

千葉工業大学 学生会員 石井 孝

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つり合いに起因するところが多い。従って、トンネル土圧の発生メカニズムを解明する上で、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の上昇に伴う地盤内のせん断帯の進行状況を実験的に調査したものである。併せて同じ条件で行った水平板の上昇に伴う地盤内のせん断帯の進行状況との比較検討を行い、トンネル形状が地盤内のせん断帯進行に及ぼす影響を考察した。

2. 実験概要

図1は実験装置の概略を示したものであり、実験は平面ひずみ状態でいった。

地盤は土槽(幅 150 cm、奥行き 30 cm)上部のふりいから一定の高さ(50 cm)で気乾状態の豊浦砂を自由落下させて作成した。地盤の密度は、 1.48 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 2 cm の間隔で 0.1 cm の厚さに敷き詰めた。

地盤作成後、土槽底面中央部に配置した半円形トンネル模型(直径 30 cm、奥行き 30 cm)を上昇させ、半円形トンネル模型が 0.1 cm 上昇する毎に写真撮影を行いせん断帯の進行を確認した。

3. 砂質地盤におけるトンネル上昇時のせん断帯進行

図2は半円形トンネル模型上昇量 1.6 cm の時のせん断帯の発生状況の一例である。

図3は、土被り 30 cm の実験で観察された半円形トンネルの上昇に伴うせん断帯の進行状況を示したものである。また、図4は既に発表した⁽¹⁾土被り 30 cm の実験で観察された水平板の上昇に伴うせん断帯の進行状況を示したものである。

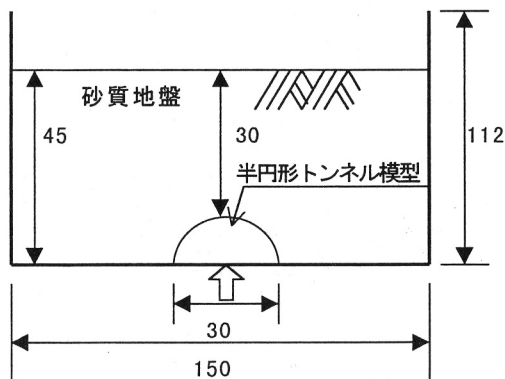


図1 実験装置の概略 (単位 cm)

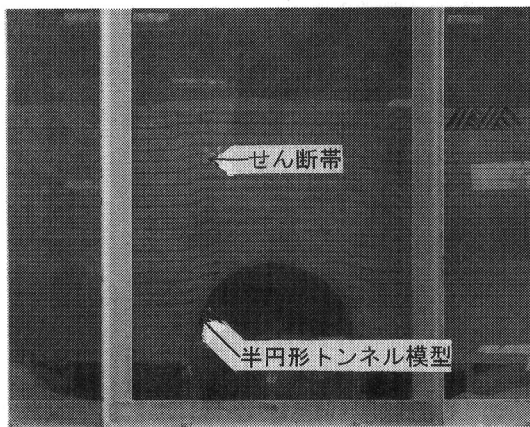
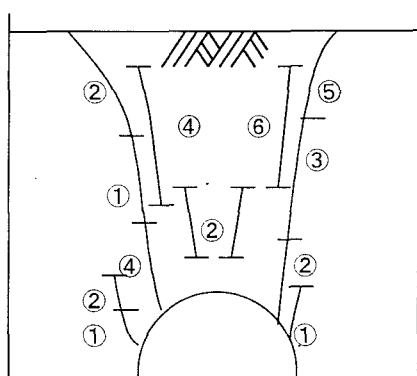


図2 半円形トンネル模型上昇時のせん断帯の発生状況(上昇量 1.6 cm 土被り 30 cm)

キーワード：トンネル、砂質土、せん断帯、土圧

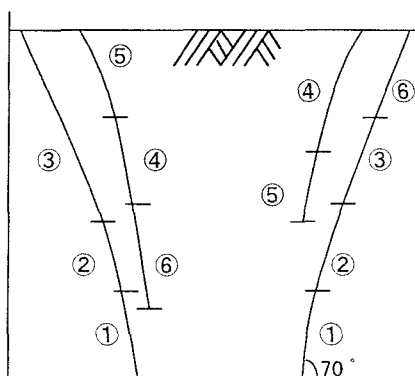
連絡先 〒275 習志野市津田沼 2-17-1 TEL. 0474(78)0499 FAX. 0474(78)0474



半円形トンネル

① 0～1.0cm	④ 1.5～1.6cm
② 1.0～1.3cm	⑤ 1.6～2.1cm
③ 1.3～1.5cm	⑥ 2.1～2.5cm

半円形トンネル上昇量



水平板

① 0～1.1cm	④ 1.5～1.6cm
② 1.1～1.3cm	⑤ 1.6～2.1cm
③ 1.3～1.5cm	⑥ 2.1～2.6cm

水平板上昇量

図2 半円形トンネル模型上昇時のせん断帯進行状況

図3 水平板上昇時のせん断帯進行状況

水平板上昇に伴うせん断帯の進行状況は、水平板端部から地表面に向かって約 70° の角度で外側に広がり、連続したせん断帯が地表面まで達している。また、連続したせん断帯が地表面に達したのち、連続したせん断帯の内側に新たなせん断帯の進行が見られた。内側に発生したせん断帯は、下部から上部に向かうといった単純なものではなく、地表面から水平板に向かってせん断帯が延びるといった複雑な進行状況を示している。

半円形トンネル模型を上昇させた場合のせん断帯は、初め半円形トンネル模型の端部付近で発生し、その後トンネル外側に向けてせん断帯が進行するが、その進行は上昇量 1.3cm 程度で止まった。同時にトンネル模型頂部付近からほぼ鉛直にせん断帯が発生・進行し、地表面に近くなるとトンネル外側に進路を変えて上昇量 1.3cm で地表面に達した。トンネル模型端部付近から発生したせん断帯進行の停止と頂部付近から発生したせん断帯の地表面到達はほぼ同時であった。このことから、端部付近発生したせん断帯の進行が停止した原因は、頂部付近から発生したせん断帯が地表面に達することによって端部付近発生したせん断帯を進行させる応力が低下したためと考えられる。水平板の場合と同様に半円形トンネルの場合にも、地表面に達するせん断帯の内側にはせん断帯の発生が観測された。内側に発生したせん断帯は不連続であり、その進行状況は非常に複雑である。

以上のように、半円形トンネルおよび水平板を上昇させた時の地盤内のせん断帯の進行状況には、せん断帯の発生位置、進行角度および進行の状況に違いが見られた。実験では、上昇させる模型の形状以外の条件は同じであるため、これらせん断帯の進行状況の違いは、構造物模型の形状の違いに起因しているものと考えられる。また、せん断帯の発生・進行には、先に発生したせん断帯を介した応力状態の変化が複雑に影響しているものと考えられる。これらせん断帯の進行状況はトンネル土圧に大きな影響を及ぼすので、合理的なトンネル土圧の発生機構の解明には、地表面まで連続したせん断帯を介した力のつり合いだけでなく、これらせん断帯の複雑な発生状況を考慮する必要がある。

参考文献 (1)小宮・渡邊・清水：砂質地盤の水平板上昇に伴うせん断帯の進行と土圧分布、第31回地盤工学研究発表会講演集、p.1141～1143、1996