

てくのすこーぷで見た球体シールドの発明

技術開発の現場で生まれた「発明」は、特許という知的財産になります。
今回は、シールド掘進機のうち球体シールドの特許について紹介します。
(特公平 7-65457 号)



回転前



回転後

球体シールド

技術に優劣をつけるのが難しいのと同様に、発明に優劣をつけることもまた難しい作業です。多くの受注やライセンス収入をもたらす発明、商品のウリとなって市場を独占できた発明など切り口はさまざままで、それぞれに重要な発明です。

切り口の一つとして、外部から見た「功績」という視点で評価しているものに公益社団法人発明協会が主催している全国発明表彰があります。これは大正 8 年からの長い歴史があり、発明の分野では最も権威がある表彰です。というのも、この表彰の最も優秀と認められる発明には皇室の下賜金を拝受する「恩賜発明賞」が贈られるからなのです。

実は、IHI も 1997 年に大成建設株式会社と連名で「恩賜発明賞」を受賞したことがあります。これが今回紹介する球体シールドです。これは土木業界そして IHI 初の「恩賜発明賞」となったものです。

最初に、トンネルを掘る機械であるシールド掘進機を簡単に説明します。シールド掘進機は、茶筒のよう

な形状をしており、切羽（掘削面）にカッタと呼ばれる面板を押し当ててトンネルを掘削します。カッタには、多数のビットと呼ばれる刃が円周状に配置されており、掘削する土質や距離などに合わせて材質や形状と数量を変更します。現在のところ、サンダーバードの「ジェットモグラタンク」（若い世代にはトミカハイパーレスキュー 3 号）のように円すい形のドリルは残念ながら付いていません。

さて、このシールド掘進機で地下にトンネルを掘る場合の手順としては、通常は地表から土を掘って立坑を施工し、その後、立坑内にシールド掘進機を搬入し、トンネルとなる横坑を掘削します。

しかし、大深度のトンネルの立坑を掘る工法は限りがあり、高水圧の地下水対策などさまざまな問題がありました。そこで発明されたのが、立坑から横坑までを 1 台の機械で掘ってしまう「球体シールド」なのです。

球体シールドのからくりを少し紹介しましょう。



まず、下図①の状態です。立坑を掘削します。

所定の深さまでの掘削を終えると、②内周カッタと外周カッタを分離します。次に、内周カッタを引き上げ、内周カッタを球体に収めます。続いて、③少しずつ球体を回転させていきます。回転が終ると、内周カッタを押し出して、④横坑を掘削していきます。

球体シールドのポイントには、縦から横に方向転換させる際に球体を用いた点にあります。シールド掘進機は地中での施工となるため地下水があり、深くなればなるほど高い水圧が働きます。このため、方向転換させる際は、地下水を機内およびトンネル内に入れない工夫が必要になります。もちろん、シールドトンネルには止水するためのさまざまな機構が用いられていますが、球体シールドでは方向転換時の止水方法がキーとなる開発要素でした。最終的には、幾つかの止水方法の中から、ボールバルブの構造に着目し、球体の回転を用いたシールド機構のアイデアが選ばれました。この工夫により、地下水があっても支障なく方向転換することができるようになりました。

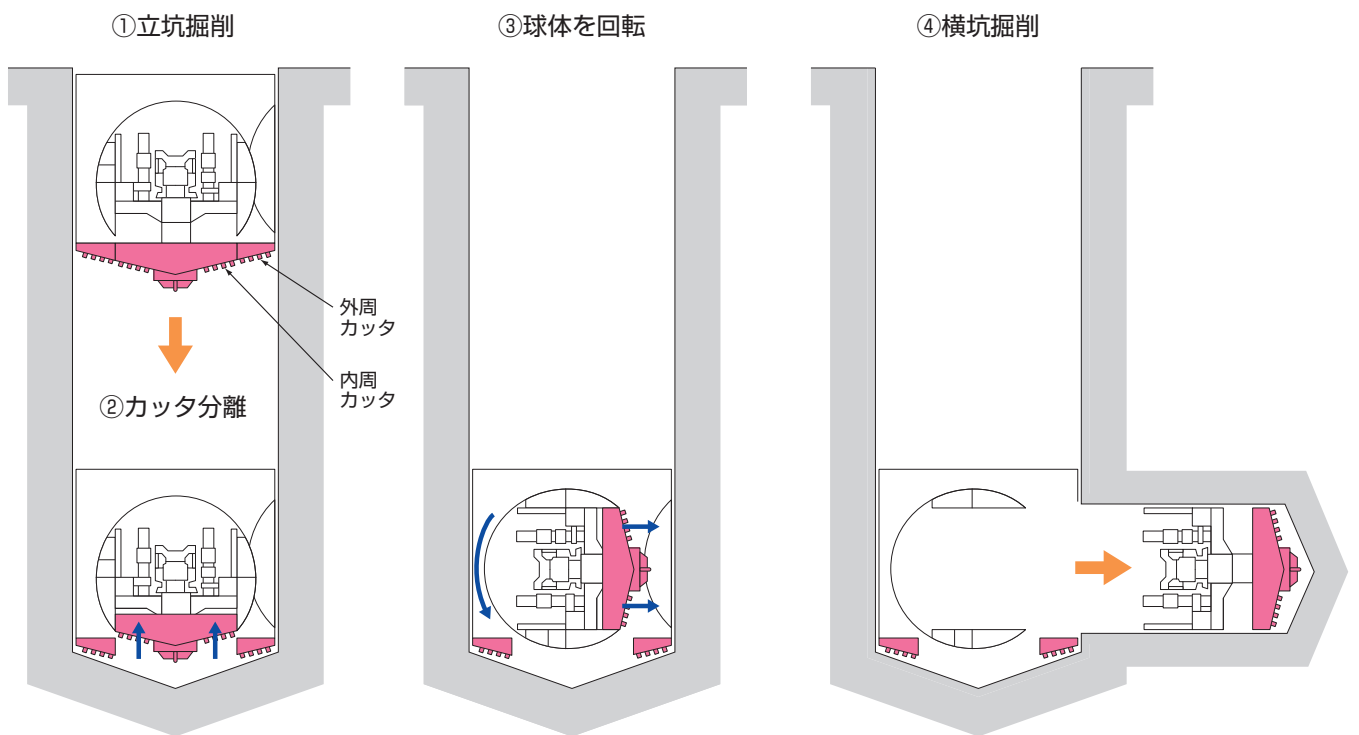
また、今回は縦横（タテヨコ）に焦点を絞って紹介しましたが、この構造で交差点の真下で直角に曲がるヨコヨコも球体シールドは可能なんです。これらのトンネル形状がアルプホルンに似ていることからホル

ンシールドとも呼ばれます。

さらに、球体のシールド機構を用いた例としては、横坑から上向きに立坑を掘進し地上に出るデルンシールドや、カッタを 180 度くると回転させてビットを新しいものに交換し、また元に戻して掘削を続けることで長距離掘削を可能にしたクルンシールドというものもあり、バリエーションはルシルンと多彩です。

シールド掘進機の世界は、今回紹介した以外にも 2 台のシールドを地中で接合させる工法、トンネルの幅を途中で変える拡幅工法、眼鏡形などの非円形を掘る工法など社会のニーズに対応するためのさまざまなアイデアにあふれています。これからも、世界の地下インフラを支えるために、多くのすばらしいアイデアが、IHI のグループ会社であるジャパントンネルシステムズ株式会社から生み出され、皆さんの好奇心を刺激してくれることでしょう。

（文責：知的財産部）



球体シールド工法