

土砂地山における双設トンネル掘削時の挙動

京都大学工学部
京都大学工学部大学院

正会員 足立 紀尚 木村 亮
学生会員 山口 直宏 ○長田 文博

1. はじめに

本研究は土かぶりの浅い土砂地山に既設トンネルに隣接して新たにトンネル掘削を行ったときの、トンネル横断方向の地山の変位挙動およびトンネル覆工に作用する土圧に着目して、アルミ棒積層体を用いて地山をモデル化したトンネル掘削のシミュレーション実験を行ったものである。

2. 実験概要

本研究の地盤材料には、従来の研究¹⁾²⁾と同様に、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。このアルミ棒を実験装置(長さ 100cm)の左右の仕切り壁面に積み上げて地山を形成する。本研究で用いたトンネル掘削のシミュレーション装置を写真-1、図-1に示す。トンネル断面は円形で直径Dは13cmである。本装置は図-1(a)に示すように、ハンドルを回転させることで径を半径方向に一樣に縮めることができ、これによりトンネル掘削をシミュレートする。また、トンネル掘削装置の外周(以下覆工と呼ぶ)は均等に16等分され、それ自身が図-1(b)に示すようにアルミ板に板ばね(厚さ 1mmのステンレス製)をはさんだ簡易土圧計として機能する。すなわち、各面に垂直な土圧が、板ばねの両端に貼った曲げゲージのひずみより求まる。この実験装置を2個用いることによって、双設トンネル掘削をシミュレートした。本研究で行った実験は、図-2に示すように土かぶりZと双設トンネル間距離Bをパラメータとし、地表面はすべて水平とした。ここで、①、④等は土圧計の番号を示す。ここでは、既設トンネルの掘削を表現するために既設トンネルを縮めたのち新設トンネルを縮める場合の実験結果を以下に報告する。なお、トンネルは半径方向に最大 5mm収縮させ、既設トンネルの収縮量 δ は 2mmとした。

3. 実験結果および考察

図-3、図-4は実験Ⅲから得られた天端とスプリングラインの土圧変化を簡略化した形で示したものである。ただし、縦軸には初期土圧(γZ)で規準化した値をとり、横軸の最初の $\delta=0\sim 2\text{mm}$ は既設トンネルの収縮量を示している。図から、既設トンネルと新設トンネルは対照的な土圧挙動を示し、土かぶり大きいほど、またトンネル間隔が小さいほど、土圧変化が

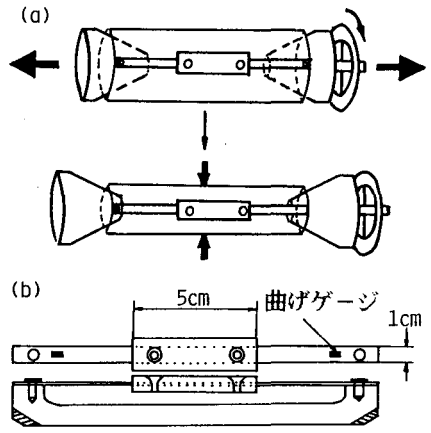


図-1 トンネル掘削シミュレーション装置と簡易土圧計

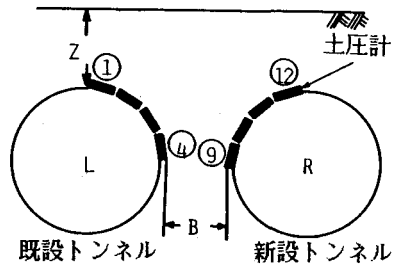


図-2 実験のパラメータと土圧計の位置

顕著となる。以上から、既設トンネルに隣接して新たにトンネルを掘削する場合には、既設トンネルの土圧が著しく上昇するので、トンネル掘削の施工上注意を要さねばならないことが分かる。特に、土かぶりが大きく、トンネル間隔が小さい場合は危険性が高まる。

図-5は、トンネルを掘削したときのアルミ棒地山の等変位線および変位ベクトルの一例を示している。各図中の90、50、25%とは、各標点の全変位量をトンネル収縮量で割った値を示している。これらの図より以下の結果を得た。

1) z が大きいほど収縮量50%以上変位する領域(A領域)は増大し、 z が同じならば、 B によらず一定である。

2) A領域の境界線の位置は、 z および B によらず、掘削トンネルの側壁より既設トンネル方向へ、ほぼ $1.0D$ の位置にある。

今後は、単一断面に適用した解析手法¹⁾を用いて本実験結果を解析する予定である。

*参考文献 1)足立ほか：土木学会論文報告集，第385号，1985，PP.129-136

2)上野ほか：第21回土質工学研究発表講演集，1986，PP.1683-1686

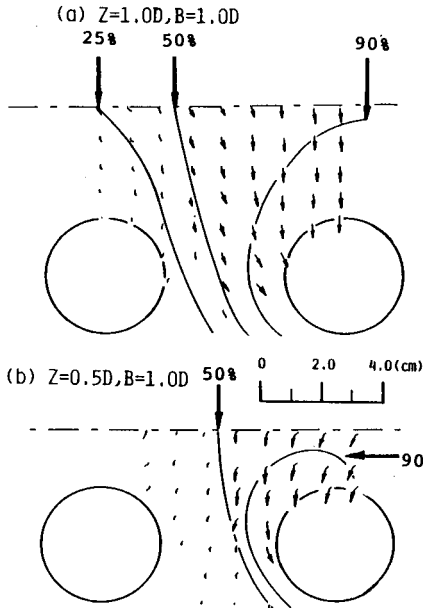


図-5 変位ベクトルと地山の等変位線

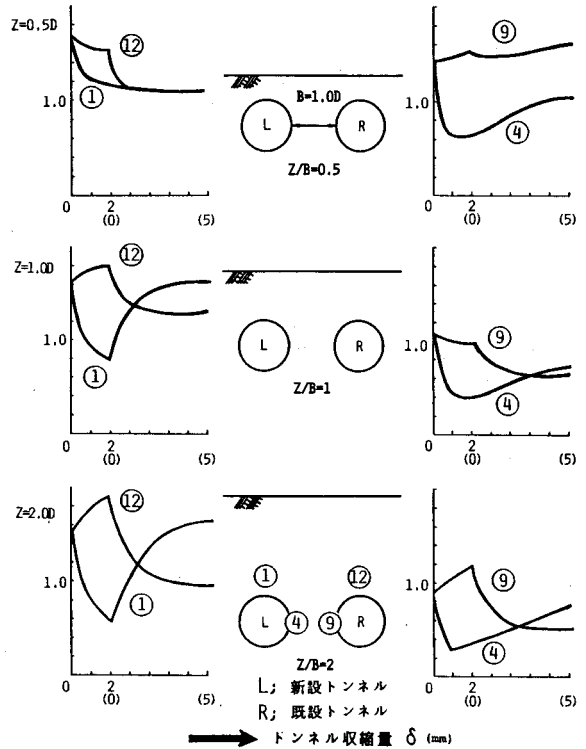


図-3 土圧計①④の土圧変化
(土かぶり Z による違い)

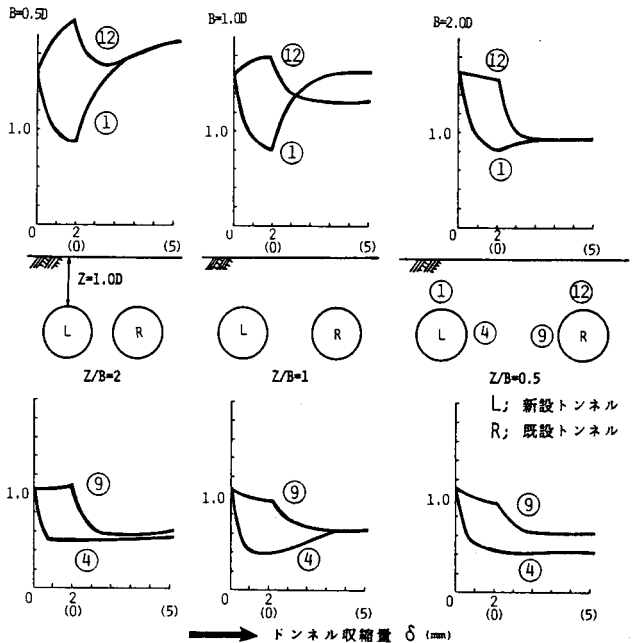


図-4 土圧計①④の土圧変化
(トンネル間隔 B による違い)