すでに調査地の近隣に林道と作業路が配置されており、これらを利用して作業路を開設することを検討しました。

3-1 施業団地の設定

地元財産区と林業事業体の要望で、カラマツが多く収入が見込める林分を施業団地とすることとしました。森林基本図、森林簿図および現地調査の結果、図3で「施業計画地」と矢印で図示された箇所を施業団地とすることとしました。

3-2 立地の把握

路網配置を回避すべき箇所を抽出するために、森林基本図（図3）、航空写真（図4）、傾斜区分図（図5）、地質図およびCS立体図（図6）を使用しました。

森林基本図には崩壊地も図示されておらず、極端な等高線の変化も見られません。このことより森林基本図から回避すべき危険地は見られないと考えました。航空写真からも崩壊地のような未立木地などは回避すべき危険地は見られませんでした。

次に傾斜区分図から施業計画地内には35度以上となるような急傾斜地は少ないことがわかりました。また地質図より、当該箇所は主に安山岩からなり比較的安定した地質であると考えられます。以上のことから作業道程度の規格ならば開設しても問題ないと思われました。

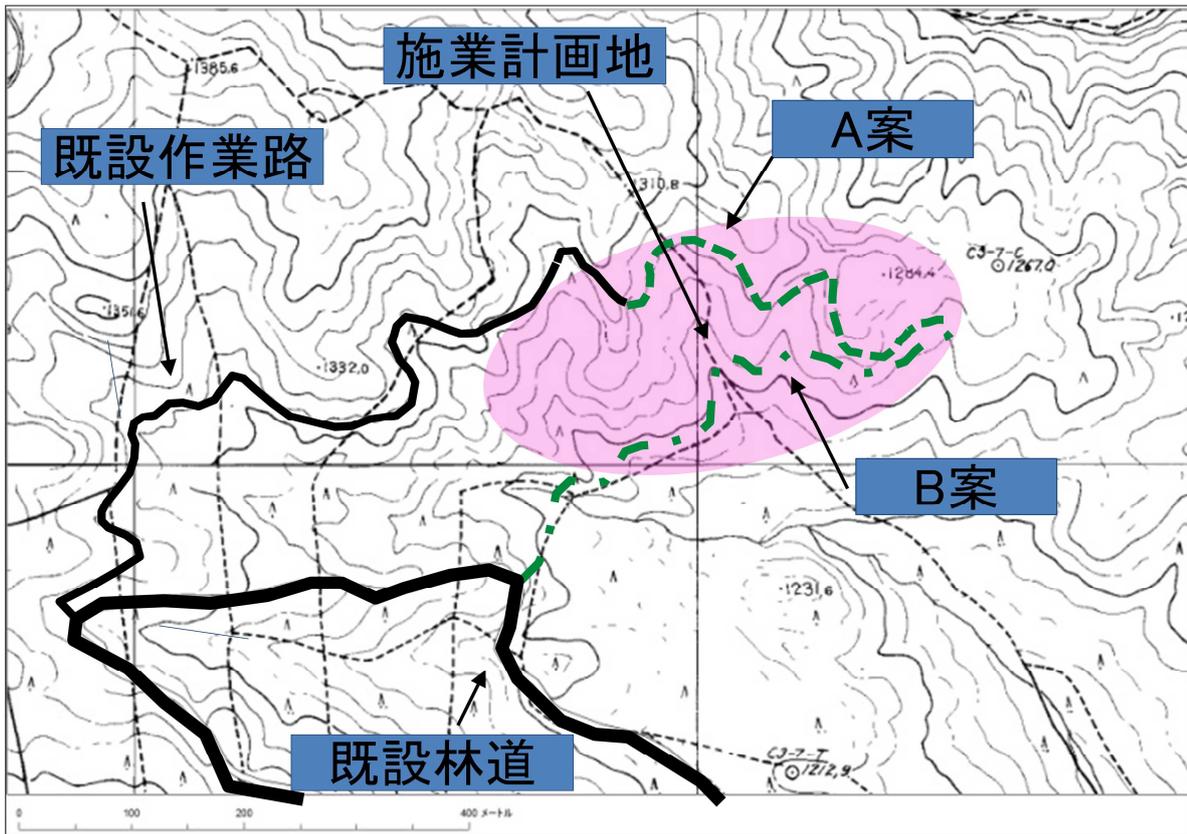


図3 森林基本図

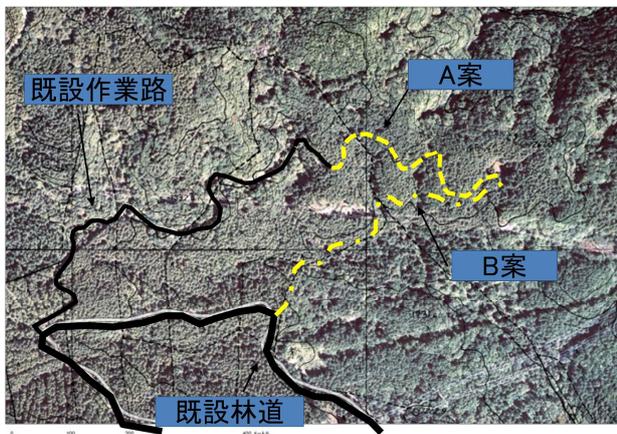


図4 航空写真

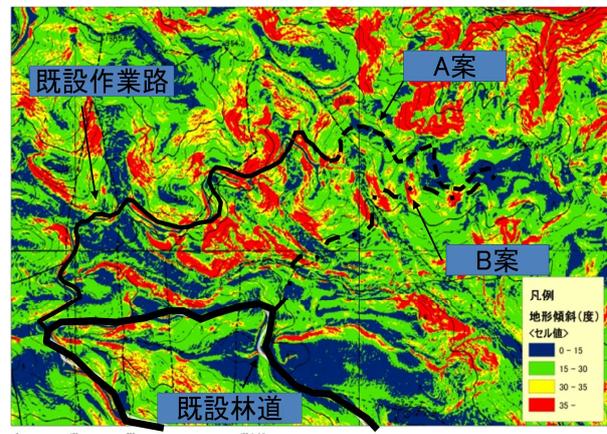


図5 傾斜区分図

次にCS立体図から開設の支障となる地形の予測を行いました。まず既設林道と既設作業路が白い平坦地として表現されています。この既設作業路の北側に様々な微地形が見られます（一点鎖線で示しました）。まず一点鎖線の西側部分に鞍部が存在します。これは従来の等高線からもわかるものです。鞍部の東側に重力方向と異なる向きに白い筋が見えます。重力方向と異なることから雨水で出来た侵食ではないと判断できます。更に東側に小さな崩壊地が直線状に並んでいます。このように脆弱な地質により形成されたと考えられる地形が一直線に並んでいることから、一点鎖線上に断層が存在することが示唆されます。この断層と予測される線上に作業路を開設する場合、地質が脆

弱で崩壊の危険性が高いので、切土断面が大きい設計を避ける必要があります。現地踏査の結果次第では開設自体を回避することも検討しなければいけません。

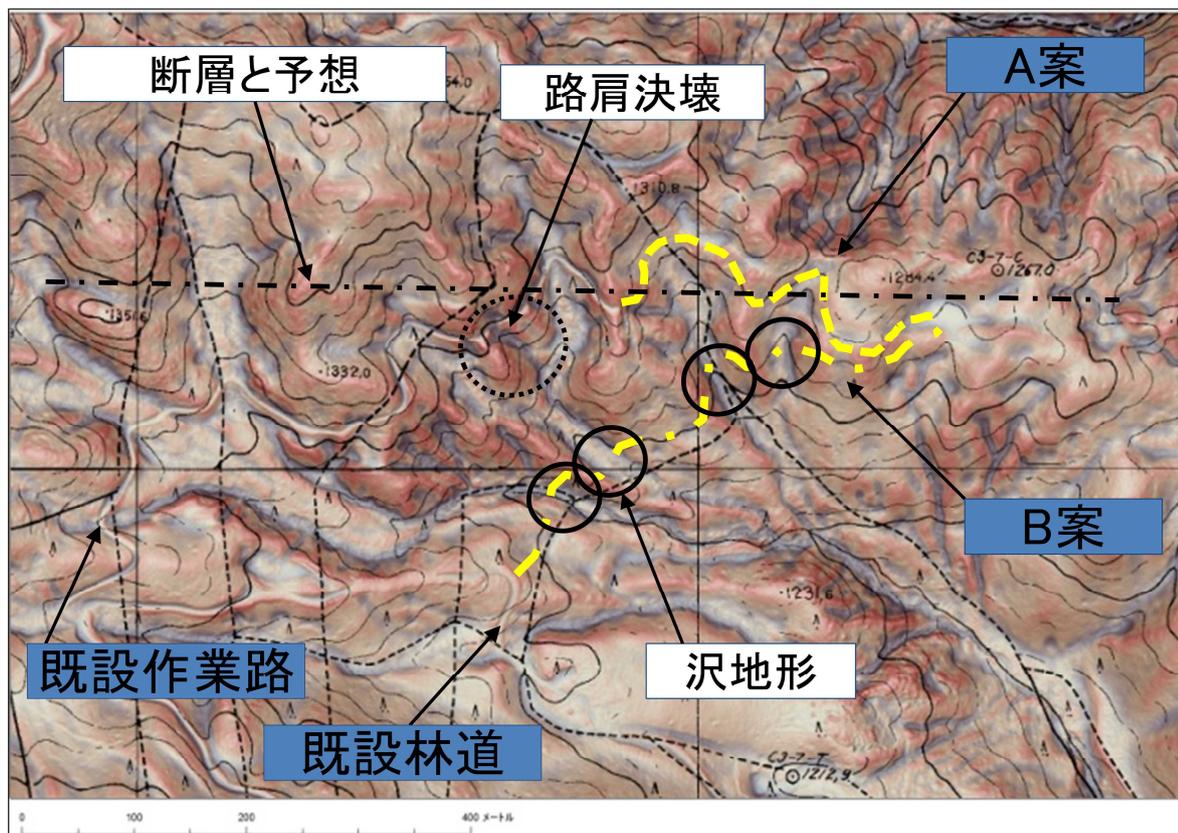


図6 CS 立体図

3-3 路網の検討

次に既設作業路の先線となるA案と、既設林道から分岐するB案の2路線について検討しました。まずA案ですが、既設作業路に路肩決壊と思われる地形が見られます(図6 点線の円内)。図7の森林基本図では良くわかりませんが、図8のCS 立体図では3箇所の路肩決壊が確認できます。立地の把握の際に近隣に断層と思われる地形が見られることから、脆弱な地質が原因の路肩決壊と予測されます。現地踏査の際に通行可能か判断する必要があります。

次にB案ですが、計画線形上に4箇所の沢地形が見られます(図6 実線の円内)。図9の森林基本図と図10のCS 立体図の両方の地形図で沢地形を確認することが出来ます。図10のCS 立体図では、より明瞭に侵食跡が確認できることから常水のある溪流であると判断されました。現地踏査の際に、洗越し工などで渡河できるか判断する必要があります。

図11では確認できませんが、図12のA案とB案の終点付近に、比較的大きな平坦地が見られます。特異な地形なので、現地踏査で作業路開設に支障があるか確認する必要があります。

以上の検討結果を以下の3点にまとめました。現地踏査ではこの3点を重点的に確認しました。

- (1) 既設作業道にある3箇所の路肩決壊
- (2) B案計画線形上にある4箇所の沢地形
- (3) A案とB案の終点に見られる平坦地

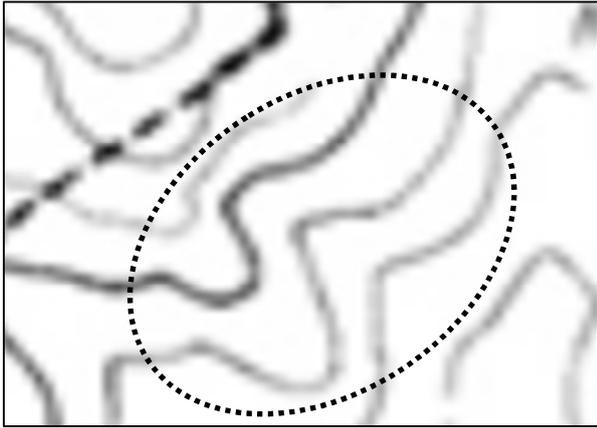


図7 路肩決壊（森林基本図）

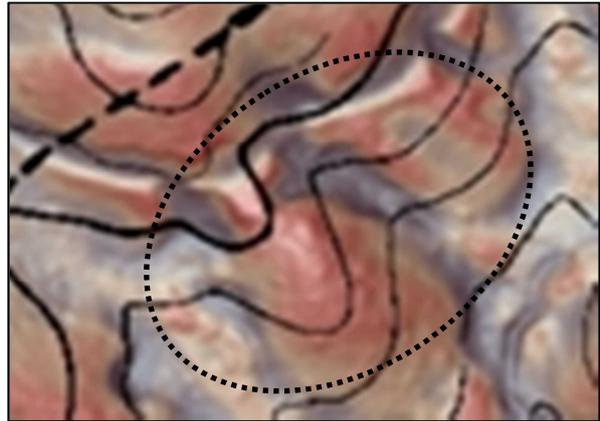


図8 路肩決壊（CS 立体図）

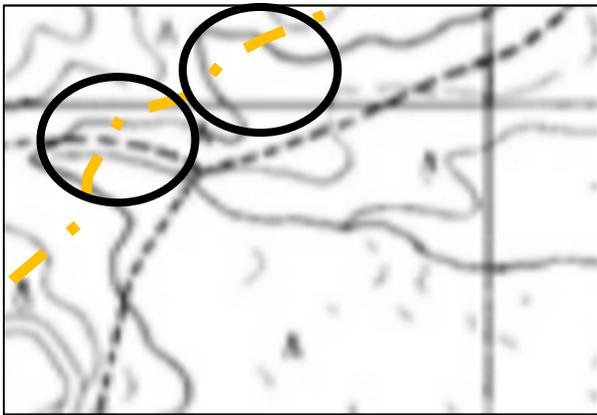


図9 沢地形（森林基本図）

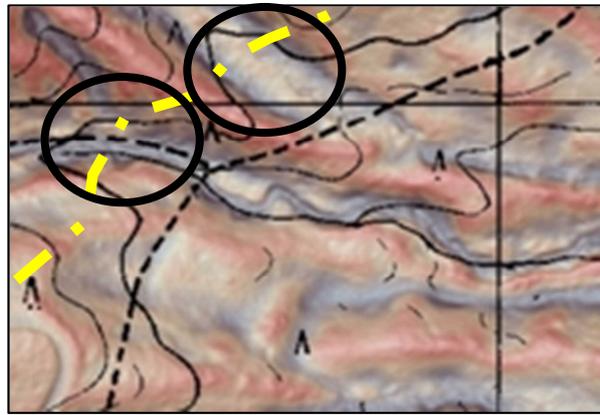


図10 沢地形（CS 立体図）



図11 平坦地（森林基本図）

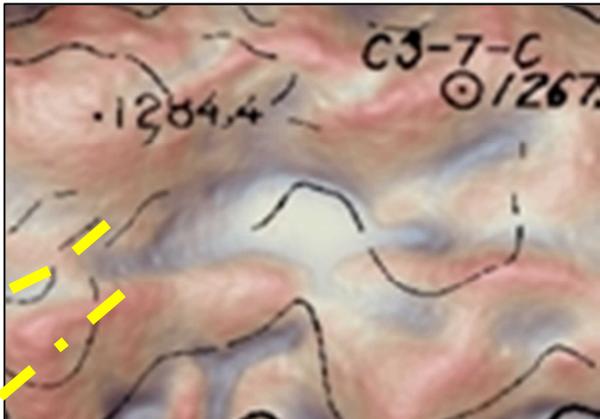


図12 平坦地（CS 立体図）

3-4 現地踏査

事前の検討結果をもとに現地踏査を行いました。(1)の既設作業路の路肩決壊ですが、写真3のように規模が大きく、またCS立体図の検討結果より脆弱な地質と予想されたことから、復旧工事には多額の費用が必要となります。従ってA案の計画線形は、技術的には開設可能であるが経済的に困難であると判断されました。

次に（２）のＢ案の計画線形上にある沢地形を確認しました。写真４で見られるように、常水のある溪流でした。土石流などで荒廃した様子も無く、水量も多くはありませんでした。同行した地元林業事業体の技術者と長野県林務課職員に技術的なアドバイスを受け検討した結果、工法の工夫によって渡河することが可能であると判断されました。

最後に（３）の平坦地を確認しました。CS立体図で平坦地と表現された地形は写真５に示すように池でした。近隣に断層と思われる地形があることから、二重山稜に水が溜まって形成された池であると推測しました。将来的に崩壊が発生する可能性があります、作業路の終点より先の地形であり地形を改変することがないため、今回の作業路開設には支障が無いと思われます。

以上の結果を表１に取りまとめました。取りまとめ結果より、Ａ案は開設困難であり、Ｂ案は開設可能であると判断されました。



写真3 路肩決壊の状況



写真4 沢地形の状況



写真5 平坦地の状況

表1 現地踏査の結果

	(1) 路肩決壊	(2) 沢地形	(3) 池	総合
A案	開設困難	—	開設に支障なし	開設困難
B案	—	開設可能	開設に支障なし	開設可能

4 まとめ

今回の調査では、CS 立体図で危険想定箇所を予測し、重点的に行う踏査地点を選定した後、実際に現地踏査を行いました。現地踏査の結果から、CS 立体図を用いることで詳細に地形を予想できることが確認されました。また CS 立体図を利用することで現地の地形や地質をより深く理解できるため、災害に強い林内路網の開設についてより詳細に検討できたことから、CS 立体図は災害に強い路網開設の計画に有効でした。

おわりに

CS 立体図を使うことで、従来の地形図では得られなかった情報を多く得ることが出来、CS 立体図の可能性が大きいと感じました。また、図面情報だけでなく技術者による現地確認も重要であり必要不可欠です。従来の技術とともに CS 立体図を活用することで、災害に強い安全な路網整備が期待されます。