

風化砂質土構造物の浸水にともなう急激なせん断強さ減少について

○大阪工業大学 正会員 福田 護
大阪工業大学 学生会員 浦 上 学

1. はじめに

火成岩系風化砂質土（以後風化砂質土と称す）は、山地や急峻部に広く分布し、これらの土と構造物の材料として利用することが多い。その際、たとえば締固め不十分なよう壁・盛土が浸水を受けると自由水面付近で土の強さが急激に減少する性質を持っている。このせん断強さの減少は締固め不十分なため土塊の土粒子構造がゆるく水の供給により土粒子間の接触力が減じられ、土粒子群が相対的に移動し再配列の際におこるものである。とくに近年、山地や急峻地の道路・宅地など大規模な造成が行なわれ、地形的に複雑で困難な施工条件を考えると、この現象の提起は意味のあるものと考ええる。本報告は、この観点より風化砂質土構造物の浸水によって生ずる土粒子群の相対的な移動によるせん断強さ減少について、基本的な考え方と初期的な実験結果を示すものである。

2. 浸水による土粒子の移動とせん断強さ減少

風化砂質土は、母岩が風化作用によって土壌化されもとの位置のまま残留したものである。したがって、粘土鉱物を含み、細粒砂から粗粒砂と配合に富み、また運積砂にくらべ角ばっているのが特長である。このような鉱物、粒子および粒度特性から、ゆるい土粒子構造の土塊が浸水を受けると容易に個々の粒子の移動が可能となる。このゆるい土粒子構造と拡大すると図-1のように図化されよう。便宜的に、土粒子間の接触力を接面に対し、垂直力 N と水平力 T に分割し、粒子の拡大図を図-2に示す。水の供給前は、接面に対する上方からの垂直力とその下方からの反力また接面に対するせん断力と抵抗力がそれぞれ等しく、平衡状態にある。せん断抵抗力の要素として、メニスカスの張力による粒子間吸着力、粒子間粘着力（風化砂質土中には粘土鉱物を含有）および粒子間摩擦力があげられる。そして浸水を受けると、このメニスカスが消失し、また粒子間粘着力が減少するので抵抗力はせん断力より小さくなり、粒子間にすべりが生ずる。そしてさらに続き、この粒子すべりによる接面の垂直力の減少により、摩擦力が急激に減じ、土粒子群の相対的な移動がおこる。その結果、土塊としてのせん断強さも急激に減ずることになる。

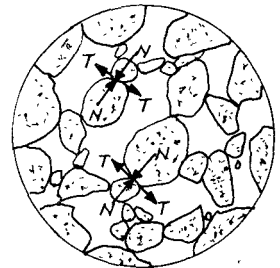


図-1 土粒子群の位置図

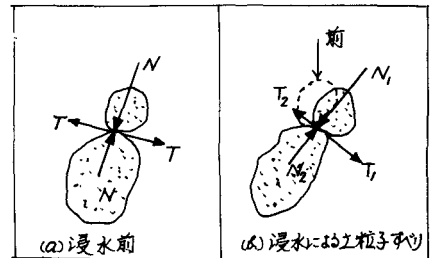


図-2 2粒子の拡大図

3. 現場的説明

締固め不十分な土塊が浸水を受けると自由水面付近で急激にせん断強さを減じ、破壊を生ずる例を図-3のようなよう壁について説明する。通常、図のようなよう壁を設計する場合、クローンあるいはランキングの式により、せん断破壊面を $(45^\circ - \phi/2)$ として、 ϕ の値をもつて安

全側に設計する。しかし、安全側に設計されたはずの新設壁体が雨期に壊れる例が多い。これらの例のいくつかは、浸水にともなう地下水面の上昇による既述の破壊と考える。この破壊の形態は2つに大別されよう。1つは、図に示されているように水面が上昇し、水面付近の土粒子群の移動にともなうセン断強さ減少で壁体土塊の力学的平衡がくずれた場合の破壊である。他の1つは、締固めが不十分で不均質であると、水面付近の土粒子が局部的に大きく移動するので、多数の空洞が発生する。そして、これらの空洞は水面の上昇とともに地表面に向うほど発達し拡大するので、土塊としてのセン断強さは減じ、壁体土塊の力学的平衡がくずれた場合の破壊である。

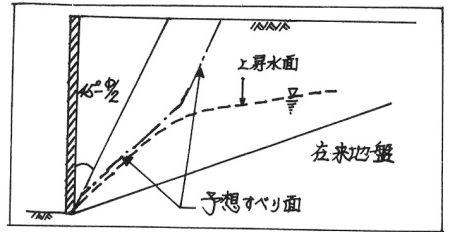


図-3 壁体

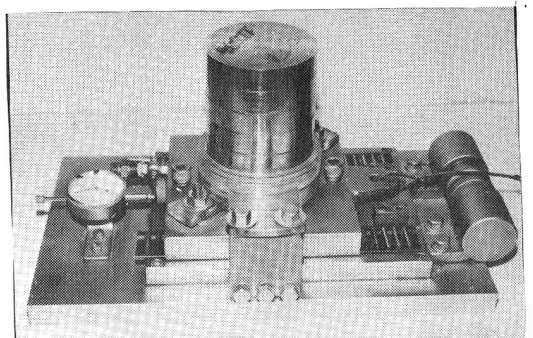


写真1 セン断試験機

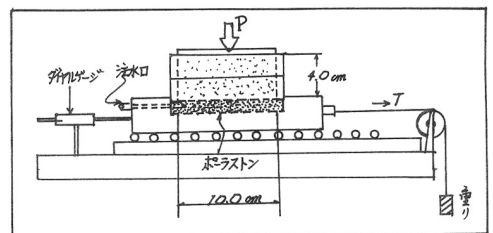


図-4 セン断試験機

4. セン断試験機と実験結果

この試験機は、図-4のとおりモールド内の不飽和土供試体と一定垂直荷重のもとで一定の断力を与え、安定した後底板をラストンを通してモールド内に注水し、破壊に至るまでのひずみ量とセン断応力の関係を把握しようとするものである。結果の一例を図-5に示す。垂直荷重は 0.1 kg/cm^2 で、TEST 1は 0.018 kg/cm^2 のセン断応力を与え、安定後注水すると 3.0 mm (3%)のひずみが生じ静止し、この抵抗摩擦角は約 10° と計算される($C=0$ とて)。つぎに、TEST 2では、 τ を 0.032 kg/cm^2 に増大した場合で注水後約 5.4 mm (54%)のひずみ量で静止し、抵抗摩擦角は約 18° と計算される($C=0$ とて)。TEST 3は、さらに τ を 0.038 kg/cm^2 に増大し、安定後注水すると供試体は完全にセン断破壊し、 21° 以下の ϕ_f であることがわかる。これらの結果から、不飽和土の ϕ_f が 30° の値を示すのにくらべ、注水による ϕ_f は約 20° 前後に減じ土の弱化を知ることができる。

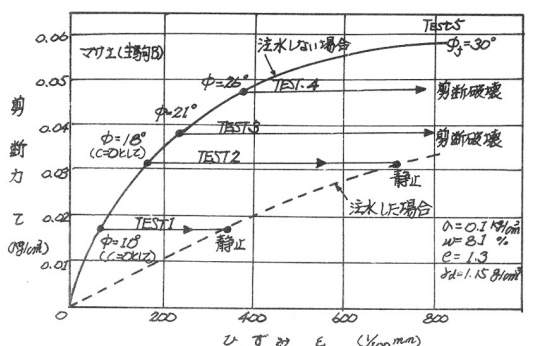


図-5 注水によるセン断試験結果

なお、TEST 1, 2.においてかなりのひずみ量を示しているが、これはセン断時の沉下にもともなう供試体セン断面の変化による累積ひずみと思われる、今後検討の必要がある。

5. あとがき

本研究については、京大、松尾新一郎教授を委員長とするマサエ委員会のオ々に種々御示唆いただき感謝の意を表します。