

解説

地下水に挑む・守る

泥水式掘進機における地下水への挑戦

～無水層対応から高水圧対応まで～

さとう とおる
佐藤 徹

(株)イセキ開発工機
工事事業本部
(本誌編集委員)



1 はじめに 推進工法の適用条件の拡大

推進工法の創世時は、刃口式推進工法などの開放型推進工法による施工であったため、推進工法の地山への第一の課題は、帯水砂層での施工であった。そこで、シールド工法で使用されていた泥水式を推進工法に導入したことで、推進工法で施工できる地域が急速に拡大した。管路敷設工事費の比較においては、一般的に約3.5m以深であれば推進工法の方が開削工法より経済的であるとのことから、4～15m程度の土被りの泥水式推進の施工が多く実施さ

れ、下水道を中心とした管路敷設に大いに利用された。

しかし、現在では地中には上下水道、ガス、電力、通信などの管きよが多数埋設されている。特に都市部においてはライフラインだけではなく鉄道、道路などの構造物も多数存在し、その状況は顕著である。このため新たに埋設される管路はそれらを避けて敷設する必要があり、その深度が深くなっている。ここ2、3年では、土被り約30mでの推進施工も珍しくない状況にある。

さらに、様々な施工条件での管路敷設が求められているため、土被りの大

小の変化が大きい場所での施工があり、土被りが極端に少ない無水層の条件下での施工もあるため、現在では無水層条件から0.3MPaを超える高い地下水圧下での施工が要求されている。本稿では、無水層条件から高水圧下における泥水式推進工法の対応について、掘進機の対応を中心に、実際の施工事例を交えて以下に述べる。

2 泥水式掘進機における無水層での施工

泥水式推進工法は、掘削時において常時チャンバ内を密閉させながら施工ができるため、切羽の泥水圧の制御が容易となる。図-1に泥水式の切羽管理方法を示す。このことから、土圧式、泥濃式と比較して、地下水が高い、地下水の変化が激しいなどの地下水条件が厳しい場合においても適応性が高いとされている。しかし、無水層では泥水膜の形成が困難であると考えられていることから、無水層での施工には不向きとされている。

図-2に泥水式推進工法の一般的な泥膜の形成様式を示す。(a)は透水性の大きい地山の場合で、(b)が透水性の小さい地山の場合である。加圧泥

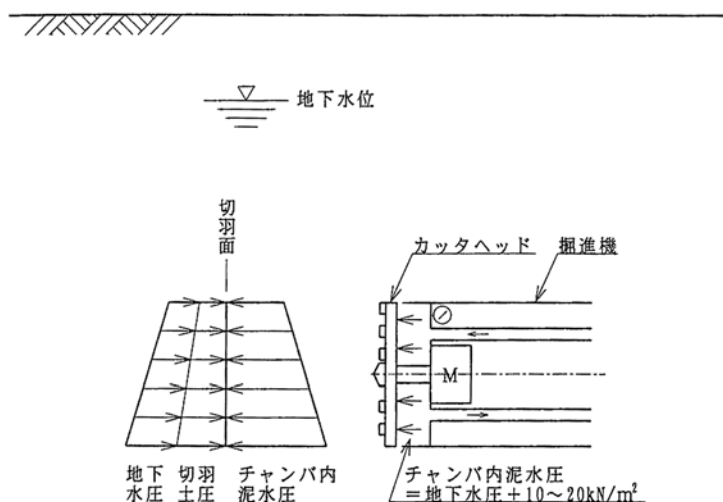


図-1 泥水式の切羽管理方法

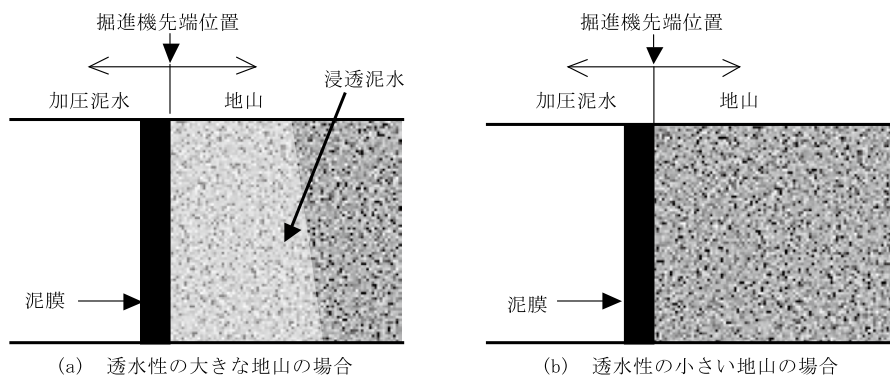


図-2 加圧泥水による泥膜の形成様式

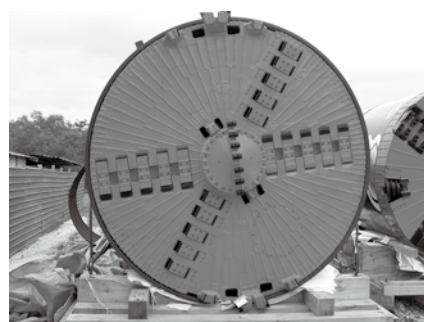


写真-1 面板掘削タイプ掘進機



写真-2 コーン掘削タイプ掘進機

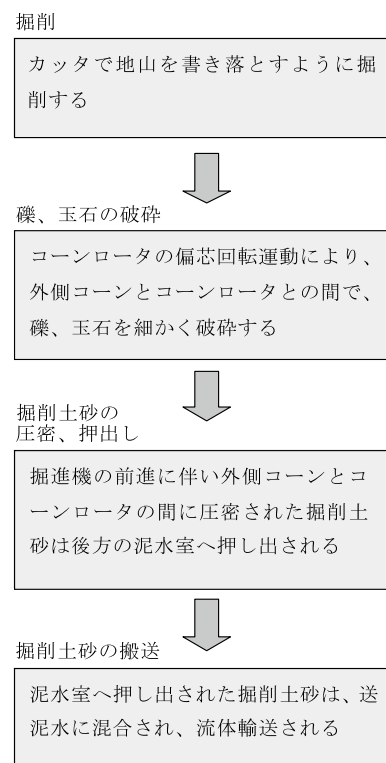


図-3 掘削のフローチャート



写真-3 坑口リングなしでの泥水式推進初期発達状況

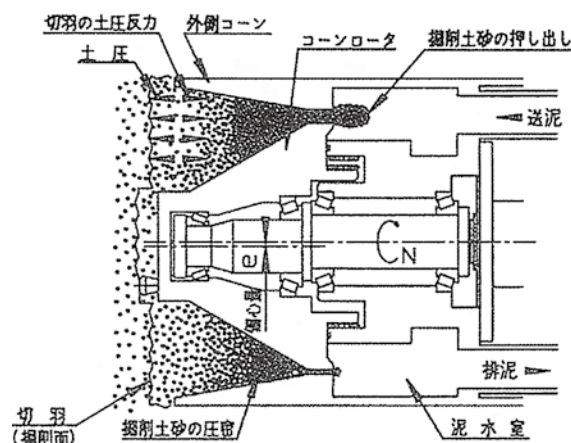


図-4 掘削土砂の圧密概念図

水と地山の境目が、掘進機先端の面板の位置である。この加圧泥水による泥膜の形成様式は、写真-1に示すような面板タイプでのものである。ここで課題となるのは、(a)は透水性の大きな地山の場合である。無水層で間隙比が大きい地山では、面板タイプにおいては、(a)に示すような面板の前に浸透泥水を形成することが困難となり、泥膜形成も不可能となることがある。しかし、写真-2に示す掘進機先端カッタ部がアンクルモールのようなコーン型

においては、図-3に示すような掘削フローで推進される。このため、コーンの奥の部分で土砂が圧密され、土の間隙比は小さくなり、土砂と泥水による泥膜形成が容易となる。図-4に掘削土砂の圧密概念図を示す。このような掘削フローで施工することにより、泥水が掘進機全面より先には泥水が逸しにくくなり、無水層でも推進が可能と

なる。ただし、均等係数 ≤ 5 、細粒分含有率 $\leq 9\%$ 以下の地山においては、泥水管理について十分留意して施工することが必要である。

このようなコーン型機構での掘削方式で推進を行うアンクルモール掘進機は、無水層でも多数の実績がある。極端な場合、泥水はコーンからは外にでない施工が可能なのか