

VI-27 管渠布設替工法に関する掘削基礎実験

（株）間組 （正）竹之内康昭，（正）西尾誠高，配野 均，志野和巳
三菱重工業（株） 佐々木清美

1. まえがき

近年都市下水道では、例えば実流量が計画流量より増大し処理能力の増補が必要とされたり、あるいは老朽化のため既設管渠の更新が要求されている。ところが、都市の地下空間は種々の構造物が錯綜し、新規に管渠を布設する用地の確保が難しいことや、道路交通量や近接埋設物等の保全上、開削工法による既設管渠へのアクセスが困難であるといった問題がある。そこで、これらの問題を解決するため、既設管渠と同じ位置に同径もしくはより大きな径の管渠を開削工法によらず布設する管渠布設替工法の開発を進めており、掘削に関する基礎的な実験を行った。ここではその結果の概要を紹介する。

2. 管渠布設替工法の概要

本工法の概念図を図-1に示す。中央に開口部を設けたカッタフェイスとその中空部に設けた方向制御支持装置を有するシールド掘進機により、既設管渠および周辺地盤を掘削撤去しながら、掘進機後方に新設管渠を布設するものである。

本工法の特長としては、鉄筋コンクリート管渠を掘削でき、かつ下水を流下させることも可能であり、さらに方向制御支持装置により既設管から逸れることなく新設管を布設できることである。

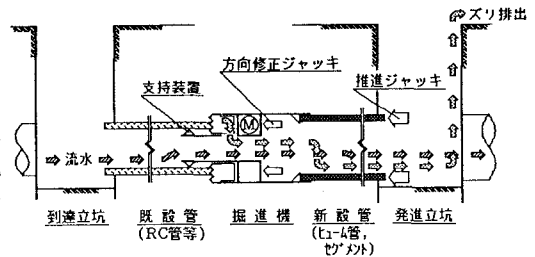


図-1 工法概念図

3. 実験装置および実験方法

鉄筋コンクリート管渠の掘削特性を把握するため、図-2に示す装置を使用し掘削実験を実施した。実験装置は、推進ジャッキにより掘進機（外径1000mm）を所定の速度で駆動して、架台上に設置された供試体（管渠モデル）を掘削できるものである。掘削用カッタは鉄筋切断を考慮し、通常よりも鋭利な刃先角度のローラカッタとし、図-3に示すように配置した。供試体は図-4に示す馬蹄形断面の鉄筋コンクリート管渠モデルを土槽内に設置し、周辺を低強度発泡モルタル（一軸圧縮強度10kgf/cm²）で充填したものである。

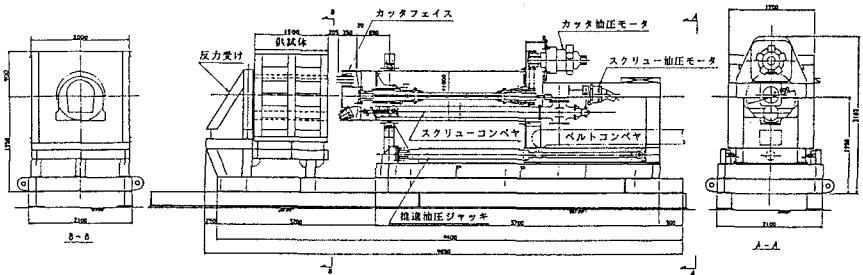


図-2 実験装置全体図

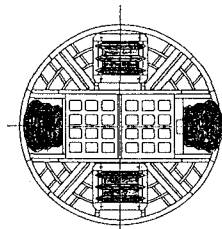


図-3 カッタ配置図

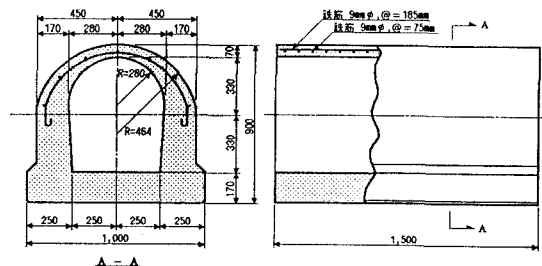


図-4 供試体

実験は掘削位置関係、カッタ回転数、掘進速度を変化させて掘削し、掘削推力、カッタトルク等の特性値を検出し、すべて電気信号に変換

して記録、解析した。

4 実験結果および考察

(1) 掘削状況について

掘削ずり性状を図-5に示す。掘進速度を10~40mm/min(カット回転数 9rpm)の範囲で変化して実験したが、コンクリート管渠は大割れすることなく掘削され、掘削ずりはおよそ90%以上が50mm以下の粒径となり処理しやすい状況であった。また、掘削ずりは既設管(供試体)の内空に蓄積されることなく二次破砕されて取り込み搬出できた。

(2) 鉄筋切断について

鉄筋の切断形状を図-6に示す。軸方向の鉄筋は管渠周辺が拘束されているため外側に逃げられず、ローラカッタにより寸断できることが確認された。したがって、鉄筋が周辺地山を攪乱することはほとんど見られなかった。しかし、周方向の鉄筋は切断される前にコンクリートから離脱してしまうために細かく切断されないことも観察された。

(3) 掘削力について

カッタ押付力(推力)とカッタトルクの平均力の関係を図-7に示す。掘削条件によらず推力とトルクは比例していることがわかる。また、推力およびトルクは供試体が馬蹄形断面であることから図-8に示すように、カッタの回転位置により変化している。図からカッタ回転位置に対する推力およびトルクは、ゲージカッタがインバート部から側壁部を掘削する時に最大となっていることがわかる。

また、カッタ1回転中に生ずる曲げモーメントおよびせん断力の一例を図-9に示す。曲げモーメントは推力が最大となる位置で最大となっており、カッタフェイスは下方に曲げられていることがわかる。せん断力は曲げモーメントとほぼ直角に作用しており、これは掘削トルクの反力によるものと考えられる。これらの傾向は各実験ケースとも同様にみられ、今回の実験条件範囲においては馬蹄形断面管渠の掘削ではインバート部から側壁部を掘削するときに負荷が最大になるといえる。これは掘削面積の影響とずりの二次破砕による抵抗力に起因するものと考えられる。

5 あとがき

本実験により鉄筋コンクリート管渠を掘削でき、かつ鉄筋を切断することが可能であることが確認できた。今後は残された課題を解決し実証に向けて取り組んでいきたいと考えている。

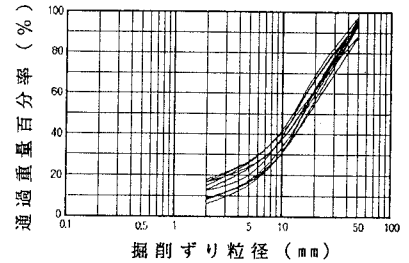


図-5 掘削ずり粒径加積曲線

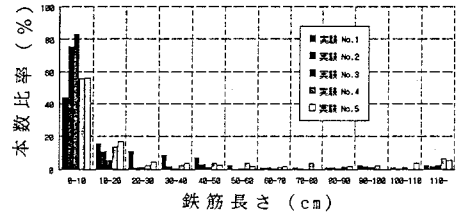


図-6 鉄筋切断形状の分布

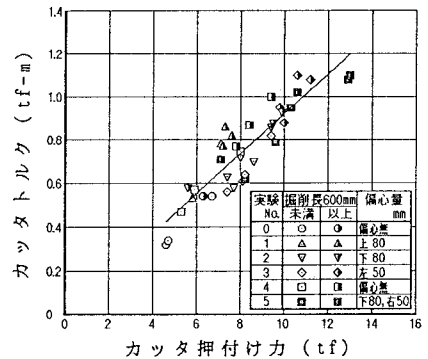


図-7 押付力とトルクの関係

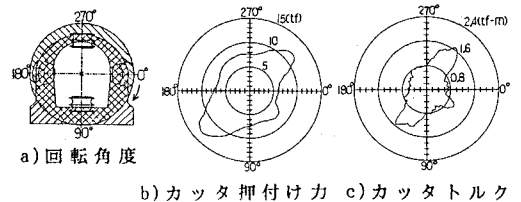


図-8 回転位置と掘削力の関係（実験No.4）

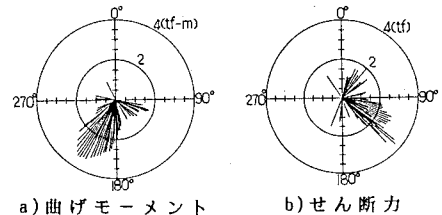


図-9 1回転中の曲げモーメントとせん断力（実験No.4）