

斜面調査用簡易貫入試験による崩壊予測モデルへの入力諸元設定手法の検討

信州大学農学部 平松 晋也 ○上田 大輔

1. はじめに

近年、電子計算機による計算処理能力の向上にともなって、山腹崩壊や土石流を対象とした数値解析モデルの使用頻度は高くなり、その解析精度は格段に向上するようになった。数値解析手法を用いた山地斜面の表層崩壊の予知・予測を行うためには、解析モデルへの入力条件となる土質諸元の設定が必要である。しかしながら、土質諸元をはじめとする入力条件の設定には、莫大な労力と時間が必要となり、これらの入力条件を精度良くかつ効率的に設定するための手法は、未だ確立されていないというのが現状である。このように、入力条件の設定上の困難さ故に数値解析手法を用いた崩壊の予知・予測は、研究レベルにとどまっている。同手法を一般化し、実務レベルにまで広く適応可能なものとするためには、土質諸元である土の単位体積重量(ρ_t , ρ_d)、土粒子の密度(ρ_s)、間隙率(n)、飽和透水係数(k_s)、土の強度(C , ϕ)等を効率的かつ精度よく知るための簡易手法を開発する必要がある。本研究では、現地流域で比較的容易に実施することが可能な斜面調査用簡易貫入試験に着目し、これによって得られる貫入抵抗値(N_c 値)と土質諸元との関係を明らかにすることにより、これらの土質諸元を簡易に設定するための手法開発に向けての基礎調査を行なった。

2. 研究対象流域

研究対象流域は、図-1 に示す長野県上伊那郡飯島町を流れる与田切川流域の右岸に位置する流域面積：0.01km²、流路延長：174m、高低差：100m、平均河床勾配：1/1.5の小流域である。流域内の地質は花崗岩で、植生は、下流域右岸側はヒノキ林、その他の地点はブナを主体とした落葉広葉樹林により構成されている。

3. 貫入抵抗値(N_c 値)と土質諸元との関係

N_c 値と土質諸元(乾燥土の単位体積重量, 土粒子の密度, 間隙率, 飽和透水係数, 土の強度)との関係を図-2~6 に示す。同図中には、既往研究により堆積岩(中生古層)に対して得られた N_c 値~土質諸元関係式を併記した。

図-2 より、本研究対象流域の乾燥土の単位体積重量(ρ_d)は、平松・尾藤(2001)と吉永ら(1995)が求めた乾燥土の単位体積重量と同様に、 N_c 値を用いて(1)式により対数近似可能であることがわかる。さらに、本研究対象流域と平松・尾藤(2001)の関係式は、それぞれ花崗岩と堆積岩に対して求めたものであるにも関わらず、概ね一致している事実は注目に値する。

$$\rho_d = 0.219 \cdot \ln(N_c) + 0.646 \quad (1)$$

図-3 より、本研究対象流域の土粒子の密度(ρ_s)は、 N_c 値を用いて(2)式により対数近似可能であり、地質が違うにも関わらず堆積岩の関係式と概ね一致していることがわかる。

$$\rho_s = 0.048 \cdot \ln(N_c) + 2.524 \quad (2)$$

図-4 より、花崗岩に対して求められた間隙率(n)は、 N_c

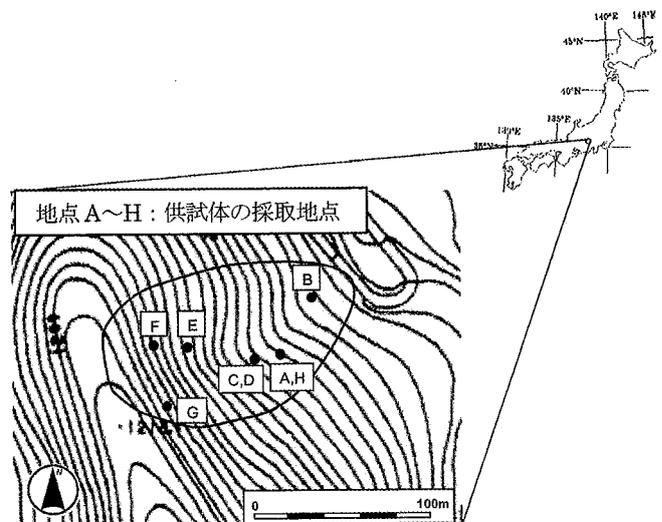


図-1 研究対象流域

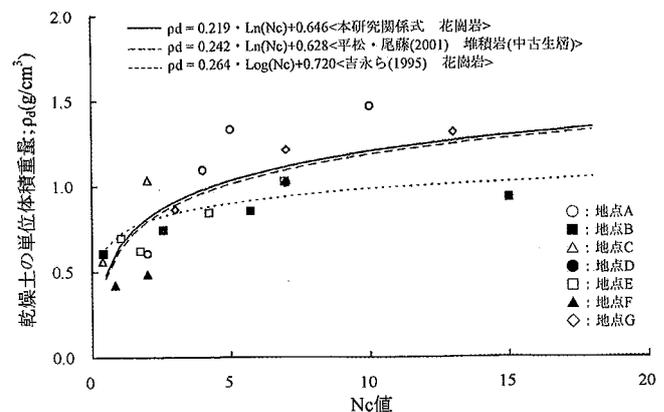


図-2 N_c 値と乾燥土の単位体積重量との関係

値を用いて(3)式により対数近似可能であり、花崗岩と堆積岩それぞれに対する両関係式は、概ね類似していることがわかる。

$$n = -0.080 \cdot \ln(Nc) + 0.749 \quad (3)$$

図-5より、本研究対象流域の飽和透水係数(k_s)は、同一のNc値に対して、堆積岩と比較して若干大きな値を示しているものの、堆積岩と同様にNc値を用いて(4)式により指数近似可能であることが確認された。

$$k_s = 0.008 \cdot Nc^{-0.761} \quad (4)$$

図-6より、本研究対象流域の粘着力(C)は、Nc値を用いて(5)式により指数近似可能であることが明らかとなった。これに対して、土の内部摩擦角(ϕ)は、Nc値によらず概ね一定値を示していることがわかる。

$$C = 0.0044 \cdot e^{0.1604 \cdot Nc} \quad (5)$$

4. おわりに

以上の結果より、本研究対象流域の乾燥土の単位体積重量、土粒子の密度、間隙率、飽和透水係数、粘着力はNc値を用いて近似可能であることが明らかになった。このことより、本研究対象流域では、Nc値が決定されれば、乾燥土の単位体積重量や土粒子の密度といった土質諸元が一義的に特定可能となる。また、本研究対象流域の花崗岩に対して求めた関係式は、堆積岩の関係式と飽和透水係数以外ほぼ同一の式で近似可能となることが明らかになった。このことより、Nc値と土質諸元との関係は、飽和透水係数を除いて地質に依存しないという事実が示唆される。また、平松・尾藤(2001)は堆積岩に対して同様の調査を行い、粘着力や内部摩擦角とNc値との間には顕著な関係性は認められないといった事実を示しているのに対し、本研究対象流域の花崗岩に対して求めた粘着力は、Nc値を用いて指数近似可能であり、内部摩擦角はNc値如何に関わらず、概ね一定値を示すことが明らかになった。

今後は、他の地質に対しても同様の研究を実施することにより、本研究で得られた関係式の汎用性について検討を加える必要がある。

<参考文献>

1)平松・尾藤(2001): 斜面調査用簡易貫入試験を用いた崩壊予測モデルへの入力諸元簡易設定手法の関する一考察, 砂防学会誌 Vol.48, No.3, p.22-28, 2)吉永秀一郎・大貫靖浩(1995): 簡易貫入試験による土層の物理性の推定, 砂防学会誌 Vol.54, No.4, p. 12-21

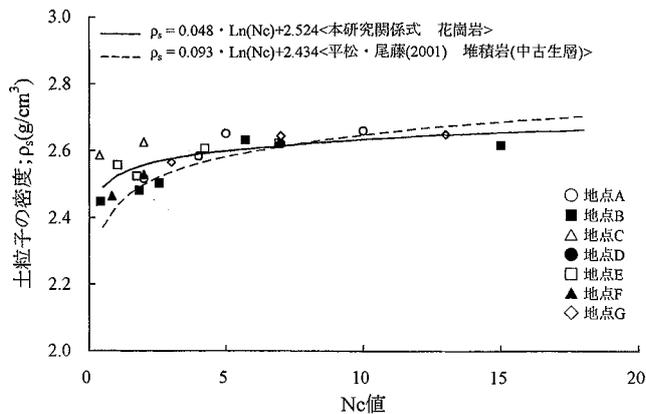


図-3 Nc値と土粒子の密度との関係

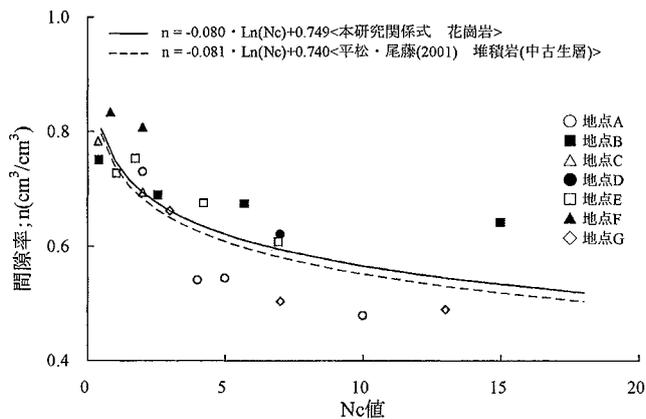


図-4 Nc値と間隙率との関係

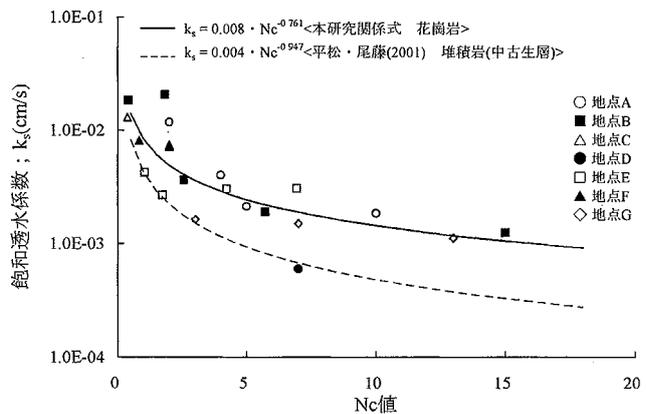


図-5 Nc値と飽和透水係数との関係

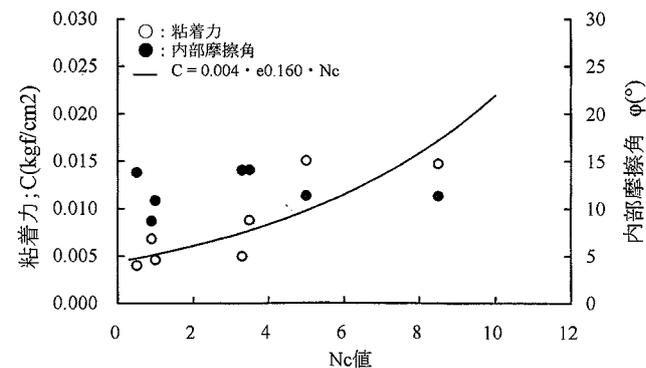


図-6 Nc値と土の強度との関係