

解説

多様な断面、多様な条件下で 利用されるパイプルーフ施工技術

～地中を支える技術アンクルモールパイプルーフ工法～

さとう とおる
佐藤 徹

(株)イセキ開発工機
海外営業部
(本誌編集委員)

1 はじめに

パイプルーフ工法は、推進工法によりトンネル上部周辺にパイプ（鋼管）を打設し、ルーフ（屋根）を形成し、トンネル施工におけるルーズな地山の緩みを抑えるトンネル掘削の補助工法として発展してきた工法で、1962年の国内で初めての施工からすでに60年以上が経過し



写真-1 多様な断面形状で配置されたパイプルーフ事例

ている。パイプルーフ工法は、地下空間における地山の安定、掘削面の防護、地盤沈下防止を図り、周辺構造物・施設への影響を確実に抑える工法として、様々な用途に用いられ、数多くの実績を残している。パイプ（鋼管）を任意の位置に配置できるパイプルーフ工法は、多様な形状のトンネル施工に適している。一般的に用いられる一文字や、門形、矩形配列、アーチ形配列があるが、中には、円形配列や構造物の形状に沿った形の階段状配列もある。写真-1に多様な断面形状で配置されたパイプルーフ事例を示す。さらに、近年では、200mの長距離や曲線施工も可能となっており、縦断方向において変化するトンネル断面形状に対応した施工事例もあり、パイプルーフ工法の適用範囲はますます広がっている。

2 工事目的に応じたパイプルーフ施工方法の選定

パイプルーフ工法は、先行設置したパイプで地山荷重を支持し、トンネル掘削初期の地山の緩みを最小限にとどめ、安定性の劣る地山における周辺構造物に対する影響を軽減させることができる。よって、パイプルーフ工法では、パイプルーフ施工時における周辺地山の安定性は、工法選定にあたっての非常に重要な項目であり、実際にパイプルーフ打設時の周辺地山への影響については、打設するパイプ径が大きくなる1970年代ごろから、

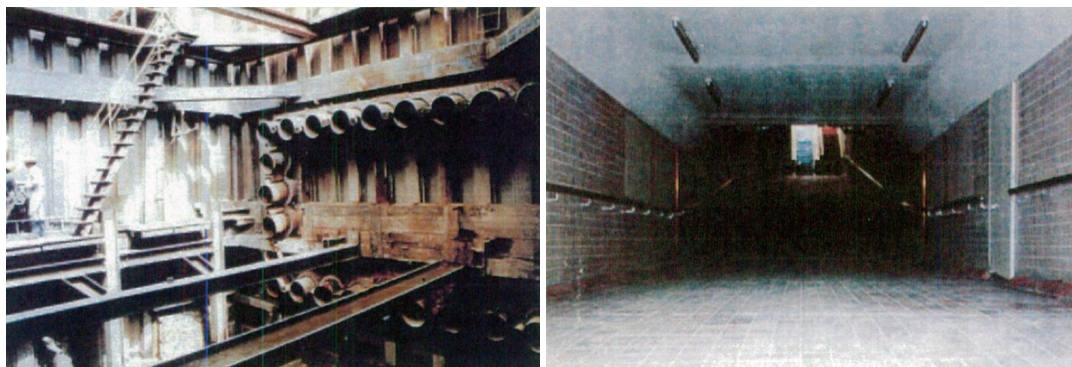


写真-2 世界初の泥水式掘進機によるパイプルーフ完成状況と歩行者通路完成状況

パイプルーフ施工時での課題として取り上げられている。

その例としては、京都府内での開放型掘削方式で施工されたパイプルーフにおいて、突発的な地山の変化に対応できず、部分的ではあるが地山崩壊が発生したため、掘削切羽のすべり面について検討し、それ以後の対応として薬液注入を併用した施工を実施している¹⁾。また、開放型掘削方式での連続的なパイプルーフの施工による緩みが蓄積されることで、地表面に影響を及ぼし、特に垂直施工ではその緩みの蓄積による影響が大きく、陥没が生じた施工例も報告されている²⁾。

これらのことから、周辺地山の安定を目的としたパイプルーフ工法の選定をする場合、パイプルーフ施工における掘削方式は、開放型ではなく、密閉型を用いることが最善であることがわかる。当社では、50年前から泥水式掘進機を用いたパイプルーフ施工を実施してきた。世界で初めて、泥水式掘進機によるパイプルーフ施工をシンガポールで歩行者通路トンネルにて適用、1993年には、国内で初めて1スパン100mを超える約130mのトンネルで泥水式推進工法によるパイプルーフ施工が採用され、初めて1スパンで100mを超えるパイプルーフ施工を実施し、密閉型泥水式掘進機を使用したパイプルーフ施工をいち早く実現してきた。写真-2にシンガポールのパイプルーフ完成状況と歩行者通路の完成状況を示す。図-1に国内初の泥水式推進工法によるパイプルーフ断面図を示す。

本泥水式パイプルーフ工法は、当社の代表的掘進機であるアンクルモールを利用し、その優れた掘削機構と方向制御機構により、アンクルモールパイプルーフ工法として、国内外で数多くの実績を重ねてきた。本工法は、

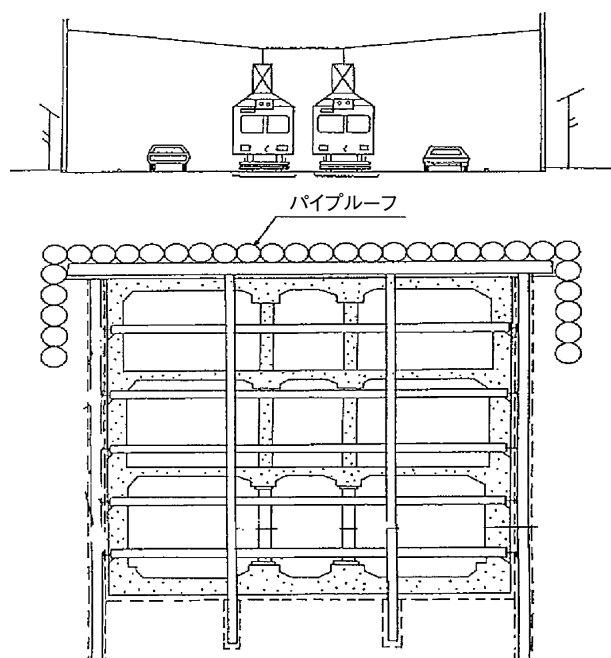


図-1 国内初の泥水式推進工法によるパイプルーフ断面図³⁾

パイプルーフ工法における長距離施工である100m程度の施工の施工実績が多いが、近年では、その施工時の周辺地山の安定性の高さが評価され20m程度の短距離の施工においても、採用実績が増えてきている。

また、近年要望が広がっている多様な断面形状に対応できる施工法については、土質変化への対応性、推進精度が高く、長距離施工、曲線施工ができることが必要となるが、本工法はそれらの施工条件に対応できる特長を有している。