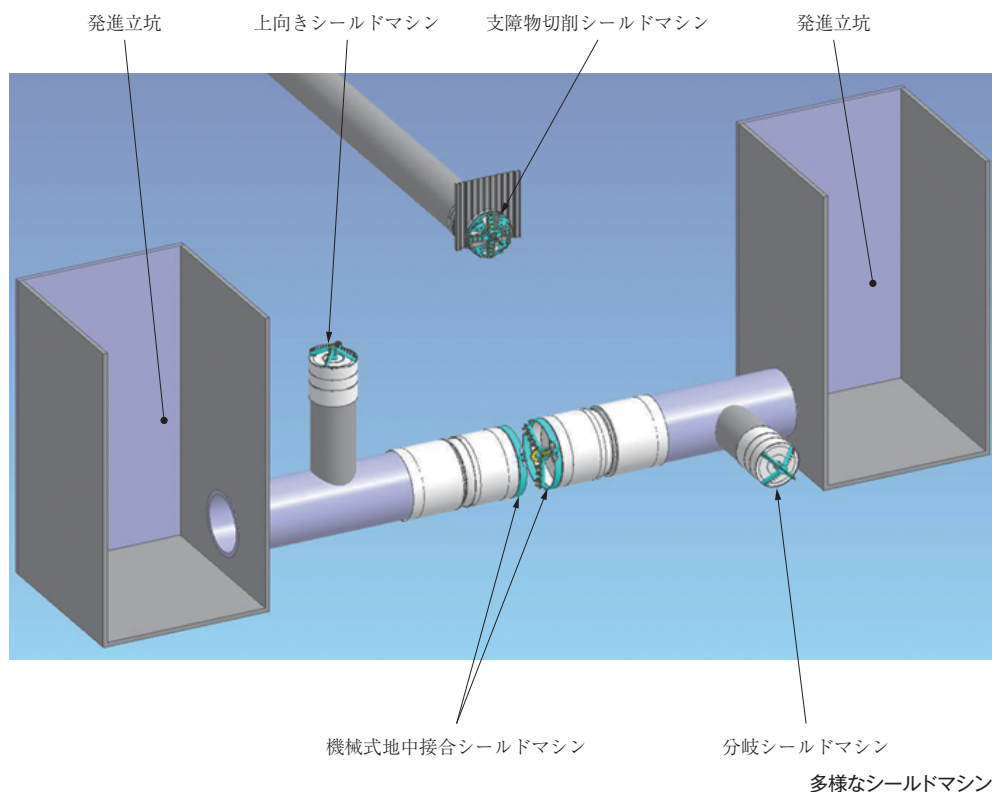


都市トンネル構築で活躍する 多様なシールドマシン

複雑化する地上や地下の条件に対応 JIM テクノロジー株式会社が誇る数々のシールド技術

トンネル工事に用いられるシールド工法。そのトンネル構築に用いられるシールドマシンは、複雑化する都市の地上や地下空間の条件下で施工する技術の開発、および工期短縮・コスト削減といった社会的ニーズの高まりに応えるための進化を続けている。



都市部でのトンネル構築

都市部におけるライフライン（電気・ガス・上下水道）用のトンネルや、道路および鉄道用トンネルとしての地下空間構築のため、シールドマシンが用いられる。

通常、トンネルを構築する場合、そのトンネル発進部と到達部に地上から縦に穴（立坑）を掘る。発進

部ではこの立坑（以下、発進立坑）に地上からシールドマシンを下ろして据え付け、トンネルの構築を開始する。到達部ではこの立坑（以下、到達立坑）に到達したシールドマシンを解体し、引き上げることでトンネルが完成する。

しかし、都市部では地上の建物が過密になり、立坑の用地確保が困難になっている。

そのためトンネルの両端の発進立坑から2台の

シールドマシンで掘削を開始し、マシン同士をドッキングすることで到達立坑を不要とした。また、既設トンネル内から発進することで、発進立坑を不要とするシールドマシンも開発した。

立坑を不要とするシールドマシンは、従来よりJIMテクノロジー株式会社（JIMT）が力を入れて対応してきた部分である。主なシールドマシンの概要を紹介する。

機械式地中接合法

通常、シールドマシンで構築されるトンネルは、先に述べたとおり、立坑を発進・到達部としてトンネルを構築している。ただし、1台のシールドマシンで掘削できるトンネルの長さには限界があるため、長い距離のトンネルを掘削するためには、掘削できる長さで区切って立坑を掘り、その立坑を発進・到達部として

複数の区間に分けてトンネルを掘ることになる。そのため、トンネル両端の立坑から発進し、途中地点で貫通させることで、立坑を減らす方法が考案された。この場合、貫通地点の少し手前でシールドマシンを止めて、周囲の地盤を凍らせたり（凍結）、薬剤により地盤をコンクリート状に固めたり（地盤改良）して、貫通地点の土砂を取り除いたうえで、トンネル内壁を仕上げる工法（土木的施工法）が用いられる。

これに対し、JIMTの機械式地中接合法は、2台のシールドマシンが接合地点に到達したときに、シールドマシンの外側フレーム（スキンプレート）を重ね合わせることで、機械的にトンネルを接合（貫通）させたいうで、トンネル内壁を仕上げる方法である。この工法を用いると、土木的施工法に比べて、安全かつ効率よくトンネルが接合できるので、立坑を減らすための工法として、非常に有効である。



シールドマシン地中接合試験状況



シールドマシン受入側



シールドマシン押出側

分岐・上向きシールド工法

下水道用などのトンネルで、トンネルを分岐・合流させるケースがある。通常は、このようなトンネルが分岐・合流する場合でも、分岐・合流の交差部にシールドマシンを発進・到達させる立坑を掘り、それぞれを1本のトンネルとし、交差部の立坑をマシンの発進・到達部として利用してトンネルを構築している。

トンネルの条件によっては、分岐・合流ポイントが、メインのトンネルの発進または到達の立坑に近く、立坑を掘るには不適切（非効率）なケースがある。このようなケースに対し、構築済みのトンネル内からシールドマシンを発進させる技術として、分岐シールド工法がある。

(1) 分岐シールド工法

分岐シールド工法は既設トンネル内からシールドマシンを発進させ、分岐トンネルを構築する技術である。分岐シールドマシンは既設トンネル内に搬入し、組み立てて発進することで、既設トンネルの任意の位置からトンネルを分岐することが可能である。

これまでの実績として、トンネル直線部だけでなく、急曲線部区間から発進した事例もある。

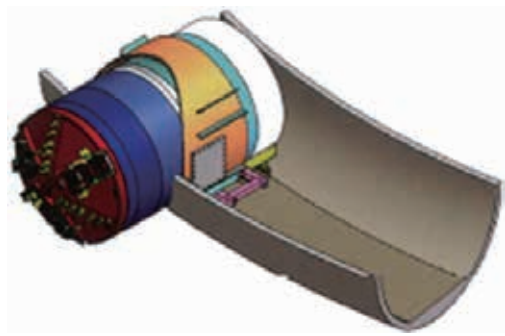
これにより非効率な発進立坑を掘るの必要がなくなるため、下水道管路などの地下トンネル網の構築には非常に効果がある。

(2) 上向きシールド工法

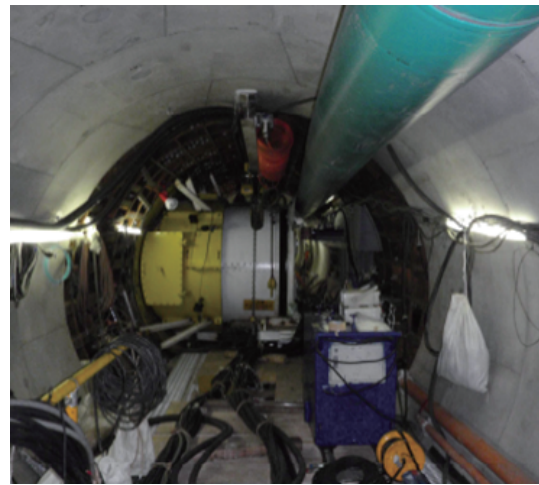
これまでに述べたとおり、立坑はシールド工法でのトンネル構築の際には発進・到達部の設備として使用するが、トンネル構築後は、地上からトンネル内部への資材搬入口やメンテナンス用出入口、または、トンネルの地上との換気開口などとして使用している。通常、これらの資材搬入口やメンテナンス用出入口を、シールドマシンの発進・到達部以外のトンネル中間部に設ける場合も、立坑と同じように地上から穴を掘っている。

これに対して、上向きシールド工法は分岐シールド工法と同様に、既設トンネル内や地下構造物内から発進するが、その掘進方向として地上に向かって上向きにシールドマシンを発進させ、地上に対する開口部を構築する技術である。

地上から穴を掘る場合には、ショベルやバックホウなどの掘削機械の設置や掘った土砂の搬出など、



分岐シールドマシン坑内発進図



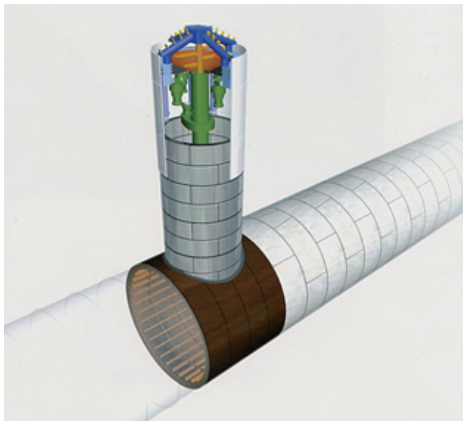
分岐シールドマシン坑内発進状況

地上に設備の設置が必要となる。しかし、上向きシールド工法では、地中から上に掘り進むため、地上に掘削機械の設置が不要である。また、土砂の処理も地中側から既設トンネルを經由して排出するので、地上には土砂の排出用設備の設置も不要である。到達時（貫通時）には、シールドマシンの回収などの作業が発生するものの、通常の施工に比べると、施工全体として必要となる地上の設備や面積は少なく済む。したがって、資材搬入口やメンテナンス用出入口などの配置の自由度が向上する。

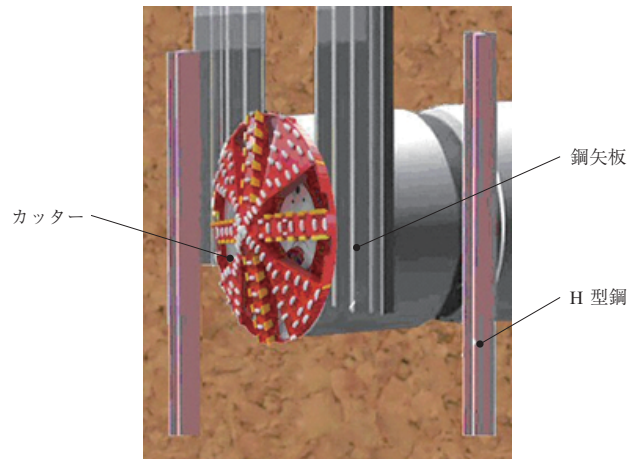
支障物切削シールド工法

使用されなくなったトンネルや、使われなくなった建物の基礎杭（これらを支障物という）が、これから作ろうとするトンネルの計画路線にあると、計画路線の変更や、地上から穴を掘って支障物を地上から取り出して対応している。

実際の支障物は、それ以前に行われた工事のときに



上向きシールドマシン坑内発進図



支障物切削シールド工法の概念図



上向きシールドマシン完成検査状況



支障物切削シールドマシン完成検査状況

残置された H 型鋼や鋼矢板、また、使われなくなった建物の基礎杭としてのコンクリート杭などがある。

通常のシールドマシンは、こういった支障物を掘り進むことはできないが、JIMT のシールドマシンは、これらの支障物を掘削できるようにしたものがある。

これは地盤を掘る（削る）カッターについて、土砂を直接削り取るビットや、カッター全体の形状に特別な工夫を加え、地山の掘り進み方にも工夫を行うことで実現したものである。

この支障物切削シールド工法を採用することで、地上から支障物を撤去するための立坑を省略することができ、工事コスト低減に非常に有効である。

以上のとおり JIMT は、立坑を不要とする、または立坑の数を減らすことのできるシールドマシンに強みがある。今後も多様化する技術への要求に応えるため、さらなる発展・進化をさせていく。

また JIMT は 2016 年 10 月に体制を一新、シールドマシン機種のリニューアルを充実させており、今まで以上に飛躍していきたい。

問い合わせ先

JIM テクノロジー株式会社

企画管理部

電話（044）201-8263

<http://www.jimt.co.jp/>