

貝におそわったトンネル—シールド工法

鈴木 哲也*

地表面下につくられた通路または地下空洞をトンネルと呼びます。OECDではさらに断面積が2 m²以上のものをトンネルと定義しています。

トンネルには用途による分類のほか、掘削の対象となる地質によって岩石トンネルと土砂トンネルに分けら

れ、また施工場所、施工方法によって山岳トンネル、都市トンネル、水底トンネル、開削トンネル、シールドトンネル、沈埋トンネルなどに分類されます。今回はシールドトンネルについてです。

【問】 シールドトンネルは、どのようにして考案されたのでしょうか？

【回答】 住居としての洞窟を除けば、トンネルの歴史はかんがい水路トンネルから始まっています。交通路としてのトンネルは、ユーフラテス川の両岸にあるバビロンの神殿と宮殿をつなぐ川底トンネルが最古のものとされています。日本では兼六園に通水する辰巳用水における、約2 kmの水路トンネルが最初のものとしてあります。交通路としては、耶馬溪の青の洞門が有名で、完成後は1人4文の通行料をとり、有料道路の先駆けとしても知られています。

トンネルといえば、モグラを連想します。モグラのトンネルは、本坑道と側坑道からできています。モグラは吻(口先)で土を崩し、前足で土をかきとります。土がたまると、垂直にあけた側坑道から地表に押しだし、直径5 cmぐらいのトンネルを掘ります。モグラは粘りのある土を感覚的に掘っています。トンネルがつぶれてモグラが窒息死したという話は聞かないので、モグラはトンネル掘りの名人といえましょう。では、シールドトンネルもモグラに学んだのでしょうか。

実は生きたトンネル掘削マシンはモグラだけでなく、別のところにもありました。19世紀、イギリス人技術者のブルネルは、造船所の中でフナクイムシに食い荒された一片の木材に目をとめました。そこでは舟の害虫フナクイムシがせっせと木を食い荒らしている最中でした。二枚貝のフナクイムシは、殻の前部にあるヤスリ状の部分で木材を削って穿孔します。削った木材は食用にし、液体状に変えて外へだします。これがセメントのような役

割を果たし、掘り進んだ穴を裏打ちし丈夫にします。

ブルネルはフナクイムシが

- ① 丈夫な殻で体を保護している。
 - ② 穴を掘削するとき、削り取った木片を後方へ送りだす。
 - ③ 新しい穴の側壁にすぐ膜をはり、穴の崩壊を防ぐ。
- ことに注目しました。この特徴を基に、ブルネルが新しく考案したトンネル工法がシールド工法です。1918年テムズ川の川底を横切るトンネル工事で、ブルネルは初めてこの工法を使いました(図-1)。

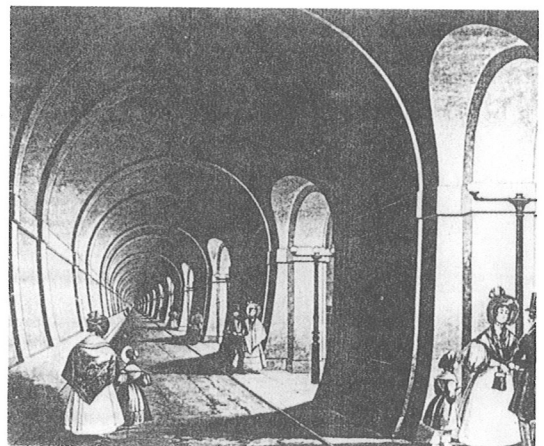


図-1 ブルネルが造ったテムズ川川底のトンネル

*地質研究室副室長

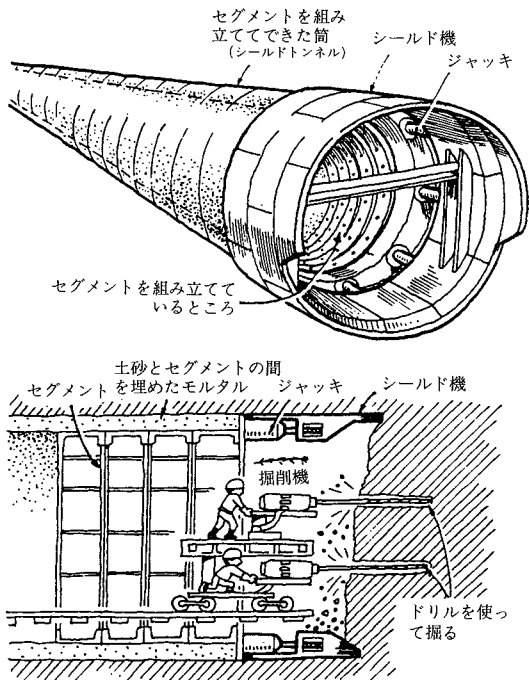


図-2 シールド工法

シールド工法は、鋼製円筒状の外殻を持つシールドをジャッキにより地中に押込み、周辺地山を支持しながらシールド前端で掘削を行います。シールド後部では、鋼製や鉄筋コンクリート製のセグメントを組み立てて覆工を行い、さらに裏込め注入を行い覆工と地山の間の空隙を充填します(図-2)。このようにシールド工法は、貝に学んだトンネル工法ということができます。

日本で最初にシールド工法が使用されたのは、国鉄奥羽本線折渡トンネルです。しかし、この工事は途中で中止になりました。成功したのは関門鉄道トンネルが最初です。地下鉄工事では、丸ノ内線で初めてシールド工法が使われました。

このようにシールド工法はイギリスで考案され、当初川底トンネルや湧水のある軟弱な地盤など、特殊な条件下における工法として利用されてきました。しかし、近年都市内のトンネル工事では、在来の開削工法の分野にまで、シールド工法が広く採用される傾向にあります。また補助工法として、圧気工法、薬液注入工法、地下水位工法などが用いられています。

最近シールド工法が目される事例もありますが、ブルネルがフナクイムシに学んだ原点に戻って考えることも必要でしょう。

*

*

*