

解説

推進工事における 坑口金物の役割

はら まさき
原 正樹

三菱重工(株)
技術部長

1 はじめに

近年における推進工事は、様々な推進技術の進歩に伴い、より難易度の高い長距離・急曲線・大深度（大土被り）・超大口径の推進施工も可能になってきています。また、パイプルーフ工法に代表されるように、シールド工法と併用し、小・中断面を組み合わせて大断面の地下空間を構築する様々な技術も日々発展を遂げており、坑口金物についても、諸条件における高い止水性能が要求されています。

本稿では当社が開発した高耐圧型坑口金物について、従来型構造との性能比較を交え、これまで納入した製品の中から、いくつかの施工事例を紹介します。

2 坑口金物の役割

坑口金物とは、主に円筒状の金枠とゴムパッキン・押さえ板からなる止水装置で、発進（または到達）坑口に取り付けて、地山と掘進機および推進管の隙間から地下水や土砂が流出するのを防止する役割を担っている。

坑口金物はシールド工法でも使用されるが、発進坑口金物におけるシールド工法との大きな違いとして、

- ①バッキング現象（掘進初期に掘進機や推進管が発進立坑側に押し戻される現象）が発生する。

- ②掘進中は、エントランスパッキン（ゴム）が地下水圧や土圧によって推進管に押付けられた状態で、全推進距離を相対摺動する（シールド工法では掘進機からセグメントに移った時点で相対摺動がなくなる）。

などが挙げられ、これらの点において推進工法における坑口金物は、シールド工法での使用に比べ、より過酷な条件で使用されることになる。

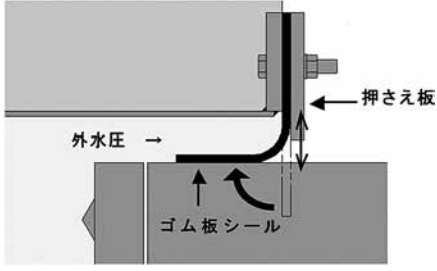
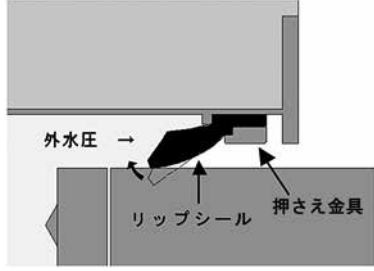
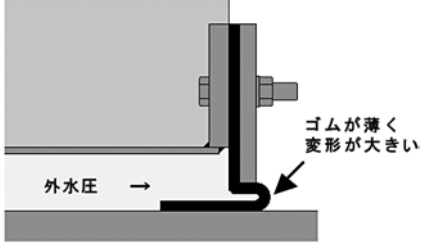
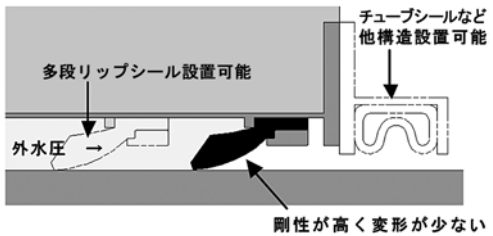
特に、バッキング現象に起因するエントランスパッキンの異常変形や、破損による出水トラブルが多く発生しているため、坑口金物の構造においても対策が必要不可欠である。

3 発進坑口金物の構造

従来の坑口金物に使用されるエントランスパッキンは、均一な厚みの円輪状ゴム板の内径を大きく引き伸ばし、掘進機に密着させて止水する構造であるのに対し、高耐圧型構造は、剛性の高いリップシールを適度に伸ばして相手面に密着させ、水圧やバッキング現象による変形や破損を防止している。

従来の坑口金物の構造と高耐圧型構造の比較を表-1に示す。

表-1 坑口金物の構造比較

	従来構造	高耐圧型構造
構造	 <p>均一な厚みの円輪状ゴム板と半径方向にスライドする押さえ板による止水機構</p>	 <p>高剛性で耐摩耗性の優れたリップシールによる止水機構</p>
特徴	<p>【長所】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・構造が簡単で取り扱いやすい <p>【短所】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ゴムを大きく引き伸ばして使用するため、異物の噛み込みや突起部との接触により裂ける場合がある ・ゴム厚みが薄いため、圧力やバックング現象による変形が大きく破損しやすい  <p>ゴムが薄く変形が大きい</p>	<p>【長所】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ゴムの伸び量が少ないため、裂けるリスクが低い ・曲げ剛性が高いため、圧力やバックング現象による変形が少なく破損のリスクが低い ・耐摩耗性材料を採用することにより、推進管との摩擦を低減している ・多段リップシールやチューブシール設置構造などの選択が可能となる <p>【短所】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・坑口金物の長さが従来工法と比べ長くなる  <p>多段リップシール設置可能 チューブシールなど他構造設置可能 剛性が高く変形が少ない</p>

4 坑口金物を取り入れた推進工事の実施例

4.1 発進側実施例（パイプルーフ工法）

3項で述べた高耐圧型リップシールを使用した発進側坑口金物を紹介する。

【実施工仕様】 用途：道路トンネル拡幅工事
外水圧：0.4MPa
掘削外径：φ1,235mm
推進管外径：φ1,200mm 鋼管

切羽側に高耐圧型リップシール、立坑側にバックアップとして加圧式チューブシールを配置した二段構成の坑口金物である（図-1）。

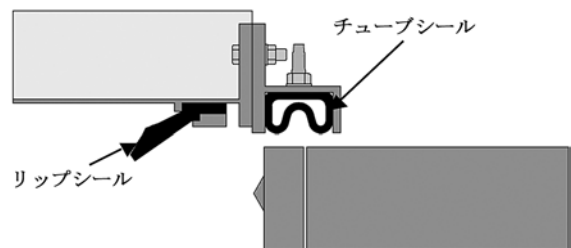


図-1 坑口金物構造