

ここにベアリングが使われています

ベアリング編集小委員会

トンネル掘進機用ベアリング

今は山中、今は浜

今は鉄橋渡るぞと

思う間も無く



トンネルのやみを通してひろのはら……

今回は、子供心を思い起こしてくれるトンネルの話からはじめます。

人類の作ったトンネルの最古のものは、なんと3700年も前に遡ります。古代バビロンのユーフラテス川の水底トンネルで、川をせき止め作ったといわれ、長さ950mもあるとか…。筆者が子供の頃、日本で一番長いのは、丹那トンネルで7,800mと教わりましたが、1934年に完成まで17年かけて掘ったことは、最近まで知りませんでした。

日本で最初に長さ10,000mを超したのが北陸トンネル、その長さ13,900mで5年かけて1962年完成。今、日本で一番長いトンネルはどこかご存知でしょうか？そうです。青函トンネルの53,850mで、ドーバ海峡トンネルの47,570mを大きく引き離し世界一でもあります。でも1964年に着工、完成するまで24年という年月を要し、いかに難工事であったかが覗われます。しかし、世界に誇れる日本のトンネル掘進技術これにありといわれているのです。

ところで読者諸君は、これらの技術をベアリングが支えていることはすでにご存知ですよ！

大分県耶馬溪にある青の洞門、真如禅海が、長さ185m、高さ2m、幅4mの洞門を30年近

くの歳月をかけて掘りぬいたといわれていますが、早い掘進機で今や直径5～6mのトンネルを一日あたり86～92m、2日程度で青の洞門を作ってしまうほどです。

次に、トンネル掘進工法に話を進めます。トンネル掘進工法には、山岳工法、開削工法およびシールド工法の3種類が存在します。日本は山が多い国ゆえ、あちこちで山岳工法によりトンネルを掘りながら鉄道や道路を通してきましたが、昨今は都市の過密化に伴い地下開発が進み、ますます都市の地下は幅員化し、さらに深い地下に目を向けざるを得ない状況です。

このような背景から、昨今はシールド工法が飛躍的な発展を遂げてきました。シールド工法とは、地中深くもぐらのように水平に掘り進む工法のことです。この工法はあらかじめトンネル断面に合う大きさの鋼鉄製の筒を組み立てておき、これを地中に押し進めながら前面の土砂を掘削し、そのあとに鉄製あるいは鉄筋コンクリート性のセグメントを組み立て、トンネルを築いていく方法です。この方法は、地表面に影響がほとんどなく、より安全に工事が進められるという利点があります。

ここでは、シールド工法による掘進機に使われるベアリングの使用例を図1、2に示します。

図1は、2個のラジアルベアリング(Brg.A及びC)と1個のスラストベアリング(Brg.B)で構成され、掘削時に生じるラジアル荷重及びモーメント荷重をBrg.A、Cで支え、アキシアル荷重をBrg.Bで負荷します。いずれもスフェリカ

高荷重に耐えるべくクロム・モリブデン鋼が採用され、外径寸法は4.3mにも達します²⁾。

この種のベアリングの最大級のものは、7m～8mもの巨大なものになっており、外径部にギア加工を施したものも存在します。ここまで大きくなると、近年の道路交通事情では工事現場への製品輸送が難しくなり、内外輪を四分割して製造します。製品精度を確認後、解体のうえ搬送そして工事現場で組み立てる方式が取られています。

標準化された最も小さい軸受の外径寸法は2mmですから、最小軸受のおよそ3,500～4,000倍もの大きさになります。小さいところから大きいところまで、回転するところには必ずベアリングが存在、これこそベアリングが「産業の米」と言われる所以だと思います。

旋回座ベアリングのほか、スクリーコンベアに内径φ900、外径φ1130程度のクロスローラベアリング(図4)が使用された例もあります³⁾。掘削した土砂類は、このスクリーコンベアで掘進機の外に運ばれます。

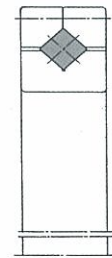


図4 クロスローラベアリング

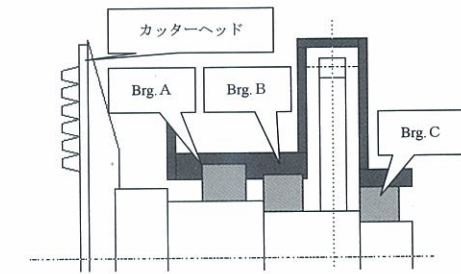


図1 ベアリングの使用例
(カッターヘッド部及び駆動部)

ルローラベアリングで、内径寸法：φ600～φ900、外径寸法：φ980～φ1280、幅寸法：280～308程度のものです。ベアリングのラジアル剛性を高めるためにラジアル内部すきまは、標準すきまより小さいものが採用されています¹⁾。

図2は、旋回座ベアリングを使用した例です。

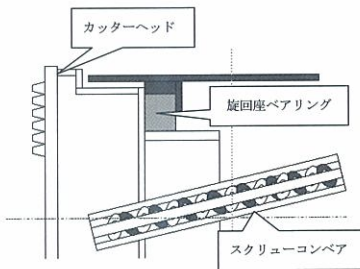


図2 旋回座の使用例
(カッターヘッド部及び駆動部)

この旋回座ベアリングは図3に示すように、3列の円筒ころが配列され、ころCでラジアル荷重を負荷し、ころA、Bにてアキシャル荷重およびモーメント荷重を負荷します。内外輪は

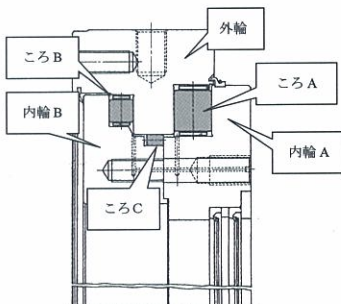


図3 旋回座ベアリング

カッターヘッドの先端には、図5、6のような刃が取り付けられています。トンネルを掘進する場合、通常の土砂層ではカッターヘッドの切れ目に設けた細かい刃（カッタービット）を使いますが(図5参照)、岩盤層ではディスクカッター(図6参照)といわれる算盤の玉の形をした刃で岩盤を砕きながら進みます。

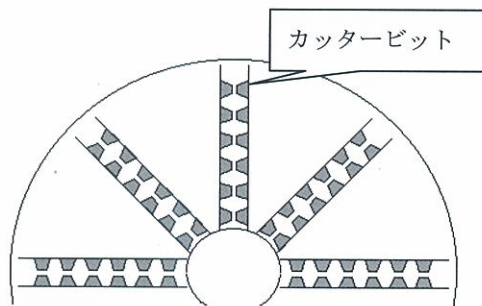


図5 カッターヘッド（土砂層用）

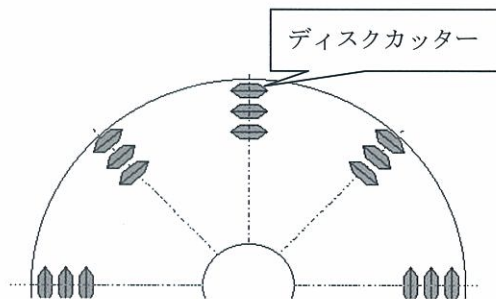


図6 カッターヘッド（岩盤層用）

2003年3月には、国土交通省、東京都が大深度地下利用方法を適用し、新たな地下高速道路を建設する方針を発表するなど本格的な大深度地下時代が到来、建設各企業の建設技術の開発競争が激化するにつれて、地下60m、70mそして100mでのトンネル建設も可能となりました⁴⁾。

参考文献

- 1) KOYO社内資料 応用事例ニュース H-032
- 2) KOYO Engineering Journal No.124(1978) P46
- 3) KOYO社内資料 応用事例ニュース H-013
- 4) 日経ビジネス 2004.4.12 P76