

# 林業専用道新設工事における 軟弱な土質に対する安定処理の実施と検証について

岩手南部森林管理署 業務グループ 一般職員 畑田 宏

## 1. はじめに

今年度の沢山沢林道の新設工事では、土質の大半が粘土だったため、岩ズリによる置換工法とコスト比較を行い、コスト有利であったセメントによる安定処理工を行った。

セメントによる安定処理工は、東北森林管理局の林道新設工事では施工事例が少なく、一軸圧縮試験による配合試験を行っての施工は初めてであった。そこで、今回は施工後に支持力調査を行い、現場での意見や経験をまとめて安定処理工の効果を検証した。

さらに、今回のコスト比較と支持力の調査結果を通して、林業専用道における軟弱な土質に対して、どのような工法が有効か検討することにした。また、道路新設工事以外での安定処理工の施工事例について調べ、この工法が林道事業のどのような場面で効果を発揮するか検討した。

## 2. 現地の状況と工法の検討

### (1) 現地の状況

設計段階から軟弱な土質であることは指摘されていたが、工事を開始すると土質の大半が粘土であった。夏から秋にかけては雨が多く、作業日の約半分が雨天という状況で、工事を進めるのが難しい状況であった。

当初、土質が粘土なのは表層だけと考えていたが、場所によっては2 m以上粘土質の土であった。このような状況で道路を完成させても、完成後に沈下や盛土の崩壊も予想されたので、対策を検討した。

まず、路床の一部を岩ズリによる置換工法を検討した。しかし、置換工法を工事区間全体で行うと、資材の搬入に日数がかかるうえ、資材運搬車両が工事区間内を何度も通行すると、バックホウが作業しにくいという問題が生じる。そこで今回は、工事起点付近は岩ズリによる置換工法、終点付近はセメントによる安定処理工を行うことにした。

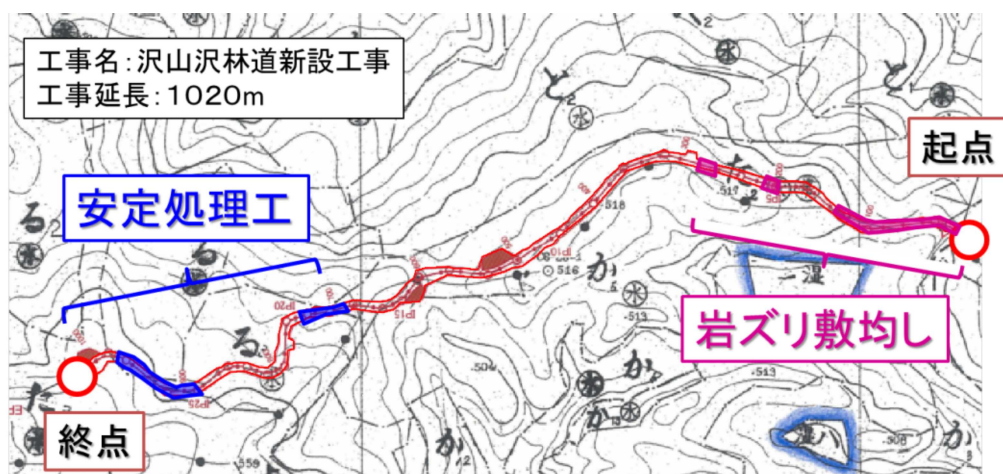


図 1. 今回の施工方法



写真 1. 現場の土質



写真 2. 土質の確認状況

## (2) 安定処理工とは

安定処理工とは、固化材を散布し路床および構造物基礎の土質を改良する工法である。この工法は、道路工事のほかに宅地の基礎の液状化対策や建設発生土の改良に用いられる。今回の新設工事では、図 2 のように路床の一部を安定処理工により改良した。

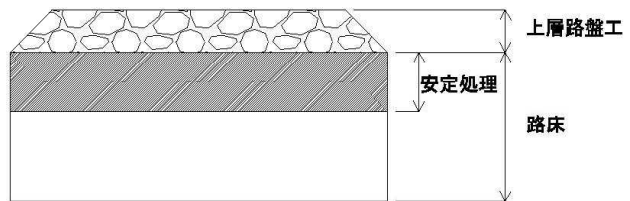


図 2. 安定処理工の施工断面

安定処理工に使用される固化材は、セメント系固化材から超速硬セメントまでさまざまなものがある。今回は、六価クロム溶出を抑制する効果がある特殊土用セメント（太平洋セメント ジオセツト 200）を使用した。

## (3) 設計および施工

土質の確認を行い、土質試験により配合量を決めて施工を行った。土質の確認は、写真 1 のように手でこねて粘土質であることを確認し、測量杭が容易に貫入できることから改良が必要と判断した。「林道必携（技術編）」においてもシルト、粘土分が多く、含水比が高い土は CBR3%以下と分類されている<sup>(1)</sup>。

本来は CBR 試験や標準貫入試験を行い、路床の支持力を推定し、一軸圧縮試験によって配合量を定める際の検討材料とすべきだったが、今回は、路体の作設作業に入っており急を要したので、このような簡易な方法で判断した。

目標強度の設計に当たっては、林業専用道なので 10 t 積みトラックを想定し、林道設計要領から 14t を設計荷重とした。目標強度の算出は、「セメント固化材による地盤改良マニュアル」の設計方法<sup>(2)</sup>に基づいて行った。今回の工事箇所では、砕石層の厚さを 10cm としたので、必要な設計強度を 303kN/m<sup>2</sup> となった。

室内の一軸圧縮試験による必要なセメントの配合量は 100kg/m<sup>3</sup> ~ 150kg/m<sup>3</sup> であった。そこで、現場の土質に合わせて、配合量は 100kg/m<sup>3</sup> と 150kg/m<sup>3</sup> の 2 種類の配合で施工した。安定処理工は 1 日 180m<sup>2</sup> 施工可能で、施工は終点付近の 125m の区間を 2 日で施工した。



写真3. 施工状況



写真4. 施工厚さの管理状況

### 3. 研究方法

#### (1) 施工方法のコスト比較

安定処理工を施工するにあたり、岩ズリによる置換工法とセメント配合量  $100\text{kg/m}^3$  および  $150\text{kg/m}^3$  の安定処理工との道路  $1\text{m}$  あたりのコスト比較を行った。コストの内訳は、資材および施工にかかる費用、資材の現場内運搬費および上層路盤工の費用とした。なお、安定処理工の歩掛は、治山林道必携<sup>(3)</sup>におけるバックホウ混合の歩掛を採用した。

#### (2) 支持力調査

安定処理工の配合量と支持力の値を比較するために、各配合量について材令7日で支持力調査を行った。次に、岩ズリによる置換工法と比較するため、岩ズリの敷均し箇所の支持力も調査した。

支持力の調査は、土力計（財団法人 林業土木コンサルタンツ技術研究所 JFEC-99.2）を使用した。



写真5. 支持力の調査状況

### 4. 結果及び考察

#### (1) 施工方法のコスト比較

各施工方法の道路  $1\text{m}$  当たりのコスト比較結果は表1のようになった。今回の工事箇所では、配合量  $100\text{kg/m}^3$  の安定処理工の施工単価が  $5,859\text{円/m}$  となり、もっともコスト有利となることを確認した。現場内運搬費は、安定処理工の資材量が岩ズリ敷均しより少ないため、 $900\text{円}$  以上安かった。

また、安定処理工で改良した路床は転圧をすると割れるおそれがあり、転圧をしなかったため、上層路盤工の費用が安くなった。

表1. コスト比較結果

	岩ズリ敷均し	安定処理工 ( $100\text{kg/m}^3$ )	安定処理工 ( $150\text{kg/m}^3$ )
資材および施工	3,210	4,474	5,216
現場内運搬	966	30	50
上層路盤工	1,802	1,355	1,355
合計	5,978	5,859	6,621

現場内運搬は、運搬距離 $0.9\text{km}$ としている

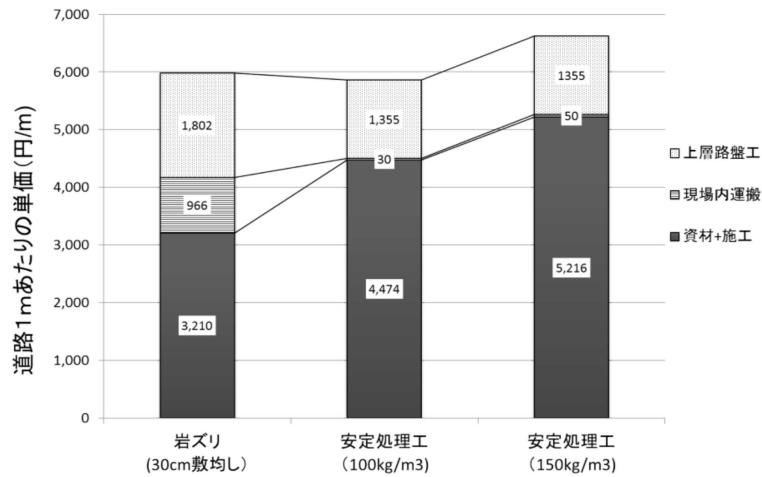


図3. 施工方法のコストの内訳

(2) 支持力調査

各施工方法の支持力調査の結果は表2のようになった。安定処理工の施工箇所については、セメント配合量 100kg の箇所で支持力は最大値 816kN/m<sup>2</sup> となった。土質試験の結果から、材令 28 日での支持力は 950kN/m<sup>2</sup> 程度と推定される。許容支持力に換算すると、軟岩の許容支持力の範囲<sup>(4)</sup>であった。また、最小値はセメント配合量 150kg/m<sup>3</sup> の箇所で 213kN/m<sup>2</sup> であった。

岩ズリ敷均し箇所の支持力は 1,131kN/m<sup>2</sup> となり、安定処理工における最大値の 1.4 倍の値となった。

表2. 支持力の調査結果

測点	予備載荷の荷重 (kN)	載荷量 P (kN)	初期値 S <sub>0</sub> (mm)	変動値 S <sub>1</sub> (mm)	沈下量 S (mm)	極限支持力 (kN/m <sup>2</sup> )	備考
SP905	4	20.0	86.0	74.0	12.0	285	路床、配合 150kg/m <sup>3</sup>
SP950	5	18.0	95.0	70.0	25.0	213	路床、配合 150kg/m <sup>3</sup>
SP20	5	25.0	83.0	78.0	5.0	1,131	路床、岩ズリ
SP704.5	5	15.0	95.0	91.0	4.0	816	路床、配合 100kg/m <sup>3</sup>
SP704.5	5	25.0	95.0	81.0	14.0	480	路床、配合 100kg/m <sup>3</sup>

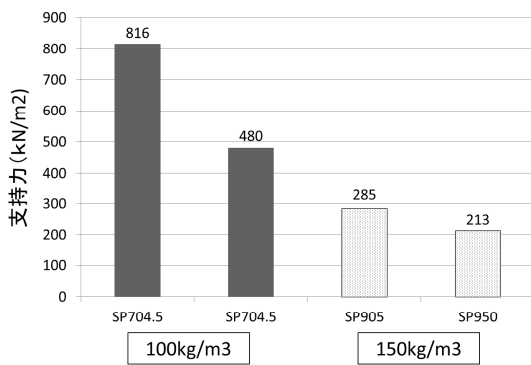


図4. 安定処理工の支持力

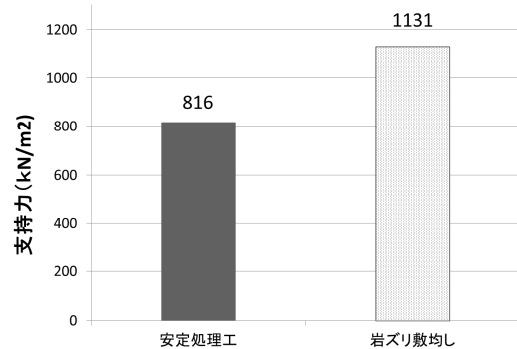


図5. 岩ズリとの支持力比較

### (3) 考察

施工コストは岩ズリの単価とセメント配合量により大きく左右される。今回の現場のように最寄り碎石場から遠く、安定処理工がコスト有利になることは少ないと思われる。

支持力調査の結果については、安定処理工の支持力もコンクリートの強度と同様にばらつきが出るが、同じ配合量でも支持力に 1.3 倍～ 1.7 倍のばらつきがあり、ばらつきの幅は予想以上に大きかった。また、セメント配合量が  $150\text{kg/m}^3$  の方が支持力が低くなった原因は、施工した翌日の雨により土壌の水分量が多くなったためと思われる。改良土の強度は、固化材量  $C$  と水の総量  $W$  の比  $C/W$  に比例するとの報告もあり<sup>(5)</sup>、土壌の水分量に注意が必要である。

施工時の環境影響については、セメント由来の六価クロムは、土壌における環境基準があるので注意が必要である。東北森林管理局の土木担当者による現地検討会では、施工時のセメントの飛散にも注意が必要との意見があった。

以上をまとめると、林道の新設工事では、岩ズリ等による置換工法がコスト有利になることが多いと思われ、また支持力も大きいため、岩ズリ等による置換工法を採用するのがよいと考える。ただし、大規模に改良を行う際に、岩ズリ等の資材が高騰した場合や現場内の運搬が多くなる場合には、安定処理工も検討すべきである。

また、安定処理工は地震災害時の高速道路における復旧工事での施工事例<sup>(6)</sup>もあり、災害時や事業実行中に林道が崩れた場合にも効果を発揮すると考える。

## 5. 参考文献

- (1) 日本林道協会, 林道必携 (技術編) 平成 23 年版, P37
- (2) 社団法人 セメント協会, セメント系固化材による地盤改良マニュアル, P124-P127  
技術出版株式会社
- (3) 一般社団法人 日本治山治水協会・日本林道協会, 治山林道必携 (積算・施工編)  
平成 26 年版, P784-P787
- (4) 日本林道協会, 森林土木構造物標準設計 擁壁編 平成 20 年(2008 年)発行, P25
- (5) 社団法人 セメント協会, セメント系固化材による地盤改良マニュアル, P43-P44 技術出版株式会社
- (6) 社団法人 日本土木工業協会, 特集・レポート, 駿河湾震源地震 のり面崩落被害! - 東名高速道路の応急復旧に建設各社が貢献  
<[http://www.nikkenren.com/archives/doboku/ce/ce1002/tokusyu\\_01.html](http://www.nikkenren.com/archives/doboku/ce/ce1002/tokusyu_01.html)> (2015 年 2 月 20 日アクセス)