

III-363

土砂トンネルの力学的挙動に関する実験的研究

京都大学工学部 正会員 足立紀尚
同大学院 学生会員 ○山口直宏

1. はじめに

土かぶりの浅い土砂山にトンネルを掘削したときの、地山の挙動について、筆者らは、簡単な模型実験により解明を試み、補助工法の効果に関する検討も行っている。^{(1)・(2)} 本研究では、既設トンネル近隣に、新たにトンネル掘削を行った時の、地山変位挙動および、既設トンネルの覆工に作用する土圧を検討するため、土圧計を設置した新たな実験装置を用いて、横断方向のトンネル掘削シミュレーション実験を行ったので、以下に報告する。

2. 実験概要

本研究で用いた実験装置を写真-1、および図-1に示す。トンネル断面は円形で、その直径は130mmである。既設トンネルの上半部の覆工に土圧計を設置し、他のトンネルの径を縮めることで掘削工事をシミュレートしている。そして、所定のトンネル径の径の収縮量で、土圧を測定し、また、地山の写真撮影を行い、地山内の標点の変位を測定する。用いた土圧計は、長さ6cm、

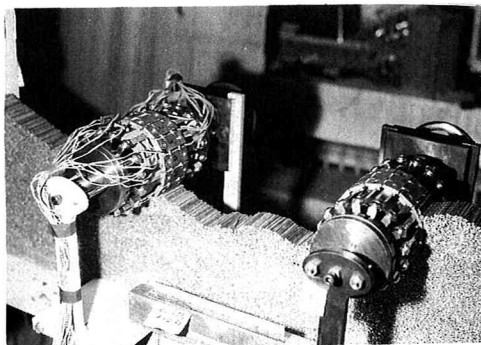


写真-1 実験装置

表-1 実験の種類

z	トンネル間隔
0.5D	H=0.5D, 1.0D, 2.0D
1.0D	H=0.5D, 1.0D, 2.0D
2.0D	H=0.5D, 1.0D, 2.0D

幅2cm、厚さ1cmの大きさのアルミ製の板に、板ばね（厚さ1mmのステンレス製）をはさみこませてあり、板ばねの両端を固定したのものである。なお、これは、板ばねの両端に左右、裏表4枚でブリッジを組んだ曲げゲージを貼ることにより、荷重と曲げひずみの関係から作用する荷重を求める形式である。地盤材料には、従来と同様、アルミ棒積層体を用いるが、それは長さ5cm、直径1.6mmおよび3mmのアルミ棒を重量比3:2で混合したものである。このアルミ棒を実験装置の左右の仕切壁間に積み上げて地山を形成する。なお、実験は、表-1および図-1に示すように、土かぶりzおよびトンネル間距離Hをパラメータとして行った。

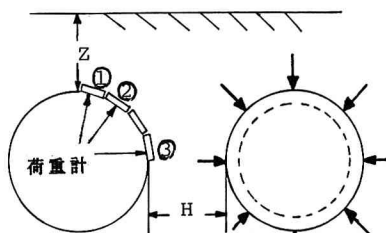


図-1 実験装置と荷重計の位置

3. 実験結果と考察

- 表-2、表-3、表-4は、それぞれ荷重計番号①、②、③のトンネル径収縮量 $\delta=2\text{mm}$ における土圧の変化量の、初期土圧に対する比を百分率で示している。なお①、②、③の設置位置は図-1のとおりである。ここで、 $\delta=2\text{mm}$ を選択したのは、アルミ棒直径にほぼ等しく、再並列が完了した時と考えられるからである。これらより、以下の結果が得られた。
 - 土かぶりが大きいほど、既設トンネルの土圧の変化量は、ほぼ大きくなる傾向が観察される。
 - 既設トンネルの側壁は、他のトンネル径を縮めると、ほぼ負圧を示す傾向が観察される。
 - トンネル間隔が大きいほど、既設トンネルの土圧の変化量は、ほぼ小さくなる傾向が観察さ

表-2 ①番の土圧($\delta=2.0\text{mm}$) 表-3 ②番の土圧($\delta=2.0\text{mm}$) 表-4 ③番の土圧($\delta=2.0\text{mm}$)

Z \ H	0.5D	1.0D	2.0D
0.5D	14.1	-6.9	-2.6
1.0D	29.7	12.2	-1.7
2.0D	38.0	28.9	1.9

(%)

Z \ H	0.5D	1.0D	2.0D
0.5D	27.1	21.3	-16.0
1.0D	31.1	34.4	-7.2
2.0D	25.2	42.4	4.0

(%)

Z \ H	0.5D	1.0D	2.0D
0.5D	-54.3	-37.1	-57.3
1.0D	-14.1	23.1	-20.5
2.0D	-35.1	-9.1	8.2

(%)

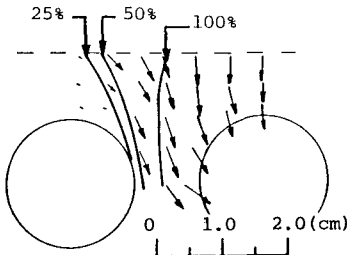


図-2 地山の等変位線
($\delta=5\text{mm}$, $z=0.5D$, $H=0.5D$)

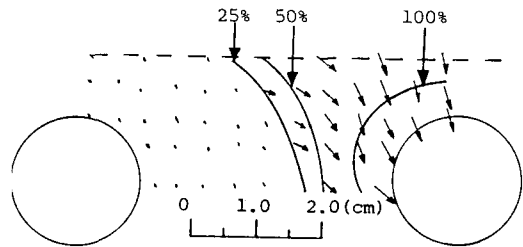


図-3 地山の等変位線
($\delta=5\text{mm}$, $z=0.5D$, $H=2.0D$)

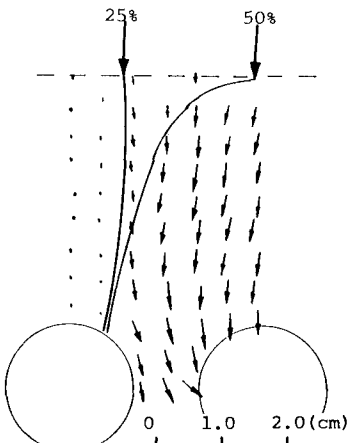


図-4 地山の等変位線
($\delta=5\text{mm}$, $z=2.0D$, $H=0.5D$)

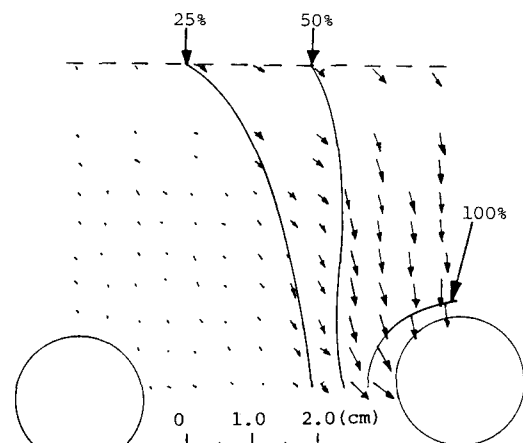


図-5 地山の等変位線
($\delta=5\text{mm}$, $z=2.0D$, $H=2.0D$)

れる。

2. 図-2、図-3、図-4、図-5は $\delta=5\text{mm}$ における、等変位線を示している。変位量は、 δ で割り無次元化して示している。これらの図より、以下の結果が得られた。

a) 収縮量の50%の変位する領域は、土かぶりが同じならば、トンネル間距離によらずほとんど一定で、その幅は、側壁より既設トンネル方向へ、ほぼ1.0D前後の範囲内である。

4. おわりに

今後は、粘着力のある地盤材料による同様の実験、ならびに実験結果を説明し得る解析手法の開発について研究を継続する予定である。

5. 参考文献

- 1) 上野ほか；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、1986
- 2) 湯浅ほか；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研究、土木学会第41回年次学術講演会、1986