

Ⅲ－B23

先受工の施工範囲角度に関する模型実験(その1)

フジタ

正会員 ○吉川和行 田口善文

鉄道総合技術研究所 正会員 小西真治・新井 泰 齋藤 貴

1. はじめに

都市部の土砂地山を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問題となる。これらの問題を解決するために補助工法の一つである先受工が用いられている。先受工の効果に関する研究は、数多く実施されている¹⁾が、先受工の施工範囲角度に対する影響については、未解明な部分が多いのが現状である。

本稿では、先受工の施工範囲角度による先受け効果を解明するために実施した2次元模型実験の概要と先受工の施工範囲角度を種々変化させた実験結果のうち、地表面沈下と先受けの天端沈下について報告する。

2. 実験概要

実験装置を図-1に示す。土槽の寸法は、幅120cm、高さ95cm、奥行き30cmである。土槽底盤中央部にトンネルの切羽に相当する半円筒形の支承板（半径 $R=150\text{mm}$ ）があり、それを覆うように先受けを模擬した外径306mm、厚さ3mmの亚克力製先受け模型を設置した。支承板は、先受けの施工範囲が 180° の場合に先受け脚部下端と土槽底盤面の間隔が25mmになるように調整した。トンネルの掘削は、支承板を降下させることで再現した。

模擬地盤は、乾燥浜岡砂を高さ120cmの位置から土被り60cmになるまで自由落下させて作製した。浜岡砂の粒径加積曲線を図-2、物性値を表-1に示す。このときの模擬地盤の相対密度は、 $Dr=43.8\%$ である。

実験ケースは、先受けの無い場合、先受けの施工範囲角度が 90° 、 120° 、 180° の場合で、それぞれについて先受け脚部に長さ20mmの補強板を接着し、脚部を補強した場合と補強しない場合（図-3）の計7ケースについて行った。

地表面沈下の計測位置は、トンネル天端直上および直上から15cm、30cm、45cm離れた位置の4箇所である。また、先受けの天端沈下量を計測するために非接触型の変位計を支承板に取り付けた。

実験は支承板を一定の速度で降下させ、支承板に作用する荷重、地表面沈下、先受けの天端沈下および脚部沈下を測定した。計測は、支承板降下量0.15mm毎に行い、降下後30秒後にデータを収録した。土槽と模擬地盤の摩擦軽減対策として、シリコングリスを用いてゴムメンブレン（ $t=0.25\text{mm}$ ）を土槽内壁に貼付した。

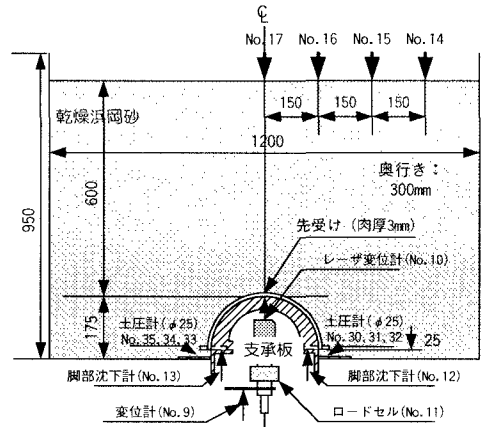


図-1 2次元模型実験土槽
（先受け施工範囲角度 180° 、脚部補強：有り）

表-1 浜岡砂の物性値

土粒子の密度 $\rho_s (\text{g/cm}^3)$	2.685
密度 $\rho_t (\text{g/cm}^3)$	1.51
均等係数 U_c	2.22
曲率係数 $U_{c'}$	1.01
最小間隙比 $e_{\min}$	0.588
最大間隙比 $e_{\max}$	0.933
三軸圧縮試験【CD】	
粘着力 $c (\text{kgf/cm}^2)$	0.08
内部摩擦角 $\phi (^\circ)$	34.7

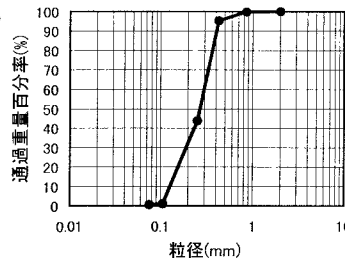


図-2 浜岡砂の粒径加積曲線

キーワード トンネル、先受け、模型実験

連絡先 〒224-0027 神奈川県横浜市都筑区大瀬町 74 Tel 045-591-3911、FAX 045-592-8657

3. 実験結果

図-4 に支承板降下量と各ケースの地表面沈下量(No.17)の関係を示す。先受け無しのケースでは、支承板の降下にともない地表面沈下量は直線的に増加する。先受け脚部が無い場合の施工範囲 180° のケースでは、1mm 程度の支承板の降下で地表面沈下はほぼ収束している。施工範囲 120° のケースでは、無補強のケースの沈下勾配と比較してやや緩やかである。施工範囲 90° のケースでは、無補強のケースの沈下勾配と同程度である。一方、先受け脚部を補強すると施工範囲角度 90° , 120° , 180° のいずれのケースでも地表面沈下の抑制効果が向上することが分かる。

図-5 に、支承板降下量と先受けの天端沈下量の関係を示す。先受け 180° のケースの場合では脚部補強の有無にかかわらず、支承板降下量 1mm 程度で収束しており、先受けと支承板は完全に分離し、先受けが地山荷重を支保している。 120° のケースでは、脚部の補強を行うことで、天端沈下が支承板降下量 4.0mm 以降で低減している。

一方、脚部無しの 120° のケースと 90° の2ケースでは、天端沈下量と支承板降下量が同一であり、先受けと支承板は、同等に降下していることが分かる。しかし、続報²⁾に示す支承板荷重の変化を見ると支承板荷重は、最終的に 0 に収束していることから、支承板と先受けには若干の隙間があると思われる。また、図-4、図-5 を比較すると地表面沈下は、天端沈下より小さいと考えられる。

以上のことから、沈下抑制効果は 180° の場合が最も大きく、 120° , 90° の順に効果が小さくなることが分かる。ただし、本実験の施工範囲 120° , 90° のケースでは、支承板の降下に伴って側壁部の乾燥砂が移動するため、先受工の脚部の支持条件が実際の施工より過小評価されていることに注意する必要がある。

4. まとめ

本実験から先受けの施工範囲角度の差異による地表面沈下抑制効果として、 180° が最も大きく、 120° 、 90° の順で小さくなることが分かった。また、先受けに脚部補強を行うことで、沈下抑制効果と支保効果がより向上することが分かった。なお、支承板に作用する荷重、先受け脚部の土圧の結果については、続報²⁾にて報告する。

【参考文献】

- 例えば、足立、木村、荒巻、林：トンネル掘削における長尺先受工法の補助効果に関する模型実験、第 28 回土質工学研究発表会、1993
- 小西、大石、新井、吉川、田口：先受工の施工範囲角度に関する模型実験(その2)、第 54 回土木学会年次学術講演会、1999.9

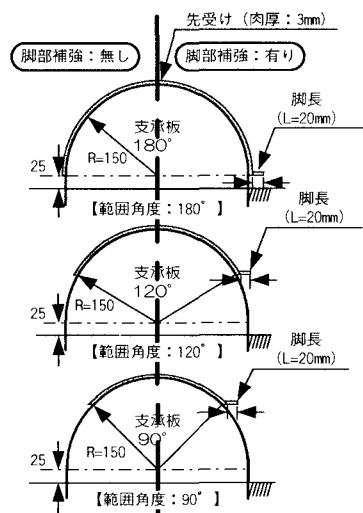


図-3 先受けの詳細図

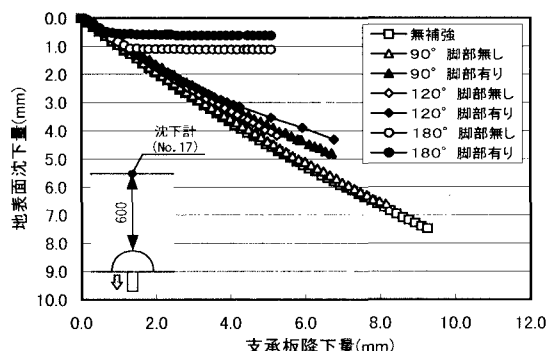


図-4 支承板降下量と地表面沈下量(No.17)の関係

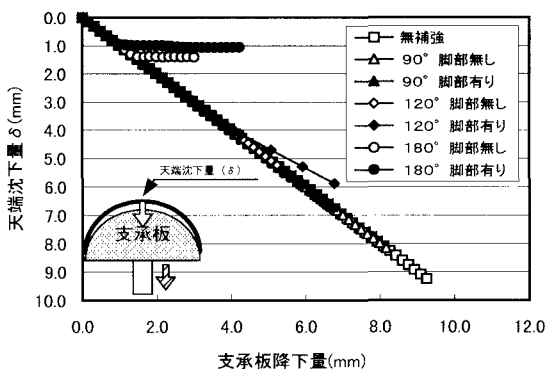


図-5 支承板降下量と天端沈下量の関係