

非開削工法（さくさく JAWS 工法）における継手内のグラウト充填性確認試験

戸田建設 正会員○茶木 勇太, 正会員 田中 孝, 正会員 田中 宏典

1. はじめに

さくさく JAWS 工法は、推進工法で地中を掘削し、外殻構造体を先行して形成する地下水対応型の非開削トンネル構築技術である。本稿では、外殻構造体の止水と強度を確保する上で重要となる継手内部へのグラウト充填について、実施工の条件を想定して実施したグラウト充填性確認試験の結果を報告する。

2. さくさく JAWS 工法の概要

外殻構造体を形成するにあたり、矩形推進でトンネル覆工部に鋼製エレメントを設置する。鋼製エレメント（□1000×1000mm）の四隅には凹継手と凸継手で構成された JAWS 継手（図-1 参照）が配置されており、推進時に嵌合して隣接する鋼製エレメントと連結する。未掘削となる鋼製エレメント間の土砂は鋼製エレメントに設けた開口部から除去する。継手部には引張力が作用した際に凹継手の目開きが 生じて継手部の耐力が低下することを防ぐための拘束ボルトを締結する。その後、継手内にはグラウトを注入し、鋼製エレメント内には高流動コンクリートを充填して外殻構造体を先行で形成し、トンネル内部の土砂を掘削撤去することで、大断面のトンネルが構築される。

2. グラウト充填の課題

本工法は、継手内にグラウトを充填することで止水性と強度を確保する必要がある。しかし、実施工においては、推進精度により嵌合中心に対して継手が偏心する場合や、構築するトンネルの断面形状により鋼製エレメントを傾斜して設置する場合がある。その際に継手の嵌合状態や継手の配置角度が変化して継手内への充填条件が異なるため、グラウト充填が確実にできるかを検証する必要があった。そこで、実施工の充填条件を想定してグラウト充填性確認試験を実施することにした。

3. 充填性確認試験計画

(1) 試験概要

本試験では、図-3 に示す継手の試験体を用いてグラウト充填を行い、グラウトの充填量とグラウトの進行状態を確認した。試験体は、長さ 1100mm の凹継手と凸継手を 2 本ずつつなぎ合わせて嵌合させ全長 2200mm として、継手の設置角度を調整できる架台の上に設置した。注入孔は片側のみに設置し、上面と下面にグラウト確認孔と圧力計を配置した。試験ケー

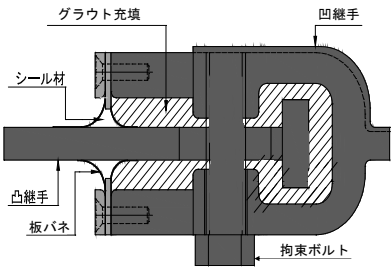


図-1 JAWS 継手構造図

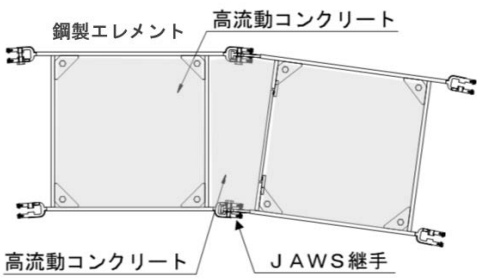


図-2 外殻構造体構造図

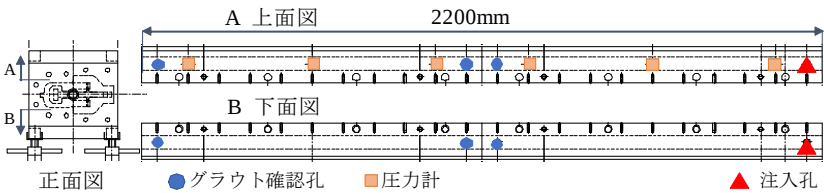


図-3 試験体構造図

表-1 試験ケース一覧

| 試験 No. | 継手偏心        | 継手傾斜 (角度) | 注入孔 |
|--------|-------------|-----------|-----|
| 1      | 偏心なし        | 0 度       | 上部  |
| 2      | 凸継手<br>下部偏心 | 0 度       | 上部  |
| 3      | 凸継手<br>上部偏心 | 45 度      | 下部  |

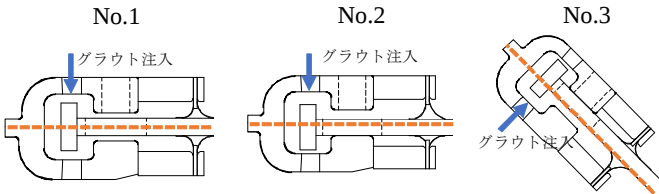


図-4 継手注入状態図

キーワード 非開削, 推進工事, 継手, 外殻先行構築, さくさく JAWS 工法, グラウト充填

連絡先 〒104-0032 東京都中央区八丁堀 2-9-1 戸田建設(株) イノベーション本部技術研究所 TEL 03-3535-2641

スを表－1，その時の継手注入状態を図－4に示す．実施工でグラウト充填が厳しい条件となる凸継手の偏心や継手全体が斜めとなるケースを設定した．

(2) 計測方法

試験実施前にグラウトの流動性（フロー値）と単位体積重量，圧縮強度を計測した．試験においては，圧力ポンプの元圧と継手内の圧力，観測孔のグラウト通過時刻，グラウト充填量を計測した．

4．充填性確認試験結果

(1) グラウト充填量

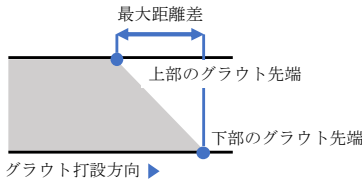
継手内に充填したグラウト充填量を確認するためにグラウト練り重量から残重量の差を取り，単位体積重量で除することで継手内に充填された充填量を算定した．いずれのケースも 8.50 前後の充填量となり，配管ホース等の内面への付着を考慮しても，設計量（7.970）に対して適切な量が充填できていた．また，写真－1 のとおりグラウト充填完了後の継手端部は，隙間がなくグラウトが充填されていることが確認できた．

(2) グラウトの進行状態

実施工では，継手内のグラウト充填の進行状況は確認できるが，充填後の確認は困難である．グラウト充填時，打継ぎ面等に空隙を発生させないことが重要である．グラウトの充填性は，充填される継手内の上下のグラウト先端の最大距離差（以下，最大距離差）によって評価することにした．図－5 に概念図を示す．最大距離差はグラウトが充填されていく際の上部確認孔と下部確認孔で計測したグラウトの通過時刻を速度に変換し算出した上部グラウト先端と下部グラウト先端の距離の差である．試験結果を図－6 に示す．

表－2 充填グラウト量の測定結果

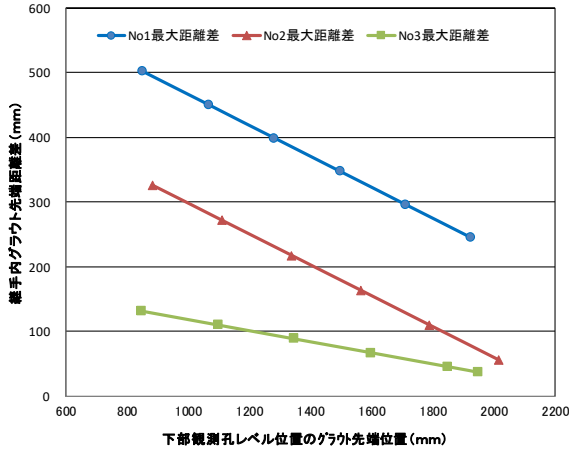
| 試験 No. | グラウト練り重量 (k g) | グラウト残重量 (k g) | グラウト単位体積重量 (t/m <sup>3</sup> ) | 充填量 (L) |
|--------|----------------|---------------|--------------------------------|---------|
| 1      | 48.81          | 20.25         | 2.39                           | 8.47    |
| 2      | 50.15          | 20.38         | 2.40                           | 8.51    |
| 3      | 50.20          | 20.50         | 2.37                           | 8.65    |



図－5 最大距離差概要図



写真－1 グラウト充填後の状況 (No.3)



図－6 グラウト充填時のグラウト勾配と最大距離差

- ① グラウト充填の最大距離差は，当初の 800mm の位置では 130～500mm だが，グラウト充填が進行するに伴い，2000mm の位置では 35～245mm と小さくなっていき，継手内で全断面がほぼ同時に充填されていくことが確認できた．
- ② 継手角度や凸継手偏心等の状態により，最大距離差に違いが見られたが，グラウト充填が進行するに伴い，最大距離差はどのケースも 50%以上小さくなっていくことが確認された．最終的には継手の状態に関係なく，最大距離差は一定値となるものと推定される．

以上の結果より，この継手内へのグラウト充填が確実にできることを確認した．また，施工延長が長くなった場合でも，一方向の充填で全断面が充填された位置から注入孔を盛り替えることで確実に充填できる．

5．おわりに

本工法は，相鉄・東急新横浜線の新綱島駅の非開削部に適用され，継手内のグラウト充填量は計画値を満足するものであった．本工法はより大きな断面や複雑な断面形状でも施工でき，今後様々な場面で適用できる工法である．今回の施工結果を踏まえ，本工法の更なる改善に努め，新たな現場への展開を進めていきたい．