

Ⅲ - B87 個別要素法を用いた鉛直方向隣接シールドトンネルの作用土圧に関する検討

首都高速道路公団 正会員 小笠原 政文 津野 和宏
(株) 竹中土木 正会員 藤井 義文 平井 卓

1. はじめに

著者らは、豊浦砂を用いて鉛直に隣接するシールドトンネルの作用土圧に関して、遠心載荷実験を実施してきた。実験では、下側に施工される先行トンネルに作用する曲げモーメントが後行トンネルのテールボイド解放の影響を受けて水平方向に押されるように変化することが明らかになった。そこで、このような地盤内応力の再配分メカニズムを解明するために、個別要素法を用いた解析を実施し実験結果と比較検討を行った。

2. 解析概要

解析は、澤田の開発した個別要素法プログラム (DEMS) をシールドトンネル解析用に改良して用いた。解析モデルを図-1 に示す。解析は重力場 (鉛直加速度 1g) で実施し、モデルの大きさは遠心加速度 50g で実施した実験と等しい応力場となるように、50 倍に相当する寸法とした。解析定数を表-1 に、解析手順を図-2 に示す。解析定数は、事前に二軸試験シミュレーションを実施し、実験に用いた $D_r=90\%$ の豊浦砂相当となるように定めた。実験では、セグメント模型の直径を 10 cm、引き抜くトンネルカバの厚さを 1.5 mm としたのに対し、解析では直径 $D=5\text{m}$ 、テールボイド幅 $T=7.5\text{cm}$ とした。

3. 解析結果及び考察

解析結果は、遠心載荷実験結果と比較しやすいように位置や変位などの長さを 1/50 にして表示した。

(1)変位 図-3(a)は、図-2の解析手順における初

期自重解析から先行トンネル施工解析に至る変位増分ベクトルと変位量のコンターを示したものであり、(b)は先行トンネル施工解析から後行トンネル施工解析に至る同様の図を示したものである。図より、先行トンネルの 1.5mm の変位領域は後行トンネルに比べてかなり小さくなった。これは、後行トンネル直上のアーチ領域が先行トンネルに比べて小さくなるためと推定される。

(2)先行トンネルセグメント作用土圧 図-4 は、各解析ステップにおける先行トンネルセグメント作用土圧を求めたものである。図より、先行セグメントに作用する土圧は、後行トンネルテールボイド解放の影響を

(キーワード) 個別要素法、シールドトンネル、土圧、曲げモーメント

〒100 東京都千代田区霞ヶ関 1-4-1 TEL. 03-3502-7311 FAX.03-3503-1806

〒100 東京都中央区銀座 8-2-1 TEL. 03-3542-6321 FAX.03-3248-6545

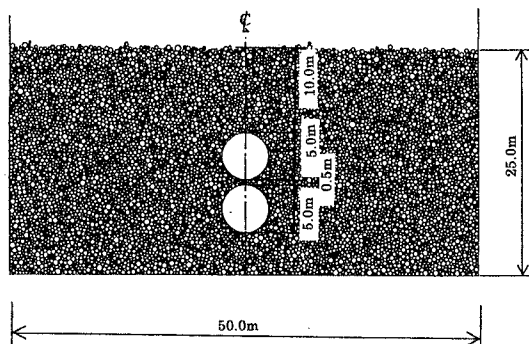


図-1 解析モデル

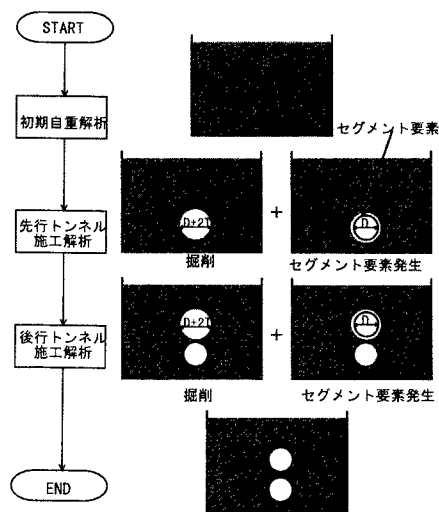


図-2 解析手順

受けて鉛直土圧が減少、水平土圧が増加している。なお、セグメント作用土圧は、セグメント要素と砂要素の要素間作用力をフーリエ級数を用いた方向角 θ の連続関数で回帰して求めた。

(3) 先行トンネルセグメントに生じる曲げモーメント

図-5は、セグメントを梁要素としたモデルに外力として図-4の土圧を作用させて解析し、後行トンネルのテールボイドの発生前後の先行トンネルの曲げモーメント増分について示した。図より曲げモーメントの増分は、実験と解析の両者とも水平方向に押されるような分布となっており、その値は、実験の方がやや大きくなった。

(4) 周辺地盤の応力増分

図-6は、後行トンネルのテールボイド発生前後の周辺地盤の鉛直応力減少領域と水平応力増加領域をコンターで示したものである。図より先行および後行トンネルに作用する鉛直土圧は減少する一方、側部の水平応力が増加していることが分かる。図-5のようなモーメント増分が生じる原因は、周辺地盤内応力のこのような変化によるものと考えられる。

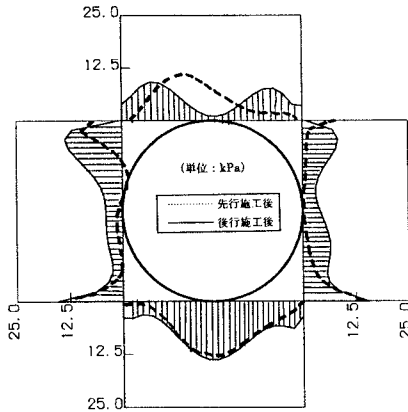
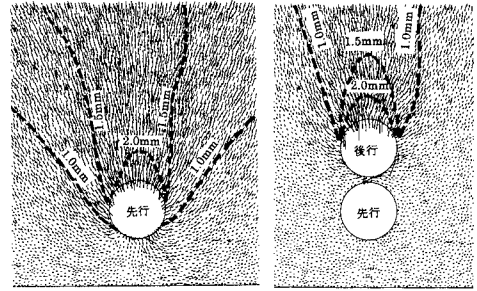


図-4 先行トンネルに作用する土圧



(a) 先行トンネルによるゆるみ領域 (b) 後行トンネルによるゆるみ領域
図-3 変位ベクトル及びコンター

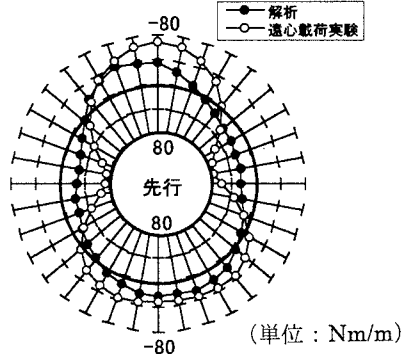
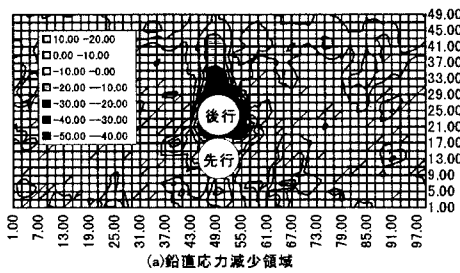
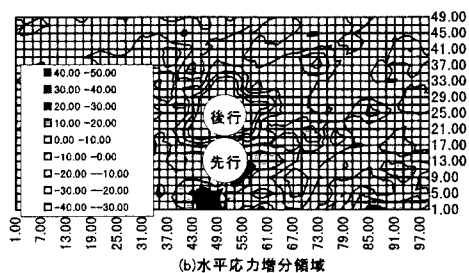


図-5 先行トンネル曲げモーメント増分



(a) 鉛直応力減少領域



(b) 水平応力増分領域

図-6 後行トンネルのテールボイド発生前後の地盤内応力の変化

4. まとめ

個別要素法による解析により、先行トンネルが後行トンネルの緩みの影響で水平方向に押されるような曲げモーメント増分となるのは、鉛直土圧の減少と水平土圧の増加という2つの要因が重なって発生するものと考えられる。今後、粘性土やトンネル形状が矩形になった場合の検討をしていきたい。なお、本検討に対し、貴重なご助言を頂いた東京都立大学教授今田先生に深く感謝いたします。

参考文献

- 1) 小笠原、佐々木、藤井、真川：超近接シールドの作用土圧に関する遠心力実験(その1) 鉛直に隣接する円形シールド、(1996)、第31回地盤工学研究発表会