

短尺函体を用いた沈埋トンネル工法の検討

大成建設株式会社 正会員 ○片倉徳男, 伊藤一教, 東江隆夫, 外山雅昭, 高久雅喜, 谷口恵一
 日本大学 居駒智樹

1. 目的

従来の沈埋トンネルはトレンチを浚渫したのち函体を据付け、水圧接合によって函体間を連結していく。一般に函体は100m級の長尺函体であり、据付が短期に完了する長所がある。その反面、広大な函体製作ヤードが必要になること、長尺函体であるため地盤追従性が低く大きな断面力が発生する可能性があるなどの短所も持つ。また長尺函体を用いて既設構造物近傍で施工する場合、トレンチ浚渫時の同時浚渫範囲が広がるため既設構造物への影響が問題となる。そこで短尺函体を用いることで製作ヤードの縮小化、地盤追従性の向上および同時浚渫範囲の縮小化をはかる工法を考案した。本研究では短尺化に伴う①簡略化した函体接合方法、②波浪中動揺に着目し、その実現性を大型水槽実験および解析によって検討した。

2. 工法の概要と特徴

本工法は、陸上製作ヤードで両端開放の短尺トンネル函体（以下、「函体」）を製作し、起重機船等で据付地点に運搬・沈設・水中接合・連結を繰り返した後に函体内を排水して、沈埋トンネルを構築するものである。工法の特徴は以下の通りである。

- (1) 図-1(a) に示すように、短尺函体の長さを10～30mとし、トレンチ浚渫・函体接合・埋戻を繰り返すため同時浚渫範囲を縮小化できる。
- (2) 函体が両端開放で浮力が小さいため接合時の施工性が低下する。そこで、図-1(b) に示すように、函体内部に浮体を装着し浮力調整を可能にすることで函体荷重を制御し、起重機船の大型化を回避する。
- (3) 短尺化により接合工の施工回数が増すため、バルクヘッドを必要とする水圧接合では効率や経済性に問題がある。従来法では高反力のガスケットを止水材として用いるが、本工法では低反力ゴムを利用し、図-1(c) に示すようにジャッキおよびボルトにより、水圧接合のような強大な力を使わずに両端が開放された函体を接合する簡略接合方法を考案した。

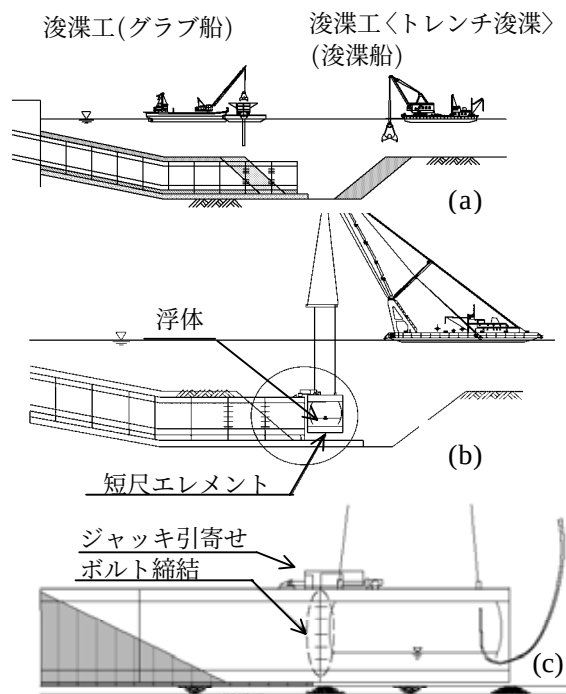


図-1 施工法の概要

3. 大型水槽実験

3.1 実験概要

大型水槽実験では両端開放の函体にかかる水中重量を浮体により調整し、水圧より小さな力で接合する工程を実証した。実験に使用する函体は $W3m \times L3m \times H1.7m$ の両端が開放された沈設函体(写真-1)と $W3m \times L1.2m \times H1.7m$ の先行函体を使用した。沈設函体は端部に低反力の止水ゴムを装着し、また内部に浮力調整用の浮体を備えた。先行函体を大型水槽($W6m \times L6m$

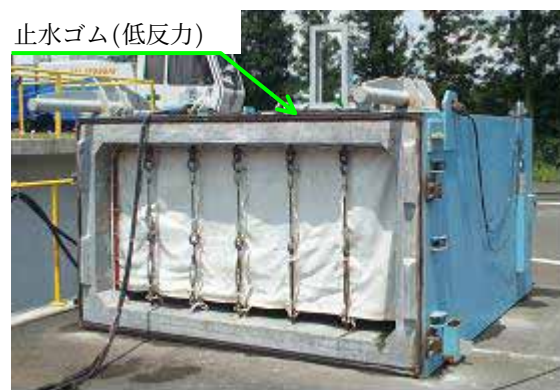


写真-1 沈設函体(浮体・計測機器儀装済)

キーワード 沈埋トンネル, 施工

連絡先 〒245-0051 神奈川県横浜市戸塚区名瀬町 344-1 大成建設株式会社 土木技術研究所 TEL045-814-7234

×H4m)に設置し、沈設函体をクレーンで移動させ浮力を調節しながら沈設した。沈設した函体はジャッキにより先行函体に引寄せ、6本の鋼材をボルトで締結して接合した。接合後、函体内部を排水して接合位置、接合距離、止水状況を確認した。またジャッキ引寄せからボルト締結までの函体間の距離を函体の両側面および上面に設置した3台の水中距離計で計測した。なお排水前に締結したボルト間にスペーサーを設置して、水圧接合が生じないように配慮した。

3.2 実験結果

ジャッキによる引寄せ開始からボルトによる締結に至るまでの函体間の距離を図-2に示す。ジャッキ引寄せ前の函体間距離は約270～280mmであるが、ジャッキ引寄せ後には2.3～2.7mmまで接近した。次に6本のボルトにより鋼材を締結した結果、0.5mm以下の距離まで函体は接合した。本工法では、接合後の沈設函体は下部の基礎工事が行われるまでの間、先行函体と鋼材で接続された片持状態になる。この状況を再現し、沈設函体の浮力を調整して沈設函体に働く有効荷重を変化させたが、函体間の距離に変化は見られなかった。また函体内部の線形はマッチキャストで施工した線形を保つとともに止水されていたことから、本方式により水圧接合と同等の接合が可能であることを確認した。

4. 函体の動揺解析

4.1 解析方法

函体はクレーン船からクレーン、ワイヤー、吊り枠を通して吊り下げられ、海底トレンチ内に没水する。しかし函体自体が小さく、浮体が装備されるため、施工時の動揺が懸念される。そこで、クレーン船、沈設函体およびトレンチを練成させた波浪中動揺特性を数値計算によって検討した。クレーン船とトレンチおよび没水函体の配置は2種類とし、波の入射角度 0° 、 90° 、波周期3～30秒の波浪条件で函体の水中での動揺量を解析した。なお設計条件は、函体(W17.5m×L20m×H10m)、クレーン船(W55m×L120m、喫水3.97m)、海域の水深は12m、トレンチ部分24mとした。

4.2 解析結果

動揺解析は波浪条件を変化させて検討したが、いずれの条件でもトレンチ内にある函体の動揺量はクレーン船の動揺量に比べて1/2以下と小さかった。これは、トレンチ内の函体は付加質量が大きく、あたかもシーアンカーのような効果を発揮したためと考えられる。図-3は動揺量が大きかった横波に対するクレーン船の動揺結果である。結果は有義波高1m当りの値である。有義周期が6sまでは動揺量が小さい。したがって、湾内などの施工時を想定した有義波高1m以下、有義周期6s以下の条件であれば、函体・クレーン船ともに動揺量が小さく施工上問題ないと判断できる。

5. 結論

- ①大型水槽実験により、水圧接合と同等の接合が可能
- ②函体への施工時の波浪の影響は実用上問題ないレベルである

以上の実験、解析から本工法の実現性が確かめられた。

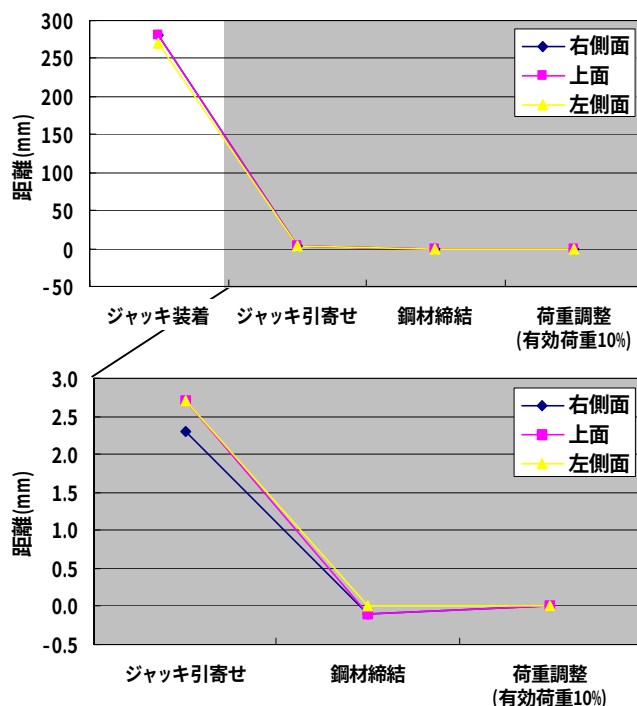


図-2 函体間距離の変化

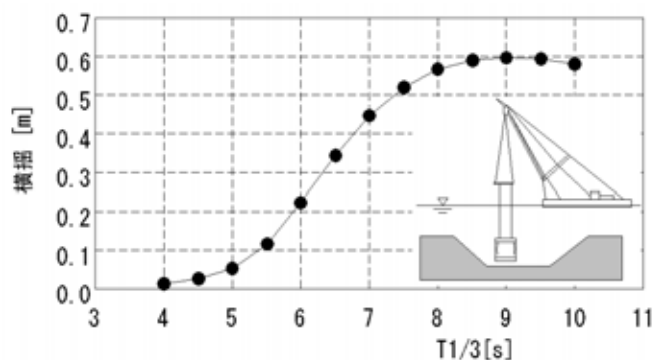


図-3 単位有義波高あたりのクレーン船の動揺量