

Ⅲ—79 第三紀層地スベリ母岩（泥岩）の軟弱化と物性の変化について

農林省農業土木試験場 仲野良紀

第三紀層地スベリにおける斜面の安定問題を論ずる際、力学的安定問題と共に、その母岩（泥岩）の軟弱化問題も極めて重要である。しかも、これは境界領域に属する問題であるためか、テルリアギ、スケンプトン等が僅かに触れている程度で定量的研究には殆どみることがない。筆者はこの空白を多少とも埋めるため、ニニの実験的研究を行い、多少の興味ある知見を得たので報告する。

説明の都合上、静岡県由比町の地スベリ粘土、および泥岩を例にして述べる。

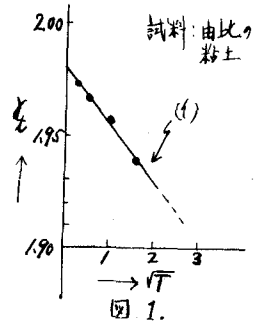


図 1.

1. 水中における吸水膨張と粘土泥岩の區別

地スベリ地に普通に見られ、いわゆる粘土や泥岩を水中に設置し、長期間その変化を観察した。その結果、次の事が分った。

i) 地スベリ粘土は自然状態で殆ど飽和しているが（由比の粘土は自然含水比 = 18 ~ 30 % 程度）、水中で更に吸水膨張して容易に軟弱化する。その時、単位体積重量は次式に従って減少する（図 1）

$$w_t = w_0 - A\sqrt{T} \quad \text{--- (1), 但し, } T = \text{経過時間}$$

ii) 泥岩も水中で吸水膨張するが容易に軟弱化しない。その時の w は浸水後或る時間経過後は i) と類似の式、 $w_t = w_0 - B\sqrt{T}$ --- (2)、に従って減少する（図 2）。しかしその軟弱化速度の比 = B/A は、図 1 と図 2 の場合、 2×10^{-2} であり、オーダーが異なる。（このように $\sqrt{T}$ の係数のオーダーが異なる事をもって、泥岩と粘土を区別することにする）

iii) 自然含水比で完全飽和している粘土でも自由水中で吸水膨張する。この事は自然状態の粘土粒子周辺の水は、重力水、毛管水などではなく、化学的力による弱結合水であり、暗渠排水工などによっては除去し得ない水である事を意味する。

II 新鮮な泥岩から軟粘土に至る迄の物理性、力学性の変化

上記記したように、軟粘土と泥岩とは、水中における軟弱化速度に明瞭な差があるにもかかわらず、軟粘土から泥岩まで含めて、その一軸圧縮強度 $\sigma_{1/2}$ 、湿潤単位体積重量、乾燥単位体積重量、含水比 w 、間隙率 e 、等の間には、次式のような簡単な関係がある事が実験的に確かめられた（図 3 ~ 6）。他の若干の地区の第三紀層地スベリ粘土 ~ 泥岩についても全く同様な関係がある事も確かめた。

$$\sigma_{1/2} = A_1 e^{B_1(w - w_0)} \quad \text{--- (1), } w_t = A_2 - B_2 w \quad \text{--- (2), } w = A_3 + B_3 w_t \quad \text{--- (3),}$$

$$\sigma_c = A_f - B_f \cdot n \dots (4), \text{等.}$$

シュミット²⁾は、粘土の強度は、同一種の粘土については、その含水比のみによって決まると考えらるべきであると主張しⅡ～(1)(2)(3)(4)のような式を示しているが、同様な関係が、地スベリ土については粘土～泥岩まで含めて成立することは興味深い。

Ⅲ. 乾湿の繰返しによる泥岩の軟弱化と、その化学熱力学的考察。

地スベリ地の母岩である泥岩は、浸水したままでは極めて徐々にしか軟弱化しないが、一度乾燥してから浸水すると容易にスレーキングして破壊する。各種相対湿度の水蒸気と平衡させた由比泥岩のスレーキングテストを行なった

ところ、スレーキングをする相対湿度の上限は98%程度であることが分った。これはこの程度の相対湿度で、泥岩の構成単位である“粘土粒子”を不活性化している“糊状物質”にキレツが入って活性面が露出するため、浸水すると自由水がこの面に吸着され、その際に放出される「ギブス自由エネルギー」の一部が、泥岩の界面を増加する（即ち破壊の）有効仕事に使用されるためと考えられる。このような泥岩を、力学的に圧縮して破壊する時の「地形状変化エネルギー U_f 」は W_f の10～20%程度以下であることが計算の結果分った。なお、この際、水素結合が主要役割を演じていると思われる幾つかの証拠があるが、この点については既に昨年発表した³⁾ので省略する。

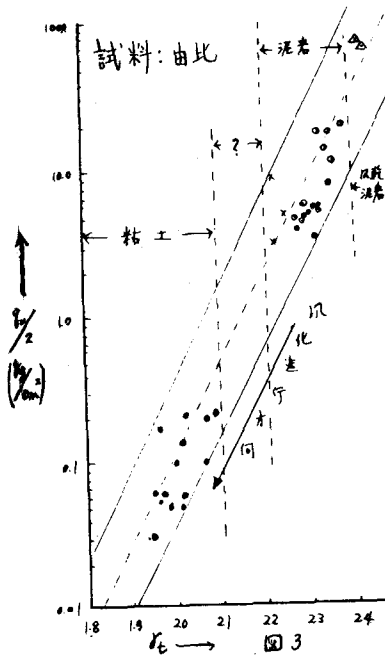


図3

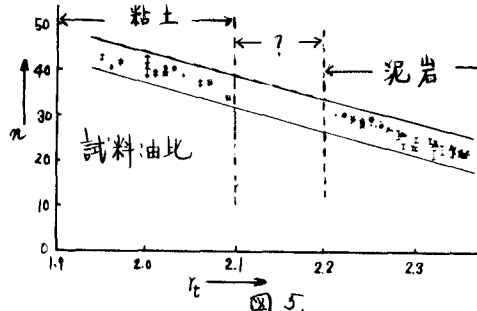


図5

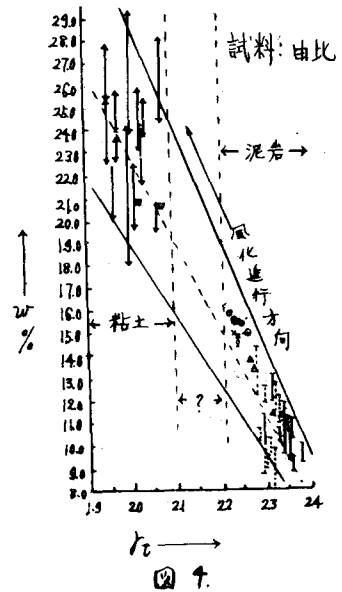


図4

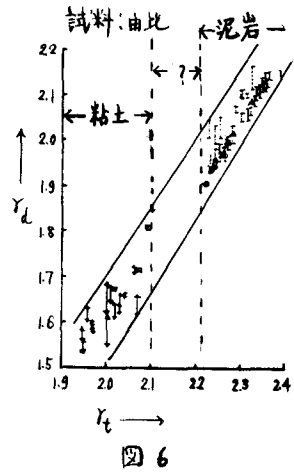


図6

(参考文献)

(1) A. A. ローゼ: 「土壌と水」(山崎不=夫監訳, 東京大学出版会)

(2) Werner E. Schmid: 「New concepts of shearing strength for saturated clay soils」Sols-Soils, Rome international conference on mechanics of soils, Paris, No.2 (1962).

(3) 関集三, 牛原秀昭, 鈴木格介: 「水素結合」岩波講座, 現代化学.