

自動余堀装置を装備した泥水式マシンによる硬質岩盤シールド施工

熊谷組大阪支店 正会員 大西 淳 大阪府北部流域下水道事務所 松尾 和明
大阪府北部流域下水道事務所 原田 聖司 熊谷組大阪支店 早坂 利勝
コマツ地下建機事業本部 トンネル機械事業部 源田 光浩

1. 工事概要

工事名：猪名川流域下水道余野川幹線（8工区）下水管渠築造工事

工期：平成8年12月14日～平成12年3月15日

場所：大阪府池田市伏尾町～箕面市下止々呂美

当工事は猪名川流域下水道の整備事業の一環として、セグメント外径 2000mm、仕上がり内径 1350mm 掘進延長 2090mのシールドトンネルと、計7箇所の発進・到達・中間・点検立坑を築造する工事である。

シールド線形は、最小R = 20mから最大R = 100mまでの28の曲線と曲線間の27の直線で構成され、縦断線形は18%～30%で、上り掘進となっている。

掘進区間の地山は一軸圧縮強度 = 150N/mm²の頁岩及び = 200N/mm²の砂岩からなり、全線硬質地山から構成されている。



写真 - 1 シールドマシン全景

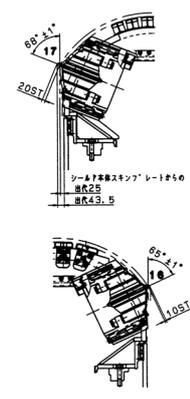
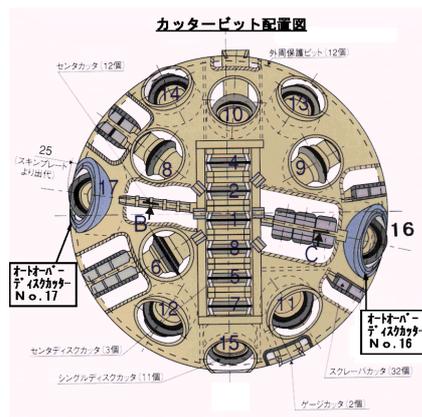


図 - 1 カッタービット配置・No16,17デイスカッタ詳細

2. 施工計画

シールドマシンの仕様決定の際には、泥水式シールド、泥土圧式シールド、TBMの3つのタイプに関して比較検討を行ったが、最小半径R = 20mの曲線を掘進すること、曲線での掘進線形の制御や坑内での土砂運搬時の安全性などの条件から、TBMと泥水式シールドの中間的な構造の「ハイブリッドシールド」により施工を行うこととした。

3. 設備計画

本工事において計画時において解決すべき問題としては、下記の2点が挙げられた。

A．掘削地山が全線にわたって = 150N/mm²以上と堅固なため、マシンカッタービットの摩耗が激しく、頻繁に交換が必要となり施工効率が低下する。

B．曲線区間を掘進する直前にはカッタービットの摩耗状況の確認と交換が必要となる。また、R = 50

キーワード：岩盤掘削 岩盤対応シールド 泥水式シールド 自動余堀装置

連絡先：熊谷組大阪支店土木部 TEL 06-6353-4992 FAX 06-6353-2830

m以下の急曲線を施工する際は最外周のNO.16と17のディスクカッターの台座部分にライナーを挟むことにより嵩上げし、地山をオーバーカットする必要がある。

カッタービットの点検や交換・嵩上げの際には、湧水の侵入を防ぐ為に隔壁より圧気を加えた後、チャンバー内の泥水と掘削ズリを撤去し、作業員一人がチャンバーに入り作業を行うことになる。このため、少なくとも1日～1日半の作業時間を要する為、作業効率が著しく低下する恐れがあった。従って、本工事では嵩上げを行う2つの最外周ディスクカッターを油圧ジャッキにより伸縮させる機構を装備し、カーブ区間掘進に伴うカッターの嵩上げ作業を行わなくても良い様にした。

伸縮ジャッキはマシンのシールドジャッキと同一の油圧系統に設け、最大 30kg/cm^2 、ディスクカッター1個当たり約4tの伸縮能力を有するものとした。砂礫や粘土層のシールドマシンに一般的に装備されているコピーカッターと異なり、ディスクカッターに大きな抵抗が加わると、ジャッキを縮める方向に大きな外力が加わる可能性があったが、結果的にはこの仕様で十分な機能を果たした。

4. 施工結果

実施工時には、直線・カーブ区間共に約 20mm/min のスピードでの掘進が可能であった。

初期の段階で、掘削外力によるジャッキの細かな伸縮を観察するため、循環経路のジャッキ伸側戻りの油圧ホースを解放して観察を行ったが、1mの掘進で約20Lの作動油が戻る現象が見られた。これは、掘削外力が非常に大きい為、ジャッキが瞬間的に縮むことによるものであることが分かった。

オーバーカッターの伸縮と掘削外径の確認は、施工途中に掘進距離500m、1000m、1500m付近の合計3回、チャンバー内に入り直接確認を行ったが、ジャッキは正確に規定量伸縮され、計画通りの掘削外径が確保されていることが確認された。これは、ビットの切削深さ・切削回数に比べると掘進スピードが遅かった為、所定の掘削外径を確保するには問題なかった為だと考えられる。



写真 - 2 掘進完了後ディスクカッター状況
(台座部分約15mm摩耗)

掘進距離1500m付近からは、伸縮ジャッキの切羽側の摺動面が破損したために伸縮不能となり、カッターを自動で伸縮することができなくなった。従って、従来の方通り嵩上げの金物を挟み込み、ジャッキが伸びた状態で固定して掘進したが、岩盤の破砕に伴う撃力によりカッターが破損し、ジャッキが正常に機能していたときの約1/3の寿命でディスクカッターは使用不能となってしまった。このことにより、オーバーカッターの油圧機構が衝撃力を吸収するダンパーの働きをしていた事が明らかになった。

5. 今後の展望

オーバーディスクカッターは、機能的に十分な働きをし、工期的には約20日の短縮の効果を得られた。また、本工事と同様な曲線の多い岩盤掘削のシールドでは有用なことが証明された。

また、ジャッキ伸縮系統の油圧の機構が岩盤掘削時の撃力を緩衝するダンパーの働きをし、ディスクカッターの破損を防ぐ効果もあることも分かった。

今後は、油圧シール等の改良を行い、耐久性の面での改善を行い、ジャッキ伸縮量のモニターを装備するなどの改良を加える必要があると考えられる。