

(III-92) 円形トンネル上昇時のせん断帯発生と土圧変化について

千葉工業大学 学生会員 石塚 晃 竹内 直芳

千葉工業大学 正会員 小宮 一仁 渡邊 勉 清水 英治

1.はじめに

トンネル土圧の発生メカニズムは、地盤内のせん断帯を介したせん断力の釣り合いに起因するところが大きい。従って、トンネル土圧を評価するうえで地盤の変形に伴うせん断帯の進行状況が土圧に及ぼす影響を明らかにする必要がある。本研究は、模型土槽底面に配置した半円形トンネル模型を上昇させて、地盤内のせん断帯の進行状況、および土圧の発生状況を実験的に調査し、地盤内のせん断帯の進行が土圧の発生に及ぼす影響について基礎的な考察を行ったものである。

2.実験概要

図1および図2は、実験装置の概略を示したものである。土槽底面中央部に半円形のトンネル模型を設置した後、土槽(幅 150cm, 奥行き 30cm)上部に設置したふるいから一定の高さ(50cm)で気乾状態の豊浦砂を自由落下させて地盤を作成した。半円形トンネル模型周囲の土圧計の配置は図2に示すとおりである。トンネル模型および地盤は平面ひずみ状態にある。トンネルクラウン部からの土被りは30cm, 60cm, 75cmの3種類とした。砂の質量と体積から計算した地盤の密度は 1.57 g/cm^3 である。地盤内のせん断帯の進行状況を確認するために墨で黒色に染めた豊浦砂を土被り 30cm までは 2cm の間隔、それ以上は 4cm の間隔で 0.1cm の厚さに敷き詰めた。地盤作成後、半円形トンネル模型(直径 30cm 奥行き 30cm)を一定の速度 (0.1 cm/min) で上昇させ経時的に土圧を計測しながら 1 分毎に写真撮影を行いせん断帯の進行状況を確認した。

3.円形トンネル上昇時のせん断帯の発生と土圧変化

図3は、土被り 30cm の半円形トンネル模型上昇量 2.0 cm におけるせん断帯発生状況である。せん断は、トンネルクラウン部より 69° 傾いたトンネル周面より発生し、水平面から約 75° の角度で地表面に向けて進行した。トンネル周面から発生したせん断帯の進行が進むと、新たにその内側にもせん断帯が発生した。

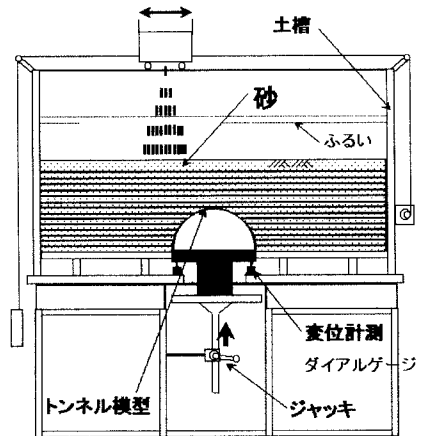


図1 実験装置の概略

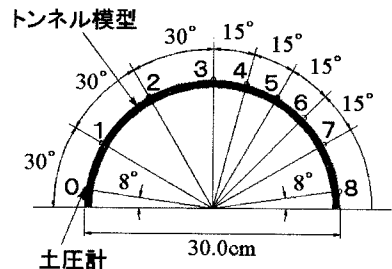


図2 トンネル周囲の土圧計の配置図

キーワード：トンネル 土圧 せん断帯

連絡先：〒275-8588 習志野市津田沼 2-17-1 電話：047-478-0449 F A X：047-478-0474

図4は、土被り 30cmにおける半円形トンネル模型上昇量と土圧計3（トンネルクラウン部）、土圧計5および土圧計7で計測されたトンネル半径方向の土圧との関係を示したものである。トンネルクラウン部ではトンネル上昇に伴い土圧は徐々に減少した。トンネルクラウン部から 30° 傾いた土圧計5ではトンネル上昇直後に土圧が増加し、その後はほぼ一定の土圧値をとった。トンネルクラウン部から 60° 傾いた土圧計7では、トンネル上昇直後に大きな土圧の上昇がみられ、その後急激な土圧の減少増加を繰り返しながら土圧値が変化した。

図5は、トンネル上昇直後（上昇量 0.1cm）のトンネル周囲に作用する土圧分布を示したものである。図には、トンネル上昇後観測されたせん断帯の発生位置を併せて示す。図から、土圧はせん断帯の内側近傍で大きく増加していることがわかる。このようなせん断帯内側近傍でのトンネル土圧の大きな増加は矩形トンネルを模した水平板上昇実験でも見られた¹⁾。

4.まとめ

本研究は円形トンネル上昇に伴うせん断帯進行と土圧の変化状況について実験的に検討したものである。本研究の成果を要約すると以下のとおりである。

- (1) 円形トンネル上昇に伴いトンネル周部のクラウン部から約 70° 傾いた位置からせん断帯が発生し、水平から約 75° の角度で地表面に向けて進行する。
- (2) 円形トンネル上昇に伴い、クラウン部の土圧は徐々に減少する。クラウン部から 30° 傾いた位置の土圧は、はじめ増加した後一定値となる。またクラウン部から 60° 傾いた位置の土圧は、はじめ急激に増加した後、増減を繰り返す。
- (3) 円形トンネル上昇に伴う土圧の増加は、水平板上昇の場合と同様にせん断帯内側近傍で著しい。

参考文献

- 1) 小宮、渡邊、清水：砂質地盤の水平板の上昇に伴うせん断帯の進行と土圧分布、第 31 回地盤工学会、p.1141～1143, 1996

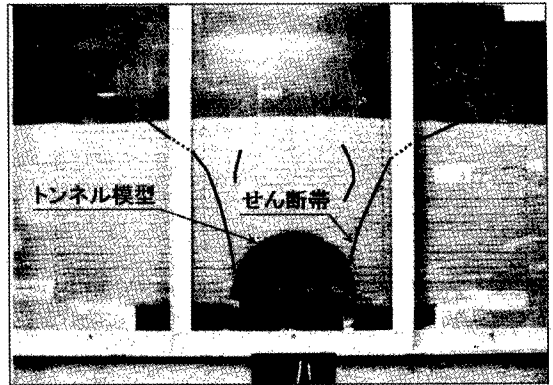


図3 トンネル模型上昇時のせん断帯の発生状況（上昇量 2.0cm 土被り 30cm）

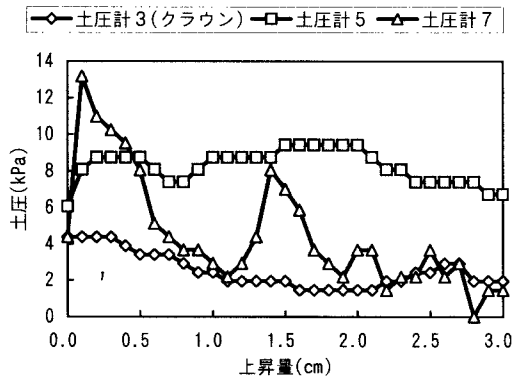


図4 トンネル模型上昇に伴う土圧の変化状況（土被り 30cm）

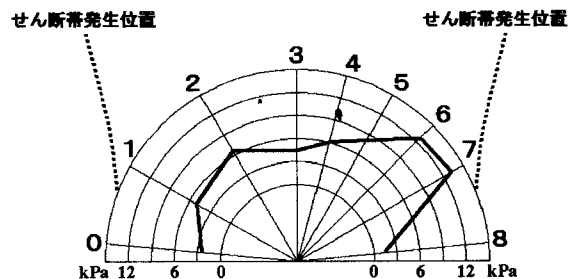


図5 トンネル上昇直後の土圧の分布状況（上昇量 0.1cm 土被り 30cm）