

風倒木斜面の地盤強度

熊本大学工学部 正員 ○ 北園芳人
正員 鈴木敦巳
正員 楊 俊傑

まえがき

最近大型の台風が九州地方に上陸し、多大な被害をもたらしている。都市部だけでなく山地部の被害も大きい。中でも林業の受けた被害は大きく、風倒木として社会問題となっている。山地部の災害としては現在のところ樹木の被害が圧倒的である。しかしながら、集中豪雨時の大雨による二次災害として、風倒木の流出による土石流や斜面崩壊の発生が懸念されていた。そして平成5年6月の集中豪雨によって、風倒木が発生した斜面を含んだ地区で斜面崩壊が多発した。風倒木が地盤に与えた影響を検討するため、現地踏査と簡単な原位置試験を行ったので報告する。

1. 調査場所と試験方法

阿蘇郡小国町杖立地区でも、平成3年9月の台風で多くの風倒木が発生し、二次災害の恐れがあるということで、風倒木は除去された。しかし、風倒木が処理された斜面を含めこの地区で平成5年6月の集中豪雨で多数の斜面崩壊が発生した。今回の調査ポイントは図-1に示すように阿蘇溶結凝灰岩からなる急崖の上部で溶結凝灰岩の風化土(P.1~P.3)やそれが落下し堆積した崩積土(P.4, P.5)である。調査項目は斜面の傾斜角、植生、斜面形状などである。原位置試験機は簡易貫入試験機、ポータブルコーン試験機、山中式土壌硬度計である。

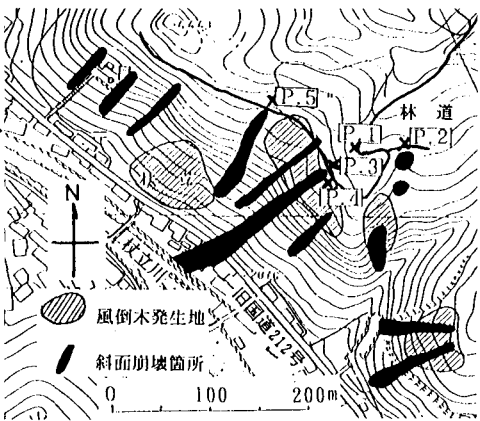


図-1 調査箇所図(阿蘇郡小国町杖立)

2. 調査結果

斜面状況の調査結果を表-1に示す。P.1, P.3, P.4は尾根地形で同一斜面にあるが、P.4では風倒木が発生し、それは除去されたが、根株は倒れたまま残っている。崩壊斜面の観察結果から、溶結凝灰岩の上に崩積土が40~50cm程度堆積していることが判った。崩壊斜面の露出している風化した溶結凝灰岩の簡易貫入試験結果は $N_c > 20$ であった。また、P.4の東隣の風倒木が発生しなかった杉に根曲がりが見られ、周辺の地盤の移動があったことを示している。P.2とP.5は谷地形で林道を挟んで下方に、形状や規模は異なるが崩壊が発生している。表土の含水比は風化土層のP.1, P.2, P.3は40%台であるが、P.4, P.5の崩積土層は60%台とかなり高

表-1 現地踏査および原位置試験結果

	P.1	P.2	P.3	P.4	P.5
斜面形状	尾根	谷	尾根	尾根	谷
斜面傾斜角(°)	13	27	24	41	24
斜面の向き	南西	南東	南西	南西	南
表層土質	溶結凝灰岩 風化土	溶結凝灰岩 風化土	溶結凝灰岩 風化土	崩積土	崩積土
表層厚(m)	1.5	1.6	0.5	0.5	1.3
表層の含水比(%)	44	41	48	69	60
基岩	阿蘇溶結凝灰岩				
植生	杉	杉	杉	杉(風倒木)	杉
表層50cmの qc(kgf/cm ²)	8.8	4.9	4.5	1.6	2.0
Nc(回/10cm)	2.4	1.6	7.2	1.2	0.6
qa(kgf/cm ²)	4.8	5.0	8.1	3.8	0.1

qc:コーン指数 Nc:簡易貫入試験 qa:山中式土壌硬度計

くなっている。

3. 原位置試験結果

図-2、図-3にP. 1とP. 4の簡易貫入試験結果を示す。
1回毎の打撃による貫入量を測定し、次式によってNcを求めた。

$$Nc = 10 \cdot N / d$$

ここで、N：打撃回数、d：貫入量(cm)

斜面崩壊で露出した風化した溶結凝灰岩のNc値は20以上であったことから、これ以上では崩壊の危険度低い基岩とみなすことができる。したがって図-2のP. 1は風化層であるため、深度が増すにつれてNc値も増加しており、表層厚1.5mとなる。一方、図-3のP. 4は55cm迄は2以下と非常に弱いが、それ以後では急にNc値が増加しており、基岩に達したことが判る。このことから、崩積土の場合深さ方向にはほとんど強度は増加しないことが判った。

4. 風倒木斜面の地盤強度

P. 4は尾根地形であるため一般に崩積土の厚さが薄く、倒木の風上側はいたるところで基岩が露出しており、倒木の影響が顕著に現れる風上側の地盤強度は測定できなかった。また樹間(2m)の中央部は崩積土層が薄く原位置試験が困難であった。一方、樹木の斜面上部側はやや厚く堆積しており、ここで原位置試験を行った。この部分は今回の豪雨後も残留していることから倒木の影響が少なかった部分と考えられる。その結果は表-1、図-3の通りであり、倒木の影響が顕著と考えられる地盤の強度はこれ以下であるといえる。また、水の浸透により、これまでの斜面の調査結果より、コーン指数は35%程度低下すると考えられることから、P. 4付近の降雨時のqcは $1.6 \pm 0.65 = 1.0 \text{ kgf/cm}^2$ ($Cu = 0.1 \text{ kgf/cm}^2$)以下と非常に軟弱になり、さらに表層が薄いため基岩との境界まで降雨が容易に浸透し、尾根部分ではあるが傾斜が約40°と急勾配であったため基岩との境界で滑落したと考えられる。

まとめ

今回は、風倒木の発生した斜面は表層が薄く急傾斜の斜面で多発しており、崩壊斜面位置まで到達して調査することは困難であった。そのため、林道沿いに斜面崩壊が発生したP. 4でしか風倒木斜面は調査出来ず、十分な検討は出来なかった。しかし、降雨の集中する谷地形ばかりでなく、風倒木の発生している急勾配の尾根斜面は表層が薄く、根株の抜けた跡に降雨が集まると、軟弱な地盤中に容易に浸透し基岩まで達するので、基岩との境界で滑り、斜面崩壊を起こす危険性が高いことが判った。最後に、資料を提供していただいた小国町役場の方々に感謝いたします。

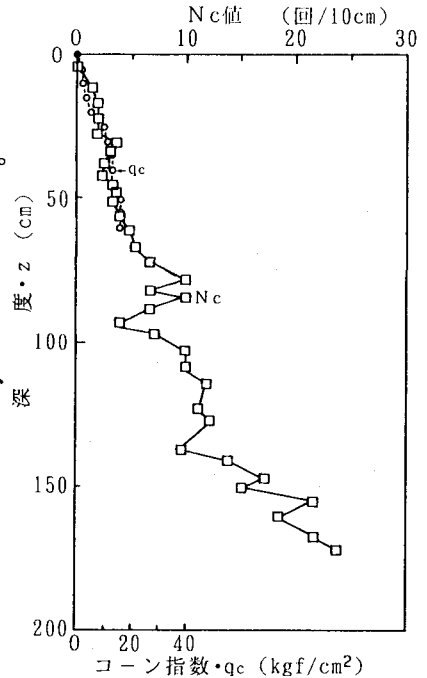


図-2 P. 1の簡易貫入試験
・コーン貫入試験結果

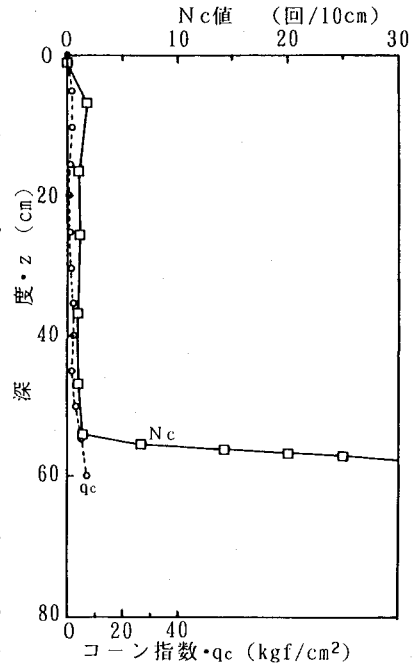


図-3 P. 4の簡易貫入試験
・コーン貫入試験結果