

1. ま え が き

斜面崩壊対策をおこなう場合、斜面に堆積している崩壊のもととなる不安定な土層の厚さ・強度を知ることが重要である。もともと崩壊地となり得る斜面に堆積した不安定土砂は、数m程度の厚さで存在しており、過去の災害例から見ても10mを越えるようなものは存在していない。また崩壊箇所を設定するには、斜面を面的に調査する必要があり、必然的に調査数量も増加するため大型試験器を用いた調査においては経費も増大する。さらに調査地が傾斜しているために作業に支障をきたす場合もある。このようなことから簡便な斜面調査用のサウンディング試験器として簡易貫入試験器が開発され、同試験器を用いた斜面調査がおこなわれている。しかし、調査結果の活用方法が確立されたものがなく、そのために調査方法そのものの目的が定まらず調査が不充分である例も見受けられる。今回は、若干の調査例をあげて簡易貫入試験器を用いた斜面調査の方法・結果の活用方法について検討する。

2 試験器の特性¹⁾

簡易貫入試験器は、図-1に示すように、径16mmのロッドの先端に付けられた円錐コーン（先端角60°、径25mm）を重さ5kgのウェイトを50cmの高さより落下させることによって先端コーンを土中に貫入させ、貫入深10cm当りの落下回数をNc値として土層の貫入抵抗、すなわち土層の密度、締り具合の変化、および地盤の構成を知ることができる。試験方法の原理は、各種の動的貫入試験器と全く同じであるが、斜面での作業が容易なように軽量・小型化したもので、総重量約10kgである。作業は2人で簡単におこなえ、据付・撤去・移動とも極めて容易で1測定に要する作業時間、経費ともに少なく、測点を多く設定することができるため面的に調査をおこなうことができる。

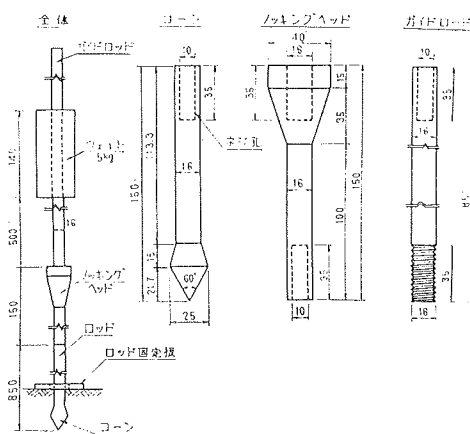


図-1 簡易貫入試験器

3 過去のがけ崩れ災害の状況

がけ崩れ災害の実態を知るために、昭和44～52年の9ヶ年に発生したがけ崩れについて調査した。この調査結果²⁾によると

- 1) 斜面崩壊の多くは、地山の上にある表土、崩壊土などの崩壊であり、地質には比較的関連ない。
- 2) 崩壊しやすい地形は尾根部、谷部より、大きな変化のない斜面である。
- 3) 岩質の地山が崩壊する場合は、成層構造、断層、層理の存在と方向、位置などと地下水の影響を受ける傾向があり、大規模な崩壊ほどこの傾向が顕著である。

4) 崩壊の平均的規模は、表-1のよ

表-1 崩壊規模平均値

	崩壊の高さ h	崩壊の幅 W	崩壊の長さ d	崩壊土量 V	崩壊の到達距離 L	崩壊の斜面長さ h/H	崩壊の位置 L/H	崩壊の形状 W/h
平均値	16.6 ^m	17.6 ^m	1.60 ^m	335.6 ^m	12.0 ^m	23.9 ^m	0.77	0.52
個数	596	600	600	592	598	590	598	1.612
標準偏差	249.3	250.2	4.67	58.1	604.6	922.8	0.08	0.50
標準係数	15.8	15.8	2.16	6.176.2	24.6	30.4	0.29	0.71
変動係数	95.2%	90.1%	124.5%	1,062.1%	20.5%	127.2%	372%	0.135%
最小値～最大値	1.3～209	2～120	0.25～8	1～15,000	0.5～350	1.7～340	0.03～50.01	12.90.06～25.0
第2回調査								
平均値	19.4 ^m	17.1 ^m	2.10 ^m	684.0 ^m	12.8 ^m	—	—	0.71
個数	201	201	201	201	199	—	—	199

うに、厚さ1.6^m、幅17.6^m、長さ23.9^m、崩壊土量335.6^mで崩壊土量の半数近くが100^m以下、300^m以下だけで80%を占める。崩土の到達距離は斜面の高さの0.52倍、一般に3倍以上離れていれば被災の危険がない。

4 調査方法の検討

がけ崩れ災害の実態にみられるように、崩壊規模は比較的に崩壊深も浅く、表土層の崩壊であることから、斜面の表土層および弱層を調べることで、崩壊を予測することができる。この事から調査方法として想定される崩壊斜面に巾5～10^mの測線を設定して、5～10^mピッチの測点で貫入試験をおこない、斜面の地盤特性を探查することにより崩壊規模を推定することができる。

崖錐堆積物によりおおわれている斜面等においては、土層中に多数のレキ、岩塊および転石

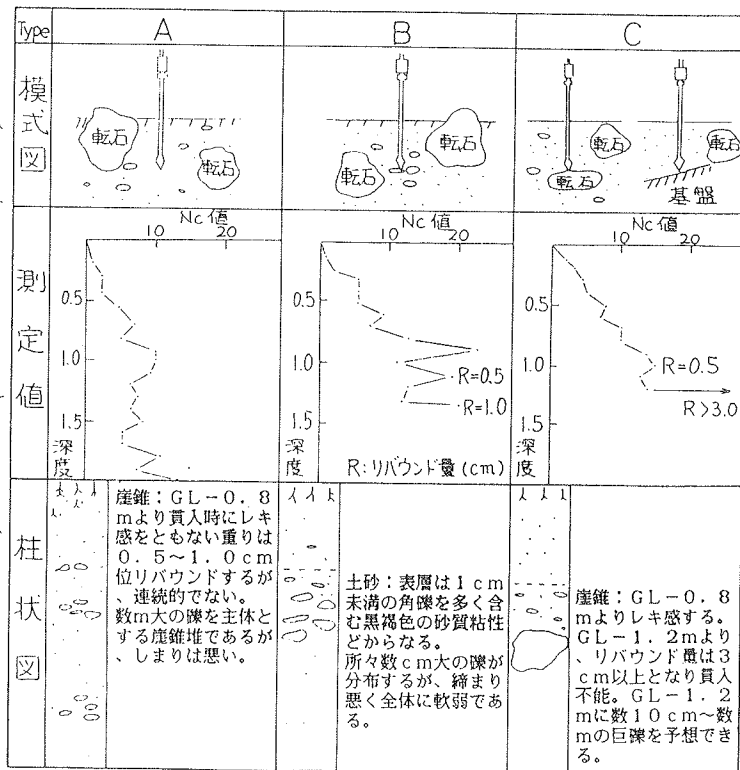


図-2 崖錐堆積物における調査

を含む場合がある。このような地盤で貫入試験をおこなった場合、測定値に現われた結果が、基盤の存在によるものか、あるいはレキ、岩塊、転石によるものか判断しにくい場合がある。このような場合には、図-2の例のように貫入時に、ウェイトのリバウンド量の大小によって、土層中のレキや岩塊の有無、大きさを判断することができる。

5 調査結果の活用方法

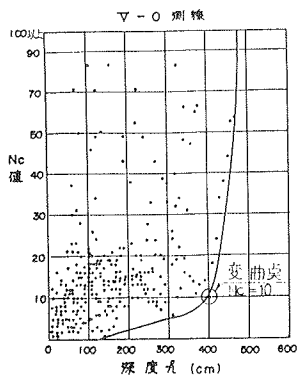


図-3 貫入試験結果

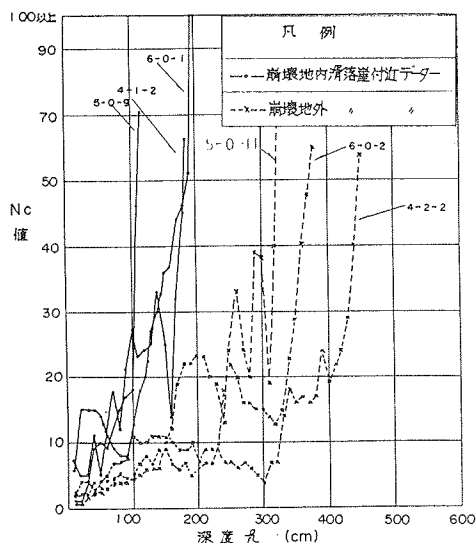


図-4 滑落崖附近の表土

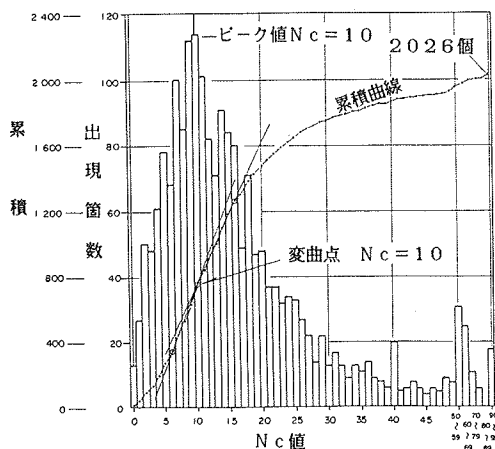


図-5 Nc値ヒストグラム

値は変化する。縦軸を無次元化することによってデータ数の影響はなく Nc値ヒストグラム模式図

5. 1 群馬県安中市における簡易貫入試験の実施例³⁾

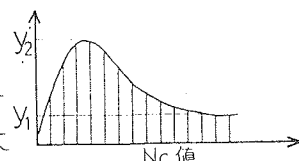
図-3は、簡易貫入試験の Nc 値と深度を打出し、Nc 値・深度を包絡する線および包絡線の変曲点を示している。この線は地盤の最も Nc 値の小さな層、すなわち弱層となる所を表わし、地盤の特性値を示している。一般に Nc 値は地盤の密度の比較的低い表土層から深度が増すにつれて大きくなる。特に地層の境、不連続面等で急激に増大する傾向にある。そのために包絡線に変曲点を生じることになる。この包絡線に生じた変曲点に相当する Nc 値、すなわち深度に対する Nc 値の増加の程度が急変する点において崩壊の危険性が高い。

換言すればこのような地盤に免度の著しい差がある層において崩壊のすべり面となる可能性が高いことになる。この変曲点の Nc 値を、それぞれの簡易貫入試験をおこなった測定の同じ Nc 値の深度をつらねた面が崩壊のすべり面となる危険性が最も高いことになる。

図-4は、当調査地内に存在した滑落崖附近の試験結果である。滑落崖の内外では弱層となっている Nc 値が 10 程度の層の厚さが大きく異なっている。滑落崖の外では Nc=10 の層が 3m もかぶっているが滑落崖の内ではほとんど見られないことから、Nc=10 で滑落したものとは推定される。図-5は、Nc 値の出現個数とその累積曲線を表わしたものである。これによると Nc 値は 10 前後の値が最も多く、10 以上の値は減少してゆき、累積曲線に見られるように、16 附近でさらに出現個数が著しく減じてゆく傾向が見られる。このことから Nc 値が 10~16 の間に地層の境界があるものと思われる。

Nc 値ヒストグラムには、
1) 地盤の表土層の厚さの違い、強度の違いにより、Nc 値ヒストグラムのパターンが異なる。すなわちパターンにより地層の特性が表現される可能性がある。このパターンの異なりは、①出現個数の最大値の変化、②出現個数が最大値となった Nc 値の変化、③ y_1 , y_2 の差、④曲線の曲率、⑤ etc. の形で現われる。

2) 同一パターンでも、データ数により出現個数の最大



なる。以上の特質があるものと考えられるが、今後さらに検討を必要とする。

5. 2 調査結果の活用方法

図-6は、急傾斜地崩壊危険箇所指定された地域において昭和58年度に簡易貫入試験器を用いて調査されている全国の箇所のうち代表的なものについて、包絡線を描いたものである。この図から変曲点となっているのは、大部分が N_c 値が20以下である。崩壊のすべり面を設定する際には、各々の包絡線の変曲点の N_c 値の土層が最も崩壊の危険性が高くなっている可能性が高い。

図-7は、図-6とほぼ同じ箇所における N_c 値と深度の中央値を最小二乗法により回帰式 $y = \alpha x^\beta$ で表わしたものである。 N_c 値と深度の中央値を表わすことによってその地盤の平均的な強度を表現することができる。また、地盤の平均的(代表的)な強度を表現するには、中央値を取り上げる以外にも、最頻値で表わす等様々な方法があるが、今回は、一手法として中央値を用いて様々な地盤に試みた結果、地盤を構成する地質等との良い結果は得ることはできなかったが、図-6でおこなった包絡線との関係を考えて、包絡線が同じであっても中央値 $y = \alpha x^\beta$ が異なってくる場合があり、 $y = \alpha x^\beta$ が包絡線に近接する曲線であれば、その地盤はそうでないものにくらべ崩壊の危険性が高いと思われる。

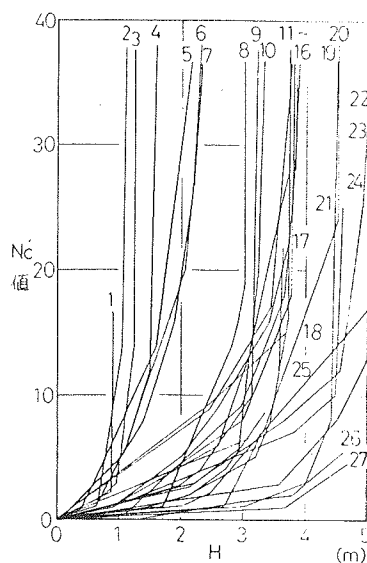


図-6 包絡線

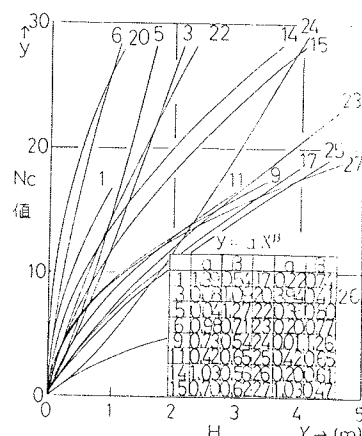


図-7 中央値

6 あとがき

簡易貫入試験は地盤の弱層部を探査するために開発されたものであり、既往のサウンディング試験器は地盤の深部の支持力を調査するために利用されているのところに大きい相違点がある。この試験器は急斜面に手軽に使用でき、斜面調査用試験器としては、多数の長所も持っている。まだ調査結果の活用手法としては、確立されたものはなく、研究の緒についた段階であるが、今後、多数の地盤調査をおこないデータを集積することにより、 N_c 値の地盤特性が明白になり、斜面調査用試験器として有能な機器となるであろう。

文末になりましたが、本研究は、各県により実施いただいた調査報告書によりおこなうことができました。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 大久保 駿; 講座 現場計画——急傾斜——, 土木技術資料 15-4
- 2) 全国治水砂防協会; 斜面崩壊防止工事の設計と実例
- 3) 土木研究所; 群馬県安中市中後閑大上地先における急傾斜地調査 2, S59.3