

埼玉大学工学部 正員 芥川 真知
 埼玉大学大学院 学員 小仁所 恭一
 (株) 間 組 奥村 真二

1. まえがき 豪雨及び地震による表層滑落型の斜面前壊が多く発生している。通常斜面は長期にわたり、風化及びゆるみを受けて地表面から次第に表層土が形成されていく。とりわけ、切土、盛土斜面においてはこの現象がよくわかる。そこで、成田層、稲城砂層の砂質土の切土斜面を対象として、ゆるみの進行及びそれに伴う強度低下を求めることを目的とし、現地調査、室内試験を行い、その結果について報告する。

2. ゆるみの経時変化 切土斜面のゆるみの進行及びその程度を知るために、静的コーン貫入試験(コーンの断面積 3.24 cm^2)を行った。図-1は稲城砂層の結果の一例である。これは昭和53年に切土した斜面であり、破線は切土直後、実線は2年後の値である。施工直後は深くなるにつれてコーン支持力 q_c は直線的に急激に増加している。約2年後には貫入可能深さが大きくなり、かつ同一深さにおける q_c の値は概略2/3以下に低下している。また q_c は深さに対して直線的でなく、折れ曲る点がある。これは深さ20cm程度までは急激にゆるみ、強度も著しく低下するが、深くなるにつれてゆるみの進行が遅くなることを示している。53年と55年の $q_c = 80 \text{ kgf/cm}^2$ の貫入深さの差をとって頻度分布を示したのが図-2である。貫入深さの差は、0~22cmの範囲にあり、これは砂層の構成材料の性質、締結程度、過去の風化などの素因的要素と切土後の条件によるためと思われる。 $q_c \leq 30 \text{ kgf/cm}^2$ の部分とゆるみによると仮定すると、2年間に 7.2 cm 、すなわち 3.6 cm/年 のゆるみが進行することになる。この結果は稲城砂層の施工年度の違ひによって求めたゆるみ速度 $3 \sim 6 \text{ cm/年}$ 、平均 4 cm/年 とほぼ一致する。一方、成田層の崩壊後段切りとした斜面の場合ゆるみ速度は $4 \sim 10 \text{ cm/年}$ である。ただし、成田層では崩壊前の土被りが 2 m 程度であり、過去の風化の影響が強いことを考慮すると、これよりも小さい値になると思われる。したがって、砂層の表面に近い部分のゆるみ速度は約 4 cm 程度であり、深くなるにつれて、ゆるみ速度は小さくなることが予想される。この点の詳細に関しては今後の継続的な調査結果を待たねばならない。

3. ゆるみの促進試験 ゆるみの機構とその程度を把握するために室内で強制的にゆるみの促進試験を行った。すなわち、直径10cm、高さ4cmの不攪乱試料を容器に入れ、上載荷重を載せて水浸、乾燥の繰返しのみと、さらに凍結、融解も含めたものである。水浸 20°C 、凍結 -2°C 、融解 20°C 、乾燥 45°C で各1日づつ、2日ないし、4日で1サイクルとした。上載荷重は $8.3, 15, \dots \text{ kgf/cm}^2$ とした。各段階における間隙比の変化の一例を図-3に示した。凍結、融解を含む場合は、ピーク部分が凍結であり、1サイクルごとに間隙比が増加してゆるんでいく様子がわかる。一方、水浸、乾燥のみの場合は間隙比の増加は極めてわずかである。図-4は各サイクルの水浸後の間隙

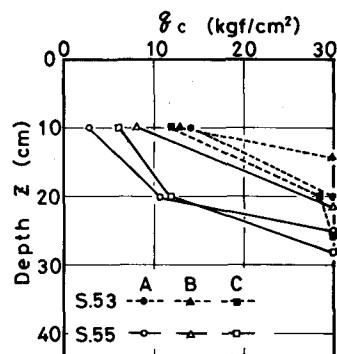


図-1 q_c と Z の関係(稲城)

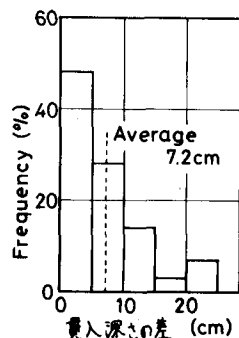


図-2 貫入深さの頻度(稲城)

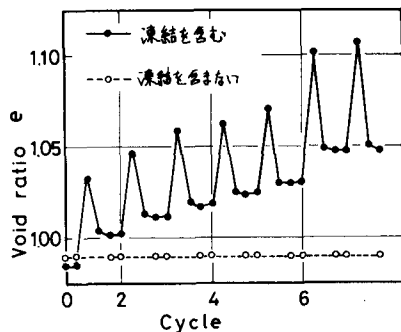


図-3 間隙比の変化(稲城 No.14)

比をプロットしたものである。上載荷重は8.3% σ_c でNo.6は成田層、他は稲城砂層である。不攪乱試料のために同じ試料でも初期間隙比は同じでない。図から、凍結を含む場合は含まない場合に比べてゆるみが著しく助長されていることがわかる。上載荷重 σ_c の影響を調べる

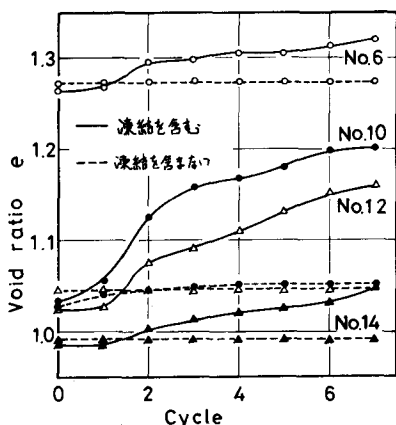


図-4 水浸後の間隙比の変化

ために、各サイクルの水浸後の間隙比の増分 Δe を表わしたのが図-5である。これは凍結を含む稲城砂層の場合であり、1サイクルの点は供試体を作成した後に水浸した点であるので、 Δe はほとんど零に近い。上載荷重が小さい程 Δe は大きく、30% σ_c 以上になると Δe の変化はほとんどなくなる。図-4, 5において、試料の初期間隙比の影響は顕著でなく、むしろ、後述するように細粒分の含有量によって間隙比の増加速度が大変異している。そこで、試料の粒度組成と関係すると思われるので、細粒分の含有量との関係を図-6に示した。縦軸の K_e は

$$K_e = (\text{7サイクル後の水浸の間隙比} e_7) / (\text{初期間隙比} e_0)$$

で表わした。水浸、乾燥のみの場合は細粒分が20%以上になるとその影響が現われる。凍結を含む場合は細粒分が多い程間隙比の増加が著しい。従って、砂質土では細粒分量がゆるみに与える影響が大きい。一方、ゆるみ試験後の供試体を単純せん断した結果が図-7である。ゆるみが進行することにより、せん断強度は低下し、わずかな間隙比の変化に対しても強度には敏感に現われる。

以上の結果及び微視的な観点からゆるみ機構を推定する。用いた砂質土は堅い砂粒子、それを被り粘土薄膜、風化した土粒子及び土粒子と土粒子間の細粒のバインダーから構成されている。粘土鉱物化した細粒子は吸水して膨張する。そして凍結によって一層助長されると同時に土粒子内のバインダーは次第に破壊され、さらに風化した砂粒子も凍結圧によって破砕される。ある程度強固の部分も疲労が蓄積され破壊や破砕が生じ、間隙比が増加する。従って、細粒分や風化した土粒子が多い場合ほどゆるみが著しい。

4. まとめ 砂質土の切土斜面の地表面近くのゆるみ速度は4cm/年程度である。しかし、深くなるにつれてゆるみ速度は低下する。ゆるみは乾湿の繰返しのみより、凍結を含むと著しく助長される。また当然のことながら上載荷重の影響を強く受ける現象である。また、ゆるみは細粒分の量が多いほど、風化した土粒子が多いほど著しい。今後は室内試験の結果と現場との対応性を調査及び試験を、強度との関係を明らかにする必要がある。終りに、本研究は昭和54年度科研費一般研究(C)(代表者 芥川)の補助金を使用したことを付記し、謝意を表す。

参考文献

- 1) 芥川, 風間: 砂質斜面のゆるみと安定性, 第15回自然災害科学総合シンポジウム 1978, PP. 143~146
- 2) 山本: 稲城砂の土質工学的性質と微視的考察, 土と基礎 26-2, 1978, PP. 41~48

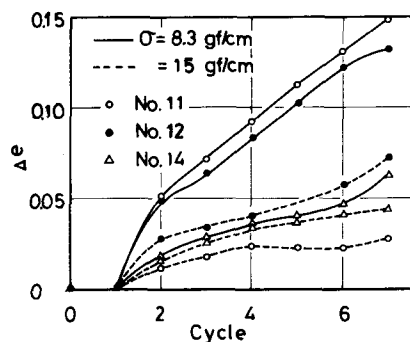


図-5 上載圧の変化による水浸後の間隙比増分

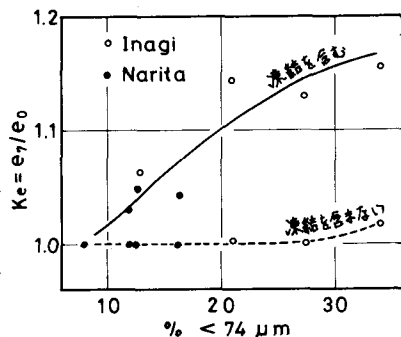


図-6 細粒分と K_e の関係

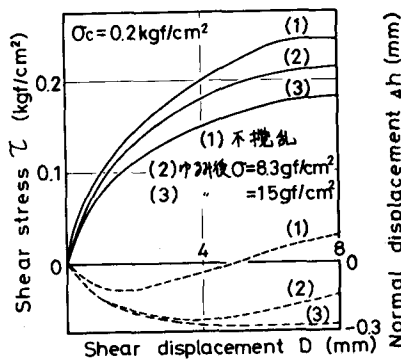


図-7 水平変位～せん断応力