

III-B 163 超近接トンネルの断面力特性に関する遠心実験 (その2) 砂質地盤中の鉛直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 〇畑中 善徳 正会員 近 信明

1. まえがき

前報¹⁾では、2つのトンネルを水平方向に隣接させた遠心力実験を行い、砂質地盤における先行および後行トンネルに発生する断面力の特性について報告した。ここでは、砂質地盤における鉛直に隣接したトンネルの断面特性について報告する。

表-1 実験手順

2. 実験装置および手順

実験装置は、前報¹⁾の水平に隣接した実験と同じ土槽、トンネル掘削装置およびセグメント模型を用いた。本実験では、2つのトンネル掘削装置を土槽に鉛直方向に隣接させて取付けた。そのため、トンネル掘削装置の支持金具、掘削土の排出方向の相違による排土口形状、掘削土重量測定用バケット、セグメントひずみ計測用ケーブルを取出すためのトンネルスリットの向きなどを変えた。実験手順を表-1に示す。

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下側トンネルの掘進、セグメントの設置、掘削装置の後退
遠心力場	③下側トンネルのトンネルカバー引抜き、ゆるみの発生 ④上側トンネルの掘進、セグメントの設置、掘削装置の後退 ⑤上側トンネルのトンネルカバー引抜き、ゆるみの発生

3. 実験条件

砂地盤は、乾燥標準砂を用い、相対密度91%[単位体積重量 1.62 g/cm^3]とした。トンネルの土被りは上側トンネルで20cmとした。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である。

また掘進実験では、トンネル位置と掘進中の取込み土量および推進抵抗も計測している。²⁾ここでは、上側（後行）トンネルの掘進管理の指標の一つである取込み土量の影響についても調べた。取込み土量は掘進速度を一定とした時のスクリーコンベアの回転数との関係があらかじめわかっているため、²⁾スクリーの回転数を変えて制御した。

4. 実験結果

(1) 地表面沈下の経時変化を図-2、先行および後行トンネルのトンネルカバー引抜き時の分布形状を図-1中に示す。図-2より先行の下側トンネルのトンネルカバー引抜きによる沈下量は1.3mmで前報の土被り20cmの先行トンネルより小さい。また、上側のトンネルカバー引抜きによる沈下量は2.5mmであった。

(2) 上側トンネルの掘進によるトンネル中央の地表面沈下は2mmの隆起のあと1mmの沈下で、最終的には1mmの隆起となった。

(3) 土被り31cmの先行トンネルのトンネルカバーを引抜いた時の曲げモーメントを図-3.1に示す。負曲げの最大で $5\text{ kgf}\cdot\text{cm}$ 程で、前報¹⁾の土被り20cmの時の $3\sim 4\text{ kgf}\cdot\text{cm}$ より大きくなった。

(4) 後行トンネルの掘進による切羽土圧の影響を受けた先行トンネルの曲げモーメントの分布の一例を図-3.2に示す。分布形状より先行トンネルは、直上の後行トンネルにより大きな鉛直土圧を受けたものと推定

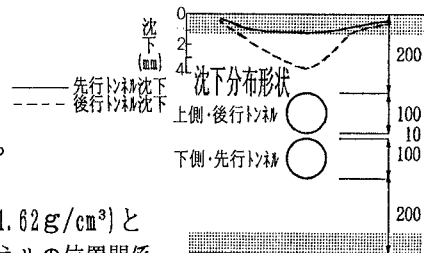


図-1 トンネルの位置関係

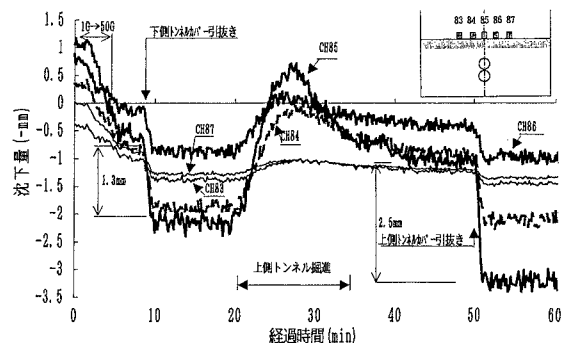
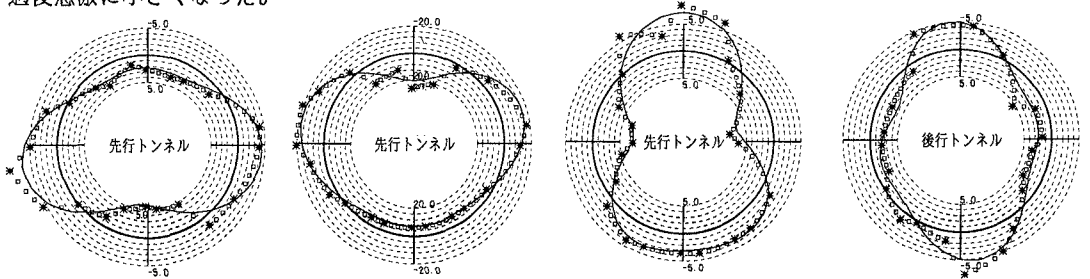


図-2 地表面沈下の経時変化

される。最大の曲げモーメントは、 $20\text{kgf}\cdot\text{cm}$ と水平に隣接した場合とほぼ同じ大きさであった。また、トンネル位置と最大曲げモーメントの関係を図-4に示す。図中には、取込み土量をトンネル通過体積の95%、100%、110%とした時の値を示した。受働土圧側での掘削となる95%とした時が最も大きく、110%の時が最も小さくなった。取込み土量のわずかな差で先行トンネルの曲げモーメントの値は、20%前後変化した。また、後行トンネルへの影響は、1D程度手前から増大し、0.3D手前で最大となった。切羽土圧の影響は、切羽通過後急激に小さくなった。



3.1 トンネルカバー引き 3.2 後行トンネル掘進中 3.3 後行トンネルのトンネルカバー引きによる増分 3.4 後行トンネルのトンネルカバー引きによる後行トンネルの曲げモーメント

図-3 曲げモーメント分布図
(5) 後行トンネルのトンネルカバー引きによる先行トンネルの曲げモーメントの増分および後行トンネルの曲げモーメントを図-3.3, 4に示す。図より両トンネルとも、水平土圧の増加あるいは鉛直土圧の減少を示す傾向となった。

(6) 曲げモーメントからゆるみ高さを推定した。ゆるみ高さは鉛直土圧を一様分布、水平土圧を台形分布とする慣用計算法から、地盤反力を $5\text{kgf}/\text{cm}^3$ とし、側方土圧係数 λ との関係から求めた。結果を図-5に示す。 $\lambda=0.4$ とすると土被り30cmの先行トンネルのゆるみ高さは9cm、前報の土被り20cmのゆるみ高さは7cmとなり、テルツアギのゆるみ高さに近い値となった。

5. あとがき

下側（先行）トンネルは上側（後行）トンネルの掘進により大きな鉛直土圧を受ける一方、上側トンネルのゆるみ発生により上下のトンネルとも水平方向から大きな土圧を受ける傾向となった。まだメカニズムを十分説明できない点もあり今後さらに実験を重ね検討をしていきたい。なお、本実験にあたり、東京都立大学今田教授に御指導頂いた。

- 1) 小笠原ら：遠心力場における超近接トンネルの断面力特性(その1) 土木学会第51回学術講演会1996. 9.
- 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.

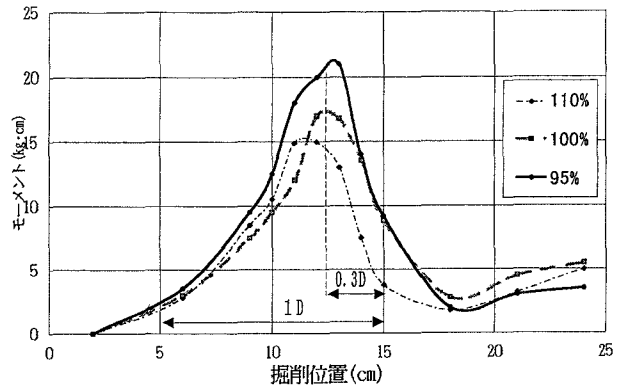


図-4 トンネル位置と最大曲げモーメントの関係

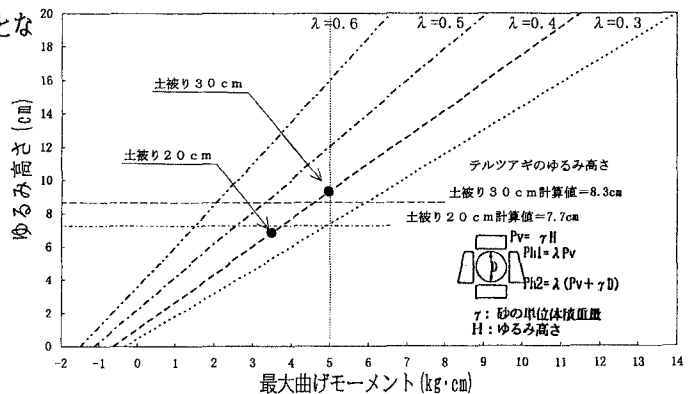


図-5 ゆるみ高さと曲げモーメントの関係