

建設省 正員 猪熊 明

建設省 石村 利明

1. まえがき

近年地質の悪い所でもトンネルを施工しなければならない場合が増え、そのため坑口部分を施工している時地すべりを誘発する事例が多くなってきている。本研究はこうしたトンネル掘削に伴う地すべりのメカニズムを明らかにするために3次元的な模型実験を行ったものである。

2. 実験方法

2.1. 概要

今回の模型実験ではトンネル掘進方向と地すべり方向が直角の場合を想定する。すべり面をあらかじめ作成し、すべり地域(ここでは地すべりで実際にすべる土塊をすべり地域ということにする。)には強度の低い地山材料を用いて、基盤部と区別した(図-1)。トンネル径は26.4cm、斜面の傾きは45°、高さは110cmである。実験手法は、すべり面を持つ地山内にトンネルを掘削していき、一掘進長(10cm)掘削した後にはトンネル覆工を押し込む方法である。掘削はピックによる手掘りであり、掘削方法は全断面掘削工法とした。

2.2. 計測

計測は、主としてすべり地域内の地中応力の変化(図-2.3中のV印の土圧計)と基盤部とすべり地域との間の垂直土圧(図-2.3中H印の土圧計)を計測した(図-2、図-3)。土圧計は直径10cmのものを用いた。その他、地表面変位等を計測した。

2.3. 地山材料と実験ケース数

基盤部の地山は、川砂、石こう、水を重量比で1:0.03:0.1の割合で練り混ぜたものを用いた。1日後の圧縮強度は0.15kg/cm²であった。すべり地域の材料は表-1のように種々変化させた。表中「普通砂2%」というのは、含水比2%の砂という意味で、この水分によって砂は見掛け上の粘着力を持つことになる。表中で最も弱い材料は普通砂2%の場合である。

実験ケースは、表-1に示す4ケースである。

3. 実験結果

実験結果を、図-4～図-7に示す。図中、縦軸は各土圧計の指示値で、横軸はトンネル掘進方向を座標軸として切羽と土圧計の間隔をトンネル切羽を原点として示した位置座標である。

実験では、結局NO1～NO4ともに地すべりはおこらず、NO3で地表面に達する陥没が発生しただけであった。これはすべり地域の地山材料の摩擦角が大きく粘着力が小さすぎたために起こった現象で、今後実験を行う時には、もっと摩擦角が小さく粘着力の少し大きい材料を用いるのが良いと思われる。

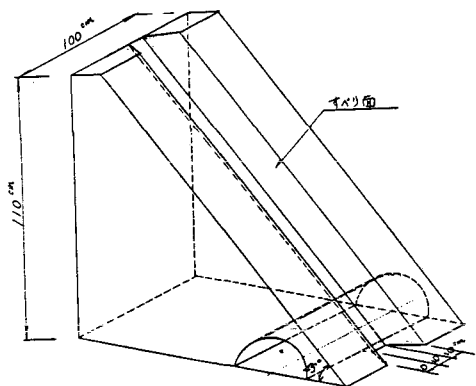
実験NO2とNO3の結果によると、基盤部とすべり地域との間の垂直土圧はあまり変化しないのにすべり地域内の応力は大幅に減少している。このことは、従来計算に用いられている切断法のように、すべり面上の応力についてだけ考慮する方法では配慮されていない現象であり、今後こうした現象に合った地すべりの計算法が開発される余地があることを示唆している。

またNO4から基盤岩が比較的強い場合トンネルとすべり面が接近していても、トンネルがすべり面を切らなければすべり地域の応力には何の影響も与えないことがわかる。この場合、粘着カバインバー $C/\sigma_d = 1/4$ であった。¹⁾

4. まとめ

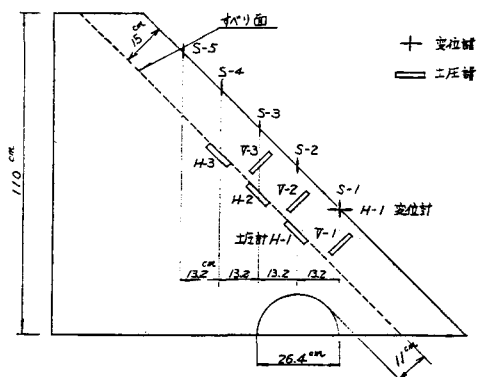
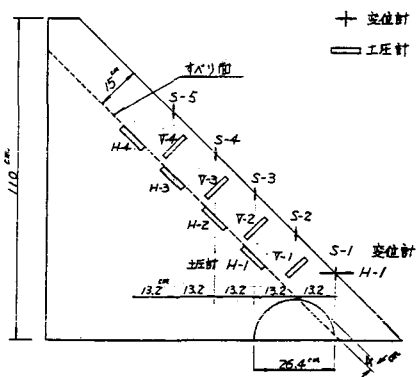
模型実験により、トンネル坑口付近の地すべりのメカニズムの一端を明らかにした。

1) 猪熊他、トンネル切羽付近の応力状態に関する模型実験、第13回若狭力学シンポジウム



← 図1
基礎部とトンネル

図2 →
測定器配置図
(I)



← 図3
測定器配置図
(II)

表-1 実験ケース

実験 No.	実験地山材料		スバリ地域とトンネル との位置関係	計測 方法
	基礎部	スバリ地域		
1	砂+石、こみ水	基礎部と同	トンネルがスバリ地域を切る	図2による
2	"	普通砂 7%	"	"
3	"	普通砂 2%	"	"
4	"	普通砂 2%	トンネルはスバリ地域の下を通る	図3による

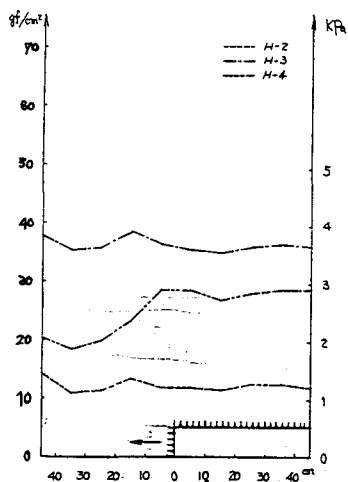


図4 地中応力 実験 No.1

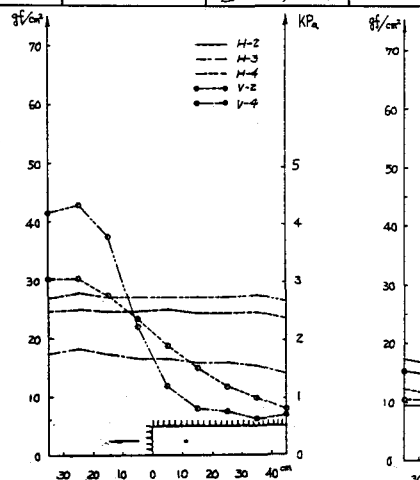


図5 地中応力 実験 No.2

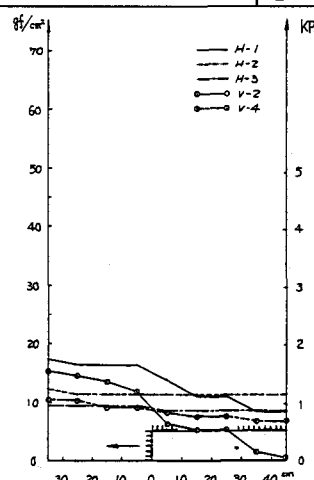


図6 地中応力 実験 No.3

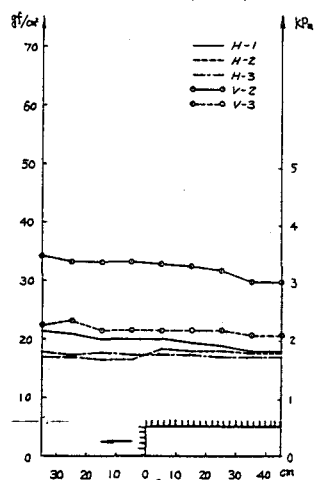


図7 地中応力 実験 No.4