

## 新技術調査表（1）

|                                                                                                                                          |                                  |                                    |     |                                           |                            |                                                                                      |               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|-----|-------------------------------------------|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 名 称                                                                                                                                      |                                  | さくさく JAWS 工法                       |     |                                           |                            | 登録番号                                                                                 | 2025006       |
|                                                                                                                                          |                                  |                                    |     |                                           |                            | 作成年月日                                                                                | 2025年 6月 24日  |
| 副 題                                                                                                                                      |                                  | 地下水対応型継手を用いた外殻先行型トンネル構築工法          |     |                                           |                            | 更新年月日                                                                                | 年 月 日         |
|                                                                                                                                          |                                  |                                    |     |                                           |                            | 開発年月日                                                                                | 2017年 3月 31日  |
| 分 野                                                                                                                                      | 1 共 通<br>3 公 園<br>5 海 岸<br>7 その他 | ② 道 路<br>4 河 川<br>6 砂 防            | 区 分 | 1 材 料<br>② 工 法<br>3 製 品<br>4 機 械<br>5 その他 | 大 分 類<br>トンネル（推進）          | 特 記 項 目                                                                              |               |
|                                                                                                                                          |                                  |                                    |     |                                           |                            | 適用断面：50～250m <sup>2</sup><br>土質条件：一軸圧縮強度20MN/m <sup>2</sup> 以上の岩盤層やφ500mm以上の巨石層を除く土質 |               |
| 開 発 者 等                                                                                                                                  | 開 発 会 社                          | 会社等名 戸田建設株式会社                      |     |                                           |                            | 担当部署                                                                                 | 技術研究所社会基盤構築部  |
|                                                                                                                                          |                                  | 担当者名 田中 孝                          |     |                                           |                            | T E L                                                                                | 090-8594-6999 |
|                                                                                                                                          | 提 案 会 社 兼 問 い 合 せ 先              | 会社等名 戸田建設株式会社                      |     |                                           |                            | 担当部署                                                                                 | 技術研究所社会基盤構築部  |
|                                                                                                                                          |                                  | 担当者名 田中 宏典                         |     |                                           |                            | 〒 104-0031 T E L                                                                     | 080-2013-7348 |
|                                                                                                                                          |                                  | 住 所 東京都中央区京橋1-7-1 TODA BUILDING12F |     |                                           |                            | F A X                                                                                |               |
| ホームページ <a href="https://www.toda.co.jp/tech/shield_construction/jaws.html">https://www.toda.co.jp/tech/shield_construction/jaws.html</a> |                                  |                                    |     | e-mail                                    | hirofumi.tanaka@toda.co.jp |                                                                                      |               |

## 【概 要】

さくさくJAWS工法は、推進工法を用いて地中を掘削し、外殻構造体を先行して形成する非開削トンネル構築技術である。継手付き鋼製エレメント（以下、角形エレメント）の連結には止水機構を有する地下水対応型継手（JAWS継手）を採用し、角形エレメントを地中に連結配置する（以下、角形エレメント工法）ことによって先行してトンネルの外殻構造体を形成し、その後内部掘削を行ってトンネルを構築する（図-1、2、写真-1）。

## 【特徴】

1. 地下空間が大断面であっても、角形エレメントを地中に配置する際の施工断面は小さいため、地上の建物や周辺地盤への影響を抑制可能
2. 密閉型推進機と地下水対応型継手の採用により地下水の浸入を防ぐことができることから、推進路線部の地盤改良工事やトンネル構築後の躯体構築工事の省略による大幅な工期短縮・コスト低減が可能
3. より長い距離の施工やトンネル断面の任意形状への対応、硬質地盤への適用、到達立坑が設置できない等の条件下への適用等を可能として適用範囲を拡大したことで汎用性を向上

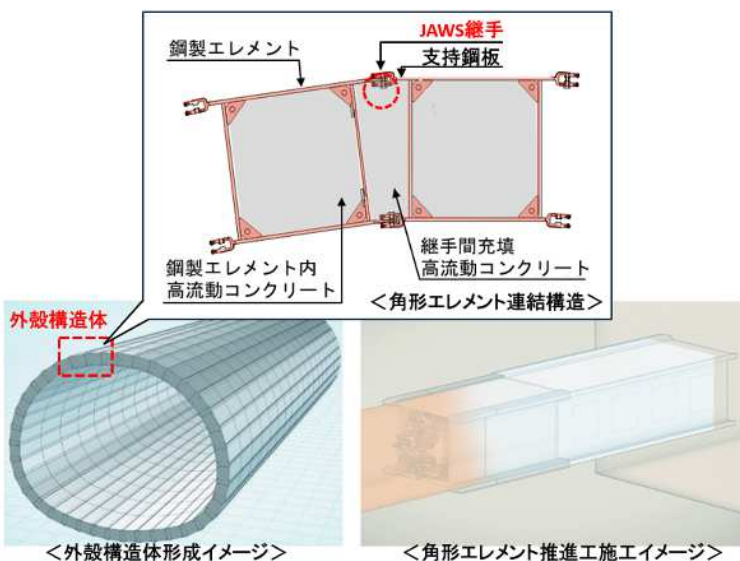


図-1 トンネル外殻構造体構造図

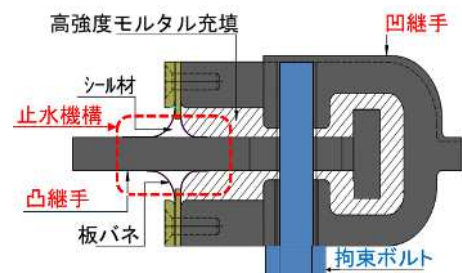


図-2 JAWS継手断面図

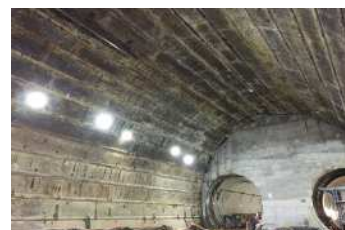


写真-1 トンネル構築例（網島トンネル）

## 新技術調査表（２）

|                                      |                                                                                                                                                            |                       |  |
|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--|
| キーワード                                | ①安全・安心      2環 境    3ゆとりと福祉      4コスト削減・生産性の向上<br>⑤公共工事の品質確保・向上    6リサイクル    7景 観                                                                          |                       |  |
|                                      | 自由記入                                                                                                                                                       | 地下空間、推進工、外殻先行型、継手、高水圧 |  |
| 開発目標<br>(選 択)                        | 1省人化    2省力化    3作業効率向上    ④施工精度向上    ⑤耐久性向上    6安全性向上<br>7作業環境の向上    ⑧周辺環境への影響抑制    9地球環境への影響抑制<br>10. 省資源・省エネルギー    11. 出来ばえの向上    12. リサイクル性向上    ⑬ その他 |                       |  |
| 従<br>来<br>技<br>術<br>と<br>の<br>比<br>較 | 従来技術の材料名・工法名：角型鋼管推進工法（六町駅工事適用、当社施工）<br>1 工 程 【①短縮（ 47%） 2同程度 3増加（    %）】（地盤改良工、構築工省略）<br>2 省 人 化 【1向上（    %） ②同程度 3低下（    %）】（                             |                       |  |

【歩掛り表】 標準 ・ **暫定** 現在整備中

【施工単価等】（比較表、内訳詳細表等）

相鉄・東急直通線、綱島トンネル他工事（図-3）をモデルとして比較

（関連する工事内容）駅ホーム部非開削トンネル構築工事

- ・トンネル断面 幅21m、高さ16m、断面積224m<sup>2</sup>の馬蹄形大断面
- ・土被り 20.37～21.27m（天端部）
- ・角形エレメント推進工□1.0m×1.0m×42本、掘進長L=34.5m/本

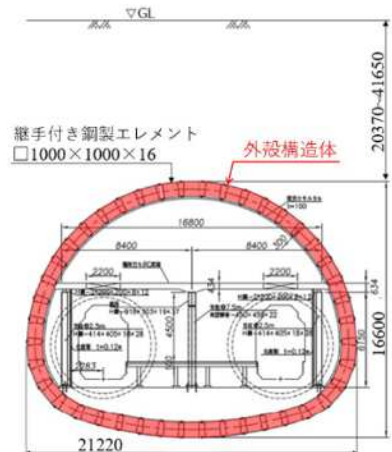


図-3 綱島他工事トンネル断面

### 1 工程

| 作業項目      | ①本工法 | ②従来工法 | 増減              |
|-----------|------|-------|-----------------|
| エレメント推進工  | 488日 | 702日  | -214日           |
| トンネル内部掘削工 | 60日  | 90日   | -30日            |
| トンネル内部構築工 | 0日   | 129日  | -129日           |
| 路線部地盤改良工  | 0日   | 130日  | -130日           |
| 合計        | 548日 | 1051日 | -503日<br>(47%減) |

※②はエレメント施工本数を54本とした。仮設とした場合一回り大きくする必要があるため。

### 2 経済性（工事費）（単位：千円）

（図-8参照）

| 作業項目      | ①本工法       | ②従来工法      | 増減                    |
|-----------|------------|------------|-----------------------|
| エレメント推進工  | 3,500,000円 | 4,600,000円 | -1,100,000円           |
| トンネル内部掘削工 | 90,000円    | 110,000円   | -20,000円              |
| トンネル内部構築工 | 0円         | 110,000円   | -110,000円             |
| 路線部地盤改良工  | 0円         | 110,000円   | -110,000円             |
| 合計        | 3,590,000円 | 4,930,000円 | -1,340,000円<br>(27%減) |

### 【施工上・使用上の留意点】

- ・施工延長：最大50～100m（土質条件による）
- ・トンネル断面の大きさ：50～250m<sup>2</sup>
- ・土質条件：一軸圧縮強度20MN/m<sup>2</sup>以上の岩盤層やφ500mm以上の巨石層を除く土質
- ※対象地盤が硬質な場合であっても、継手部の貫入範囲を小口径推進工法を用いて事前に低強度材に置換して適用が可能になる。

### 【参考資料】

- ・戸田建設技術研究報告 <https://www.toda.co.jp/lucubration/pdf/2021/v13.pdf>
- ・鉄道ACT研究会HP [http://www.rail-act.org/tec/tec\\_08\\_09.html](http://www.rail-act.org/tec/tec_08_09.html)

### 【建設局事業への適用性】

- ・市街地など、地上部からの施工が制約される地域での地下空間の構築
- ・線路および道路下横断構造物の構築工事における横断構造物の構築
- ・対応可能な特殊な施工条件：高い地下水圧、到達立坑なし、円形や矩形以外の断面形状への対応

## 新技術調査表（3）

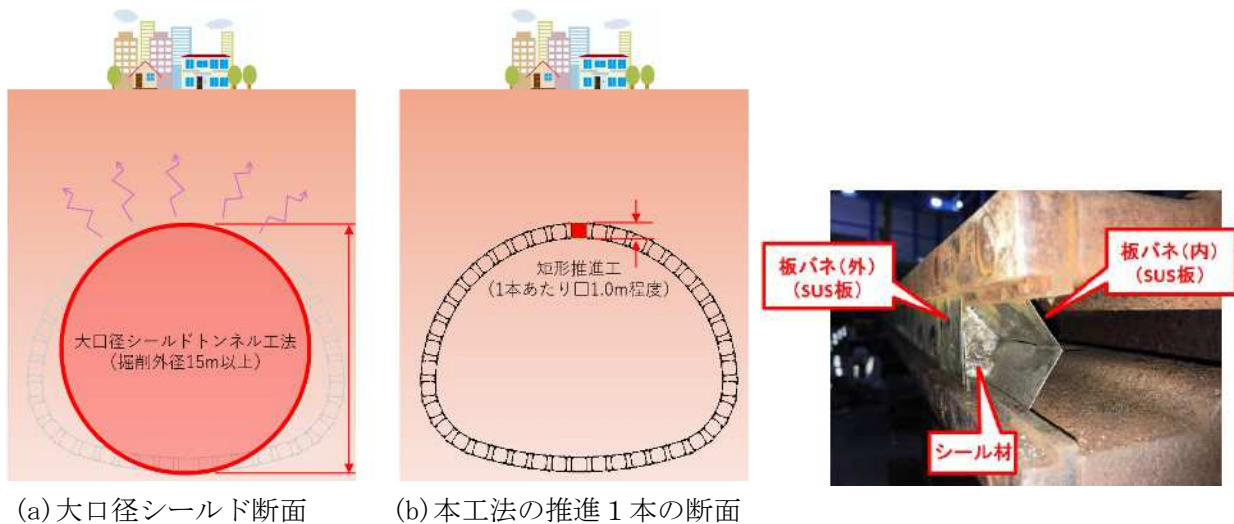
1. 地下空間が大断面であっても、角形エレメントを地中に配置する際の施工断面は小さいため、地上の建物や周辺地盤への影響を抑制可能

本工法は、外殻先行型非開削トンネル技術であり、地下空間が大断面でも個々のエレメントの施工断面が小さいため、地上の建物など周辺への影響を抑えることができる（図-4）。

2. 密閉型推進機と地下水対応型継手の採用により地下水の浸入を防ぐことができることと、外殻構造体を本体構造物として利用できることから、推進路線部の地盤改良工事やトンネル構築後の躯体構築工事の省略による大幅な工期短縮・コスト低減が可能

JAWS継手は、凸継手が嵌合する凹継手の開口部に板バネ（SUS板）とシール材による止水機構を配置することで、推進中でも地下水の浸入を防止できる地下水対応型継手とした。凸継手がトンネル軸方向に挿入されると板バネがハの字に開き継手に密着するよう工夫しており、外側からの地下水の浸入と内側からのモルタルの漏出をそれぞれ防ぐ機能を有する（写真-2）。

本工法では密閉型推進機の適用および板バネとシール材を用いた止水機構を有する地下水対応型継手の採用により、大深度・地下水位下の条件であっても推進路線部の地盤改良を省略してトンネルの構築が可能となる（図-5）。

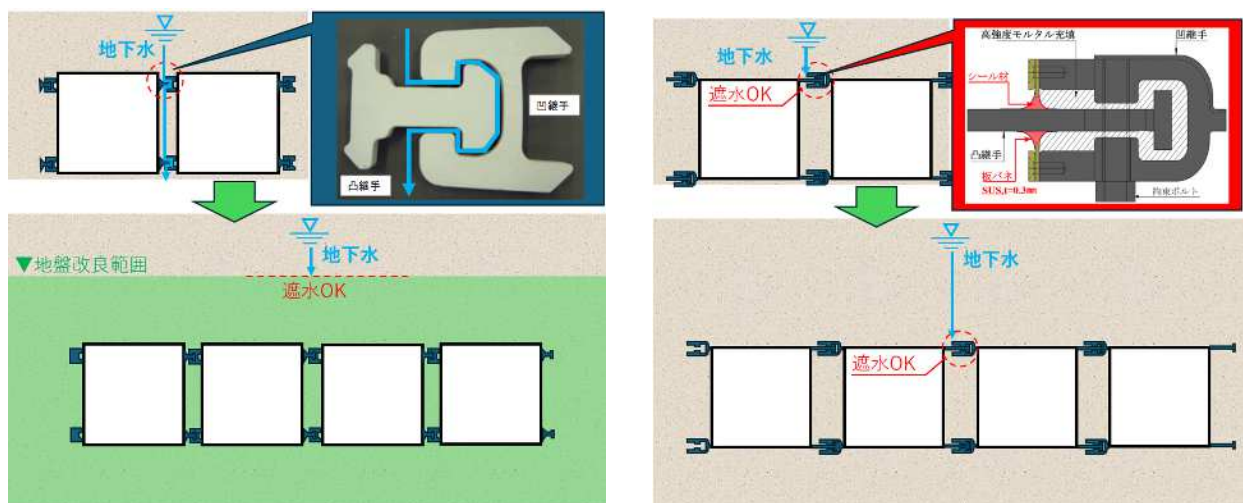


(a) 大口径シールド断面

(b) 本工法の推進1本の断面

図-4 本工法と大口径シールド工法との比較イメージ

写真-2 JAWS継手の止水機構



(a) 従来工法の場合（地盤改良あり）

(b) 本工法の場合（地盤改良省略）

図-5 本工法の適用による推進路線部の地盤改良の省略イメージ

## 新技術調査表（４）

また、既往技術では外殻構造体は仮設扱いとすることが多く、実際に常磐新線六町駅工事（戸田施工実績）の設計においても仮設として扱われ、継手部の曲げ耐力は鋼管部の約60%程度であった。

本工法では、拘束ボルトを用いて継手剛性を強化し、角形エレメントにおける継手取付位置を角形エレメントのフランジと同じ高さにすることによって継手部に鋼殻部と同等の断面性能を確保した（図-6, 7）。角形エレメント内部に高流動コンクリートを充填して鋼殻とコンクリートの複合構造としたことで、外殻構造体の本体利用化を実現した。これにより外殻構造体を仮設利用とした場合に比べて施工断面を縮小でき、かつ、後施工でトンネル内側に別途コンクリート構造物を構築する手間を省略できる（図-8）。鋼殻とコンクリートの一体性や継手部の耐力は、実物大の曲げ試験により確認した（図-9）。

### 3. より長い距離の施工やトンネル断面の任意形状への対応、硬質地盤への適用、到達立坑が設置できない条件下への適用等を可能として適用範囲を拡大したことで汎用性を向上

①継手内のクリアランスを拡大したことで推進施工時の摩擦抵抗を軽減し、より長い距離のトンネルの構築が可能となり（図-6）、②ローリング等の施工誤差も吸収でき、角形エレメントと継手をつなぐ支持鋼板で角度を調整しやすい構造にしたことで、矩形や円形以外の任意の断面形状に対応できるようになった。さらに③角形エレメントから突出している継手部分は掘削範囲に含まれないため地山に直接貫入となるが、事前に貫入範囲を小口径推進により掘削して低強度材に置換する継手部先行置換工を開発し（図-10）、硬質地盤に対しても適用を可能とした。④推進機の駆動部のみを発進立坑側に引き抜ける機構および作業台車を開発したことで、到達立坑が設置できない条件でも本工法を採用できる（図-11）。以上の工夫により本工法の適用範囲を拡大した。

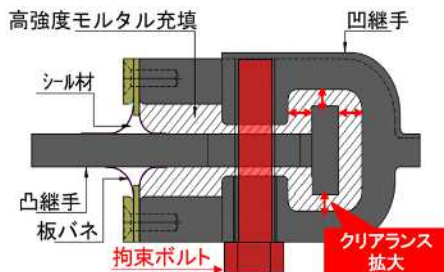


図-6 JAWS継手構造の工夫点

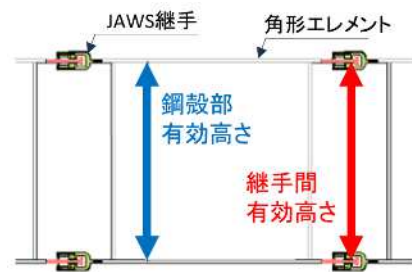
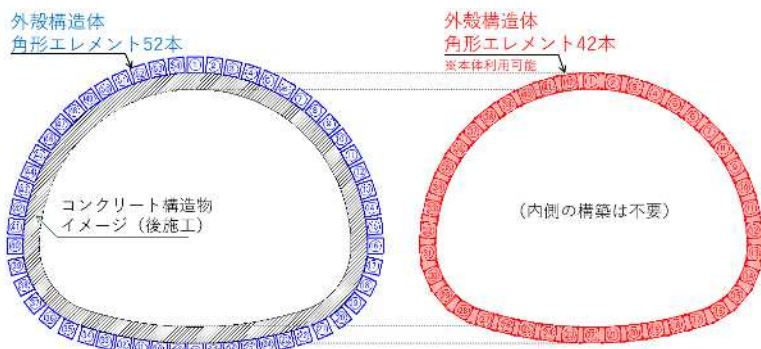


図-7 角形エレメントにおける継手配置の工夫点



(a)従来工法の場合（仮設）

(b)本工法の場合（本体利用）

図-8 外殻構造体の本体利用によるトンネル断面寸法の違い



図-9 実大連結エレメント曲げ試験（左：状況、右：結果）

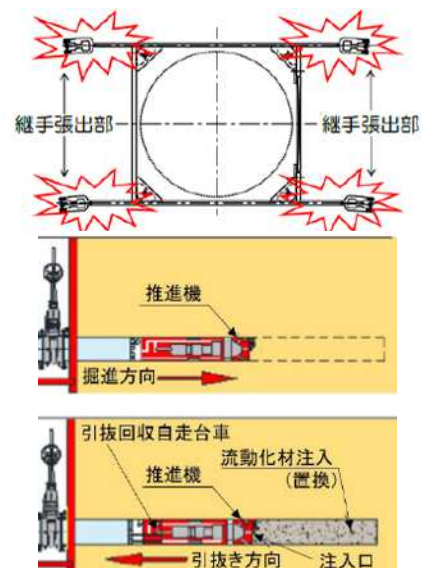
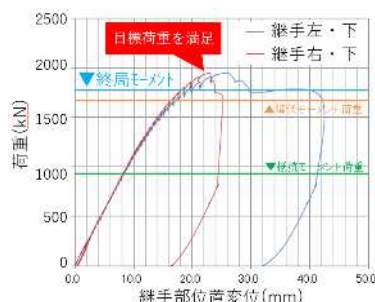


図-10 継手貫入部の置換イメージ

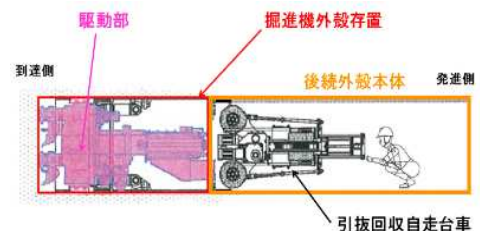


図-11 推進機駆動部引抜き機構

# 新技術調査表（5）

|             |                                            |         |                  |                   |                         |         |               |
|-------------|--------------------------------------------|---------|------------------|-------------------|-------------------------|---------|---------------|
| 実績<br>件数    | 東京都： 件                                     |         | (内 東京都<br>訳)     | 建設局： 件            |                         | 水道局： 件  |               |
|             | 国土交通省： 件                                   |         |                  | 都市整備局： 件          |                         | 下水道局： 件 |               |
|             | その他公共機関： 件                                 |         |                  | 港湾局： 件            |                         | 交通局： 件  |               |
|             | 民間： 1 件                                    |         |                  | 〇〇局： 件            |                         |         |               |
| 特 許         | (1)有り                                      | 2 出願中   | 3 出願予定           | 4 無し              | (番号： 特願2013-208087他9件 ) |         |               |
| 実用新案        | 1 有り                                       | 2 出願中   | 3 出願予定           | (4)無し             | (番号： )                  |         |               |
| 評価・<br>証明   | 1 技術審査 (番号： )                              |         |                  | 2 民間開発建設技術 (番号： ) |                         |         |               |
|             | ・証明年月日 ( )                                 |         |                  | ・証明年月日 ( )        |                         |         |               |
|             | ・証明機関 ( )                                  |         |                  | ・証明機関 ( )         |                         |         |               |
|             | 3 新技術情報提供システム[NETIS]<br>(番号： 登録年月日： 年 月 日) |         |                  | 4 その他 ( )         |                         |         |               |
| 【評価等の内容】    |                                            |         |                  |                   |                         |         |               |
|             | 局 名                                        | 事 務 所 名 | 工 事 件 名          |                   | 施 工 期 間                 |         | CORINS 登録 No. |
| 都<br>実<br>績 |                                            |         | なし               |                   |                         |         |               |
|             | 発 注 者                                      |         | 工 事 件 名          |                   | 施 工 期 間                 |         | CORINS 登録 No. |
| 他<br>実<br>績 | 独立行政法人鉄道建設・運輸施設整備支援機構                      |         | 相鉄・東急直通線、綱島トンネル他 |                   | 2015年11月24日～2023年1月25日  |         | 4025068373    |