

III-318 砂質地山におけるトンネル掘削時の挙動に関する模型実験

飛島建設(株) 構造技術部 正 近久 博志
 飛島建設(株) 構造技術部 正〇荒井 幸夫
 飛島建設(株) 構造技術部 正 筒井 雅行
 飛島建設(株) 構造技術部 正 小野 一博

1. はじめに

近年、都市部において自立性の乏しい土砂地山で、土被りが小さく、重要構造物に近接するような場所にトンネルが施工される場合も多くなってきている。この場合、トンネル掘削時における周辺地山の安定性や地表面沈下等の事前の予測が必要となってくる。これに対して、筆者らは、砂質地山におけるトンネル掘削時の周辺地盤の挙動を検討する目的で模型実験¹⁾を実施した。ここでは、一連の実験結果の中から土被りの違いによる周辺地盤の挙動に付いて整理し、若干の考察を述べる。

2. 実験方法

表-1に示すような空気乾燥状態にした豊浦標準砂を用いて、空中落下方式によって均質な地盤を製作した。設置された模擬地盤には、トンネル模型が埋設しており、トンネル直径Dが11cmから8cmまで真円を保ちながら機械的に縮まる構造になっている。実験装置や試験方法の詳細は、文献²⁾を参照されたい。この実験装置を用いて、表-2に示すように3通りの土被りに対して実験を実施した。

3. 実験結果

トンネル掘削模型実験結果のうち、図-1には各土被りに対してトンネル直径が、10cmと8cmになった時の地盤内の変位と最大せん断ひずみの分布を示す。本実験結果から次のような説明がなされる。

1) トンネル直径を縮めていくと、地盤内変位はトンネル直上の限定された範囲だけが卓越して生じた。

2) これを最大せん断ひずみで見

表-2 実験ケース

ケース	土被り	相対密度
1	10 cm	67 %
2	20 cm	68 %
3	30 cm	69 %

表-1 実験に用いた試料
(豊浦標準砂)

最大粒径	0.42 mm
均等係数 U_c	1.54
曲率係数 U_c'	0.96
土粒子の比重 G_s	2.648
相対密度試験 e_{max}	0.961
e_{min}	0.609

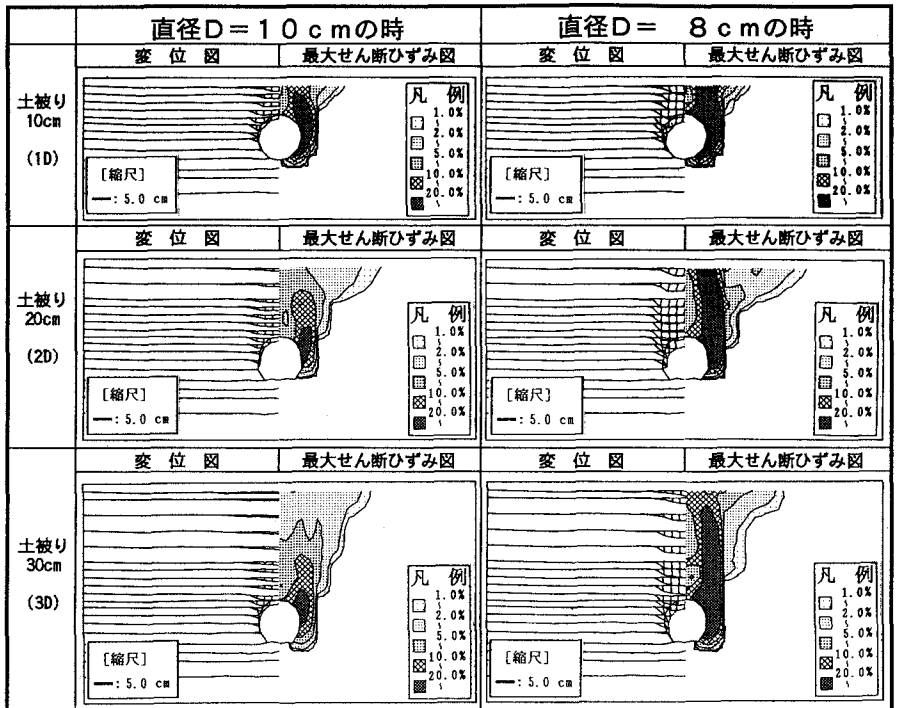


図-1 実験結果

ると、20 % を越える卓越した領域（せん断帯）が、当初トンネル肩部に発生し、次第に真上方向に進展して行く様子が分かる。

- 3) トンネル直径が 10 cm まで縮んだ時点のせん断帯は、土被り 10 cm の実験では、幅 4.2 cm 高さ 6.0 cm であったが、土被りが 20 cm と 30 cm の実験では、共に幅 3 cm 高さ 2.5 cm であった。
- 4) トンネル直径が 8 cm にまで縮むと、どの土被りの実験とも、そのせん断帯は概略的にはトンネル側壁部を中心にして真上へ伸び、幅が 4.6 ~ 5.2 cm であった。
- 5) トンネル直径が 10 cm と 8 cm に縮んだ場合の地表面付近（地表面から 5 cm の位置）の沈下形状を図-2 に示す。今回の実験では、土被りの違いによる沈下範囲の変化は見られず、どの実験結果とも沈下の大部分が、トンネル中心から 10 cm （ほぼトンネル直径）以内の領域で発生した。
- 6) 地盤内に設けられた標点の水平測線の沈下量を面積で表した量を沈下面積と定義する。そして、土被りが 30 cm の場合のトンネル直径の縮小に伴う各測線の沈下面積の変化を図-3 に、土被りの違いの沈下面積に与える影響を図-4 に示す。
- 7) 例えば、図-3 に示したように、当初 11 cm であったトンネル直径を次第に縮めていくと、10 cm に至るまでの比較的初期の段階では、トンネル直上の標点が一様に沈下した。
- 8) トンネル直径をさらに縮めると周辺の地山がトンネル直上の地山を迫持つため、地表面に近づくほど沈下面積や沈下量が小さくなった。
- 9) しかし、図-4 に見るように土被りが 10 cm と小さく、トンネル直径程度しかない場合は、周辺地山の迫持効果はほとんど働かず、トンネル直上の地山は沈下面積の変化が殆どなく、一様に沈下している様子が分かる。

4. おわりに

今回の一連の実験結果から、砂質地山におけるトンネル掘削時にせん断帯が発生して地表面まで進展して行く挙動が確認できた。また、トンネルの縮小量と地表面沈下量の関係が確認できた。今後は、さらにパリエーションを加えた実験を続けるとともに、本実験結果に基づいて解析手法等の研究にも取り組みたいと考えている。

【参考文献】

- 1) 近久、荒井、筒井、桜井：「砂の異方性パラメータについて」、第27回土質工学研究発表会、1992. 6.
- 2) 近久、荒井、筒井、桜井：「トンネル掘削時の挙動に関する模型実験装置と評価法」、第47回土木学会年次学術講演会、1992. 9.

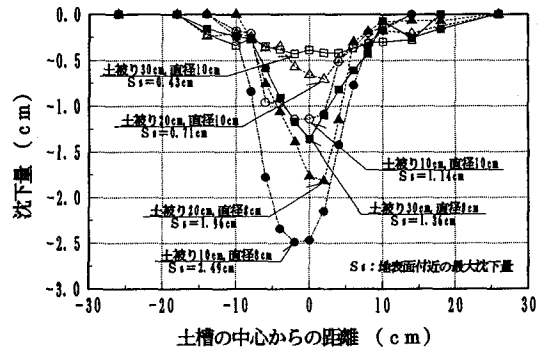


図-2 各ケースの地表面付近の沈下分布

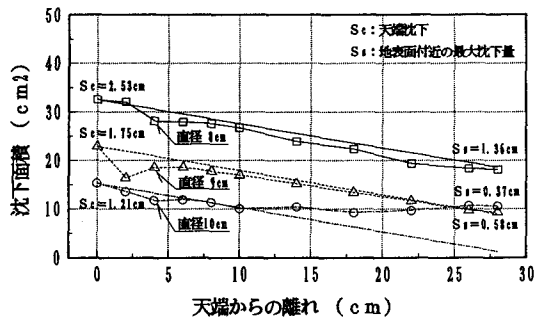


図-3 水平測線の沈下面積（土被り30cm）

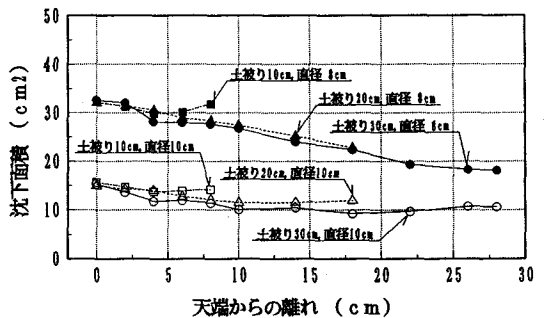


図-4 沈下面積に与える土被りの影響