

III-B 80 模型実験によるプレライニングの作用土圧について

(株) フ ジ タ 正会員 ○相良昌男 田口善文
 日本国土開発(株) 正会員 米山秀樹
 鉄 建 建 設 (株) 正会員 畑生浩司

1. はじめに

都市NATMトンネルにおいては、切羽の安定を図るとともに地表面沈下を抑制することが重要な課題である。このために切羽前方地山内にあらかじめアーチシェル状のライニングを構築するプレライニング工法が採用される。この工法は、既に幾つかの現場に適用され、その先受け効果は実証されてきている。しかし、設計のためのプレライニングに加わる荷重や切羽の安定効果、地山の補強効果など、まだ未解明な部分も多い。

筆者らは合理的なプレライニング工法の設計法確立のために、模型実験や数値解析を行い、補強効果の解明を行っている。本報告では、プレライニングに作用する土圧について検討することを目的とし、これまで行ってきた剛なプレライニングを用いた模型実験¹⁾に加えて、アクリル製の半円筒形の柔なプレライニングを用いた模型実験を行ったので、それらの結果について報告する。

2. 実験内容

実験装置を図-1に示す。以下では、柔なプレライニングを例に実験内容を記す。

土槽底盤の中央部に外径300mm、厚さ3mmのアクリル製の半円筒形のプレライニングを設置した。プレライニングに加わる軸力、曲げモーメントを測定するため、図-2に示す位置5箇所の内外にひずみゲージを貼付した。プレライニングの内側には切羽を想定した支承板を設置し、この支承板を降下させることでトンネルの掘削を再現した。プレライニングの脚部の下端はコイル状のパネで支持されており、パネの強さを変えることにより、種々の強さの地盤に対応できるようになっている。本実験では、表-1に示す2種類のパネを用いた。

実験手順は支承板の上にプレライニングを設置した後、空気乾燥状態の遠州浜岡砂を高さ120cmの位置からプレライニング天端上60cmの高さまで、自由落下させた。この時の砂の単位体積重量 γ は1.51tf/m³である。実験開始前はプレライニング脚部はパネと離れた状態であり、プレライニングを通して支承板が全土被り荷重を受けている。

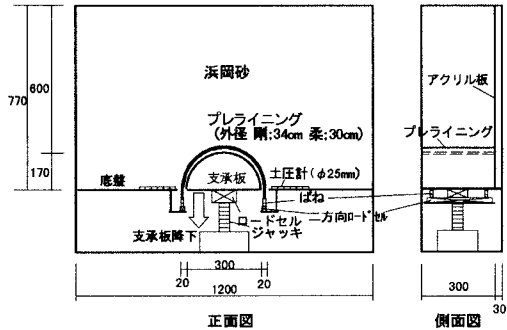


図-1 実験装置

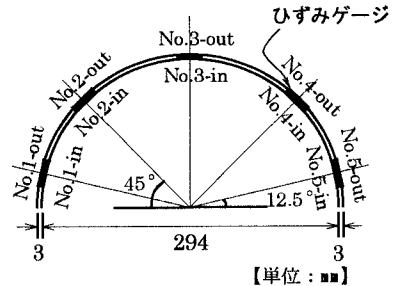
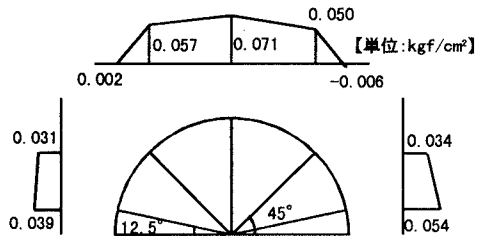


図-2 プレライニング部詳細

表-1 実験ケース

ケース	プレライニング	対象地盤	脚部支持パネ強度
1	剛	砂質土地盤	強: $k=14.2\text{kgf/mm} \times 4\text{ヶ}$
2	(アルミ製)	粘性土地盤	弱: $k=1.8\text{kgf/mm} \times 4\text{ヶ}$
3	柔	砂質土地盤	強: $k=14.2\text{kgf/mm} \times 4\text{ヶ}$
4	(アクリル製)	粘性土地盤	弱: $k=1.8\text{kgf/mm} \times 4\text{ヶ}$



(a) 脚部支持パネ強、初期土圧分布

図-3 剛なプレライニングに作用する鉛直、水平方向土圧分布

この状態から支承板を降下させ、支承板の降下に伴うプレライニングの沈下、プレライニングに作用する土圧等を計測した。なお、剛なプレライニングを用いた実験は、外径34cm、厚さ2cmのアルミ製の半円筒形のプレライニングに図-2と同じ位置の5箇所に2方向ロードセルを組み込み、トンネル半径方向応力と円周方向の応力を測定した。

3. 実験結果

図-3 (a) は、剛なプレライニングの脚部支持バネが強い場合の初期状態での土圧分布を示しており、各々の値は2方向ロードセルから測定したトンネル半径方向応力と円周方向応力を鉛直、水平方向成分に分解したものである。同様に、図-3 (b)、(c)に、脚部支持バネが強い場合と弱い場合の最終状態（各々0.9mm、3.4mm沈下時）における、プレライニングに作用する鉛直、水平方向の土圧分布を示す。図-3 (a)、(b)から、沈下量が0.9mmでは、鉛直、水平土圧ともに肩部で多少低下し、図-3 (c)に示す弱いバネの3.4mm沈下時には、その傾向がより顕著になる。沈下が大きくなるに従い、鉛直方向の作用土圧は等分布から三角形に近い分布形状となる結果が得られた。

図-4 (a) に、柔なプレライニングの脚部支持バネが強い場合の最終状態（0.9mm沈下時）における、プレライニングの軸力と曲げモーメントの分布を示す。同様に、図-4 (b)には、脚部支持バネが弱い場合の最終状態（2.5mm沈下時）の分布を示す。図からプレライニング全周で、ほぼ一樣的な軸力が発生しており、全体的に見れば鉛直方向の土圧と水平方向土圧が等しく作用しているようである。また、脚部支持バネが強い方が、弱い場合よりも軸力は大きい値を示した。

曲げモーメントは、脚部支持バネが強い方よりも弱い方が、すなわち、沈下量が大きな方が天端および肩部で曲げモーメントが多少生じる結果となった。従って、このときの鉛直土圧の分布を推察すると、前述の剛なプレライニングと同様に、三角形に近い分布形状であると思われる。

4. おわりに

プレライニングを用いた模型実験により、以下のことが確認された。①剛なプレライニングが沈下した時に作用する土圧は、天端部よりもプレライニング肩部で急激に低下する。②プレライニングの軸力は、ほぼ一様である。③プレライニングに作用する鉛直土圧は、プレライニングの沈下が増加するにつれて、等分布から三角形分布に近づく。本実験はプレライニング工法検討委員会（委員長 足立紀尚 京都大学教授）での成果の一部をまとめたものであり、ご指導を頂いた関係各位に感謝の意を表します。【参考文献】1) 相良、田口、米山、笹尾：プレライニングトンネルの作用土圧に関する模型実験、(社)土木学会 トンネル工学研究発表会論文報告集、Vol. 5、1995

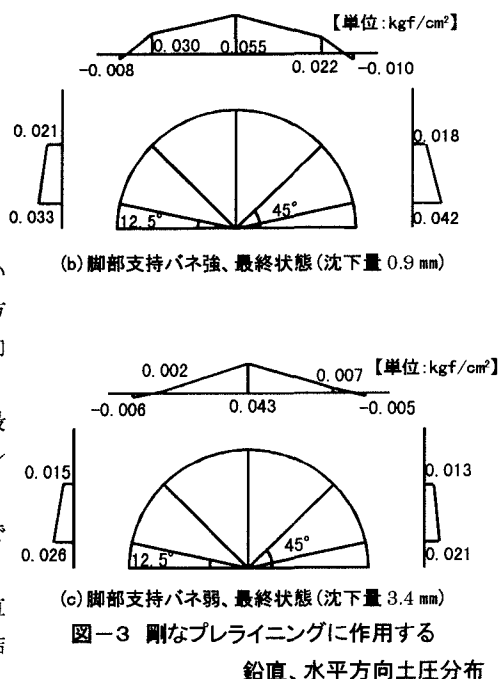


図-3 剛なプレライニングに作用する鉛直、水平方向土圧分布

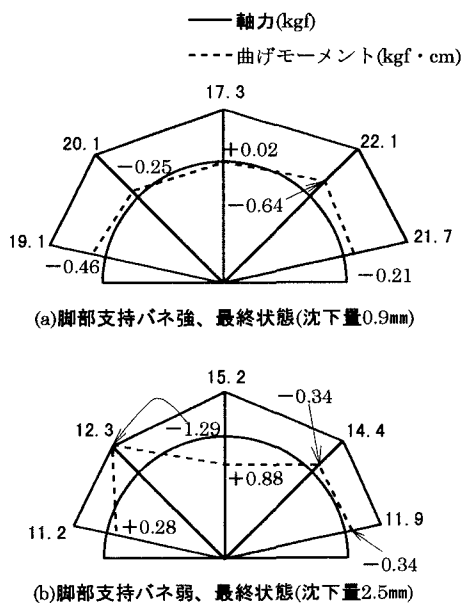


図-4 柔なプレライニングの軸力および曲げモーメント