

Ⅲ - B73

プレライニングに作用する土圧について

フジタ 正会員 吉川和行 田口善文 相良昌男
 日本大学 小屋裕昭 坂山淳一

1. はじめに

固結度の低い土砂地山をNATMで施工する場合、切羽の安定、地表面沈下の抑制が重要な課題となる。これらの問題を解決するため、切羽前方地山内にあらかじめアーチシェル状の構造物を構築するプレライニング工法が研究・開発されるようになり注目されてきている。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、プレライニングの設計法は確立されておらず、プレライニングに作用する土圧を解明することが重要である。特に、プレライニング構造体の設計においては、鉛直土圧だけでなく、側壁部の水平土圧（地盤反力）を求める必要がある。

本報告は、模型実験により、プレライニング周辺部の水平・鉛直土圧を測定し、プレライニングに作用する荷重を推定した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。プレライニングには、半円筒形の外径306mm、厚さ3mmの亚克力製の柔なプレライニングを用いた。プレライニングの内側には切羽を想定した支承板が設置しており、支承板を降下させることでトンネルの掘削を再現した。プレライニングに作用する荷重はプレライニングの変形に応じて変化する。そのために、脚部沈下に着目し、脚部沈下が小さい場合、大きい場合を想定し、プレライニング脚部にそれぞれ強いバネ（バネ定数 $k=14.2\text{kgf/mm}$ ）、弱いバネ（ $k=1.8\text{kgf/mm}$ ）を片側2個づつ合計4個を設置した。さらにプレライニングが無い場合に対応させて、脚部支持バネ無しの実験も行った。これは円形落し戸実験に相当する。実験ケースを表-1に示す。

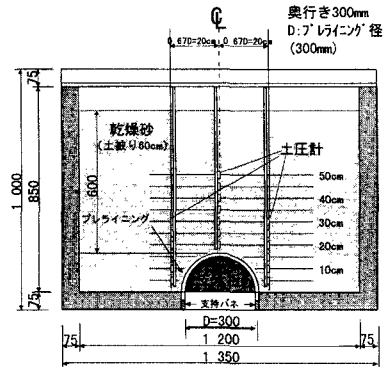


図-1 実験装置（水平土圧測定の場合）

模型地盤は、支承板の上にプレライニングを設置した後、空気乾燥状態の浜岡砂を高さ120cmの位置からプレ

表-1 実験ケース

ケース名	目的	水平土圧の測定位置	鉛直土圧の測定位置
1 バネ無し	円形落し戸実験	天端直上、側壁から5cm(0.17D)	天端から5cm(0.17D)上, 15cm(0.50D)上, 30cm(1.00D)上
2 弱いバネ	脚部沈下が大きい場合	天端直上、側壁から5cm(0.17D), 15cm(0.50D)	天端から5cm(0.17D)上, 15cm(0.50D)上, 30cm(1.00D)上
3 強いバネ	脚部沈下が小さい場合	天端直上、側壁から5cm(0.17D), 15cm(0.50D), 30cm(1.00D)	天端から5cm(0.17D)上, 15cm(0.50D)上

ライニング天端上60cmの高さまで、土槽内に均等に自由落下させて作製する。実験開始前は、プレライニング脚部は支持バ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支えている。この状態から支承板を降下させ、プレライニング脚部の沈下量およびプレライニングの周辺土圧を計測した。

3. 実験結果

図-2に、各ケースでの最終状態におけるプレライニング天端直上の水平土圧の増分と初期土圧との比を示す。水平土圧の減少範囲は、強いバネの場合にはプレライニング天端から20cm(0.67D)程度であり、バネ無しの場合では地表面付近まで及んでいる。また、弱いバネの場合は、それらの中間的な値を示している。し

プレライニング、土圧、地盤反力、模型実験

たがって、プレライニング天端直上の土圧の減少領域は、脚部沈下が少ない強いバネが最も狭く、弱いバネ、バネ無しの順で広がっており、また土圧の減少量もその順で多くなっていることが分かった。

図-3に最終状態におけるプレライニング側壁からトンネル横断方向に5cm(0.17D)離れた位置の水平土圧の増分と初期土圧との比を示す。図より、強いバネの場合では、底盤から15cmの範囲で土圧が増加し、初期土圧の50%程度増加する。また、弱いバネとバネ無しの場合の、同範囲ではそれぞれ初期土圧の15%, 30%程度減少している。したがって、脚部沈下が小さい方が、地山を緩めず補強効果が高いことが分かる。

図-4は、脚部にバネを設置しない円形落し戸実験から得られた支承板に作用する鉛直荷重の変化を初期土圧で無次元化したものである。プレライニングの沈下に応じて支承板の荷重は減少し最終的には一定値に収束する。この荷重がプレライニング全体に作用する鉛直荷重であると仮定する。強いバネの場合、最終的な沈下量は0.6mmであり、図-4から、その時にプレライニングに作用する鉛直土圧は $0.60 \gamma H$ (γ :乾燥砂の単位体積重量、 H :土被り)、また弱いバネの場合、最終的な沈下量は2.2mmであり、その時の鉛直土圧は $0.41 \gamma H$ であることが推定できる。

一方、図-3から強いバネの場合の水平方向の土圧（地盤反力）は $1.5 K_0 \gamma H = 0.63 \gamma H$ ($K_0 = 1 - \sin 35.5^\circ = 0.42$ 、乾燥砂の内部摩擦角 35.5°)であり、弱いバネの水平方向の土圧（地盤反力）は $0.85 K_0 \gamma H = 0.36 \gamma H$ である。図-5、6は、各ケースでのプレライニングに作用する荷重を推定したものである。図から、プレライニングには鉛直方向荷重と地盤反力である水平方向荷重が、ほぼ等しく作用するようである。このことから、プレライニング構造体には、等方等圧な土圧が作用し、その結果均等な軸力が生じ、曲げモーメントがほとんど発生しないことが予想される。

4. おわりに

模型実験により、プレライニング周辺の土圧を測定した結果、以下のことが分った。

- ①プレライニングの沈下が少ない場合、トンネル天端直上における初期状態からの土圧の減少量は少なく、地山を緩めない。またプレライニング側壁部では地盤反力に相当する水平土圧が増加する。
- ②プレライニングには、鉛直土圧と水平土圧がほぼ均等に作用する。

【参考文献】相良昌男、田口善文、米山秀樹、畑生浩司：模型実験によるプレライニングの作用土圧について、土木学会第51回年次学術講演会、Ⅲ-B80、1996.9

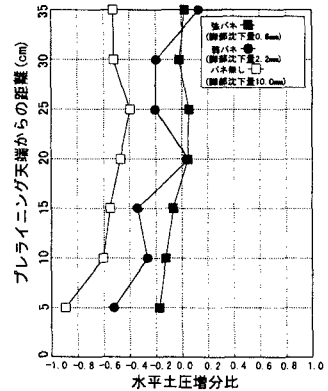


図-2 水平土圧増分比（水平土圧増分／初期水平土圧）【プレライニング天端直上の位置】

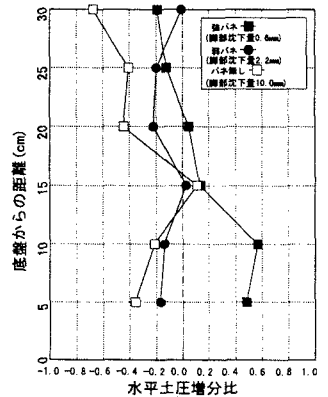


図-3 水平土圧増分比（水平土圧増分／初期水平土圧）【プレライニング側壁から横断方向に5cmの位置】

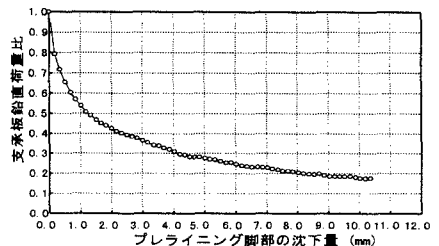


図-4 プレライニング脚部沈下量と支承板鉛直荷重比との関係

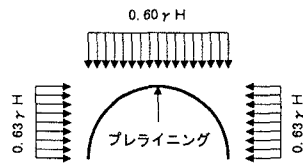


図-5 推定される作用土圧（強いバネ時）

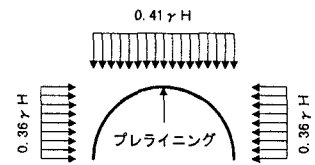


図-6 推定される作用土圧（弱いバネ時）