

III-360

砂質傾斜地山トンネル掘削時の補助工法の効果に関する実験的研究

京都大学大学院
京都大学工学部
京都大学防災研究所

○湯浅 泰則
足立 紀尚
八嶋 厚

1. はじめに トンネルの掘削工事の難易度に、影響を及ぼす要因については種々考えられるが、上野ら¹⁾は地形条件に着目し、特に砂質傾斜地盤で、縦断方向のトンネル掘削シミュレーション実験を行った。実際の現場においては山岳トンネルの坑口付近で補助工法を用いることが多い。そこで、筆者ら²⁾は、各種補助工法の効果を検討するために同様の実験を行ったので、ここに報告する。

2. 実験概要 実験には、地山に直径1.6mm および3.0mm のアルミ棒を重量比にして3:2の割合で混合したものを用いる。掘削装置を底板から高さ10cmの位置に固定し、アルミ棒を切羽からの土かぶり $z=0.5D$ (D はトンネル径、90mm)となるまで積みあげ、そこから所定の傾斜角を得るように地山を形成する。

行った実験の種類を表1に示す。すなわち、補助工法にはケント紙でモデル化した鋼矢板($l=2\text{cm}$)、パイプルーフ($l=9\text{cm}$)および、パイプルーフ($l=25\text{cm}$)を用い各々につき傾斜角を $\theta=10^\circ$ 、 15° 、 20° 、 25° と変えた。また、各場合ともトンネルが山に入る方向（以下Aとする）と、山から出る方向（以下Bとする）とを対象とした。

3. 実験結果と考察 地表面の傾斜角 θ がいずれの場合の結果もほぼ同様の傾向がみられるので、 $\theta=15^\circ$ の場合を取り上げて論ずることとする。データの整理方法としては、絶対変位に関する等変位線ならびに変位ベクトル（図1）、切羽前方の水平変位（図2）、天端から上方に $0.25D$ の位置での鉛直変位（図3）の3種類を用いた。

図1より得られる知見は、A、Bともに補助工法を用いた場合には素掘りの場合に比べて比較的大きな変位を示す領域が縮小しており補助工法の効果が顕著にみられる。ただし、Aでは鋼矢板の効果があまりみられない。これは変位ベクトルの方向と鋼矢板の方向が平行に近いからであろう。図2では、補助工法による効果が若干みられるがあまり大差はない。これは、補助工法が地山の水平方向の移動を遮断するようには用いられていないことによると思われる。また、斜面上方からのすべりが生じるために、Aでは $L/D=1.0, 0.5$ の位置で、Bでは $L/D=0.5, 0$ の位置で、それぞれ斜面下方に向かう水平変位がみられる。ここに、 L は切羽から進行方向に測った距離である。次に、図3は図中に示した位置での鉛直変位をプロットしたものであるが、この図より補助工法による鉛直変位の拘束の効果が顕著に分かる。また、パイプ

表-1 実験の種類

補助工法の種類	傾斜角 θ	進行方向
(a) 素掘り	各々につき	各々につき
(b) 鋼矢板 $l=2\text{cm}$	10° , 15°	A: 山に入る方向
(c) パイプルーフ $l=9\text{cm}$	20° , 25°	B: 山から出る方向
(d) パイプルーフ $l=25\text{cm}$		

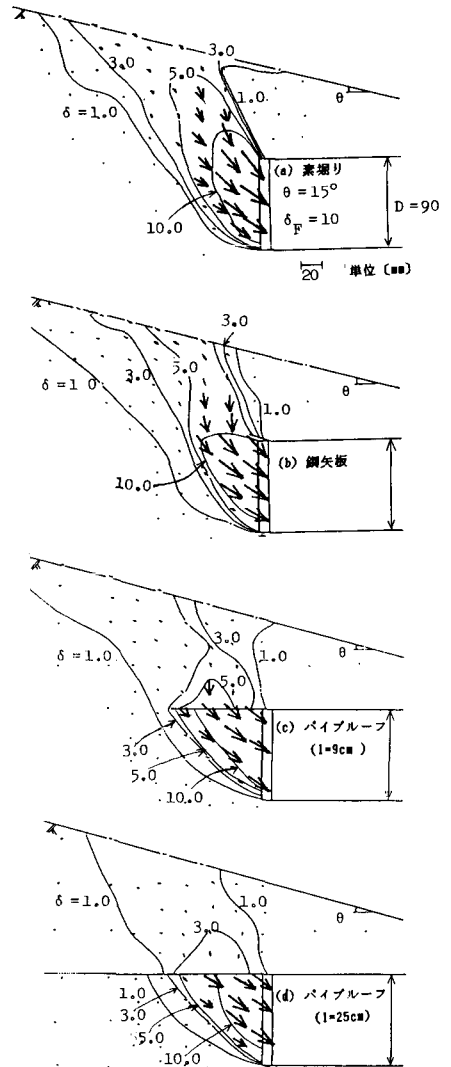


図-1 (a) 等変位線と変位ベクトル
(山に入る方向, $\theta=15^\circ$)

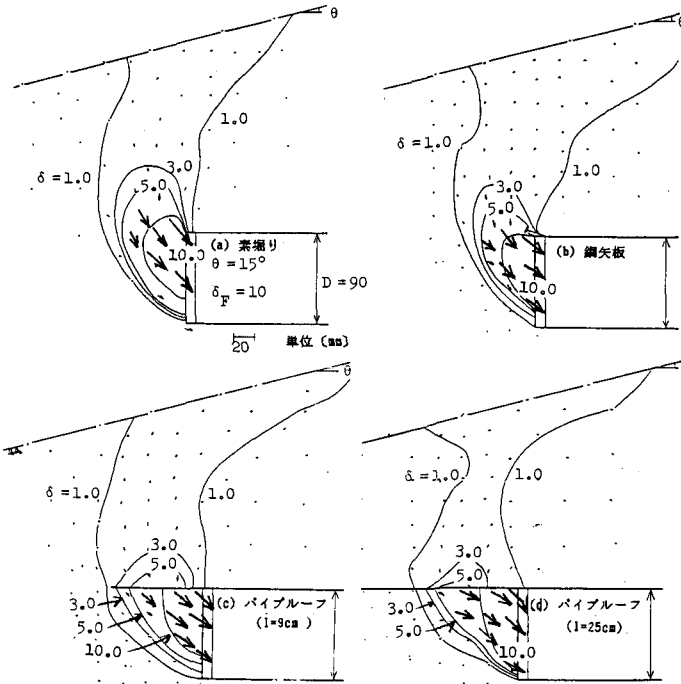


図-1 (b) 等変位線と変位ベクトル (山から出る方向, $\theta = 15^\circ$)

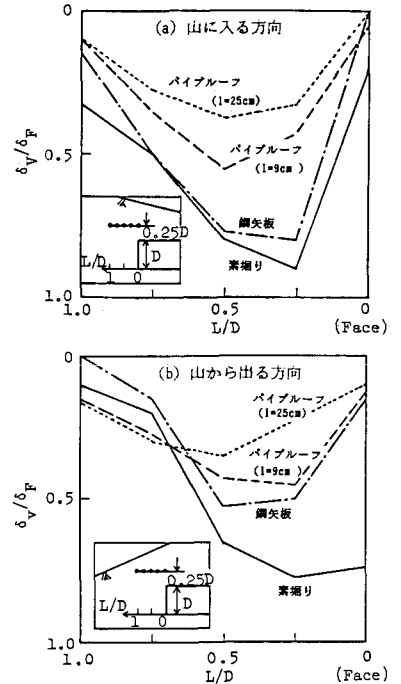


図-3 鉛直変位

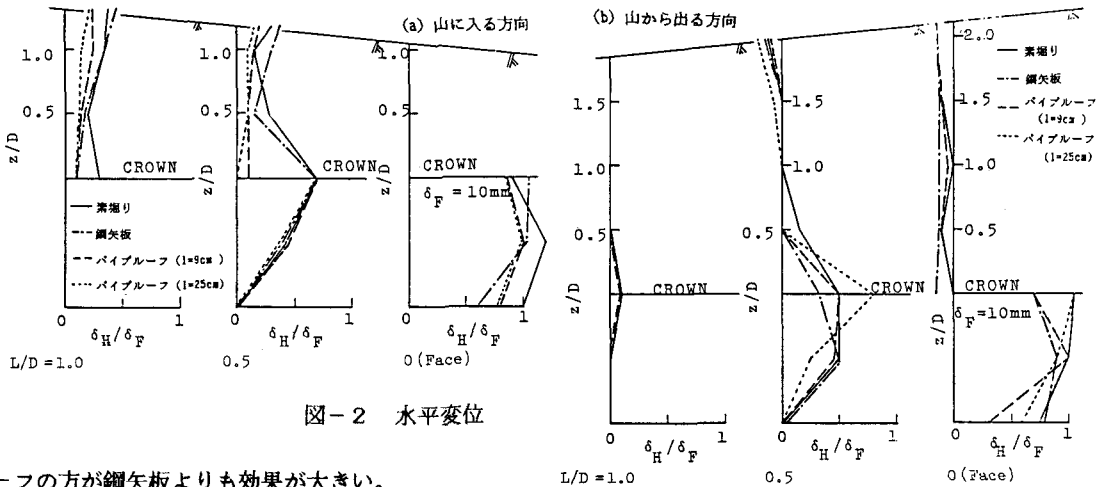


図-2 水平変位

ーフの方が鋼矢板よりも効果大きい。

4. おわりに 実験結果をまとめると、以下のようである。

- (1) 鋼矢板、パイプルーフなどの補助工法を用いると、掘削による周辺地山の変位領域が縮小する。
- (2) これらの補助工法は、特に地山の鉛直変位を拘束するのに有効であり、その効果は鋼矢板よりもパイプルーフの方が大きい。
- (3) 山に入る場合は、山から出る場合に比べ鋼矢板の打設方向と地山の変位ベクトルの方向が平行に近くなるので、鋼矢板の効果が期待できない。

参考文献 1) 上野ら：砂質地山トンネル掘削に伴う切羽前方の地山挙動について、第21回土質工学研究発表会、昭和61年 6月 2) 湯浅：土かぶりの浅い砂質傾斜地山トンネルの挙動に関する実験的研究、京都大学工学部卒業論文、昭和61年