

2 連式推進工法を用いたパイプルーフ施工に伴う地山変形挙動に関する研究

岩盤・開発機械システム工学研究室 修士2年 青山 俊也

1. はじめに

推進工法は都市部における上下水道管等のライフラインの施工において広く用いられている工法である。また近年、推進工法は主に地上の構造物を防護する先受工法の一つであるパイプルーフ工法等への適用が始まっており、成果を上げている。しかし、多数のパイプ打設を必要とする工事においては、施工時間が増大するため、工期短縮とそれに伴う工費の削減が期待できる多連式推進工法のニーズが高まっている。しかし、多連式推進工法の技術を踏まえたパイプルーフ施工の実績はこれまで無く、施工による地盤変形挙動の解明は学術的に不十分である。そこで、本研究は2連式推進工法を適用したパイプルーフ工法に着目し、周辺地山への影響について検討するために、3次元有限要素解析プログラム3D-σを用いて解析を行った。

2. 数値解析

推進工法では掘進機の後続に既製の埋設管を継ぎ足すことで所定の断面構造物が施工されるため、施工可能な断面形状が限定される。そのため、図1に示すような3種類の掘削断面について解析した。掘削断面は、通常の単独施工として円形掘削断面と2連式推進工法としてめがね形及び小判形の掘削断面を想定した。また、推進工法は大きく分類すると、開放型および密閉型掘削方式に分類され、地山の掘削挙動が異なる。そこで、3次元有限要素解析を用いて、各掘削方式の特徴を満足するようなモデル化を試み、2連式によるパイプルーフ工法の有用性や掘削方式の相違による影響について比較検討を行った。図1に円形掘削断面における各掘削方式の解析モデルの概要を示す。

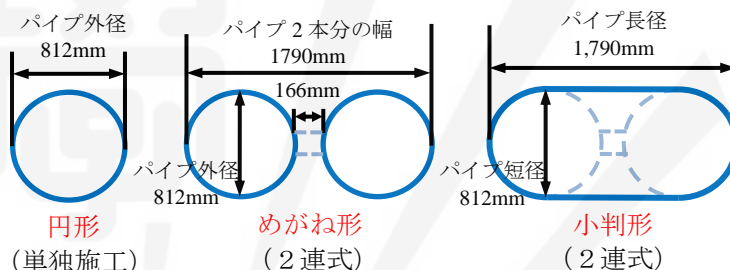
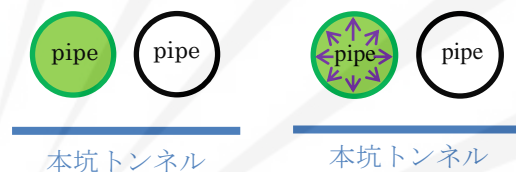


図1 解析対象とした掘削断面

開放型掘削方式は、人力で掘削する、つまり切羽及びテールボイド周辺に関しては無支保のため加圧せずに掘削を行った。密閉型掘削方式は、切羽において、土被り圧や地下水圧等に対抗する圧力を作用させるため、テールボイド領域を土被り圧と同じ圧力で周囲に対し加圧した。なお、めがね形及び小判形掘削断面における各掘削方式のモデル化については、掘削断面が異なる以外は、泥水加圧やテールボイド領域の確保等、円形掘削断面と同様の解析方法により行った。

開放型掘削方式は、人力で掘削する、つまり切羽及びテールボイド周辺に関しては無支保のため加圧せずに掘削を行った。密閉型掘削方式は、切羽において、土被り圧や地下水圧等に対抗する圧力を作用させるため、テールボイド領域を土被り圧と同じ圧力で周囲に対し加圧した。なお、めがね形及び小判形掘削断面における各掘削方式のモデル化については、掘削断面が異なる以外は、泥水加圧やテールボイド領域の確保等、円形掘削断面と同様の解析方法により行った。



(a)開放型掘削方式

(b)密閉型掘削方式

図2 各掘削方式のモデル化(円形掘削断面)

3. 結果及び考察

図3に解析結果の一例を示す。この図は土被り5mで、縦4.7m、横10.5m、奥行き60mの長方形トンネル周囲に、密閉型掘削方式を用いて13本のパイプを施工することでルーフを形成し、本坑トンネルを掘削した際の地表面変形量について示している。なお、図中の横軸はトンネル中心からの距離を、縦軸は地表面変形量を表し、負が沈下を意味している。

この図より、従来の円形断面単独推進のパイプルーフ施工と同様に、2連式においても、地表面の沈下量が小さくなっていることが分かる。これは、パイプルーフが土留めとしての役割と本坑トンネルを施工した際の周辺地山に与える隔壁としての役割を果たしているためと思われる。したがって、単独施工と同様に地山の変形量を抑制できるため、パイプルーフ施工の施工時間を低減でき、2連式推進工法の優位性が認められる。

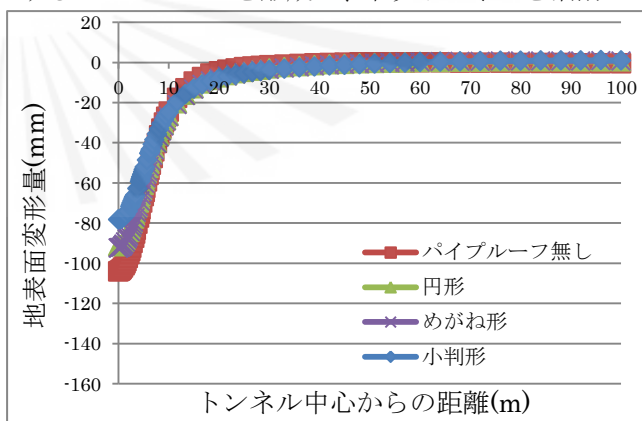


図3 本坑トンネル掘削後の地表面変形量(密閉型)