

III-574

三次元模型実験によるプレライニングの補強効果について

(株)フジタ 正会員 ○田口善文 波田光敬
同 上 正会員 香川和夫

1. まえがき

土被りの薄い未固結砂層を掘削する都市NATMトンネルにおいては切羽を安定させ、地表沈下を抑制することが重要な課題である。このために各種の補助工法が提案されているが、最近では切羽の安定性や掘削スピードをより向上させるために、切羽前方地山内にあらかじめアーチ状のライニングを施工するプレライニング工法の開発が盛んである。筆者らは、高圧噴射による薬液注入工法に着目し、薬液を三方向に噴射して逆T型の固結体をアーチ状に造成する逆T型プレライニング工法を提案している¹⁾。逆T型にすることにより、経済的な断面となるばかりでなく、地山との複合体として有効に機能すると考える。本報告はプレライニング工法の補強効果やメカニズムを解明するために行った三次元模型実験結果について報告する。

2. 実験概要

模型実験装置を図-1に示す。詳細は既報²⁾を参照していただきたい。トンネルに相当する部分は上半掘削を想定して、直径50cm、高さ25cmの半円筒形となっている。地表面の沈下は変位計により計測し、トンネル周辺の土圧の変化を調べるために、5cm×10cmの寸法の土圧計をトンネル上半底盤部に配置した。プレライニング材を、ケント紙($t=0.2\text{mm}$)、ボール紙($t=0.65\text{mm}$)、模造紙でモデル化し、トンネル上半180°の範囲に設置した後、所定の土被り厚さまで砂を投入した。また、逆T型プレライニングを想定して突起を付け、突起の高さを変化させた。

3. 実験結果

図-2は土被り50cm(1.0D)、プレライニングの長さを切羽から25cm(0.5D)とした時の補強材の違いによる地表沈下の差異を比較したものである。地表沈下の測定点は沈下の最大値が生じるトンネルセンターの切羽直上の点であり、土槽前面から35cm奥のポイントである。無補強の場合にはトンネルの引抜きに応じて沈下が直線的に増大する。プレライニングを設置した場合、剛性の大きい補強材の方が沈

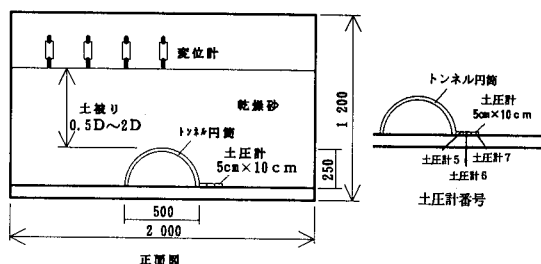


図-1 模型実験装置

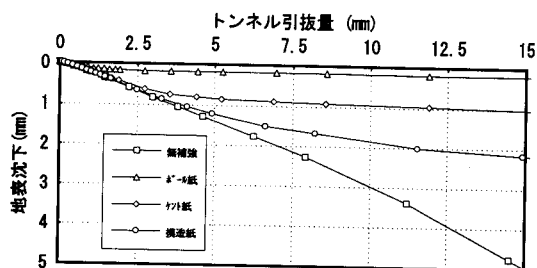


図-2 地表沈下の比較(土被り1D)

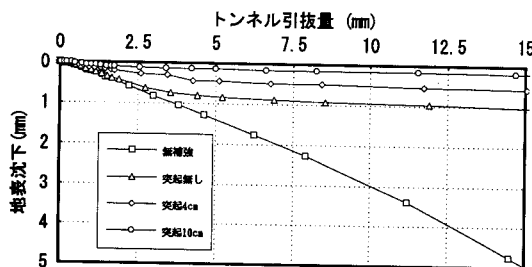


図-3 地表沈下の比較(ケント紙、土被り1D)

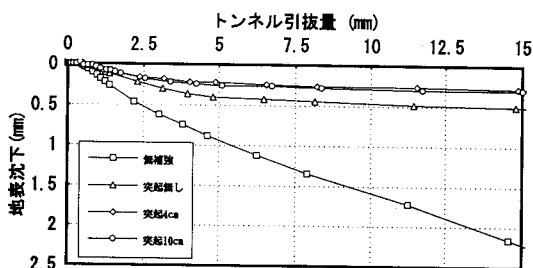


図-4 地表沈下の比較(ケント紙、土被り1.75D)

下抑制効果が大きく、引抜量が小さいうちから沈下が収束に向かう。図-3は図-2と同じ条件で補強材の突起の有無で沈下量を比較したものである。逆T型プレライニングを想定し、ケント紙に4cmの突起を付けた場合、引抜量1mm程度から沈下は急激に減少し、収束に向かう。さらに突起10cmでは、図-2のボール紙と同程度の効果となる。図-4は土盛りが87.5cm(1.75D)の場合である。無補強では土盛り1Dのケースと同様に直線的に沈下する。ケント紙（突起無し）の場合、引抜量が小さい時点から沈下は減少し収束に向かう。突起を付けることによりさらに補強効果が見られるが、突起の長さの影響は見られない。このことは土盛りが大きい方がグラウンドアーチが形成しやすく、補強効果が発揮されやすいと考えられる。

図-5～図-8はトンネルを引抜く直前の土圧を初期値として、トンネル引抜きに伴う側壁部の土圧の変化（初期土圧で無次元化したもの）を示す。ここに土圧計5、6、7はそれぞれトンネル側面から0～5cm、5～10cm、10～15cmの間の土圧の平均値を意味する。図-5は無補強の場合であるが、トンネル周辺の土圧は1～2mmのトンネル引抜きの間に急激に初期土圧から減少する。また、トンネルに近い部分ほど土圧の減少の割合が大きい。図-6はケント紙（突起無し）の場合であるが、土圧計7の値は引抜きが小さい時点で初期土圧より多少増加し、側壁付近の土圧は無補強よりも減少の度合いが小さくなる。一方、図-7に示す突起の長さが10cmでは、土圧計5の土圧の減少割合が小さくなり、変形が小さい初期の段階で全ての地点の土圧が上昇し、トンネル周辺に添ってグラウンドアーチが生じたかのような挙動を示す。図-8は模造紙に10cmの突起を付けたものであるが、図-7に示すケント紙と同様の土圧分布を示し、剛性が小さくても逆T型にすることにより補強効果が大きくなることが分かる。

4. まとめ

三次元模型実験を行い、紙でモデル化したプレライニングを切羽前方に設置することにより地表沈下がかなり減少し、さらに突起を付けた逆T型では補強効果がより大きくなること、また、プレライニングによりトンネル周辺のゆるみ領域が減少し、地山の荷重分担割合が大きくなることなどが分った。

参考文献 1) 田口・波田・香川：逆T型プレライニングの補強効果に関する実物大実験、トンネル工学研究発表会論文報告集、vol. 3、1993. 11 2) 田口・波田・香川：プレライニングの補強効果に関する三次元模型実験、第29回土質工学研究発表会、1994.

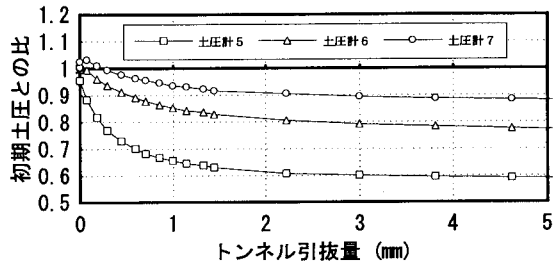


図-5 土圧の変化（無補強）

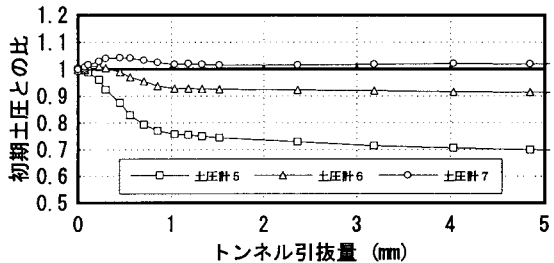


図-6 土圧の変化（ケント紙、突起無し）

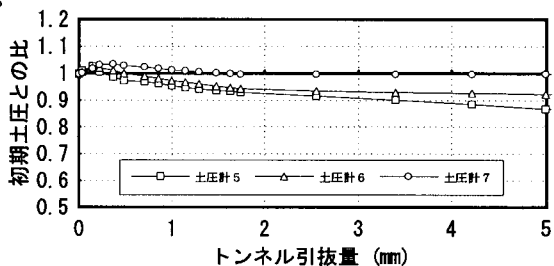


図-7 土圧の変化（ケント紙、突起10cm）

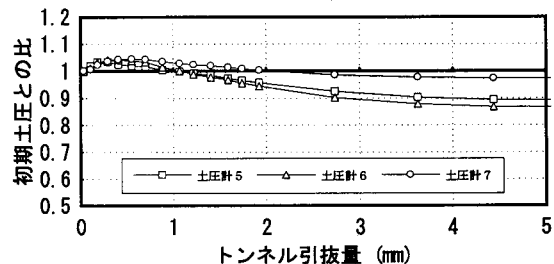


図-8 土圧の変化（模造紙、突起10cm）