

国土技術開発賞 二〇周年記念大賞受賞

沈埋トンネルにおける最終継手を省略する方法

第11回（平成21年）国土技術開発賞 最優秀賞受賞

〔受賞者〕 五洋建設株式会社

〔本稿執筆者〕 東京土木支店 有明工事事務所 段塚 隆雄

だんつか たか お

「国土技術開発賞 二〇周年記念賞」は、国土技術開発賞創設 20 周年を記念し、第 1 回～第 19 回に表彰した技術の中から、特に優れ今後の建設技術開発分野の模範となる技術を表彰したものです。厳正な審査の結果、国土技術開発賞 二〇周年記念大賞 8 件、国土技術開発賞 二〇周年記念創意開発技術大賞 8 件が表彰されました。

詳しくは、<http://www.jice.or.jp/review/awards> をご覧下さい。

以下に、国土技術開発賞 二〇周年記念大賞を受賞した「沈埋トンネルにおける最終継手を省略する方法」を紹介します。

1. はじめに

沈埋トンネル工法は、水底トンネルの代表的な構築方法である。この工法では、ドライドックなどで製作した沈埋函を順次水に浮かべて曳航し、あらかじめ掘削した水底のトレンチ内に沈設・接合後、埋め戻しを行うことでトンネルを完成させる（図-1）。

沈埋トンネル工法の特徴として、水圧接合方式による沈埋函相互の接合が挙げられる。これは、トンネル軸方向に作用する静水圧を利用し、沈埋函端部に取り付けたゴムガスケットを圧縮することにより、接合部を止水し連結する方法である（図-2）。

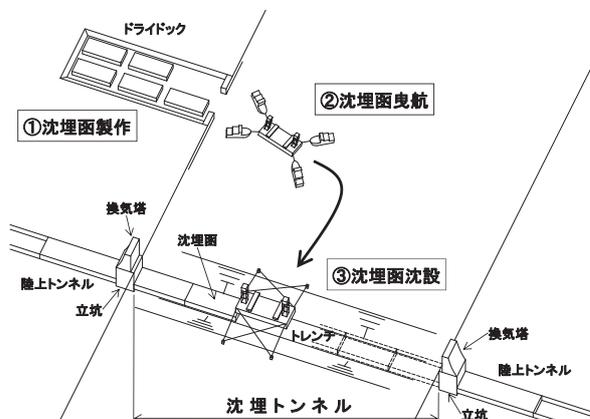


図-1 沈埋トンネル工法概念図

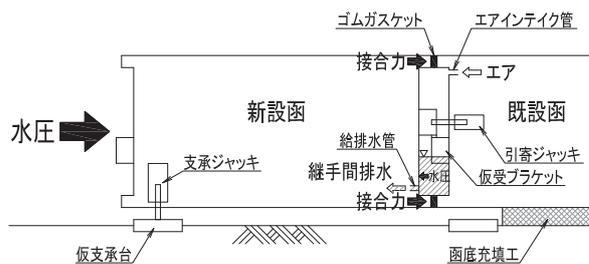


図-2 水圧接合概念図

一般に、沈埋トンネルで最後の沈埋函を接合すると、沈設作業に必要なクリアランスと水圧接合時の函体移動で、連結部分と反対側に間隙部分が残る（図-3）。この間隙部分をなくす継手を最終継手という。

従来の最終継手工法では、大深度での潜水作業や仮設の規模、航路への影響、空域制限などの施工性の他、工期、経済性において課題があった。

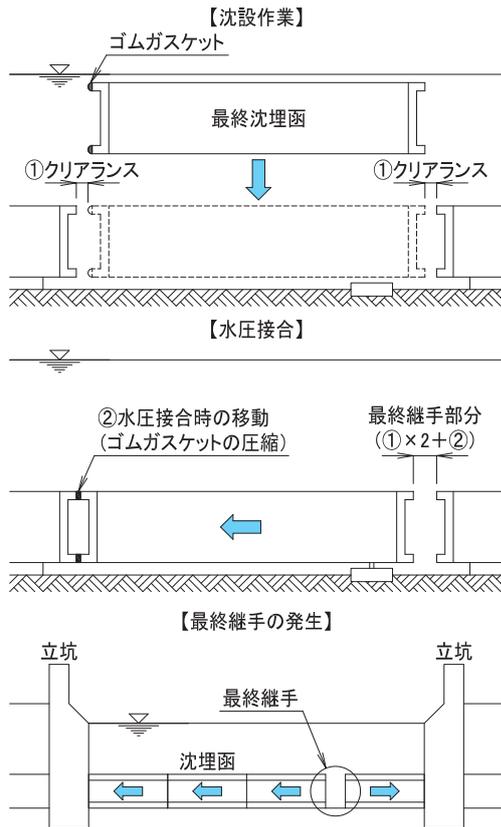


図-3 最終継手概念図

本受賞技術(以下、「キーエレメント工法」という)は、この最終継手を省略する工法である。

2. 受賞技術の概要

キーエレメント工法は、従来の最終継手工であるVブロック工法の接合原理を応用し、キーエレメントと称する台形の最終函を自重と水圧を利用して既設函に密着させることにより、沈埋トンネルを貫通する工法である(図-4)。キーエレメントおよび対応する沈埋函の端部は、鉛直に対し15度傾斜した構造である。

本工法の特徴として、以下の項目が挙げられる。

- ・従来の最終継手工の省略
- ・通常の沈埋函と同じ沈設設備の使用
- ・潜水作業の省力化
- ・水圧接合を利用した完全な止水
- ・トンネル延長誤差への柔軟な対応

キーエレメント工法は、従来工法に比べ施工安全性の向上と海上工事期間を含む工期短縮を可能

としている。また、Vブロック工法(写真-1)で必要とした大型起重機船は不要であることから、空域制限がある地点での施工が可能である。

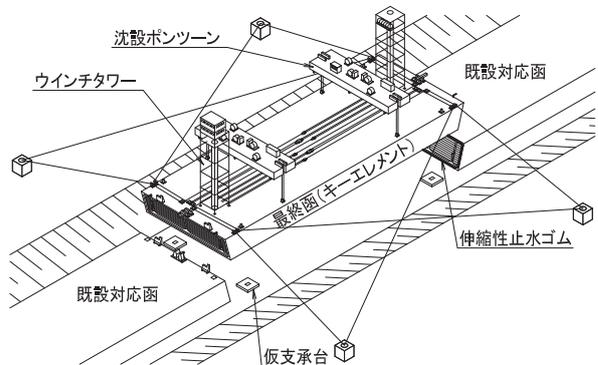


図-4 キーエレメント工法概念図

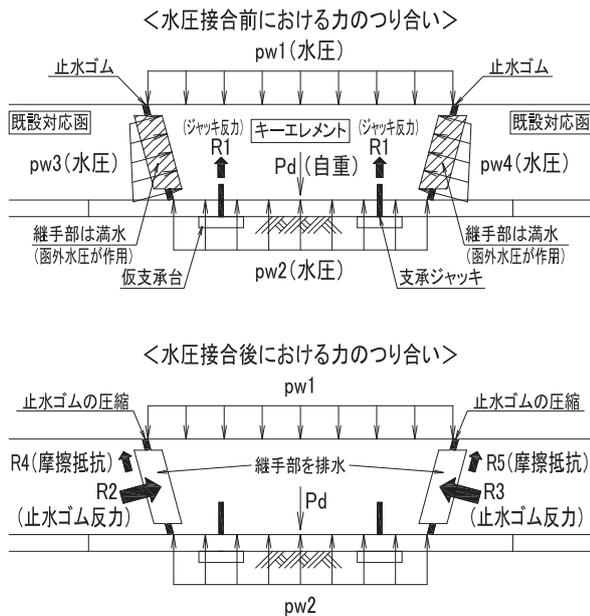


写真-1 Vブロック工法

3. 受賞技術の接合原理

キーエレメント工法は、従来技術であるVブロック工法の接合原理を応用している。水圧接合原理の概念を図-5に示す。この原理では、水圧接合前に作用していた継手部分の水圧とキーエレメントの水中重量が、水圧接合後における止水ゴムの圧縮力と摩擦抵抗に相当する。

このため、水圧接合で止水ゴムに導入される圧縮力は、止水ゴムと止水ゴムの当たり面の摩擦係数に依存する。キーエレメント工法では、水圧接合で止水ゴムを圧縮し確実な止水を実現するため、止水ゴムおよび止水ゴム当たり面に特殊シリコン樹脂無毒形防汚塗料を塗布することにより、摩擦を低減している。

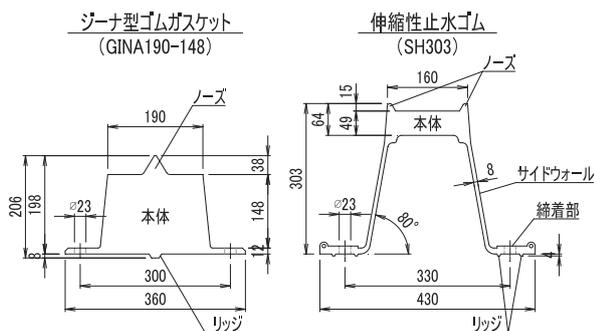


図－5 水圧接合原理概念図

4. 伸縮性止水ゴム

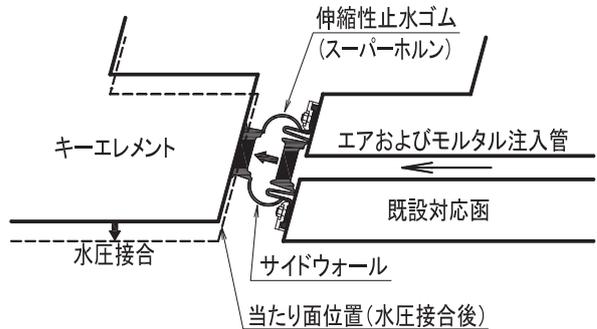
キーエレメント工法は、既設函の据え付け精度とキーエレメントの出来形精度に左右される。これに対し、±60mmの伸縮機能を持つ止水ゴムが開発され、両継手に用いて±120mmのトンネル延長誤差に対応することにより本工法は成立している。この止水ゴムは伸縮性止水ゴム（スーパーホルン）といい、キーエレメント工法の核となる要素技術である。図－6に伸縮性止水ゴムの構造を示す。沈埋函の接合で通常使用される止水ゴム（ジーナ型ゴムガスケット）も合わせて記載した。

伸縮性止水ゴムは、中空構造で内部にエアおよびモルタルを注入することにより伸長する。キー

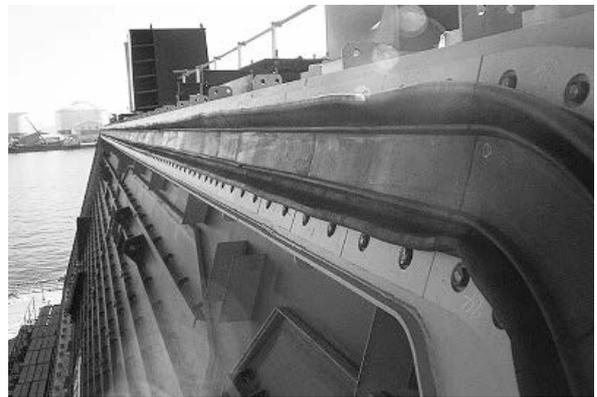


図－6 ジーナ型ゴムガスケットと伸縮性止水ゴム

エレメント沈設時のクリアランスを確保するため、既設対応函へはサイドウォールを折り畳んだ状態で設置する（図－7、写真－2）。



図－7 伸縮性止水ゴムの伸縮機能



写真－2 伸縮性止水ゴム設置状況

5. 施工実例

キーエレメント工法は、これまで大阪港、那覇港（写真－3）、北九州港の沈埋トンネルで3件の施工実績がある。



写真－3 キーエレメント沈設状況（那覇港）

現在、東京港臨港道路南北線整備事業で4件目を施工中であり、工事状況を紹介します(図-8)。

本事業は、有明地区から中央防波堤地区までの延長約2.5kmの海底トンネルを整備するもので、海上部(沈埋トンネル)、アプローチ部(開削トンネル)、これらをつなぐ接続部(ニューマチックケーソン)により構成され、片側2車線計4車線の道路と避難通路兼自転車歩行者道が建設される。うち海上部(延長931m)は全部で7函の沈埋函で構成され、6号函が最終函キーエレメントである(図-9)。

沈埋函の大きさは1函あたり長さ約134m、幅27.8m、高さ8.35mで、鋼コンクリートフルサンドイッチ合成構造が採用され、本体コンクリートは鋼殻を海上に浮かべ打設する。完成した沈埋函はタワー・ポンツーン方式で沈設し、2019年3月時点で4号函まで完了した(写真-4)。

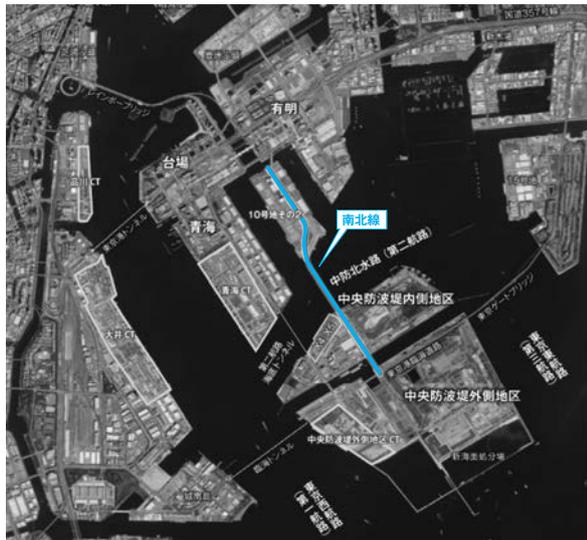


図-8 東京港臨港道路南北線

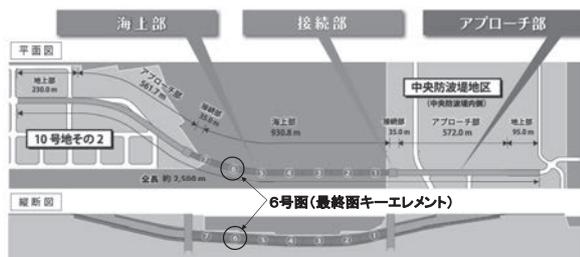


図-9 全体平面図および縦断面図

6号函は、2017年9月より沈埋函鋼殻の製作を開始した(写真-5)。2018年12月に千葉港の造船ドックから夜間曳航により東京港の岸壁に係留し(写真-6)、引き続き本体コンクリートの打設を開始した(写真-7)。完成した6号函は、沈設設備を艀装後、2019年7月頃沈設する予定である。



写真-4 4号函沈設状況(2019年2月14日)



写真-5 6号函鋼殻製作完了



写真-6 6号函係留完了



写真-7 6号函本体コンクリート打設状況