

解説

# ボックス推進工法のメカニズムと大断面地下通路構築事例

まつもと ふみひこ  
松元 文彦

(一社)ボックス推進工法技術協会  
会長(技術士 RCCM)

## 1 はじめに

近年、都市部での限られた空間を有効利用するために地下空間を活用した非開削による建造物の構築技術が着目されており、矩形シールド工法や先受け工法による施工が増加している。そのような中、本協会としては平成13年につくばエクスプレス六町駅の先受けエレメント推進工事を皮切りに、平成19年に「ボックス推進工法協会」を設立し、同年にボックスカルバートによる推進工事が開始された。その後、平成30年度に本協会を社団法人化し、現在の「一般社団法人ボックス推進工法技術協会<sup>1)</sup>」に至っている(写真-1、2 令和5年11月現在の施工実績数21件)。

密閉型ボックス推進工法(プレキャストボックスカルバート推進工法、以下、本工法)は、シールド工法で多用

されている矩形掘進技術、例えば、揺動式やコピーカタ方式を採用せず、円運動を基本とした偏芯多軸式の3軸自転公転駆動方式を用いたカタ駆動方式としている。そのため、密閉型掘進機の最重要課題である「切羽安定」に対して、掘削範囲の分割化(多軸化による1カタ当りの掘削受け持ち範囲の縮小)が可能となり、掘削、混合、攪拌の一連の掘削メカニズムの効率化を図ることが実現できた。

その結果、切羽安定に対して既往の技術にない優位性が生まれ、特に土被りに対しては、一般的な円形推進では土被り比1.0~1.5D<sub>0</sub>以上といわれているものの上述のメカニズムにより、0.5D<sub>0</sub>以下の施工事例が多数あることがそれらの背景を物語っている。

よって、本稿では、ボックス推進工法の基本的なメカニズムを紹介するとともに、日本での矩形推進として横幅



写真-1 つくばエクスプレス六町駅(先受けエレメント推進工事):平成13年施工

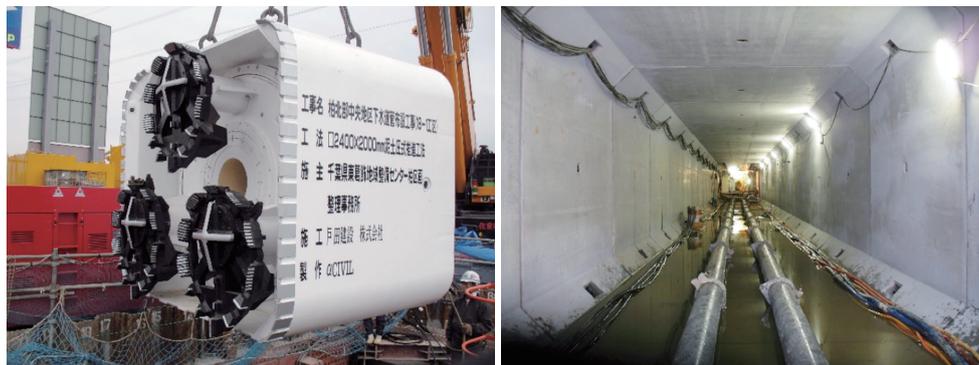


写真-2 密閉型ボックスカルバート推進工事：平成19年施工

7.4mの掘削断面を有した最大級の「都営地下鉄大江戸線勝どき駅」と高層集合住宅とを結ぶ地下通路工事事例について報告する。

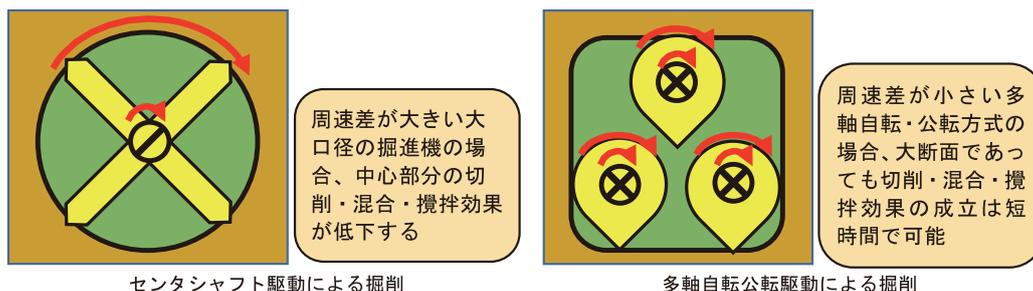
## 2 ボックス推進工法のメカニズム<sup>2)</sup>

ボックス推進工法の基本理念として、切羽は「全体が塑性流動化（泥土化）された不透水性の高い性状の泥土壁を形成させ切羽に作用する」ことにつきる。特に大断面の掘削かつ小土被り施工を求められる本工法では、掘削面前方に止水性の高い泥膜層を形成することが重要となるが、砂層・砂礫層などの浸透性が高い地盤では均一性を有した切羽性状の継続は容易ではない。一般的に浸透性が大きい地盤においては、安定液理論の泥水式や一部の泥濃式では、切羽に送る添加材が低比重・低粘性であることから泥水浸透領域が広くなり、顕著な圧力差が得にくく、小土被り施工では特に不利となる。また、塑性流動性を目指した泥土圧式や泥濃式の場合においては、浸透領域は狭くなるものの大口径化が進むにつれてカッター室内では混合・攪拌

不足により、土砂の付着や供回りおよび分離沈降が発生するため、流動性不足による掘進後の地盤への影響が懸念される。そのため、いかにしてカッターによる地山掘削と同時に混合・攪拌効果を短時間で達成し泥土化するかが、安定した地盤の維持確保に重要となる。図-1に駆動方式別の掘削メカニズムを示す。なお、この多軸自転公転駆動の利点は後追いの検証とはなるが、大断面においても複数の駆動を組み合わせることにより、カッター1個当りの掘削受け持ち範囲を極端に小さくすることが可能で、周辺地山への影響が小さくなることがわかった。そのため、小土被り施工においては、一般的な最小土被り比（ $1.0 \sim 1.5D_0$ ）よりも浅い施工が可能となっている。

以上のことから、ボックス掘進機が保有する特徴を下記に記す。

- ① コーナ未掘削部を限りなく減少させるカッター軌跡とした
- ② 矩形断面の場合は、サブカッターを複数個設置することで、掘削受け持ち断面を小さくし未掘削部を減少させるカッター軌跡とした



センターシャフト駆動による掘削

多軸自転公転駆動による掘削

図-1 駆動方式別掘削メカニズム比較