

任意断面シールド工法 に関する研究

1. 研究の目的

都市機能の確保と生活環境の保全などの社会的要請をうけて、市街地でトンネルを築造する工法としてはシールド工法が多用されている。シールドの断面形状は、これまでは円形断面が構造力学上も安定した形状であることから主流となっている。

しかし近年、都市の過密化にともない地下の埋設物が輻輳化するようになり、既設の構造物やその基礎との離隔を確保してトンネルを築造する技術の必要性が高まっている。

特に下水道用のトンネルは、基本的には自然流下であり所定の管きょ勾配を確保する必要から深度や断面形状の制約を受けることが多く、多様な断面形状が選択できるシールド工法が求められている。

このような社会のニーズに応えるために開発されたのが任意断面シールド工法であり、必要に応じて矩形、楕円形、馬蹄形など任意の断面のトンネルを築造する技術である。

本研究は、既に現場実験によって技術の確立が図られている矩形断面について設計、施工の実務に必要なマニュアルを作成することを目的としている。

2. 研究体制及び期間

本研究は、大豊建設株式会社と本機構の共同で実施している。研究期間は3年間で平成5年度は主に「設計マニュアル(案)」を作成する。平成6年度

は実工事を行いながら、「積算マニュアル」を作成する。平成7年度は、実工事において実証したものをもとに「設計マニュアル(案)」を修正し、実際の設計作業に活用できる「設計マニュアル」を作成する。

3. 対象技術の概要

任意断面シールド工法は、カッター形状を変えることにより、矩形、楕円形など任意の断面を掘削できる工法であり、掘削機構、切羽の安定、工法の特徴は以下の通りである。

3.1 掘削機構

本工法の掘削機構を簡単に言うならば、「蒸気機関車の動輪と連結ロッド」の動きである。図3-1のように蒸気機関車の2つの動輪はロッドで連結されており、動輪が回転するとロッドは図3-2に示す長円形断面の範囲を動くことになる。

これと同様の原理で、図3-3で4つの回転軸に直角に回転子が固定されており、この回転子の端部には、カッターが長方形の枠のような形で設けられている。この4つの回転軸が同一方向に回転すると、カッターのついた長方形の枠は一点鎖線で囲まれた四角の断面範囲を移動することになる。

このようにして、矩形カッターを用いることにより、カッター形状とほぼ相似形の矩形断面を掘削することができる。(図3-4)

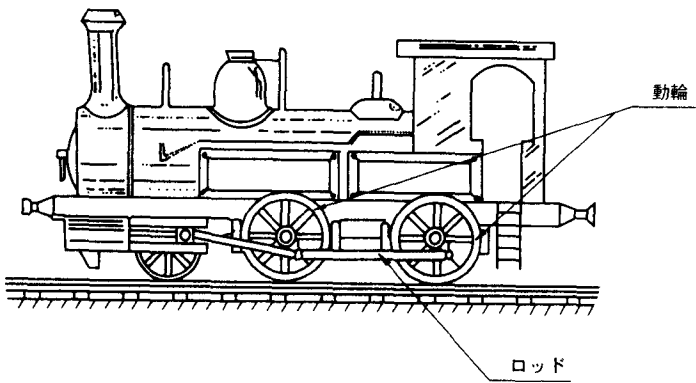


図3-1 動輪と連結ロッド図

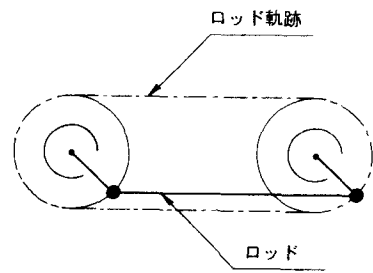


図3-2 ロッドの軌跡図

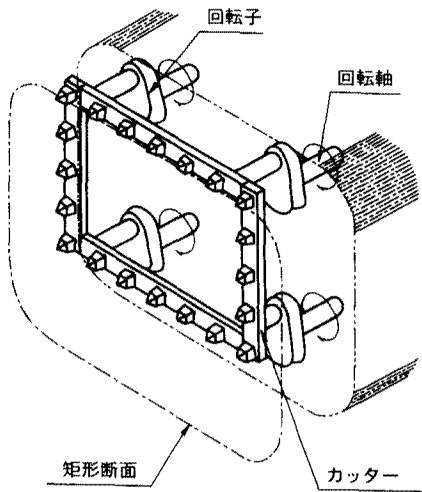


図3-3 掘削機構模式図

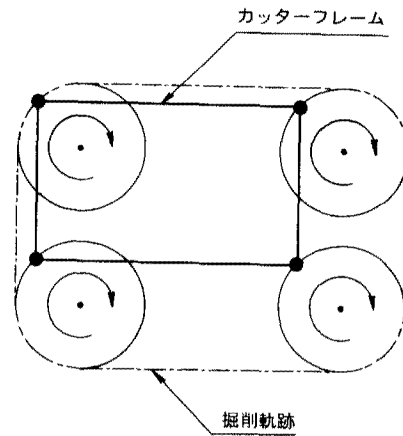


図3-4 掘削軌跡図

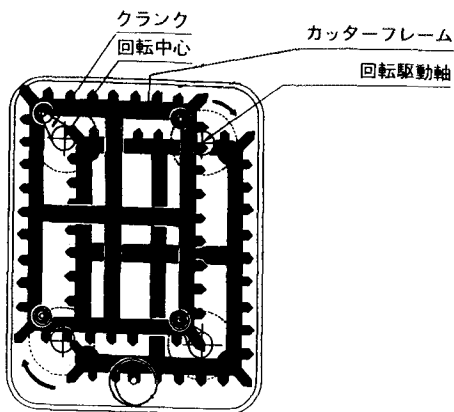


図3-5 矩形断面

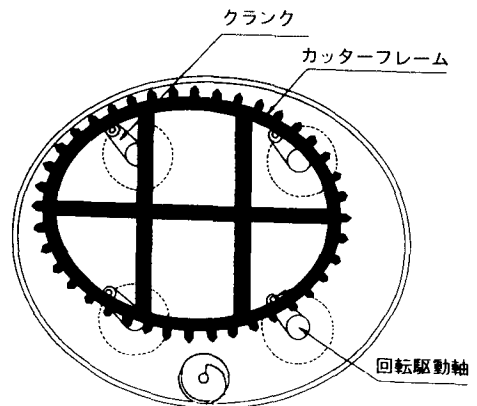


図3-6 楕円形断面

このような掘削機構を複数組み合わせることで、**図3-5**、**図3-6**に示す矩形、楕円形などの断面を掘削することが可能である。

3.2 切羽の安定

トンネルの掘進は「泥土圧シールド工法」による。これは、カッターで掘削した土砂に添加材を注入して練り混ぜ翼で練り混ぜ、塑性流動性と不透水性を持つ泥土に変換し、チャンバー内及びスクリーコンベア内に充満させるものである。この状態を維持してシールドジャッキの推力により、チャンバー内に泥土圧を発生させ、切羽土圧及び地下水圧に対抗させると共に、この泥土圧をほぼ一定に保持することで掘進量と排土量のバランスをとりながら掘進することにより切羽の安定を図るものである。

3.3 工法の特徴

- (1) 任意断面の掘削が可能。
回転軸の位置、回転半径及びカッターの形状を変えることにより、任意の断面形状を掘削できる。
- (2) 地下の制約条件に対する適用範囲が広い。
目的にあった任意の断面形状が選定できるため、地下の制約条件に対する適用範囲が広く、地下の有効利用が可能である。
- (3) 様々な土質に適用できる。
切羽面が平面状であり、切羽の安定に泥土圧方式を採用しているため、軟弱土から固結土、砂、砂礫など様々な土質に適用できる。
- (4) 掘削機構がシンプルである。
円形シールドと同様な平面的な回転運動を基本としているため、掘削機構がシンプルである。

4. マニュアルの内容

4.1 設計マニュアルの構成

本設計マニュアルは、任意断面シールド工法の中

の『矩形断面』を対象としたものであり、「総論」、「シールド」、「一次覆工」、「二次覆工」の4部構成となっている。そのほかに参考として「施工及び施工管理」を付属資料として掲載している。

4.2 各節の内容

各節の内容は「トンネル標準仕様書（シールド編）」に準拠しており、円形断面と相違している事項を主に記述している。以下に各項目を示す。

- 「第1節 総論」
／適用範囲／定義
- 「第2節 シールド」
／シールドの構成／シールドの外径／シールドの長さ／最小断面／カッター支持機構及び駆動方式／カッタートルク／総推進力／シールドジャッキの選定と配置／セグメント組立機構／セグメント組立補助機構／ローリング修正機構／添加材注入機構／練混ぜ機構／カッタービット／余掘装置／中折れ機構／裏込め注入機構
- 「第3節 一次覆工」
／覆工構造及び形式の選定／セグメントの設計
- 「第4節 二次覆工」
／二次覆工の構造／二次覆工の設計
- 参考 施工及び施工管理
 - 「1. 施工及び施工設備」
／施工計画／適用土質／立坑／発進・到達設備と留意事項／掘進／添加材／セグメントの組立／曲線施工／裏込め注入工／防水工／補助工法／残土処理／二次覆工の施工
 - 「2. 施工管理」
／掘進管理／裏込め注入管理／二次覆工管理

● この研究に関する問い合わせは

研究第二部長	藤田 昌一
研究第一部主任研究員	黒田 秀男
研究第一部研究員	森 正治
技術部研究員	高岡 俊司