

トンネル掘削における長尺先受工法の
補助効果に関する模型実験

京都大学工学部
北海道開発庁
京都大学大学院

正会員
正会員
学生員

足立紀尚、木村 亮
○林 憲裕
荒巻 智

1. はじめに

近年、交通需要の急激な増加に伴い地下空間に活路が求められているが、多くの点においてできるだけかぶりの小さい領域が有利である。従来、足立らはかぶりの小さい土砂トンネルの力学挙動に関する様々な研究を行ってきた¹⁾。本研究では砂質地山を対象とし、図-1のような地表面沈下抑制を目的とした長尺先受工法の補助効果を明らかにするため、2次元横断面トンネル掘削シミュレーション実験を行い、トンネル壁面にかかる土圧の変化、地表面の変位について検討を行った。

2. 実験概要

本実験の地山材料には従来どおり、長さ5cm、直径1.6mmおよび3mmのアルミ棒を重量比3:2で混合したアルミ棒積層体 ($\gamma = 2.1\text{gf/cm}^3$, $\phi = 30^\circ$, $c = 0\text{kgf/cm}^2$) を用いた。実験装置を図-2に示す。トンネル掘削装置の外周は均等に22等分され、それぞれはアルミ板に板ばねをはさんだ土圧計として機能する²⁾。また、フォアパイル、サイドパイル、フットパイルは図-3に示すものでモデル化する。さらに、フォアパイルの周面には摩擦を付ける意味で両面テープを巻き、サイドパイルにはアルミ棒を張り付ける。半径方向に収縮を0~1mmまでは0.1mm、1~5mmまでは0.5mmごとに土圧計測を行い、また、1mmごとに写真撮影を行い、地山に埋めこんだ標点から地山の変位を読み取った。実験の種類を表-1に示す。なお、CASE2.2 (CASE1.2) とCASE2.5の違いは、前者がフォアパイルを詰めて設置しているのに対し、後者は一つ置きに設置していることである。

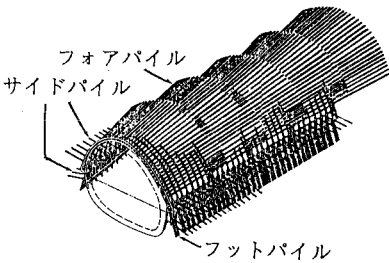


図-1 長尺先受工法

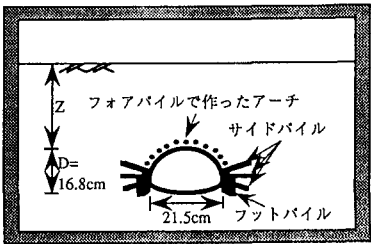


図-2 実験装置

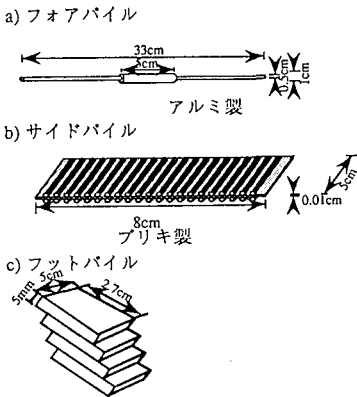


図-3 パイルモデル

表-1 実験のパターン

Z=1D	CASE1.1	CASE1.2	CASE1.3	CASE1.4	CASE1.5
Z=2D	CASE2.1	CASE2.2	CASE2.3	CASE2.4	CASE2.5

3. 実験結果および考察

(1) 覆工土圧変化の結果と考察

土圧計No.1、No.4、No.7は、それぞれトンネル天端、肩部、側部の土圧計を示す。図-4は縦軸に理論かぶり圧で規準化した土圧を、横軸にトンネル収縮量をとったグラフでCASE1.1の例である。図-5は、横軸に実験の種類を、縦軸にトンネル収縮量0~0.2mmにおける土圧の変化の割合（図-4の直線の傾き）の絶対値をとったものである。傾きの大小は、収縮に伴う土圧減少の程度、実際のトンネル壁面にかかる土圧による収縮の程度を示し、地表面沈下にも影響を与えたと考えられる。No.1、No.4、No.7を通して、CASE1.2、CASE2.2は傾きが急である。これはフォアパイルによる人工アーチの効果が発揮されたためであると考えられる。また、土かぶり1Dより2Dの方が、やや、傾きは緩やかである。

(2) 地表面沈下の結果と考察

図-6は、縦軸に地表面沈下量 δ をトンネル天端沈下量 δ_c （トンネル天端直上2mmの標点の変位）で規準化した値、横軸にトンネル中心軸からの水平距離 H をトンネル直径 D で規準化した値をとり、図中の曲線はSchmidt³⁾により正規分布曲線によって近似した沈下曲線を示している。補助工法を用いている方が、用いていない方より天端直上における δ/δ_c の値は小さくなり沈下形状は緩やかになった。これは、フォアパイルによる人工アーチの効果、又は、サイドパイルによるグラウンドアーチ形成助成効果のためと考えられる。

4. おわりに

長尺先受工法は、掘削時にフォアパイルの片持ばりの効果と人工アーチの効果を期待するが、本実験では2次元横断面を仮定しているため、後者の効果のみを考慮しているにすぎない。よって、本研究の結果は過小評価していることになるため注意が必要である。

参考文献 1)足立ほか：土木学会論文集第358号、1985、pp.129-136 2)足立ほか：第24回土質工学研究発表会講演集、1989、pp.1695-1698 3)Schmidt, B.: Ph.D.Thesis, Univ. of Illinois, Urbana, 1969

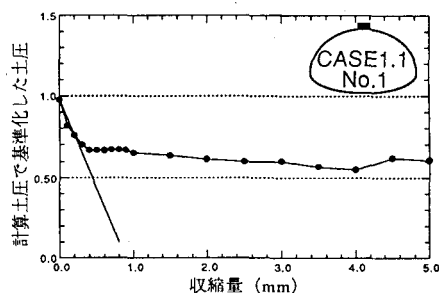


図-4 覆工土圧と収縮量の関係

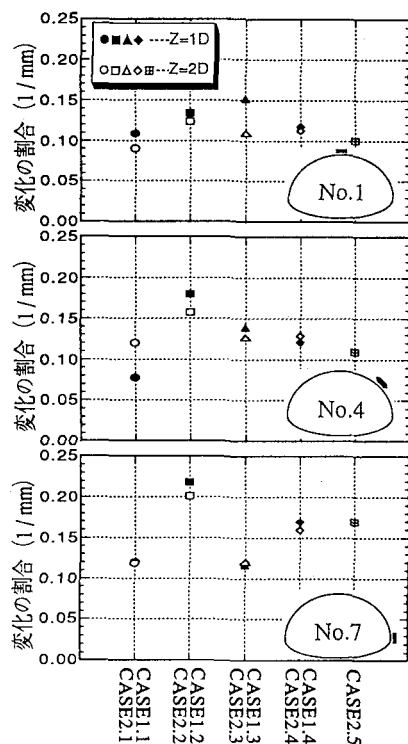


図-5 パターン～変化の割合比較

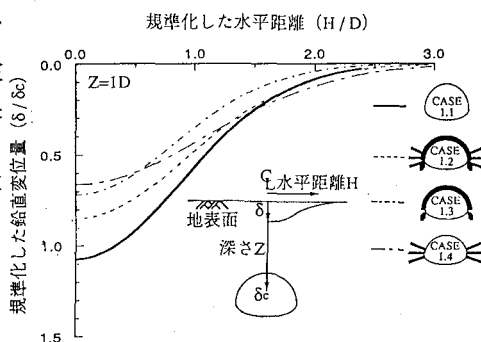


図-6 横断方向の地表面沈下形状