

解

説

矩形トンネル構築

推進工法用ボックスカルバートの開発経緯とその特長

いもせ つとむ
妹背 努

ゼニス羽田(株)
営業設計部



1 はじめに

矩形断面での推進は、昭和35年（1960）に現場製作によるボックスカルバート（3,300×3,300mm）が第1号とされている。その後、昭和37年（1962）に、工場製品のプレキャストボックスカルバートが考案され、昭和45年（1970）頃から開削工法での施工が困難な場所に推進工法用ボックスカルバートが採用されてきた。

推進工法用ボックスカルバートといえば、鉄道や幹線道路などのアンダーパス工事で施工される特殊な構造物というイメージではないかと思う。しかし、今ではヒューム管での推進工法と同じように、プレキャストボックスを使用して施工するボックス推進工法もかなり浸透している。

ヒューム管などの円形断面を推進工法で検討する場合は、土圧のアーチング効果が期待できるが、ボックス断面の場合はそのアーチング効果を期待するのが難しいため、ボックス断面特有の検討が必要となり、その都度、土圧や推進力に耐えられるように設計しているケースが多い。

ここでは、推進工法用ボックスカルバー

トの開発経緯と製品の特長を述べるとともに、製品の設計フローと施工事例を紹介する。

2 推進工法用ボックスカルバートの開発経緯

ここで紹介する推進工法用ボックスカルバートは、決して特殊な製品ではなく、円形断面の推進工法で使用するヒューム管と同じような函材としてイメージしてもらいたい。

現在、都市部においては、地域の活性化や利便性の向上の観点から、地下空間の高度利用や地下通路の増設等が増えているが、このような地下空間は、矩形断面であることが求められる。

しかし、矩形断面を非開削機械式推進工法で施工する技術が、あまり一般工法として認知されておらず、これまで矩形断面の施工を検討する場合は、シールド工法や地盤改良を併用した刃口式推進工法、大断面の施工に優位なパイプルーフ工法が挙げられたが、経済性の面から敬遠されることが多かった。そのため、切羽圧力の保持が可能で、地盤の安定性や経済性にも優れた密閉型ボックス掘進機を開発し、推進工法にて矩形断面の地下空間の構築を

行う施工技術の確立が進められてきた。

特に都市部では地下埋設物の輻輳化による影響や周辺環境への配慮の必要性が大きく、開削工法では、地下埋設物の切り回しや近接構造物への対策に時間と費用を要するとともに、十分な地下空間の確保が困難な施工箇所も多いのが現状であった。また、構造物の用途や将来的な維持管理の面から、不必要な掘削断面となる円形管の施工より、必要断面のみの確保が可能な矩形断面の施工技術が求められていた。

このような背景から、非開削による密閉型推進工法の有効性が認められつつあるなか、ボックス推進工法の確立とともに、品質の確保において優位性が高いプレキャスト製品である推進工法用ボックスカルバートの開発に至ることとなった。

3 推進工法用ボックスカルバートとは

推進工法用ボックスカルバートの特長を以下に述べる。

①使用用途に応じて自由な断面寸法を採択できる。たとえば、縦長断面や横長断面等の形状も推進函体として設計対応が可能である。また、矩形

断面は、同一外径であれば円形断面より有効断面積を広くすることができる（図－1）。

- ②開削工法で使用するボックスとの一番大きな違いは、推進方向に推進力がかかるので許容耐荷力の検討を行うことである。これは推進力に対してボックス断面積分の圧縮強度が許容値以内かどうかの検討になる。また、推進力を与える端面には局部的に引張応力が発生するので、製品には応力に耐えるように通常の構造計算とは別に補強筋を配置する。

端面補強や先頭函体の剛性を得るために、鉄板を埋め込んで製造することもある（写真－1）。

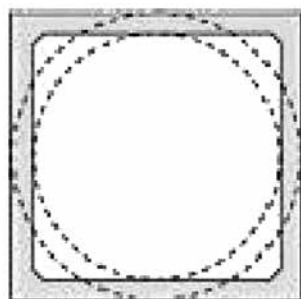
コンクリートの設計基準強度は、開削用ボックスでは一般に35N/mm²または、40N/mm²であるが、カルバート推進方向の耐荷力に対応することから50N/mm²以上とすることが多い。

- ③製品に開口部を設けることは構造上の問題から望ましくないが、やむを得ず開口部を設けた例もある。この場合、開口したまま施工することはできないため、鋼板で補強して対応し、推進到達後に開削にて補強材を撤去して開口を設けることにした（写真－2）。
- ④製品同士の継手の構造は、円形断面と同様にカラーとゴムリングによるものとし、受口側に一体構造で製缶された矩形鋼製カラーを函体に埋め込んでいる（写真－3、図－2）。

挿口側は、規定のゴム輪を装着するための溝が形成されており、エポキシ系接着剤でゴム輪を接着する。製品コーナー部は、曲線形状にしている。これは、ゴム輪による止水性を担保するためであるが、装着時にゴム輪張力を直線部と均等になるよう留意する必要がある。

- ⑤発進立坑のジャッキ推進力が押輪および推進力伝達材を通して、函体に

有効断面積（BOX：円形＝1：0.785）

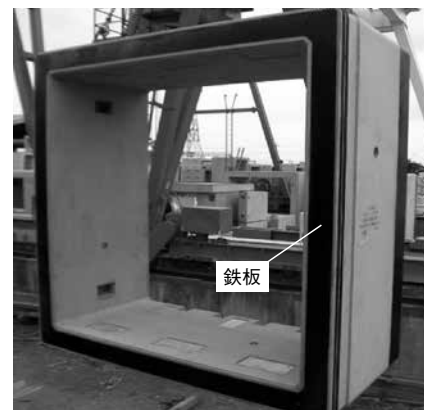


同一外径でも内空断面が大きくとれます。

図－1 矩形と円形の有効断面積の比較



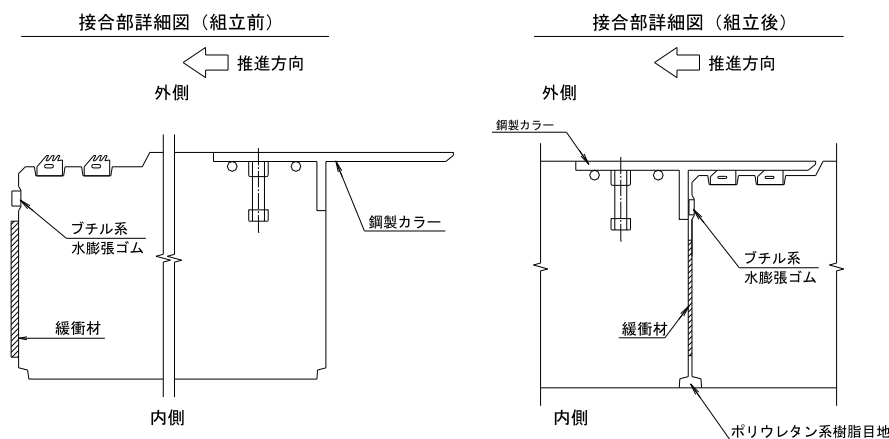
写真－2 開口部設置例



写真－1 先頭函体の端面補強



写真－3 矩形鋼製カラー



図－2 鋼製カラーとゴム輪接続図

軸方向圧縮力として伝わるので、函体両端面の平滑度が重要である。推進力伝達時に端面が平滑でなく凹凸やネジレ等により点接触となると、クラック等の発生原因ともなる。したがって、製造型枠は、両端面を拘束して頂版部分からコンクリートを打設

する平打ち製造とすることが多いが、鋼製カラーの埋め込み部から空気が抜けにくくなることに留意しなければならない（写真－4）。なお、グラウトホールは、頂版、底版、側壁に各1箇所以上設ける。