

III-B 162 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）砂質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○佐々木 一哉
竹 中 土 木 正会員 藤井 義文 正会員 真川 三雄

1. まえがき

著者らは、最近増えてきた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。今までの実験では、重力場で設置したセグメントのトンネルカバーを遠心力場で引抜いていた。¹⁾本報告では、掘削、セグメントの設置、トンネルカバー引抜きの一連の実験を遠心力場で行ったので紹介する。

2. 実験装置

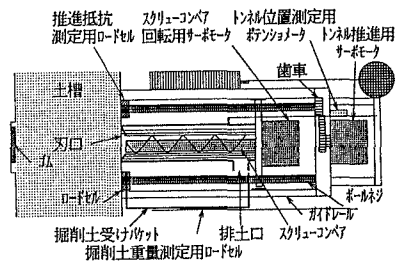
実験は内寸で、長さ1500mm、高さ900mm、奥行き300mmの土槽を用い、50gの加速度で行った。実験装置は、図-1.1～1.4に示す。①外径100mmのセグメント、トンネルカバー、および刃先、②セグメントを挿入しながら刃先から砂を取り込み排土する推進装置と排土装置、③セグメントがトンネルカバーと一緒に引抜かれるのを防ぐストッパーとトンネルカバーを引抜く油圧装置、で構成されている。セグメントは長さ20mmのピース13個で構成され、RCセグメントとの重量の相似則を合わせるため厚さ4.8mmの硬質アルミ製 ($\gamma=2.70\text{g/cm}^3$) とした。トンネルカバーは、実物のトンネル外径に対するテールボイドとの割合を考慮して厚さを1.5mmとした。セグメントの断面力は、土槽の中心位置でセグメントの円周方向平均15° ピッチ24箇所の表裏に貼った48枚のひずみゲージから求めた。セグメントのひずみ計測用ケーブルがトンネルカバー引抜きの支障になることから、トンネルカバーに幅25mmのスリットを空けた。また、セグメントは地盤の変位に追従できる構造にした。実験はこのような2組のトンネル掘削装置を水平に隣接させて行なった。掘進速度は2cm/分とした。なお、地表面沈下は、非接触の渦電流式検出器で測定した。

3. 実験手順および条件

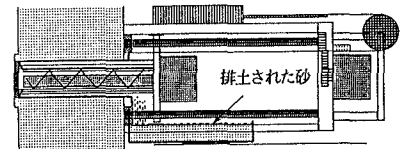
実験手順を表-1に示す。表の③～⑤の遠心力場における一連の実験概要を図-1に示す。砂地盤は乾燥標準砂を用い、相対密度92% (単位体積重量1.63g/cm³) とした。トンネルの土被りは20cmで、トンネルの位置関係を図-2に示す。2本のトンネル離隔は、セグメント外側間で10mmとした。

4. 実験結果

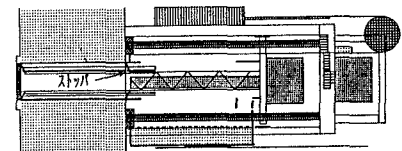
近接トンネルの影響は、セグメントの曲げモーメントで評価した。
(1) 地表面沈下の経時変化を図-3、先行および後行トンネルのゆるみ発生時の沈下分布形状を図-2中に示す。図-3の後行トンネル掘進では、掘進開始(1cm)で取込み土量を半分程度に抑えたため地表面は2mm程隆起し、その後やや沈下している。
(2) 先行トンネルのトンネルカバーを引抜いたときの曲げモーメント分布を図-4.1に示す。曲げモーメントは底部で3～4kgf・cmで鉛直方向からの大きい力を受けた形状をしている。



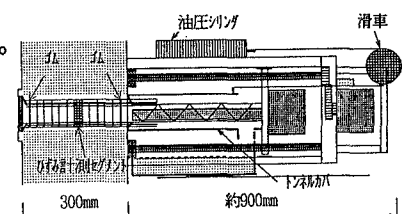
1.1 掘削前



1.2 トンネル掘削装置の掘進



1.3 排土装置の後退



1.4 トンネルカバーの引抜き

図-1 遠心力場での実験概要

表-1 実験手順

重力場・遠心力場	①重力場と50gの遠心力場での繰返し載荷
重力場	②先行トンネルの掘進、セグメントの設置、掘削装置の後退
遠心力場	③先行トンネルのトンネルカバーの引抜き、ゆるみの発生 ④後行トンネルの掘進、セグメントの設置、掘削装置の後退 ⑤後行トンネルのトンネルカバーの引抜き、ゆるみの発生

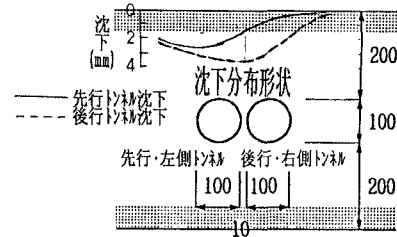


図-2 トンネルの位置関係

(3) 先行トンネルの後行トンネル掘進中の曲げモーメント分布の一例を図-4.2に示す。掘削は、トンネル通過体積と取込み土量が同じになるよう管理した。図より先行トンネルは右側から後行トンネルの切羽土圧の影響を直接受けて大きな水平方向力を受ける形状となった。トンネル先端位置と最大曲げモーメントとの関係を図-5に示す。図より後行トンネルの切羽の影響は掘削当初1.3D (13cm) 手前からすでに始まり0.3D (3cm) 手前でピークに達し、通過と同時にほぼ初期の値に戻った。

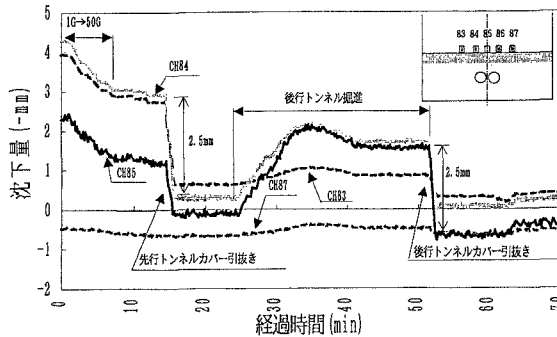
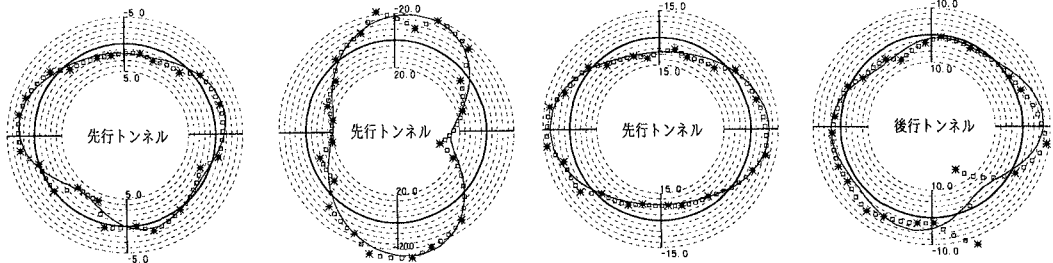


図-3 地表面沈下の経時変化



4.1 トンネルカバー引抜き 4.2 後行トンネル掘進中 4.3 後行トンネルのトンネルカバー引抜きによる増分 4.4 後行トンネルのトンネルカバー引抜きによる後行トンネルの曲げモーメント

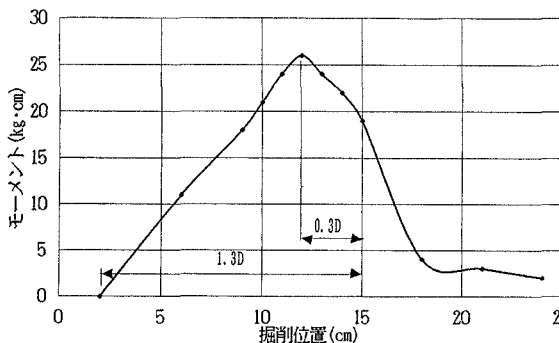


図-5 トンネル位置と最大曲げモーメントの関係

(4) 先行トンネルの後行トンネルのゆるみによる曲げモーメントの増分を図-4.3に示す。トンネル頂部では $6 \sim 8 \text{ kgf} \cdot \text{cm}$ と当初のゆるみによる値の2~3倍となった。

(5) 後行トンネルのトンネルカバー引抜きによる後行トンネルの曲げモーメントを図-4.4に示す。曲げモーメントの大きさは $5 \text{ kgf} \cdot \text{cm}$ となり先行トンネルのトンネルカバー引抜きによる大きさより大きくなった。

5. あとがき

後行トンネルを遠心力場で掘削したときの先行トンネルへの影響についてある程度把握できた。今後トンネル周辺地盤のゆるみ土圧計測を含めてメカニズムを明らかにしていきたい。なお、本実験にあたり東京都立大学今田教授にご指導頂いた。

- 1) 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）（その2）第31回地盤工学研究発表会1996. 7.
- 2) 小笠原ら：遠心力場におけるトンネル掘削について 日本道路協会，第21回日本道路会議1995. 10.