

III-B102

超近接トンネルの断面力特性に関する遠心力実験

(その3) 粘性土地盤中の水平に隣接する円形セグメント

首都高速道路公団 正会員 小笠原 政文 正会員 津野 和宏
竹中土木 正会員 藤井 義文 正会員 畑中 善徳 正会員 野村 成樹

1. まえがき

著者らは、超近接シールドの作用土圧に関する一連の遠心力実験を行っている。前報¹⁾では、砂質地盤において2つのトンネルを水平に隣接させた遠心力実験を行い、本実験装置での掘進特性およびゆるみ土圧について報告した。ここでは、粘性土地盤における水平に隣接したトンネルの断面力特性について報告する。

2. 実験装置

実験で用いたトンネル模型は、遠隔操作で掘進し、トンネルカバを引抜き、セグメントのみを地盤中に設置できる機能をもつている²⁾。セグメント模型は、地盤変位に追随できる構造とし、重量の相似則を合わせるために、セグメント外径100mmに対し、厚さ4.8mmの硬質アルミ製とした。トンネルカバは、テールボイドとの相似則を考慮して1.5mmとしている。セグメントの断面力は、セグメントの表裏に貼った20°ピッチ、16ヶ所のひずみゲージにより計測した。地表面沈下計測は、遠心力場での重量を考慮した塩ビ製円盤を地表面に置いてポテンショメータで測定した。

3. 実験条件及び手順

遠心加速度は50g($g=9.8m/sec^2$)、トンネルの土被りは200mmでトンネルの位置関係を図-1に示す。2本のトンネル離隔は、セグメント外側間で10mmとした。粘性土地盤の作製には、カオリンを用いた。その物理的性質を表-1に示す。作製した地盤の含水比は、トンネル設置位置で43%となった。また、せん断抵抗Cu値は、遠心力場でのベーン試験により約10kPaと推定された。地盤の作製および実験手順を表-2に示す。

4. 実験結果

(1) 地表面沈下の経時変化を図-2に示す。トンネル掘進および後退時の合計沈下量は、先行トンネルで5mm弱、後行トンネルで2mm強となった。これは、掘進中の切羽土圧により、地盤が圧密されたためと考えられる。トンネルカバ引抜き時の沈下は、先行トンネルで1.8mm、後行トンネルで0.6mmとなり掘進時の

表-1 カオリンの特性

土粒子の密度	: 25.97(kN/m ³)
砂分	: 0 (%)
シルト分	: 45.1 (%)
粘土分	: 54.9 (%)
液性限界	: 48.8 (%)
塑性限界	: 31.8 (%)

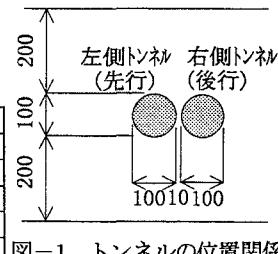


図-1 トンネルの位置関係

表-2 実験手順

内 容	
重力場	①粉末のカオリンを含水比90%で練混ぜる
	②下部に排水層を設けた遠心土槽に投入し、7日間自重圧密
遠心力場	③遠心力場で地表面沈下の収束、間隙水圧が消散するまで自重圧密
	④先行(左側)トンネルの掘進、セグメントの設置、掘削装置の後退
	⑤先行(左側)トンネルカバの引抜き、テールボイドの発生
	⑥後行(右側)トンネルの掘進、セグメントの設置、掘削装置の後退
	⑦後行(右側)トンネルカバの引抜き、テールボイドの発生

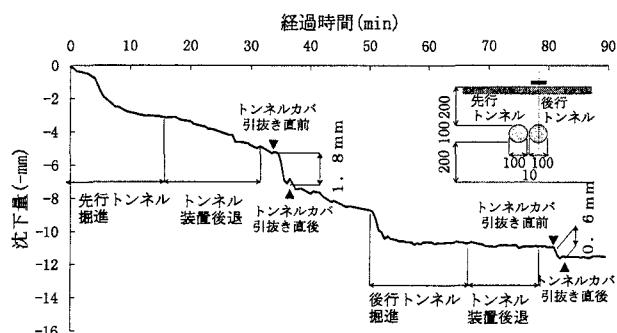
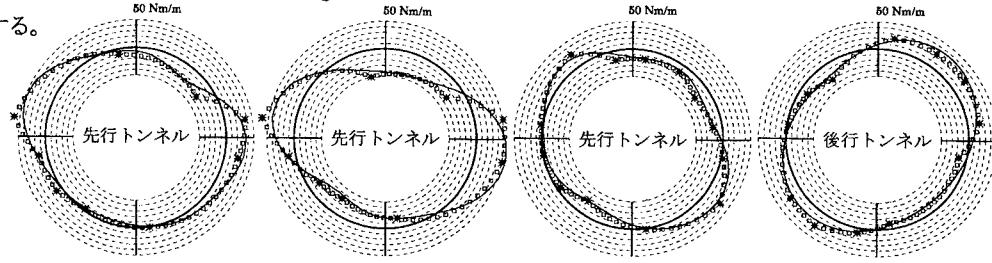


図-2 地表面沈下の経時変化

沈下より小さくなつた。また、掘進時およびトンネルカバ引抜き時いずれの沈下も、後行トンネルの方が小さくなつた。

(2).先行トンネルのトンネルカバを引抜いた時の先行トンネルの曲げモーメントを図-3.(1)に示す。トンネル上部での最大曲げモーメントは、30Nm/m程度となつた。この値は、砂質土実験¹⁾の30~40Nm/mと比べやや小さな値となつた。慣用計算法において曲げモーメントから計算される鉛直土圧は、側方土圧係数 $\lambda=0.65$ とすると図-4に示すTerzaghiのモデルを粘性土にも適用できると考えた場合の換算高さとほぼ一致する。



(1)先行トンネルカバ引抜き時の (2)後行トンネルカバ引抜き時の (3)後行トンネルカバ引抜き時の (4)後行トンネルカバ引抜き時の
先行トンネル 先行トンネル 先行トンネルの増加分 後行トンネル

図-3 曲げモーメント図

*: 実測値 □: 補間値

(3).後行トンネルカバ引抜き時の先行トンネルの曲げモーメントを図-3.(2)に示す。トンネル上部での最大曲げモーメントは、後行トンネルカバ引抜きの影響により40~50Nm/m程度となつた。この値は、図-5における慣用計算法の側方土圧係数 $\lambda=0.65$ とした時の全土被りが作用した大きさに相当し、初期の値の1.3~1.7倍となつた。これは、砂質土実験¹⁾の2~3倍より小さな値となつた。

(4).後行トンネルカバ引抜き時の先行トンネルの曲げモーメントの増加分を図-3.(3)に示す。トンネル上部での先行トンネルの曲げモーメントの増加分は、10~30Nm/mであった。増加分の曲げモーメント分布は偏っており、後行トンネル側から荷重を受けた形となつた。

(5).後行トンネルカバ引抜き時の後行トンネルの曲げモーメントを図-3.(4)に示す。後行トンネルの最大曲げモーメントは、20~30Nm/mとなり初期の先行トンネルの値ととぼよくなつた。この値は、砂質土実験¹⁾の30~40Nm/mと比べやや小さな値となつた。

5. あとがき

粘性土地盤での水平に隣接した2つのトンネルでは、先行トンネルの曲げモーメントは、後行トンネルのゆるみにより増加したが、その割合は1.3~1.7と砂質地盤より小さくなつた。今後さらに実験をかさね近接トンネルの周辺地盤の土圧の特性について明らかにして行きたい。なお本実験に対し貴重なご助言を頂いた東京都立大学教授今田徹先生に深く感謝の意を表します。

- 1) 小笠原ら：超近接トンネルの断面力特性に関する遠心力実験(その1),土木学会第51回学術講演会,1996.9
- 2) 小笠原ら：超近接シールドの作用土圧に関する遠心力実験(その1),第31回地盤工学研究発表会,1996.7