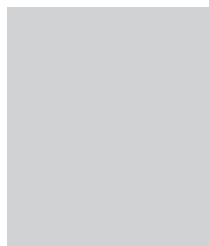


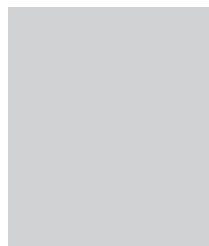
総論

# 推進工法を用いたパイプルーフ施工による地中構造物の近接施工



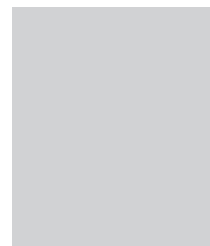
しまだ ひでき  
島田 英樹

九州大学大学院工学研究院  
地球資源システム工学部門 教授



ささおか たかし  
笹岡 孝司

九州大学大学院工学研究院  
地球資源システム工学部門 准教授



はまなか あきひろ  
濱中 晃弘

九州大学大学院工学研究院  
地球資源システム工学部門 助教

## 1 はじめに

近年多発するゲリラ豪雨をもたらす水災害や今後大都市圏で予測される大規模地震への対応など、社会インフラ設備への防災・減災対策ならびに、施設の老朽化進行に伴う改築更新も喫緊の課題となっている。また、上下水道、ガス等のパイプラインのみならず、電気や電話回線等のケーブル類の敷設に必要な管路についても、地域防災の観点から地中化が進められており、推進工法を含む非開削技術への需要が増大している。

我が国は、地下空間に様々な非開削技術で生活基盤に寄与するインフラ整備を実施してきている<sup>1)</sup>。推進工法は下水道をはじめとするライフラインを築造する非開削技術のひとつであり、トンネル施工技術として主に利用されてきた。推進工法による施工は、数十年前には200m以下の直線線形の管路敷設が主流であったが、様々な管路施工に対応するために改良された結果、現在では様々な土質条件に対して曲線施工をも含めた形状の地下空間を築造できるようになってきている。

推進工法では、近接した地下構造物や埋設管への影響が少ないと考えられているが、既設構造物の種類、機能、使用目的、経年劣化をはじめ、既設構造物の重要度や新設管路との距離・位置関係、新設管路周辺

の土質条件や施工方法などに大きく依存している。

近接施工では、①新設工事に伴い施工機械や資材が近接構造物等に直接的に損傷を与える恐れがある場合、あるいは工事による振動、騒音、地下水位低下、水質汚濁等により直接的に周辺住民に被害を与える場合、②新設工事の施工中または竣工後の地山の変形に伴い、近くの既設構造物を変形させ間接的に損傷を与える場合に備え、何らかの対応策を準備する必要がある。

推進工法による地下空間築造方法のひとつであるパイプルーフ工法は、近年適用例が増加している工法である<sup>2)</sup>。パイプルーフ工法は、ボーリング機械等によりトンネル上部周辺に複数のパイプを打設し、ルーフを形成することにより、トンネル施工に伴う地山の緩みを抑制するトンネル掘削の補助工法として発展してきた工法である。本工法のパイプ打設に推進工法を用いることにより、適用土質範囲の拡大や施工延長の増大、施工による周辺地山への影響の抑制といった効果が得られることが既往の研究で数多く報告されている<sup>3)</sup>。

このように、都市の道路下は道路や鉄道、下水道をはじめとしたライフラインなどの既設構造物が輻輳しており、新たに構造物を築造しようとするれば、近接した状態で敷設せざるを得ない。そこで、筆者等はこれまで、推進工法が社会生活や周辺環境に及ぼす影響の少ない技

術として社会の需要に応えるため、種々の検討を行っている。そのような要求への対応の一例として、筆者等は地中構造物を既設の構造物に隣接して施工する際に用いるパイプルーフ工法が周辺地山へ及ぼす影響に関してこれまで種々検討を行い、パイプ配列のパイプルーフ施工時の地表面変形を評価し、推進工法を用いたパイプルーフ施工による隣接施工に関する提言を行っている。

そこで、本稿は、近接施工における周辺構造物や環境への影響とその検証の一例として、推進工法を用いたパイプルーフ施工による地中構造物との近接施工の検討例についてまとめた研究成果を示し、パイプルーフ工法の施工方法により近接施工の周辺構造物への影響をどの程度抑制できるのかについて論じることを目的とする。

## 2 パイプルーフ工法の概要

パイプルーフ工法とは、一定間隔にパイプを挿入配置し、一定の遮断領域を形成し、影響範囲を限定してトンネル築造を行うものである。本工法はかつて、トンネル掘削断面上部にルーフを形成することでトンネル掘削の土留めとしての機能を持たせながら、地表面沈下対策、上部既設構造物防護等に利用されてきたことからパイプルーフ工法と呼ばれている。また、掘削するトンネル外周に沿った施工だけでなく、防護する側の構造物と新規に建設するトンネルの中間位置にパイプを打設し、相互の影響を抑止するアンダーピーニング等の遮断防護として、適用された事例もある<sup>4)</sup>。図-1にパイプ一文字配置による影響遮断領域形成の適用例を示す。

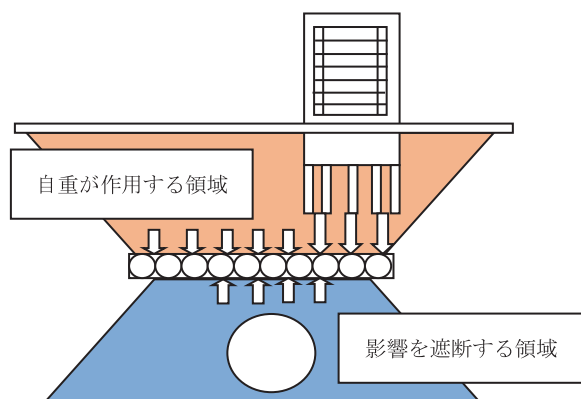


図-1 パイプ配置による影響遮断領域

このようにパイプを規則的に配置することで、自由度の高い任意の防護形成が図ることができることから、様々な種類の空間築造への適用が可能である。また、地山の土質条件や施工距離などに応じた適切なパイプ打設方法を選択することで、近年ではパイプルーフ工法の適用範囲が拡大してきている。

## 3 解析条件および解析モデル

地中に隣接する構造物を施工する場合、その補助工法として様々な配列のパイプルーフ工法が考案されている。しかし、前述したように、地中構造物の隣接施工時に用いるパイプルーフ工法に関する学術的な検討は、定量的な評価が未解決のままである。そこで、パイプルーフの形状の相違による周辺地山への影響を評価するため、3次元応力解析を行った。本検討に用いた解析モデルは図-2に示すように影響検討の対象地山層厚12.64m、土被り7.5mとし、各パイプルーフの間隔900mm、パイプルーフの呼び径800、余掘りの厚さ20mm、推進長60m、パイプルーフの本数は門型配列の場合で28本とした。

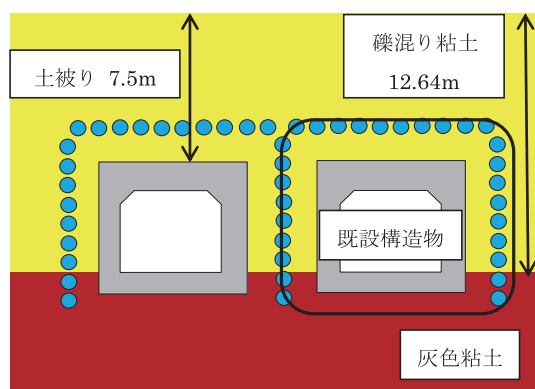


図-2 解析モデル

また解析においては、泥水式推進工法を用いたパイプルーフ工法の施工工程を想定した解析ステップを設定しており、STEP1で初期応力状態の解析を行い、STEP2で掘削範囲に泥水圧を加圧させることで、切羽全面からの圧力が作用する状況を再現した。次に、STEP3でパイプルーフを形成するパイプの打設および掘