

85 風倒木地における斜面表層土の状況に関する検討

○ (株) エイトコンサルタント 片山 哲雄 岸根 泰三
(財) 砂防・地すべり技術センター 松村 和樹 栢木 敏仁

1. はじめに

九州北部に広範囲に分布する風倒木地やその周辺については、これまでに風倒木地は小さい降雨でも崩壊しやすいこと、また、周辺の非風倒木地でも同様に崩壊しやすいことがわかっている。この原因としては、風倒木地やその周辺では強風により立木が揺すられ、表層土の土質強度等が変化したためと仮定されている。

また、これらの土砂処理計画には不安定斜面の同定が必要であるが、風倒木の発生地域は広範囲に分布するため、顕著な変化が見られない非風倒木地における不安定斜面の同定は困難である。そこで、既往報告^{1) 2)}では、非風倒木地における不安定斜面は根切れ等が生じ植生活力が低下していると仮定した上で、リモートセンシングを活用した植生状況と崩壊の関係を導き、非風倒木地の不安定斜面の同定が可能となったとしている。

しかし、このような知見は、あくまでも災害実績等に基づく仮定事項であるため、その妥当性を証明するためには、風倒木地・非風倒木地の不安定斜面や通常の斜面の土質状況の違いの把握が必要となると考えられる。

以上のことから、本検討では、風倒木地、非風倒木地の不安定斜面および通常の斜面の土質状況の違いを把握するため、調査を実施し斜面の土質状況について検討した。

2. 検討方針

今回の調査で把握する土質状況としては、①風倒木地斜面・非風倒木地の不安定斜面や通常斜面の各斜面種別毎の土質強度の差、②各々の斜面表層土の土質強度の深度分布状況、である。

本検討では、このことを念頭におき、条件が等しい斜面を選定して、土質調査により表層土の土質強度について検討した。

2.1 対象斜面

調査対象斜面は、斜面方向、勾配および風倒木発生後の降雨量等の斜面条件を等しくするために、30°以上の隣接する一連の斜面を対象として、風倒木地、非風倒木地の不安定斜面および通常斜面を選定した。この非風倒木地の不安定斜面および通常斜面については、既往の植生状況調査^{1) 2)}の結果に基づき特定したものである。選定した調査斜面は、風倒木が集中的に発生した大分県上津江村の上野田川流域内の斜面である。

2.2 土質調査方法

土質調査方法としては、上記斜面種別毎の土質強度の面的分布および深度分布を把握するために、土研式簡易貫入試験を行った。試験ポイントは、斜面を10mメッシュで区分したメッシュ交点とした。

3. 土質調査および表層土の強度分布の検討

3.1 土質調査

簡易貫入試験については、風倒木地 42 ポイント、非風倒木地不安定斜面 29 ポイント、通常斜面 10 ポイントおよび風倒木地内崩壊地 2 ポイントで試験を実施した。この調査で得られた各ポイントの深度毎の強度 (Nc 値) を以下のように整理し、風倒木地、非風倒木地の不安定斜面および通常の斜面の土質強度の違いについて検討した。

3.2 データ整理

調査した簡易貫入試験結果を使用して、以下のように各斜面種別毎の Nc 値—深度の関係を導いた。

調査結果は、礫層の介入および表層土厚のバラツキによりデータのバラツキが多いため、まず礫層のデータとして各試験ポイントの Nc 値の前後のデータから突出的に高くなる値を抽出し除外した。また、データを貫入深度の深度階級毎で区分することで、表層土厚のバラツキを除外した。

なお、崩壊地内表面の Nc 値を崩壊しない強度と考え、崩壊地内の貫入試験結果である Nc=7 以下の土層について検討することとした。

また、非風倒木地不安定斜面では、堆積厚が極端に厚い場所や砂礫混入が多いと判断される場所があり、さらにこれらのデータを除外してデータを整理した。

3.3 検討結果

ここで、風倒木の代表的な表層土厚については、過去の調査成果³⁾では1.0~2.0m(平均1.5m)となっている。また、塚本らの研究⁴⁾ではスギの鉛直根の深さは幹の直径の5倍で近似されるとあり、現地のスギの平均胸高直径がほぼ0.3mであることから、風倒木地のスギの鉛直根はほぼ1.5mと考えることができる。これらのことから、風倒木地の斜面の代表的な表層土厚は1.5m程度と考えられる。

そこで、Nc=7に達する深度が1.0~1.5mのポイントについて、斜面種別毎に深度毎のNc値を平均すると、図1のような斜面種別毎の深度—Nc値の関係が得られた。この結果では、0.5m付近および1.0m付近において、通常斜面と比較し風倒木地および非風倒木地の不安定斜面の強度(Nc値)が低くなっていることがわかる。

4. 考察

平成5年6月の崩壊実績では、大分県内の風倒木発生地域において発生した崩壊の平均崩壊深は1.0m程度であったと報告されている。今回の結果から、深度1.0m付近の強度に着目すると、通常斜面のNc=6程度に対し、風倒木地・非風倒木地不安定斜面ではNc=2程度と約1/3に低下している。

深度毎の崩壊発生しやすさは、崩壊発生時のせん断力と抵抗力の比により定まるものである。今回の結果では、深度1.0m程度の土層について、崩壊時の風倒木地・非風倒木地の不安定斜面の[抵抗力/せん断力]の値が通常斜面と比較し極端に小さくなる傾向がある。このことから、風倒木地・非風倒木地の不安定斜面では、この深度1.0m付近の土質強度の低下により、崩壊が発生しやすくなったと考えられる。

また、各斜面種別のNc値の下限を結んだ曲線は、植生根、礫等の影響のない純粋な土層の強度を表現している。今回の結果では、このNc値の下限値についても、通常斜面より風倒木地および非風倒木地不安定斜面の方が低くなっており、土層自体の強度が低下したものと考えられる。その原因は、表層土の間隙率などが立木が揺すられた際に増大したためと考えることができる。

さらに、Nc値の増加傾向を見ると、通常斜面において深度0.5m付近にピークが表れており、水平根の緊迫力と考えられる。この理由としては、水平根は、表層から深度50cm内の範囲に分布すると考えられ、土自体の強度は深度増加に伴う垂直応力増加により増加するため、水平根の及ぼす土の緊迫力は深度0.5m程度でピークに達すると考えられるためである。これに対して風倒木斜面および非風倒木地の不安定斜面では、深度0.5m付近の強度が低くなっていることから、立木が揺すられたことによる根の緊迫力も低下したと考えられる。

このことから、やはり風倒木地および非風倒木地の不安定斜面では立木が揺すられたことにより、根切れ等が生じたものと考えられることができる。

5. まとめ

今回の調査では、簡易貫入試験の結果から、風倒木地および非風倒木地の不安定斜面では、表層土の強度自体が低下し、かつ、植生の根の緊迫力も低下していることがわかった。このことから、風倒木地および非風倒木地不安定斜面の崩壊発生は、表層土の強度低下が一因と考えられる。また、今回選定した非風倒木地の不安定斜面は、通常の斜面と比較し表層土の土質強度が低いことがわかった。このことから、植生状況調査に基づく非風倒木地の不安定斜面の同定手法は妥当であると考えられる。これは、風倒木地および非風倒木地不安定斜面の根の緊迫力の低下によっても裏付けられる。

今後は、風倒木地域の崩壊メカニズムの解明のために、土質常数を把握して斜面安定解析等を実施する必要があると考えられる。また、その結果により、崩壊・土石流発生支配降雨等の検証を行う必要があると考えられる。

参考文献：

- 1) 戸木ほか：風倒木地域におけるリモートセンシングの活用性について、平成8年度砂防学会研究発表会概要集, pp131-132, 1996
- 2) 片山ほか：風倒木地域における植生状況と崩壊の関係、平成8年度砂防学会研究発表会概要集, pp129-130, 1996
- 3) 大分県日田土木事務所：宮田川通常(荒廃)砂防事業における調査報告書, 1992
- 4) 塚本良則、窪田順平：斜面プロセスにおける森林の役割、「地形」第12巻第3号, pp243-257, 1991

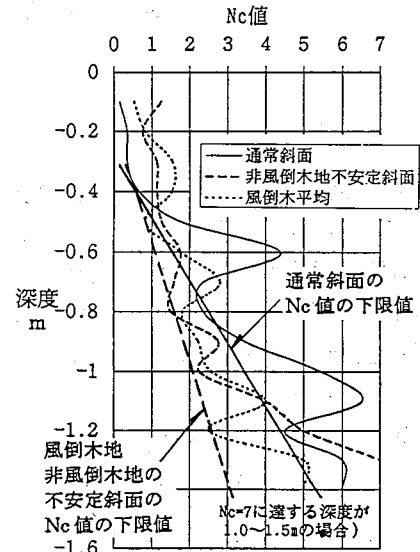


図1 Nc値と深度の関係