

砂地盤中のトンネル掘削に伴う周辺地盤の力学的挙動について

フジタ	正会員	○吉川	和行
鉄道総合技術研究所	正会員	岡野	法之
鉄道総合技術研究所	正会員	仲山	貴司

1. はじめに

近年、鉄道線路下や道路下を横断する構造物を構築する場合、軌道面や舗装面への影響を最小限にとどめること、横断構造物の断面が大きくなってきていること、延長が長くなってきていることなどから非開削工法で施工する場合が増加している。この場合、非開削工法の代表としてエレメント推進・けん引工法などがよく行われる。しかしながら、エレメント推進・けん引工法は、工法自体が鋼管を複数本施工する必要があるため周辺地山を乱し、応力の再配分に影響を与えることも考えられる。そこで、本研究では、エレメント推進・けん引時の影響を解明することを目的に、砂地盤中にエレメント鋼管と見立てた並列落し戸を連続降下させ、エレメント鋼管の形状が周辺地盤に与える影響について基礎的な検討を行ったので報告するものである。

2. 実験概要

模型実験は、図 1 に示すような幅 1200mm×高さ 870mm×奥行き 300mm の土槽を用いて行った．なお、実験は想定実構造物の約 1/8 縮尺モデルで行った．土槽の底盤中央部には掘削を模擬する落とし戸（幅 96mm×奥行き 295mm）が 3 つ並列してあり、これを降下することでエレメント掘削を再現した．本実験では、3 種類の落とし戸を用意した．1 つ目の落とし戸は、矩形エレメントを模擬し幅 96mm のノーライズ（平坦）とした．2 つ目は、扁平筒形（曲率半径=60mm、ライズ=24mm、幅=96mm）とし、3 つ目はパイプルーフを模擬した半円筒形（曲率半径=48mm、ライズ=48mm、幅=96mm）の落とし戸とした．表 1 に実験ケースを示す．土被りは 500mm と 250mm の 2 ケースとした．模擬地盤は、乾燥浜岡砂を所定の高さから空中落下法で作製した．表 2 に模擬地盤の物性を示す．主な計測項目は図 1 に示す①地表面の変位（8 点）②落とし戸に作用する荷重（3 点）③地中の鉛直土圧（14 点）である．実験は、図 1 に示す落とし戸 A→落とし戸 B→落とし戸 C の順で約 6mm まで降下させ、各種計測は各落とし戸降下 0.15mm 毎に行った．

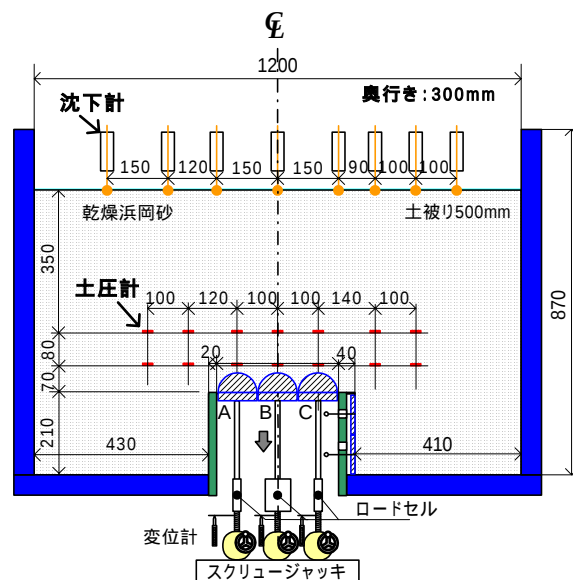


図1 実験土槽 (ケース3)

表1 実験ケース

ケース名	落とし戸装置	土被り
CASE 1	平 坦	500mm
CASE 2	扁平筒形	500mm
CASE 3	半円筒形	500mm
CASE 4	平 坦	250mm
CASE 5	扁平筒形	250mm
CASE 6	半円筒形	250mm

表 2 模擬地盤の物性

使用砂	乾燥浜岡砂
乾燥密度 (g/cm ³)	1.509
土粒子の密度 (g/cm ³)	2.672
最大間隙比 $e_{\max}$	0.898
最小間隙比 $e_{\min}$	0.582
相対密度 D_r (%)	40.5
平均粒径 (mm)	0.2394
内部摩擦角 (°)	34.5
粘着力 (kN/m ²)	0.0

キーワード：模型実験，エレメント推進工法，落し戸，パイプルーフ工法

連絡先 : 〒243-0125 神奈川県厚木市小野 2025-1 (社) フジタ 技術センター TEL 046-250-7095

3. 実験結果

図2に土被り500mmにおけるケース毎の各落し戸降下に伴う各落し戸に作用する荷重を示す。落し戸降下時の降下した落し戸に作用する荷重(落し戸荷重)は減少するが、隣接している落し戸の荷重(落し戸荷重)は増加しているのが確認できる。また、落し戸降下時の降下した落し戸に作用する荷重(落し戸荷重)は、落し戸の形状が平坦>扁平筒形>半円筒形の順に小さくなる。この傾向は、土被り250mmについても同様であった。

図3に土被り500mmにおける落し戸C降下終了時の地中鉛直土圧の増分分布を示す。鉛直土圧は地表面より下方350mmの位置の値であり、落し戸降下開始前の土圧を0としたものである。各落し戸上方の鉛直土圧は、落し戸降下に伴い減少し、その減少量は半円筒形が最も大きく、扁平筒形>平坦の順で小さくなった。一方、周辺地盤は土圧が増加し、その増加量は半円筒形が最も大きく、扁平筒形>平坦の順で小さくなっていた。この傾向は、土被り250mmについても同様であった。

図4と図5に土被り500mmと250mmのケース毎の各落し戸降下に伴う地表面沈下の分布を示す。これより、土被り250mmの方が各落し戸降下後の地表面沈下量の最大値が大きく、また、落し戸C降下終了時の地表面沈下量は、わずかではあるが円形に近い落し戸である半円筒形が最も小さく、扁平筒形<平坦の順で小さくなるのが分かった。

4. まとめ

連続落し戸実験により、以下のことが分かった。

- ①半円形落し戸形状の方が、扁平筒形や平坦よりも落し戸に作用する荷重が小さく、また周辺地山への応力再配分がより滑らかに行われることが分かった。
- ②土被りが小さいと落し戸上に発生する地表面沈下量が大きく、土被りが大きいと地表面沈下の影響範囲が大きいことが分かった。また、3枚落し戸では最終落し戸降下時の地表面沈下量の最大値は、わずかではあるが円形に近い落し戸が最も小さく、扁平<平坦の順で大きくなるのが分かった。

なお、模型実験を進めるに当たり、(元)日本大学学生の山口真悟氏に御協力をいただいた。ここに感謝の意を表する。

参考文献

- 1) 仲山貴司, 松岡直樹: 小断面エレメント推進工法の作用土圧に関する研究, 第41回地盤工学研究発表会, pp1753~1754, 2006
- 2) 吉川和行, 仲山貴司: 連続円形落し戸実験における周辺地盤の力学的挙動について, 第61回土木学会年次学術講演会, III-055, 2006.9

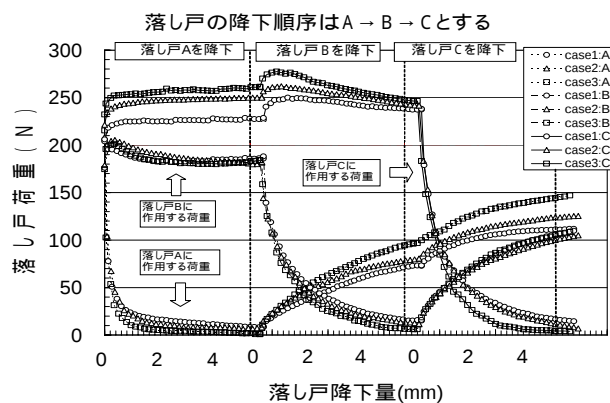
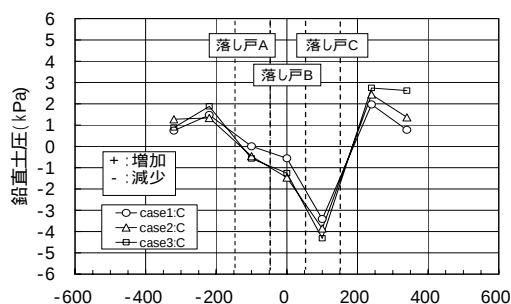


図2 落し戸の降下量と落し戸荷重の関係

【H=500mm】



土圧計設置位置(地表面下方350mm, 0が中央, 単位(mm))

図3 落し戸降下に伴う土圧の増分分布

【H=500mm】

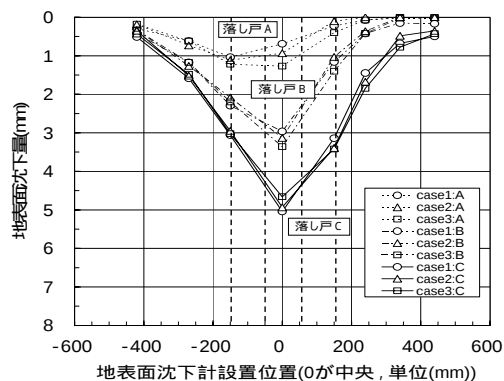


図4 落し戸降下に伴う地表面沈下量の関係【H=500mm】

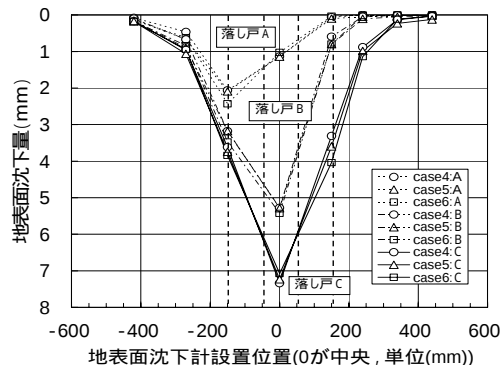


図5 落し戸の降下に伴う地表面沈下量の関係【H=250mm】