

III-101

模型実験によるプレライニングの地山補強効果について

（株）フジタ 正会員 ○田口善文 波田光敬

1. まえがき

土被りが薄く未固結の洪積砂層中を掘削する都市NATMにおいては、切羽を安定させ、地表沈下を抑制するために種々の補助工法が用いられている。その中でもプレライニング工法は切羽前方地山内にあらかじめアーチシェルのライニングを構築するために最も効果的な方法である。筆者らは瞬結性の薬液を三方向へ高圧噴射することにより逆T形の薬液固結体をアーチ状に造成するプレライニングの方法を提案している。逆T形にすることにより地山との複合体として地山アーチの形成を助け、切羽の安定性向上に寄与するものとする。本報告は逆T形の薄肉プレライニングの沈下抑制効果や補強メカニズムを解明するために行った横断方向のトンネル模型実験結果について述べる。¹⁾

2. 模型実験の概要

模型実験装置は既報¹⁾に記述したようにトンネル横断部を二次元的にモデル化したものである。トンネルに相当する部分はゴムチューブ内に水を充填して外径を30cmまで膨張させた後、内部の水を徐々に排出してチューブの径を収縮させた。土槽前面は透明なアクリル板からなっており、試験中の変形状況はアクリル板に貼り付けたゴムシートに書いた格子状の標点の座標値を写真撮影により読み取った。この装置を使って、表-1に示す種々の材料でモデル化したプレライニング材をトンネル上部に設置し、補強材の有無や種類、形状の違いによる補強効果の影響度を調べた。補強材にはケント紙（厚さ0.2mm）およびボール紙（厚さ0.65mm）の2種類を用いた。

3. 実験結果

図-1はプレライニング材にそれぞれケント紙およびボール紙を用い、 120° の範囲を補強した時のトンネル天端の収縮に伴うトンネル天端から3cm上の標点の沈下量をプロットしたものである。図から無補強の場合にはトンネル天端の沈下とほぼ比例して直線的に沈下する。突起が無い補強材の場合、補強材の剛性の違いによる沈下量の差異はほとんど見られず、両補強材ともに変形が小さい初期の段階では無補強に比べて約半分の沈下量となっている。突起を付けた場合には補強効果はさらに大きくなり、天端の変形が大きい最終段階でケント紙の効果がわずかに少なくなるが、変形が小さい初期の段階では両補強材の剛性の影響は見られない。このように逆T形にすることにより薄いケント紙でも沈下抑制効果がかなり大きくなることが分かる。

図-2はプレライニング材にケント紙を用い、プレライニングの補強範囲を 120° および 180° に変化させた時の沈下曲線を示す。突起が無い場合に 120° の範囲を補強した時でも多少の補強効果はあるが、 180° 範囲を補強した場合には変形が大きい段階で補強効果が高くなる。一方、突起を付けたケースでは

表-1 実験ケース

ケース	対称	補強材	形状	凡例
実験ケース 1	a	無補強		
	b	ケント紙	$\theta=120^\circ$ B=0 H=0	
	c	ボール紙	$\theta=120^\circ$ B=0 H=0	
	d	ケント紙	$\theta=120^\circ$ B=36 H=30	
	e	ボール紙	$\theta=120^\circ$ B=36 H=30	
実験ケース 2	a	無補強		$\theta=120^\circ$ または $\theta=180^\circ$
	b	ケント紙	$\theta=120^\circ$ B=0 H=0	
	c	ケント紙	$\theta=180^\circ$ B=0 H=0	
	d	ケント紙	$\theta=120^\circ$ B=36 H=30	
	e	ケント紙	$\theta=180^\circ$ B=36 H=30	

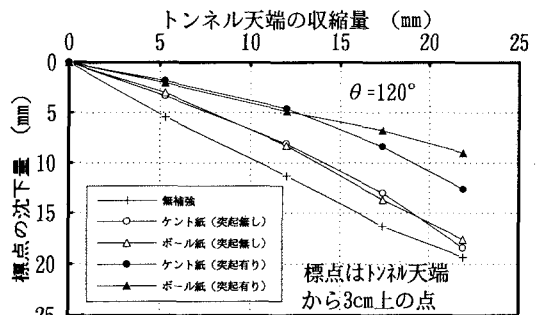


図-1 標点の沈下の比較（実験ケース1）

補強範囲が 120° の場合でも初期の段階から補強効果が大きく、無補強の $1/3 \sim 1/2$ の沈下量となっている。突起を付けることにより地山アーチが形成されやすくなり、補強範囲が 120° でも 180° の場合とほぼ同等の効果があるようである。

図-3はトンネル天端3cm直上の横断方向の沈下形状を比較したものである。白印は無補強の場合であり、黒印は突起有りのケント紙（ $B=36$, $H=30$ ）を 120° の範囲に設置したものである。両者を比較すると無補強ではトンネル直径部分の沈下が卓越し、正規分布的な沈下形状を示すのに対し、逆T形で補強した場合にはトンネル直上部分の沈下が抑制されており、トンネル両端の側壁に相当する部分で一旦沈下が大きくなり、不連続な沈下曲線になっている。

図-4にトンネル天端が17.4mm沈下した時の無補強の場合の主ひずみ分布図を示す。分布図からトンネル天端上部では鉛直方向の伸びひずみが卓越し、トンネル天端を中心としたアーチ状になっていることが分かる。図-5に上半 180° の範囲を突起の間隔36mm、長さ30mmのケント紙で補強した時の図-4と同じ状態での主ひずみ分布図を示

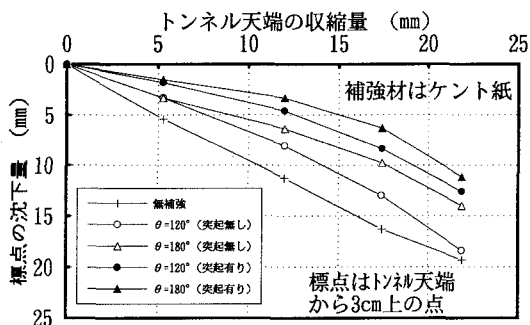


図-2 標点の沈下の比較（実験ケース2）

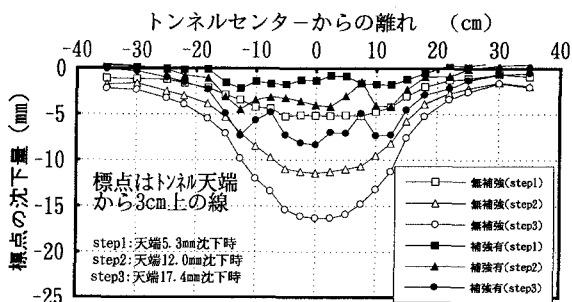


図-3 横断方向の沈下の比較

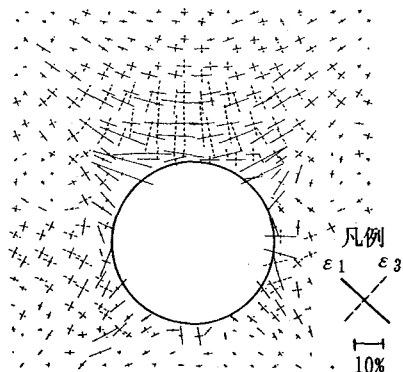


図-4 主ひずみ分布（無補強）

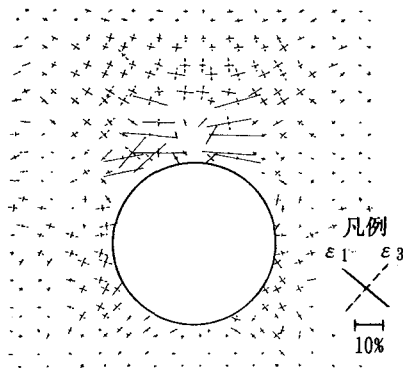


図-5 主ひずみ分布（ケント紙, $\theta=180^\circ$, $B=36$, $H=30$ ）

す。図からトンネル直上部では鉛直方向の伸びひずみが無補強に比べてかなり減少しており、逆に水平方向に縮むひずみが卓越している。これらのことから突起を付けた逆T形のプレライニングで補強することにより、地山との複合体としてトンネル直上地盤を一体化させ、地山アーチの形成を助けるものと考えられる。

4. あとがき

プレライニングの沈下抑制効果や補強メカニズムを解明するためにプレライニングを種々の材料でモデル化し、横断方向のトンネル模型実験を行った。その結果、薄い紙に突起を付けた逆T形にすることにより、地山と一体化して地山アーチの形成を助け、補強効果がさらに大きくなることが分かった。

参考文献 1) 田口、波田：「プレライニング」の補強効果に関する模型実験、第28回土質工学研究発表会、1993、投稿中