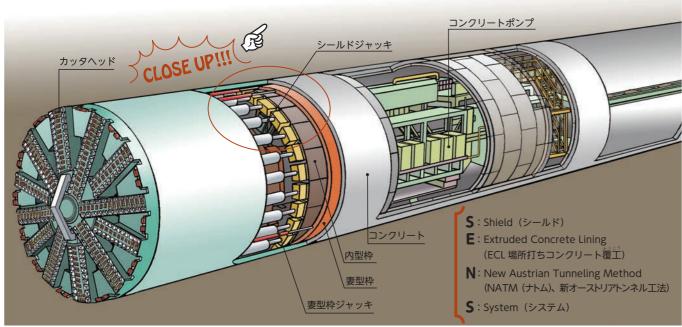
## トンネル掘削技術 (MITTECHNOLOGIES) トンネル掘削技術 (SENSに迫る) ドンネルは作られているのか



#### >20周年を迎えた SENS

鉄道・運輸機構(JRTT)が開発した新しいトンネル掘削技術である SENS(センス)は今年で誕生 20 周年を迎えました。 SENS は、正式名称を「シールドを用いた場所打ち支保システム」といい、ここではその技術について紹介します。



イラストレーション: 岩山 仁

#### シールド工法から 誕生した SENS

トンネル工事は地盤の固さによっ て掘削工法を使い分けています。

硬い岩盤を掘る場合はNATM(火薬の発破や大型のドリルなどで掘削)、非常に軟らかい土砂を掘る場合はシールド工法(筒状の形をした専用の機械で掘削)を用いるのが一般的です。

しかし、その中間となるやや軟 らかい地盤でトンネルを掘るには、 NATMではトンネルが崩れないよ う地盤を固める補助工法が必要にな るため、その分掘削速度が落ちてし まいます。一方、シールド工法の場合は安全に高速度で掘削できますが、専用の掘削機械(シールドマシン)やトンネルの形を組み立てるためのセグメント(コンクリート等で作られた大型のブロック)の製作に多額の費用がかかってしまいます。そこで、JRTTではそのような条件において安全かつできるだけ低コストで掘削できる技術を開発しました。それが SENS です。

SENS の掘削の仕組みそのものは シールド工法と同じですが、通常の シールド工法では切羽(トンネル掘 削部)の後方でセグメントをトンネ ルの形に組み立てていく代わりに、 SENSでは地山と型枠の間にコンク リートを打ち込みながらトンネルを 構築していくところが大きな特徴で す。

なお、NATMでは掘削後、ただちにコンクリートを地山に吹き付けるなどしてトンネルの形を支えますが、SENSの場合はコンクリートの打ち込みがその代わりとなっています。そして、NATMと同様、掘削後のトンネルの形状が安定したことを確認した後、その内側にもう1枚コンクリートの壁を造ることで、トンネルが完成します。

### CLOSE UP!!!

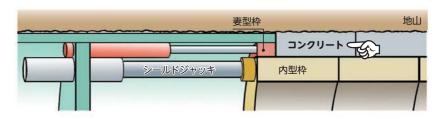
#### SENS 開発の経緯

SENS を初めて採用した東北新幹 線(八戸・新青森間)の三本木原ト ンネルは、最初は NATM で掘削し ていましたが、想定以上に地質が悪 く、補助工法を駆使しても切羽での 土砂崩落にたびたび見舞われ、その 都度掘削停止を余儀なくされまし た。このままでは予定していた工期 内に工事が終わらなくなる可能性が あったため、そこから SENS の導 入に向けた技術開発が始まりまし た。新技術の導入当初は、シールド マシンでトンネルを掘り進めつつ同 時にコンクリートを打ち込むという 難易度の高い施工方法への対応に苦 労をしましたが、数々の技術的課 題を克服し信頼性の高い工法とし て確立することに成功しています。 SENS に切り替えた後は安全かつ安 定的に NATM の 2 倍以上のスピー ドで掘削できるようになりました。

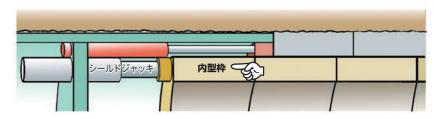
#### 各地のトンネル工事で活躍

SENS は東北新幹線の三本木原トンネル工事で2004年に初めて実用化され、土木学会技術賞(Iグループ)及び日本産業技術大賞審査委員会特別賞を受賞しました。その後は北海道新幹線(新青森・新函館北斗

## 妻型枠 地山 フンクリート シールドジャッキ 内型枠



②掘進とともにシールドジャッキを伸ばし、型枠(内型枠、妻型枠)と地山に 囲まれた空間に、コンクリートを打ち込む。



③掘進終了。シールドジャッキを縮め、新たな内型枠を組み立てる。①に戻る。

間)の津軽繁田トンネル、相鉄・JR直通線(相鉄新横浜線)の西谷トンネル、相鉄・東急直通線(同)の羽沢トンネルで採用され、現在は北海道新幹線(新函館北斗・札幌間)の羊蹄トンネル工事で使用されています。

# 妻型枠の打設孔からコンクリートを打ち込む

#### 時代に合わせ進化するSENS

20年前に生まれた SENS は日々進化を遂げています。NATM によるトンネル掘削が困難な地質条件に対応するため新たに開発され、その後はより長距離の掘削に挑戦し、さらに都市部での施工、そして土砂の中に巨礫を含む地質条件での施工と、その適用範囲を広げてきました。

都市部でのトンネル施工における経済性向上への取組の例を挙げると、相鉄・JR 直通線西谷トンネルの施工で使われた掘削機械は、掘削完了後は相鉄・東急直通線羽沢トンネルの掘削のために再利用されました。また、通常のシールド工法(セグメントの組み立てによるトンネル構築)と相互に切り替えることができる仕組みを採用し、1 台の機械でできるだけ長い距離を掘削できる工夫がされていました。これにより、それぞれ別の機械を使って掘削する場合に比べてコスト縮減が図られました。

進化を続けていくSENS、今後はどのようなトンネル工事で使われるのでしょうか。

21 鉄道・運輸機構だより 2024 Spring