

技術資料

森林作業道における盛土の作設方法と強度の関係

和多田 友宏・臼田 寿生

Relationship between embankment construction method and strength on forest work roads

Tomohiro Watada, Hisao Usuda

森林作業道における盛土の締固め方法の違いが盛土の強度に及ぼす影響を把握するため、異なる厚さで締固めた盛土について、簡易動的コーン貫入試験により強度 (Nd 値) を測定した。締固めを行う層の厚さが 1.0m のパターンは、締固め面より深くなるほど、Nd 値が低下する傾向が認められ、0.3m のパターンとの間に有意差が認められた。このことから、十分な強度の盛土を作設するためには、1 層の締固め厚さを 0.3m 程度とすることが重要であることが示唆された。

キーワード：森林作業道，盛土，締固め，バックホウ，Nd 値

I はじめに

森林作業道は森林整備や木材の集積・搬出のため継続的に用いられる道であり、繰り返しの使用に耐えることが求められている。森林作業道作設指針 (林野庁 2010; 以下、指針とする) には、盛土について、堅固な路体をつくるため、締固めを概ね 30cm 程度の層ごとに十分に行うとしている。ただし、指針には盛土の締固め回数や強度などの具体的な数値は示しておらず、森林作業道にふさわしい盛土をつくるためには、作設方法の違いが盛土の強度に及ぼす影響を明らかにする必要がある。

本研究では森林作業道の盛土作設を想定し、森林作業道を掘り下げた溝に土を埋め戻す工程において、締固める厚さを変えた試験を実施し、簡易動的コーン貫入試験 (以下、簡易貫入試験とする) により盛土の強度を測定した。

II 調査方法

1. 試験地

試験は、岐阜県美濃市内の岐阜県立森林文化アカデミー演習林内森林作業道で 2018 年 10 月 25 日の晴天時に実施した。

2. 土質および含水比の確認方法

土質は、試験地の土を持ち帰り、ふるい分析 (地盤工学会基準 JGS 0131-2009) による粒度試験を行い、礫分、砂分および細粒分の含有率により分類した。含水比は、地盤工学会基準に基づく含水比試験 (JGS 0121-2009) により求めた。

3. 盛土作設使用機械および盛土強度確認方法

盛土の締固めには機械重量 3.2t の小型バックホウ (KOBELCO:SK30SR 2020) を使用した。締固めに用いたバ

ケットは、容量 0.09m³、幅 0.5m であった。

盛土の強度の確認には、SH 型貫入試験機 (ダイトウテクノグリーン株式会社 2020) を用いた簡易貫入試験 (地盤工学会基準 JGS 1433-2012) により求めた Nd 値を用いた。測定方法は、質量 5kg のハンマ (おもり) を 50cm 高さから自由落下させ、貫入量約 10cm に相当する打撃回数を記録し、この測定結果から、土層の深さ毎に貫入量 10cm に相当する打撃回数 (Nd 値) を求めた。簡易貫入試験は、盛土の締固めパターン毎に 3 回実施した。

4. 締固めを行う層の厚さが異なる盛土の作設

締固めを行う層の厚さの違いが盛土の強度に与える影響を明らかにするため、層厚の異なるパターンの Nd 値を比較した。試験地となる森林作業道路体に、深さ 1.0m、幅 0.6m、長さ 3.0m の溝を 2 箇所掘削し (図-1)、締固め 1 工程分 (以下、1 層とする) の厚さを 0.3m (0.3m で 3 層) と 1.0m (1.0m で 1 層) の 2 パターンに分けて、掘り取った土砂を用いて埋め戻した。締固めはバックホウのバケットにより行い、1 層あたりの締固め回数は 5 回とした。

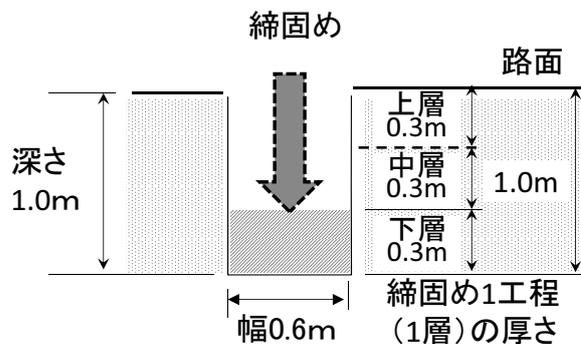


図-1 試験区の断面図

作設された盛土の路面を起点とした深さ毎の盛土の強度を、簡易貫入試験により測定した。

Ⅲ 結果と考察

試験地の土を分析した結果、土質は礫質土、含水比は約 21%であった。

Nd 値と盛土の強度の関係については、中野ら (2013) が SH 型貫入試験機を用いた簡易貫入試験による盛土の崩壊深推定を行った試験において、盛土崩壊発生箇所 Nd 値は 5 未満であることが多いことを報告している。

このため、今回の試験では、盛土の強度が不十分と評価する Nd 値を 5 未満とした。

試験の結果、層厚 0.3m パターンにおいては、深さ 0.3m を越えても Nd 値 5 以上の値が検出された。一方、層厚 1.0m パターンでは、すべての深さにおいて 5 未満となり、締固め面より深くなるほど Nd 値が低下する傾向が認められた (図-2)。また、1.0m パターンと 0.3m パターンの Nd 値には有意差が見られ (U 検定, $p < 0.01$)、敷均し厚さが大きくなると Nd 値が低下する傾向が認められた (図-3)。なお今回の試験方法は、溝状に掘削した箇所に盛土を行っており、締固め作業の際に盛土の横方向への荷重の分散が抑制されるため、通常の森林作業道における盛土作設と条件が異なるが、鉛直方向での盛土強度の比較のみを行っており、溝の壁面による締固め強度への影響は小さいと考えられる。

以上のことから、崩壊の発生を防ぐのに十分な強度の盛土を作設するためには、0.3m の層ごとに締固めを行う必要があると考えられる。

今回の試験結果から、森林作業道において十分な強度の盛土を作設するには、1 層の締固め厚さを 0.3m 程度とすることが重要であることが示唆された。森林作業道

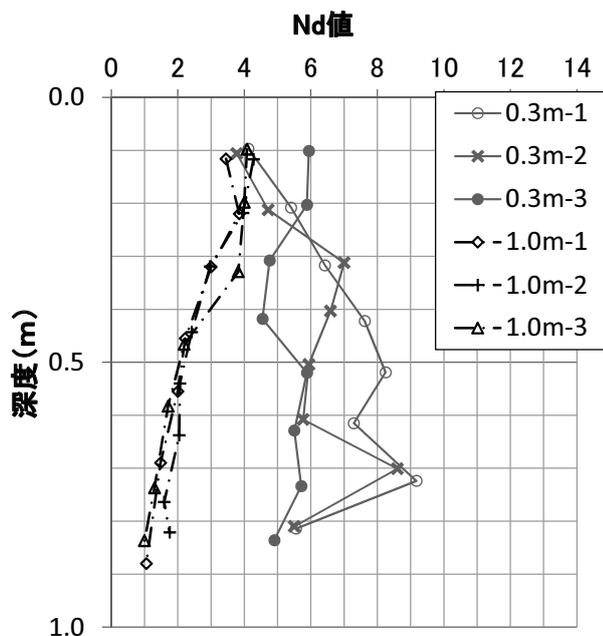


図-2 締固め層の厚さが異なるパターンにおける深度ごとの Nd 値

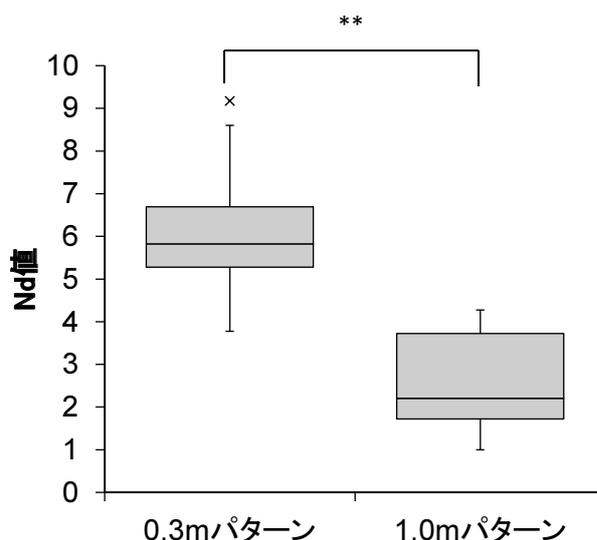


図-3 締固め層の厚さが異なるパターンにおける Nd 値箱ひげ図の箱は下から 25, 50, 75 パーセントイル、箱の上下のバーは四分位範囲の 1.5 倍未満にある最大値、最小値、バーの外は外れ値を表す。

アスタリスクはパターン毎で Nd 値に統計的な有意差 (U 検定, $** : p < 0.01$) があることを示す。

は、切土盛土による土構造を基本とすることから、十分な強度の盛土を作設する施工方法は重要な要素となる。壊れにくい森林作業道作設のために、各現場において、1 層の締固め厚さを 0.3m 程度とすることを徹底する必要があると考える。なお今回の試験においては、層厚 0.3m パターンで締固め回数を 5 回とした時に概ね Nd 値 5 以上の強度の盛土が作設されたが、現場条件に応じた締固め回数を今後確認する必要がある。今後は本試験と締固め回数、使用機械や土質が異なる条件においても同様の試験を行い、各種条件ごとの最適な締固め方法を検討する必要がある。

本研究にあたっては、岐阜県立森林文化アカデミーの杉本和也講師にご協力をいただいた。ここに記して厚くお礼申し上げます。

引用文献

ダイトウテクノグリーン株式会社 (2020) SH 型貫入試験機 (オンライン) .
https://www.daitoutg.co.jp/p_rs_shpenetro.php
 (参照 : 2020 年 12 月 24 日)

KOBELCO (2020) 製品情報, ミニショベル, 後方超小旋回ミニショベル (オンライン) .
<https://www.kobelco-kenki.co.jp/products/minishovel/SK30SR-6.html>
 (参照 : 2020 年 12 月 24 日)

中野裕司・安部隆博・猪俣景悟・本間友芳 (2013) SH 型貫入試験による盛土の崩壊深推定について. 第 10 回地盤工学会 関東支部発表会

林野庁 (2010) 森林作業道作設指針. 林野庁