

III-98

トンネルの天端沈下と土圧に関する落とし戸実験

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
 神戸大学 工 学 部 正 桜井 春輔

1. はじめに

近年、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都市部にトンネルが施工される場合が多くなってきている。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⁾を実施してきたが、本論文においては落とし戸の模型実験を実施し、土圧と周辺地山の関係について報告する。

2. 実験方法

実験に用いた試料は表-1に示すような空気乾燥した豊浦標準砂²⁾である。アクリル製の土槽の大きさは幅 98 cm、高さ 60 cm、奥行き 30 cm であり、底部に落とし戸が設けてある。落とし戸には図-1に示すように直径 6 mm、高さ 2.5 mmの土圧計が取り付けられている。そして、空中落下方式によって土槽の底部から 30 cm の高さまで均質な地盤を製作した。表-1に示すように落とし戸幅を 3, 5, 10 cm に変化させて実験した。

3. 実験結果

模型実験結果から直接ひずみ評価法³⁾を用いて求めた地盤内のひずみと土圧変化を図-2と図-3に示す。この結果から次のことが分かる。

1) 落とし戸幅 10 cm の実験結果を見ると、落とし戸の隅に発生した卓越したせん断ひずみ（以後、せん断帯と呼ぶ）は、落とし戸の沈下の進行とともにくさび方向に進展し、その後直上方向に進展する。落とし戸幅が小さくなるに従って、くさび方向と直上方向のせん断帯は複合した状態で上方に進展していくことになる。特に、落とし戸幅が 3 cm の実験では、くさび方向のせん断帯の進展挙動が卓越し、鉛直方向の挙動は殆ど観察されていない。

2) 鉛直方向のせん断帯の進展が観察される落とし戸幅 5, 10 cm の実験では、せん断帯の外側の地盤に圧縮ひずみの領域が発達している。特に、落とし戸部付近では、どの試験とも 2 % を越える圧縮側の体積ひずみが発生している。また、初期の段階に生じたくさび方向のせん断帯はせん断ひずみ分布では、連続して上方に広がっていくように観察されるが、体積ひずみ分布の変化を見ると、不連続な進展であることが分かる。

3) 図-3では、作用土圧は、当初、落とし戸を沈下させるに従って次第に減少するが、沈下量が 1.0 mm ～ 2.6 mm 程度進んだ段階で最小値を示し、その後、土圧は増加傾向を示す。

4) 最小土圧は、落とし戸幅に応じて変化しており、落とし戸幅が 3, 5, 10 cm の時、1.81, 3.80,

表-1 実験ケースと実験に用いた試料

項 目	実験ケース	ケ-ス1	ケ-ス2	ケ-ス3
落とし戸幅 (cm)		3	5	10
最大粒径 (mm)			0.42	
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} e_{min}			0.961 0.609	

平面図

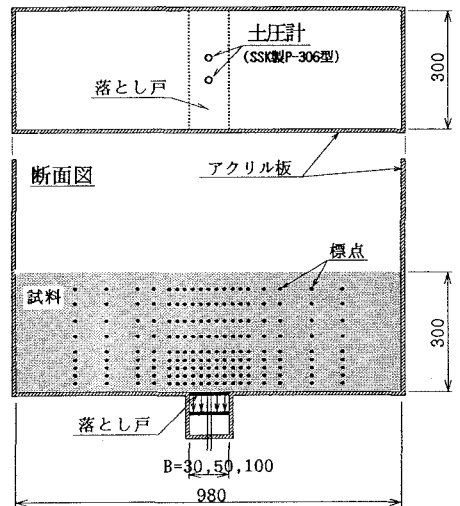


図-1 模型実験に用いた土槽

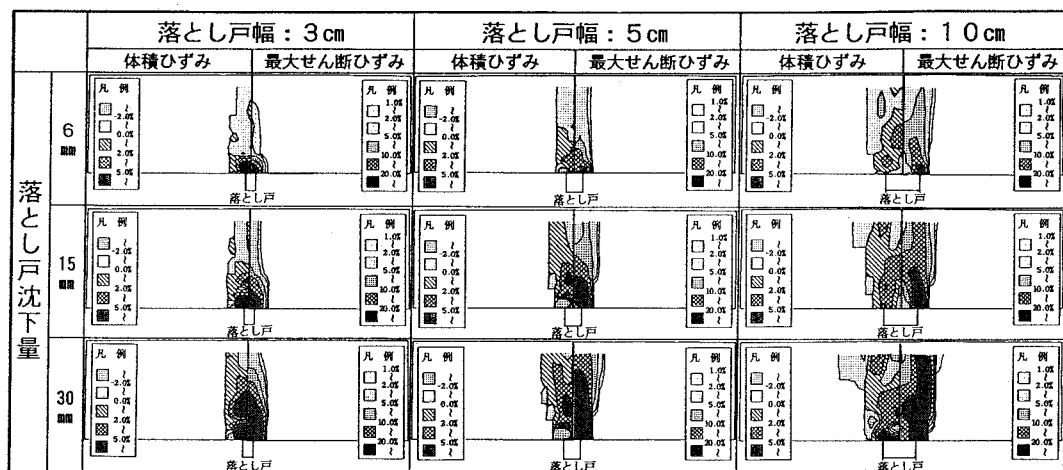


図-2 実験結果（地盤内ひずみ分布図）

15.35 gf/cm² となっている。これに
対して、図-3には、参考のために、
三軸圧縮試験で求められた破壊強度と
残留強度から求められる内部摩擦角
35.8°、33.0°を用いてTerzaghiの理
論式から算定した作用土圧を実線と点
線で示す。実験結果と同様に、落とし
戸幅が大きくなるに従って算定された
作用土圧も大きくなっている。

4. まとめ

落とし戸実験の結果をまとめると次
のようになる。

作用土圧が減少している落とし戸が
数mm以下の沈下量では、くさび型をし
た落とし戸直上の比較的小さな範囲だ

けが変位挙動を示し、周辺地盤の変位は殆どなかった。そして、落とし戸を沈下させていくと、変位挙動が
地表面にまで進展し、これに伴って、作用土圧は次第に増加する。さらに、落とし戸を沈下させていくと明
確なせん断帯の形成につながっていくことになるが、せん断帯が地表面にまでつながった段階で作用土圧は
次第に収束傾向を示すことになる。

本実験によって定性的な傾向の範囲であるがトンネルの地山特性曲線を把握することができた。今後トン
ネル模型実験等を実施し、さらにデータを蓄積することによってトンネル施工時の作用土圧の研究の基礎デ
ータとして役立てたいと考えている。

【参考文献】

- 1) 近久、荒井、筒井、小野：「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」，第47回土木学会
年次学術講演会，1992. 9
- 2) 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.
- 3) 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.

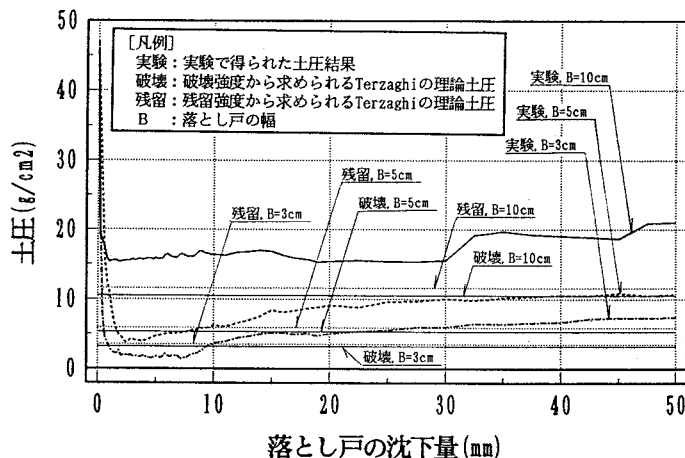


図-3 落とし戸の沈下量と土圧の関係