

## VI-13

## 自由断面シールド工法の開発（第1報）

戸田建設（株）土木技術開発室 正会員 山田知海  
 同 上 正会員 志関彰男  
 同 上 正会員 館川裕次  
 （株）利根ボーリング 設計部 池田修久

## 1. まえがき

シールド工法の最近の傾向として、大断面化、長距離化が一つの流れとなっている。地下鉄や道路でのシールド工法の採用によるものと考えられるが、経済性を確保するために有効断面を追求することが大きな課題となっている。まゆ型断面もその一つであるが、不用断面をさらに少なくするために新工法の開発を行っている。本文はその概要について述べる。

## 2. 断面の比較

地下鉄断面を例にとって比較した結果を図-1に示す。箱型断面の掘削がもっとも有効であることが示されている。断面で32%の縮小を図ることができれば、工費の低減にもかなり寄与するものと言える。

## 3. 掘削のメカニズム

箱型断面のシールドの施工例は既にいくつかあるが、全て切羽開放型の手掘り方式であった。今後予想される大深度、大断面への圧気手掘りの適用は困難であり、密閉型のシールドで箱型を掘削する技術確立する必要がある。

## 3. 1 未切削部分の打開

掘進方向に垂直な方向に軸をもつドラムタイプの cutter を用いれば、箱型の掘削が可能であることは従来から知られていたが、cutter の駆動部分が未切削となるのが大きな問題であり、その有効な解決策を見出せなかったのが現状であった。今回、開発中の自由断面シールドは連壁掘削用のエレクトロミルの原理を適用したものであり、図-2に示すようにドラムcutter の駆動部分に小径のリングcutter 2個を配置し、その駆動をドラムcutter のギヤケースからとる構造としたものである。この方式を採用することにより、未切削部分の問題が打開され、箱型全断面の掘削が可能となった。

## 3. 2 土砂の取込み

ドラムcutter による掘削方式はスリットをドラム面に設けることができないため、図-3に示すようにドラムとドラムの間から土砂をチャンバーに取込むことになる。ビットに地山の切削作用と共に土砂の運搬作用をも分担させるため、付着の恐れがあり、図-4に示すドラムcutter の形状を考案している。また土砂の取込みに関係する因子はドラムcutter の軸方向、図-3土砂の取り込み

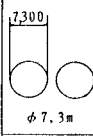
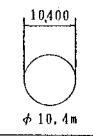
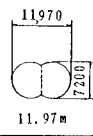
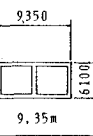
| 併設                                                                                | 複線                                                                                | まゆ型断面                                                                              | 自由断面<br>(箱型)                                                                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  |  |
| $A = 8.4 \text{ m}^2$                                                             | $A = 8.5 \text{ m}^2$                                                             | $A = 7.2 \text{ m}^2$                                                              | $A = 5.7 \text{ m}^2$                                                               |
| 100%<br>基準とする                                                                     | 101%                                                                              | 86%                                                                                | 68%                                                                                 |

図-1 断面の比較

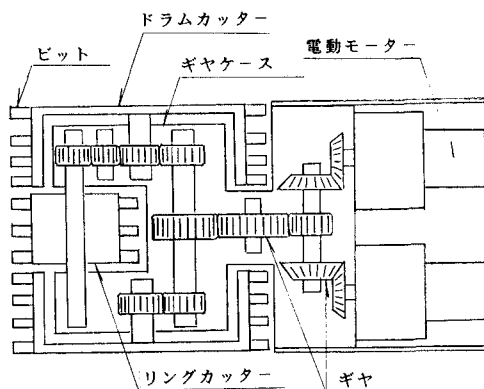


図-2 掘削機構

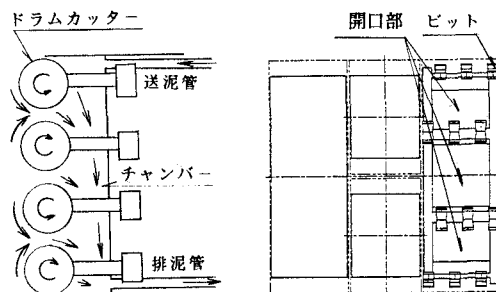


図-4 ドラムカッター

回転方向、回転数など数多くあり、最適条件を実験で確認する予定でいる。

#### 4. 機械の設計

ドラムカッター方式は泥水加圧でも土圧式でも対応可能であるが、当面の検討は土砂の付着がより少ない泥水加圧式で行っている。機械設計上の種々の要点を下に述べるが、実験的に確認することを目的として□1000×1000のマシンを設計した。実機では複数個のドラムを設置し、回転方向を相対させて反力を打消すのであるが、この実験機においては大きさの関係よりドラムを1個としている。（図-5）

##### 4. 1 推力

切羽の安定理論は定性的ではあってもほぼ確立されているものと考えられる。泥水加圧式では泥膜の形成泥水圧力、浸透による改良域の形成など安定液の理論によっているが、施工上は面板による押しつけ力かなりのウェイトを占めていると言える。本設計においても、通常採用される100t/m<sup>2</sup>の耐圧力をドラムカッター他の機構に持たせている。

##### 4. 2 カッタートルク

カッタートルクの設定にあたっては、従来の経験的に用いられている $\alpha$ 値の利用は全く不可能であり、かつ理論的に導くことも難しい。実験機に取り付け得る最大の電動モーターを搭載して、種々の土質に対する実験値を得たのち、実機の設計に反映することとした。

##### 4. 3 カッター回転数

ドラム径を1mとすると、従来の周速18~20m/分に合わせる考え方をとれば回転数は約6rpmとなる。かなり高い数字でもあり、周速の考え方を検証する必要があると言える。実験ではインバータ調整により回転数を変更して、切羽地山の動き、土砂の取込み状況等を総合的に分析することにより、回転数の選定ならびに考え方の構築を図っていく。

##### 4. 4 その他

スリット開閉装置の取り付け、チャンバーからのスムーズな排泥、方向制御の問題など開発すべき課題は数多くあるが、当面は切羽の安定と掘進速度の確保に主眼を置いて進めていく予定である。

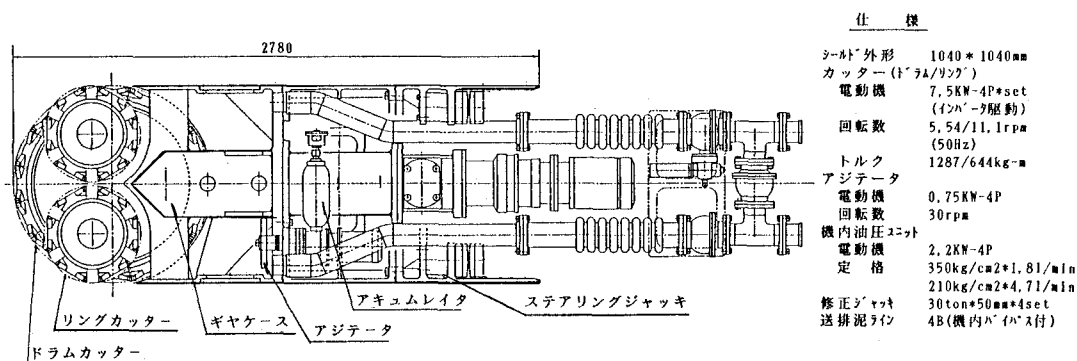


図-5 シールド機（実験用）

#### 5. あとがき

従来の面板タイプのシールドは最大径17m程度と言われるように、大きさに製作上の制限があった。今回開発中のシールドはドラムカッターを複数個使用する方式であるため、全く制約がない。シールドトンネルに限らず、地下空間掘削方法として多方面への展開が可能であると言える。

本文は概要の紹介にとどまったが、現在種々のポイントについて実証実験を行っている。詳細については次回報告したいと考えている。