

III-51 トンネルに作用する土圧に関する研究（1）

— 実験結果 —

（財）鉄道総合技術研究所 正会員 小山 幸則・○清水 満・佐藤 豊

1. はじめに

セグメントの設計法は各種のものが提案されており、我が国における設計法は概ね慣用計算法に準じた方法が多く用いられている。一方海外を見ると、ヨーロッパやアメリカにおいては全周ばねモデルや連続体支持モデルが多く用いられているようである。そこで、セグメントの合理的設計法の確立を目的として大型土槽を用いたトンネル模型載荷実験を行い、地盤中のトンネル模型に作用する土圧を調べた。なお、本研究は運輸省からの委託研究「鉄道技術基準に関する研究」の一環として行ったものである。

2. 実験方法

砂地盤中に構築されたシールドトンネルを想定し、上方からの載荷が可能な土槽の中に鋼製のトンネル模型を設置し、トンネルに作用する土圧、トンネルの変形・変位・ひずみ等を計測した。

(1) 土槽

実験に使用した土槽は、内空 幅4.0m×高さ3.0m×奥行き3.0mの鋼製土槽である。

(2) トンネル模型

トンネル模型は、直径 1.0m(外形)、長さ 3.0m、管厚 10mm である。計測値がトンネルの端部の影響を極力受けないように、管の中央1mを計測部として所定の計測機器を設置した。

(3) 実験ケース

実験のパラメータは地盤の硬軟とし、密地盤・緩地盤の2種類とした。

(4) 地盤の作成方法

地盤材料は、粘着力のないことを条件に地盤作成や再現性の確保の容易さ等の理由から珪砂5号とした。地盤の作成方法は、緩地盤は50cm毎に敷均し所定の高さまで作成後注水し、飽和後排水を行う方法とした。密地盤は25cm毎に敷均し・転圧し、所定の高さまで作成後注水・飽和・排水という方法により作成した。

3. 実験結果

① トンネル模型に加わる半径方向土圧

図-2に示すように、トンネル上半部において緩地盤のほうが大きく、インバート部においては密地盤の方が大きな結果となっている。緩地盤の分布形状は、トンネル下部に比べて上部が大きな値を示している。

密地盤の分布形状は、トンネル全周にわたり比較的一様な分布をしており、スプリングライン付近においてやや大きな値を示している。

② トンネル模型に加わる接線方向土圧

図-3に示すように、接線方向土圧の分布形状は緩地盤ではトンネル上半部が下半部に比べ大きく、密地盤

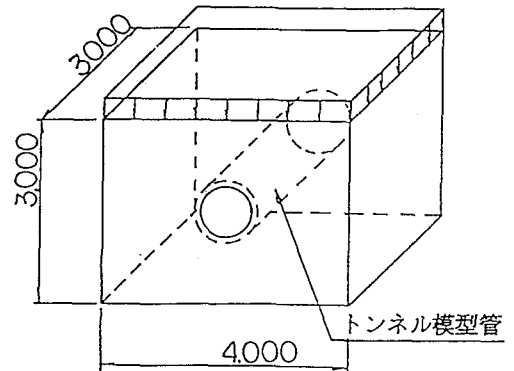


図1. 実験土槽概要図

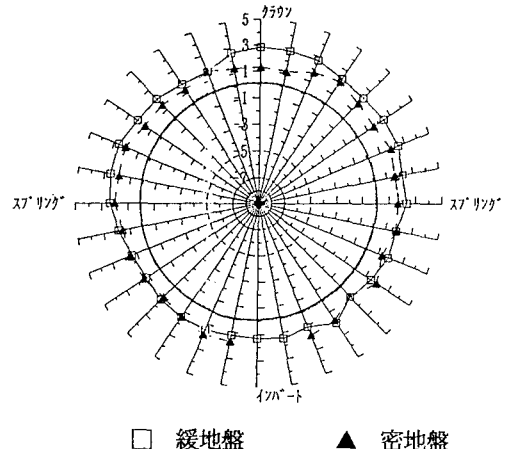


図2. トンネル模型に加わる半径方向土圧

では逆にトンネル下半部の方が上半部より大きい結果となっている。土圧の強度について比較すると、トンネル上半部においては、密地盤・緩地盤ともほぼ同程度の大きさであるが、下半部では密地盤のほうが大きな値を示している。

③接線方向土圧と半径方向土圧の比

図-2、図-3より求めた接線方向と半径方向の土圧の比は、緩地盤においては最大0.4、密地盤で0.7程度であり、密地盤のほうが大きな結果となっている。

④鉛直土圧と水平土圧の分布

図-4に示すように、実験より得られたトンネル模型に加わる半径方向土圧と接線方向土圧から算出した鉛直土圧と水平土圧の分布形状は、緩地盤、密地盤とも鉛直土圧は中央部がくびれた形状の矩形であり、水平土圧はスプリングラインのやや上方を頂点とした三角形に近い形状となった。

上方からの鉛直土圧の中央部がくびれた形状をしているのは、トンネルのクラウン部の変形によりこの部分の土圧が軽減され、その減少分がクラウン部の両側に配分されたものと考えられる。

下方からの鉛直土圧の分布形状も上方の鉛直土圧と同様な形状であるが、下方の鉛直土圧の分布は端部で値の大きい凹型となっている。この原因として、インバート部からスプリングライン部にかけての接線方向土圧の影響が大きかったことがあげられる。

水平方向土圧のスプリングライン付近を頂点とした土圧の分布形状は、トンネル模型の変形による受動的土圧が有効に作用した結果と考えられる。

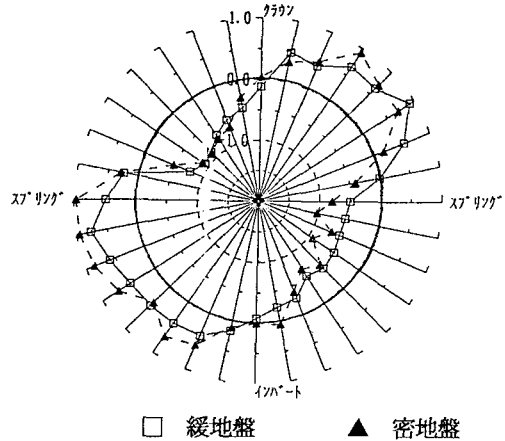


図 3. トンネル模型に加わる接線方向土圧

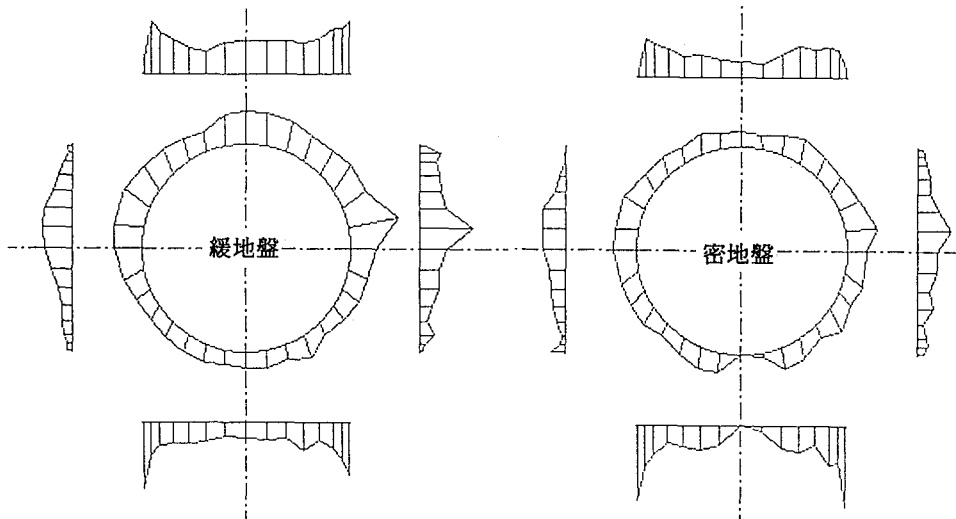


図 4. 鉛直土圧と水平土圧の分布

4. おわりに

実験結果により、従来上部からの土圧は等分布に作用すると考えられていたが、実際には中央部が凹の分布形状となることや、トンネルに作用する接線方向土圧は予想以上に大きな値を示すことなどがわかった。今後、実際のトンネルにおける実測を加え、実地盤中におけるトンネルの挙動を解明していく所存である。

なお、本実験の実施にあたり、（株）熊谷組技術研究所の方々に大変御協力をいただいた。