

Ⅲ-569

剛なプレライニングに作用する土圧に関する模型実験

（株）フジタ 正員 ○相良昌男 田口善文
 日本国土開発（株） 正員 指田健次
 鉄建建設（株） 正員 畑生浩司

1. はじめに

土被りの薄い土砂地山トンネルをNATMで施工する場合、切羽を安定させ、地表沈下を抑制する目的で、あらかじめ切羽前方地山をアーチシェル状の構造体で先受けするプレライニング工法が採用される。このプレライニング工法は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が、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の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。本報告は、半円筒形の剛なプレライニングに作用する土圧を調べるために行った模型実験結果について報告する。

2. 実験概要

実験装置を図-1に示す。土槽底盤の中央部に外径34cm、厚さ2cmのアルミ製の剛な半円筒形のプレライニングを設置し、図-2に示すように半径方向の土圧、円周方向のせん断応力を測定するための二方向ロードセルをプレライニングの天端、SLから45°のアーチ肩部およびSLから12.5°の側壁脚部付近に5ヶ所組み込んだ。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。支承板の軸受部には支承板が受ける鉛直荷重を測定するためのロードセルがある。プレライニングの脚部の下端はコイル状のバネで支持されており、バ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。バネの下端は別の二方向ロードセルと接続しており、脚部に加わる鉛直方向荷重と水平方向荷重を測定することができる。また、土槽底盤部にプレライニングと25mm離れた位置からφ25mmの土圧計を左右対象に5個配置した。

実験手順はプレライニングおよび支承板を設置した後、空気乾燥状態の遠州浜岡砂をプレライニング天端から60cmの高さまで、一定の寸法の出口から自由落下させた。この時の $\gamma=1.51\text{tf/m}^3$ である。実験開始前はプレライニング脚部はバネと離れた状態であり、支承板が全土被り荷重を受けている。この状態から支承板

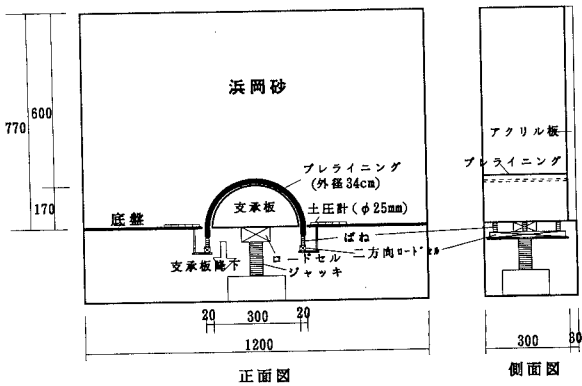


図-1 実験装置

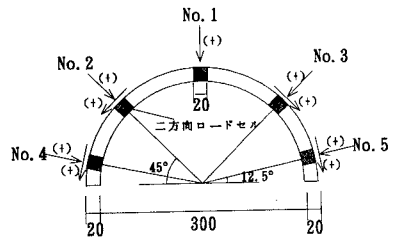


図-2 プレライニング部詳細

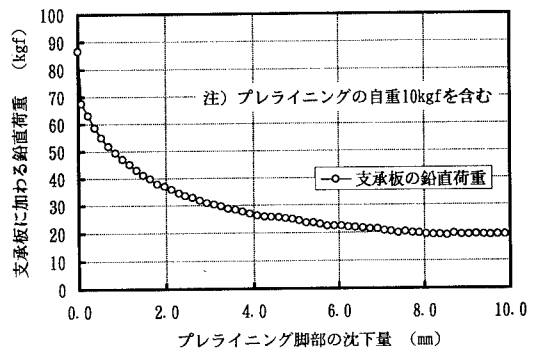


図-3 プレライニングの沈下量と支承板荷重の関係

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。

3. 実験結果

一連の実験結果の内、プレライニング脚部のバネ無しの場合について報告する。バネ無しのケースは、プレライニング脚部を支持するバネがないために、支承板とプレライニングが同等に降下する。従って、円形落し戸実験に近い実験である。図-3にプレライニングの沈下に伴う支承板に加わる鉛直荷重の変化を示す。支承板が受持つ荷重は地盤から受ける土圧とプレライニングの自重(10.0kgf)の合計である。実験開始前の支承板の荷重87.5kgfから、プレライニングの沈下が5mm程度になるまで荷重は急激に減少するが、それ以降は20kgf程度に収束する。このことからプレライニングの沈下に伴い、次第に地山アーチが形成されていき、鉛直方向の荷重が減少していくことが分かる。図-4はプレライニングの沈下に伴う二方向ロードセルにより計測したプレライニングの半径方向の土圧の変化を示す。プレライニング天端の土圧は初期土圧からほぼ直線的に減少し、最終的には0.03kgf/cm²程度に収束する。アーチ肩部の土圧は天端に比べて急激に減少し、プレライニングの沈下量2mmでほぼ収束に向かう。図-5はプレライニングの沈下に伴う円周方向のせん断応力の変化を示す。プレライニングのアーチ肩部のせん断応力も初期土圧からプレライニングの沈下2mmでほぼ収束に向かい、最終的にはほぼゼロに近い値になる。脚部では、一旦上向きのせん断応力が大きくなり、その後また小さくなる。図-6は、図-4の半径方向土圧と図-5の円周方向せん断応力から求めた、実験開始前およびプレライニングが10mm沈下した時の土圧の合成ベクトルを示す。実験開始前はプレライニング天端からアーチ肩部において鉛直方向の土圧が大きく作用するが、プレライニングが10mm沈下した時にはアーチ肩部の鉛直方向の土圧が極端に小さくなる。これらのことはプレライニングに作用する土圧を評価する上で重要な指標になるものと考えられる。

4. おわりに

模型実験を行い、剛なプレライニングを降下させた時に作用する土圧は、天端部に比べてアーチ肩部で急激に低下することなどが分った。しかし、実際のプレライニングに作用する土圧はプレライニングの剛性、長さ、地山との摩擦、脚部の支持条件などにより大きく変化すると考えられる。今後は、これらを考慮した実験を行い、プレライニングの作用土圧の解明を行っていくつもりである。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。

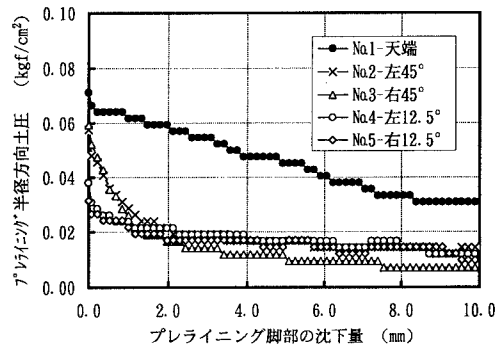


図-4 プレライニングの沈下量と半径方向土圧の関係

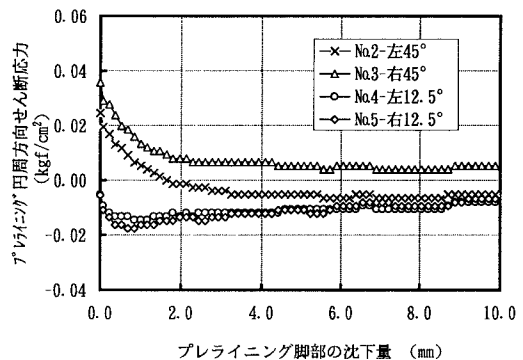


図-5 プレライニングの沈下と円周方向応力の関係

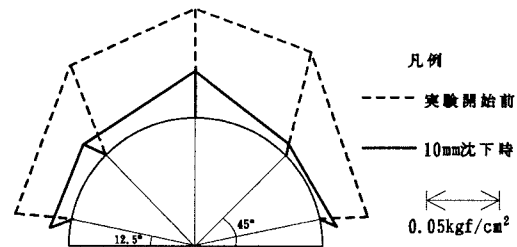


図-6 実験前後の土圧ベクトル