

III-102

トンネルの変形と支保に作用する荷重との関係に関する模型実験

建設省土木研究所 正 角湯 克典

" 正 猪熊 明

" 宮川 順一

東亜建設工業(株) 正 正木 建美

1. はじめに

トンネルの合理的な設計・施工を行うには、支保工に作用する荷重がトンネルの変形とともに変化するという地山の挙動特性を有効に活用しなければならない。しかしながら、これらの関係は未だに定量化されてはおらず、実際のトンネル施工は、この概念を念頭に経験的に行われているのが現状である。本研究ではトンネルの変形と支保に作用する荷重の関係が、地山条件によってどの様に影響を受けるのかを把握する目的で、遠心力場で模型実験を行った。

2. 実験方法

実験装置は、図-1に示すような幅50cm×高さ40cm×奥行き12.8cm、前面が透明なアクリル板から成る試験容器と、厚さ0.2mmのゴムチューブの中に水を充填し直径5cmの円形としたトンネル模型、及び荷重の測定装置からなっている。実験は、水が充填されて外径が5cmまで膨張したゴムチューブを地山作成時に予め地山内に埋め込んで置き、地山作成終了後、試験容器を遠心力載荷装置に設置して所定の遠心加速度まで遠心載荷し、ゴムチューブ内の水を抜き出すことによりトンネル掘削をシミュレートした。地山材料としては、砂質土地山の試料として豊浦標準砂を使用し、粘性土地山の試料として石粉を使用した。この地山の物性値を表-1に示す。実験条件としては、この2種類の地山について、自然乾燥状態で用いる乾燥地山を想定したものと、水位下の地山を想定したものの合計4種類について、土被り比を1, 2, 4と変化させた。

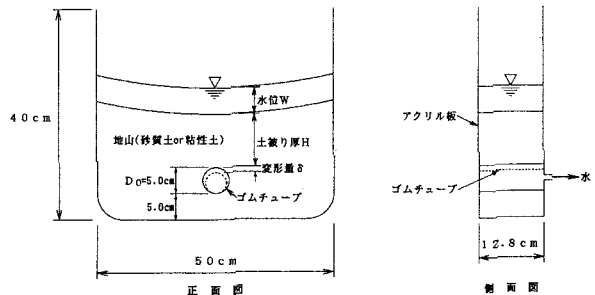


図-1 実験装置概要図

表-1 模型地山の物性値

豊浦標準砂	乾燥地山	水位下地山
比重 G_s	2.637	
単位体積重量 γ (gf/cm ³)	1.445	1.518
含水比 ω (%)	0.0	10.0
粘着力 c (kgf/cm ²)	0.00	0.07
内部摩擦角 ϕ (°)	36.43	32.67

石 粉	乾燥地山	水位下地山
比重 G_s	2.671	
単位体積重量 γ (gf/cm ³)	1.450	2.032
含水比 ω (%)	0.0	17.0
粘着力 c (kgf/cm ²)	0.00	0.28
内部摩擦角 ϕ (°)	35.06	33.44

3. 実験結果

3.1 砂質土地山

乾燥地山における変形率と天端支保に作用する荷重（以下、支保荷重という）の関係を示すと図-2のようになる。また全水頭を差し引いた水位下の地山の同関係を示すと図-3のようになる。図-2より、砂質土の乾燥地山においては、最小支保荷重は土被り比に関係なくある一定の値になっている。また、最小支保荷重に達してからの支保荷重の増加は、土被り比が小

さいほど大きくなっている。一方、図-3より砂質土の水位下地山においては、最小支保荷重は土被り比に応じた値となっている。最小支保荷重に達してからの支保荷重の増加は、乾燥地山と同様に、土被り比が小さいほど大きい値となっている。

3. 2 粘性土地山

乾燥地山における変形率と支保荷重の関係を示すと図-4のようになる。図-4より、粘性土の乾燥地山においては、土被り比が小さい（1か2）ときは、最小支保荷重に達してから変形率が増大すると支保荷重が増大するという関係は得られた。しかしながら、土被り比が大きいときは、砂質土の乾燥地山のように、最小支保荷重に達してから支保荷重が増加するという様な傾向にはなく、変形率が増加するとそれにとまって支保荷重が単調に減少し、概ねある一定の値に収束するような傾向を示している。

4. 前回実験との比較

平成3年度において、今回実験と実験装置だけを違うものを用い、他の実験条件を同じにした実験を行っている¹⁾。今回の実験結果は、前回の実験結果と比較して、変形率の小さい初期の段階で急速に初期荷重が減少し、その後増加するという傾向の地山特性曲線が得られている。これはトンネルの掘削のシミュレート方法が、前回の実験方法では天端部のみを降下させているのに対して、今回の実験では同心円状に全体を収縮させているためであると考えられる。

参考文献

1) 角湯、猪熊、山本：「トンネルの変形と支保荷重の関係に関する模型実験」、第25回岩盤力学に関するシンポジウム講演論文集、pp206～pp210、1993、土木学会

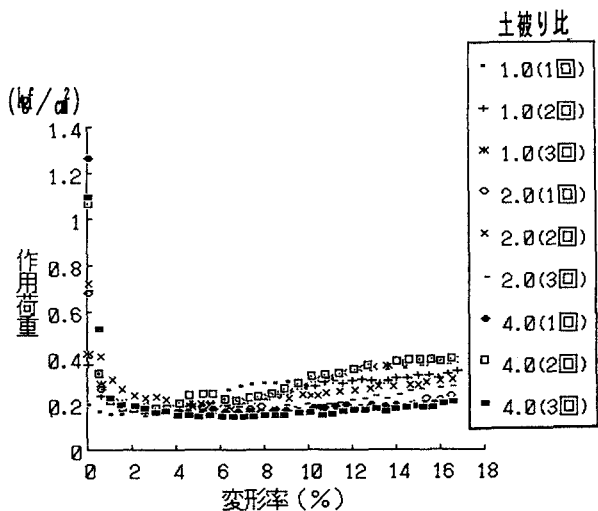


図-2 砂質土 乾燥地山

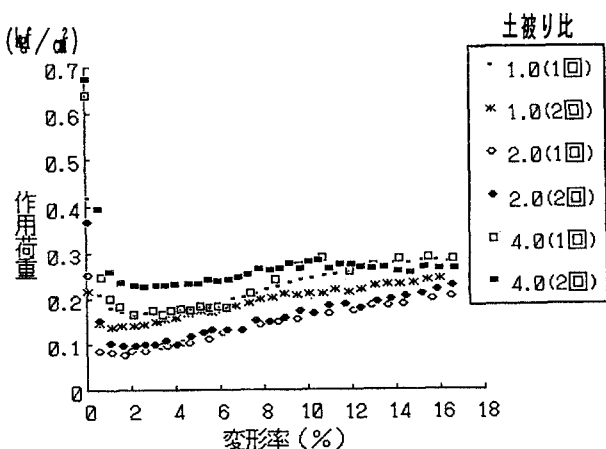


図-3 砂質土 水位下地山

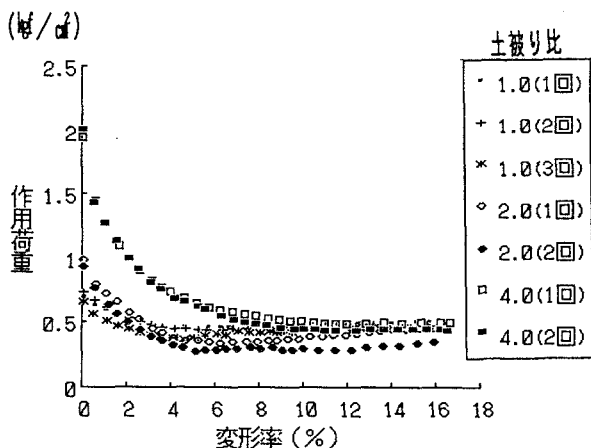


図-4 粘性土 乾燥地山