

Ⅲ-572

砂質地山におけるトンネルの壁面変位と土圧に関する模型実験

飛島建設㈱ 技術研究所 正○松元 和伸 正 近久 博志
 飛島建設㈱ 技術研究所 正 筒井 雅行 正 小林 薫
 飛島建設㈱ 技術研究所 正 中原 博隆

1. はじめに

掘削にともなう壁面変位と支保荷重の関係は、Fenner-Pacherによって示されており、この最小支保荷重の時期に支保を行うことが最適であるとされているが、従来からこの特性の定量的な把握は難しく、十分解明されていないのが現状である。

これに対して筆者らは、これまでトンネル支保工に作用する土圧に関して、落とし戸実験¹⁾によって乾燥砂を用いた場合の落とし戸の変位と土圧との関係等を調べてきたが、本文では、よりグラウンドアーチの発生しやすい湿潤砂を用いたトンネル掘削模型実験を実施し、土圧と周辺地山の関係について報告する。

2. 実験方法

(1) 実験方法

トンネル掘削模型実験に用いた試料は、乾燥砂および含水比 $w = 1\%$ の豊浦標準砂である。模擬地盤内には、直径 D が11cmから8cmまで縮む構造で、直上部には土圧計を設置したトンネル模型を埋設している。実験装置の詳細については、文献²⁾を参照されたい。

実施した実験ケースを、表-1に示す。

表-1 実験ケース

土質	実験ケース	ケース1	ケース2	ケース3
湿潤砂	実験ケース 被り(cm)	30	20	10
乾燥砂	実験ケース 被り(cm)	—	20	—

(2) 計測方法

トンネル収縮にともなう周辺地盤の挙動は、設置した標点の移動を写真およびビデオによって撮影して、画像処理システム³⁾を用いて画像処理を行った。

3. 実験結果と考察

図-1に、実験によって得られたトンネル壁面変位と土圧の関係を示す。

ケース1（湿潤砂、被り30cm）では、トンネルの収縮と共に一時作用土圧が若干上昇するが、その後減少してある一定値を示す。この一定値が緩み荷重と考えると、荷重作用相当高さは1.6cmとなる。

ケース2（湿潤砂、被り20cm）では、最小値を示した後ほぼ一定値（荷重作用相当高さ：1.5cm）を示している。ケース4（乾燥砂、被り20cm）では土圧の最小値（荷重作用相当高さ：2.6cm）を示した後、緩作用土圧が漸増しており（同3.7cm）、緩

み領域が次第に拡幅していることが推定される。Terzaghi理論に基づいて算定した緩み相当高さは、3.6cmとなり、試験から得られた値3.7cmとほぼ一致する。これより、湿潤砂の場合は、乾燥砂と比較して緩み範

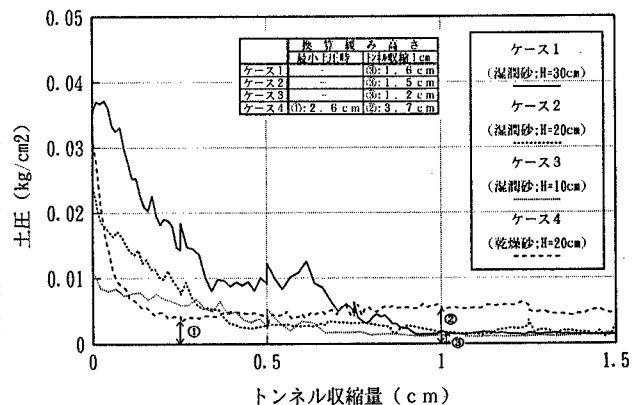


図-1 トンネル壁面変位と土圧との関係

囲が小さいと考えられ、アーチ効果による自立性が高いことがわかる。

ケース3（湿潤砂、被り10cm）の場合、作用土圧から得られる荷重作用相当高さは1.2cmである。いずれのケースでもトンネルひずみ10%程度の範囲では、緩みの進展に伴う土圧の顕著な増加は計測できず、多少の増加か、ほぼ一定値に落ち着く傾向を示した。

図-2は、乾燥砂と湿潤砂との主せん断ひずみ分布を比較した結果を示す。乾燥砂のせん断帯（最大せん断ひずみが20%を越える領域）は、トンネル肩部から真上方向に進展していたが、湿潤砂では、真上方向に多少小さくなる代わりに横方向へ広がっており、全体としても広範囲にひずみ領域が広がっているのが見られる。直径10cmの場合（トンネル収縮量1.0cm）の緩み高さに相当するトンネル直上のせん断ひずみは、全ケースとも7～8%に相当している。

4. まとめ

トンネル収縮にともなうトンネル直上の土圧を測定することにより、土被りの違いによる作用土圧の変化について調べた。トンネル壁面収縮にともなう作用土圧は、標準砂を用いたトンネル模型実験では、ある最小値を示した後、顕著な増加は計測できず、多少の増加か、ほぼ一定値に落ち着く傾向を示すことがわかった。

現在、異方性を考慮した設計手法によるシミュレートにより解析手法の評価を行っており、別の機会に発表したいと考えている。

【参考文献】

- 1) 近久, 荒井, 筒井, 櫻井: 「トンネルの天端沈下と土圧に関する落とし戸実験」, 第48回土木学会年次学術講演会, 1993. 9.
- 2) 近久, 荒井, 筒井, 櫻井: 「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.
- 3) 中原, 近久, 筒井, 小林, 松元: 「不連続性岩盤斜面のすべり破壊に関する模型実験」, 第50回土木学会年次学術講演会, 1995. 9.

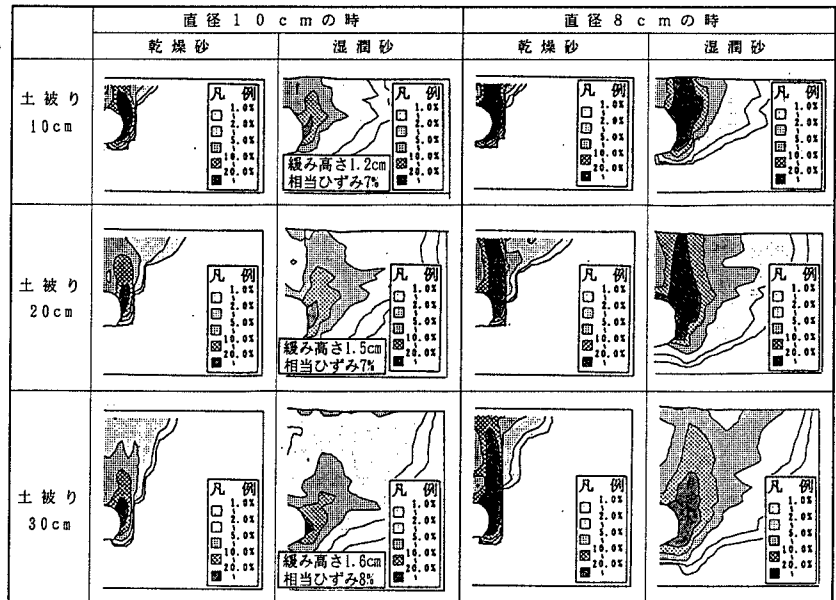


図-2 最大せん断ひずみ分布図