

18. 鋼製函体締切工法「RUP工法」

大豊建設株式会社 土木技術設計部 総合技術営業課

麻生 克
○佐々木 洋
瀧口 英彦

東京支店 土木工事課

1. はじめに

現在、全国各地の河川で水域内橋脚の耐震補強工事が行われている。耐震補強工事は、従来では橋脚を鋼矢板で仮締切し、ドライ状態で行うのが一般的である。しかし、仮締切に伴う水面占有や橋脚の狭隘な空頭による作業制限など施工が難しい場合も多く、1 渇水期内の作業工程に問題があるため計画通りに進んでいないのが現状である。そこで、従来の鋼矢板締切工法に代わり、これらの問題を解決する目的で開発されたのが鋼製函体締切工法「RUP (Reinforce & Repair UnderWater Pier) 工法」である。

本文では、従来工法(鋼矢板締切工法)の問題点とともに、RUP工法の概要及び特長、有効性を適用現場での施工例を交えて報告する。

2. 従来工法(鋼矢板締切工法)の課題

従来の鋼矢板締切工法は、

- ① 仮締切鋼矢板の打設、撤去期間が長く、1 渇水期内の耐震補強に費やされる期間が制限される。
- ② 仮締切のための栈橋やクレーン船により、航行船舶の通行を長期間制限する。
- ③ 橋脚の空頭が狭隘な場合、鋼矢板の打継施工が必要となり、一層工期が長く、工費が高くなる。さらに桁下が低い場合には、施工が困難となる。
- ④ 鋼矢板の継手部や締切内底部の地盤改良部からの漏水により、耐震補強工事の施工に支障が生じる。

などの課題があった。

3. RUP工法

(1) 概要

RUP工法は、複数の区画を有する2分割の浮力調整可能な鋼製函体を橋脚に外装してフーチング上に着座し、函体内側を排水してドライ状態で橋脚の耐震補強工事を行うための仮締切工法である。

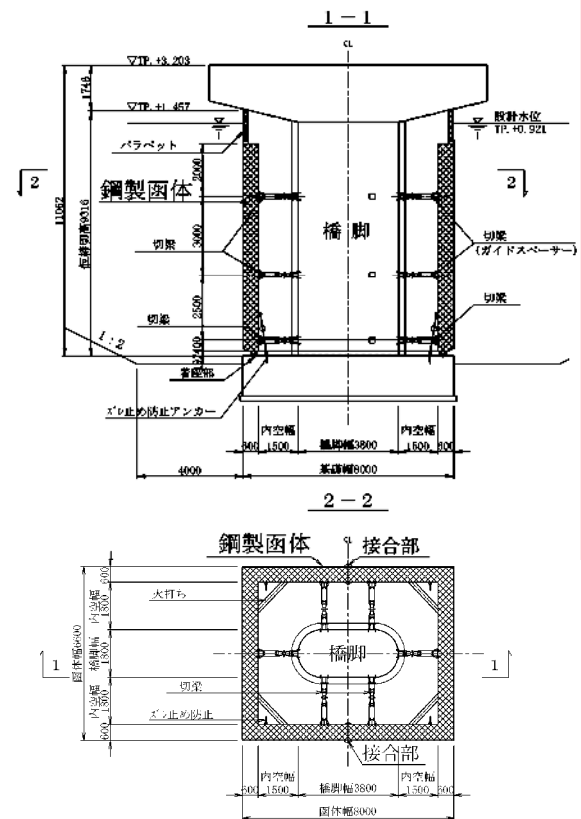


図-1 鋼製函体図面

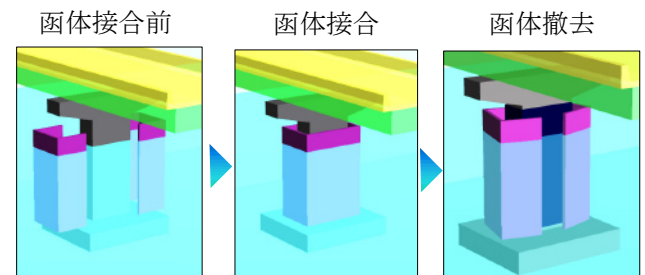


図-2 イメージ図

(2) 特長

RUP工法は以下の特長を有している。

① 仮締切のための期間が短い。

仮締切部材である函体は、予め工場で製作して現地まで運搬(えい航)し、即座に据付を行う。

函体は一方側が開閉自在なピン構造のヒンジで連結されているため、ピンを挿入するだけで簡単に結合できる。また、函体の内側には、橋脚と一定距離を保持して係合可能な複数のガイドスペーサーを突設しているため、現地での据付、撤去が容易であり、仮締切を短期間に行うことができる。



写真-1 ピン構造

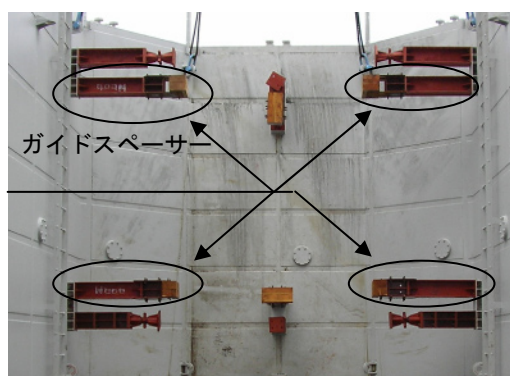


写真-2 ガイドスペーサー

実施工での函体の据付は、準備を含めても3日間(実沈設時間は10時間)、撤去期間も同様に2日間(実浮上時間は6時間)であり、鋼矢板締切工法と比較して大幅な工期短縮となった。この施工事例では、当初困難であった1渇水期2橋脚の施工を1函体で順次行い、計画通りに施工することができた。



写真-3 函体据付状況

② 仮締切のための航行制限を大幅に緩和する。

鋼製函体は浮体構造物であり、函体内の水量を調節することで浮力調整を行い、函体の沈設、撤去を行う。そのため、鋼製函体の据付、撤去に原則的にクレーン船を必要とせず、クレーン船の配置により航行船舶の通行を長期間制限することがない。

実施工では鋼製函体の固縛にクレーン船を2隻配置したが、鋼製函体の設置、撤去に要した日数は実質2日間であり、航行する船舶の通行を長期間制限することは無かった。



写真-4 沈設完了

③ 低空頭での施工が可能。

函体内部は仕切り壁で複数に分割されており、分割された各区画に給排水のための吸排水管、及び給排気管が配管されている。

函体への給水は、別途、台船上に設置した自給式ポンプから連結された分水器とサクションホースで行い、水量をバルブ調節することで函体の動きを制御する。そのため、函体は低空頭の橋脚においても安定性に優れ、自在に据付、撤去が可能である。



写真－5 函体内部分割構造



写真－6 加圧試験

函体内の排水は圧縮空気による加圧方式によるため、函体は製作時に外部水压＋排水圧に耐えられる構造としている。

函体に作用する圧力は、
水深 $h=6.0\text{m}$ より、静水压 $p=0.06\text{MPa}$
気圧試験圧力 (P_a) は最高使用圧力の 1.25 倍より
 $P_a=0.06 \times 1.25=0.08\text{MPa}$
排水時、 0.01MPa を加圧するため
 $P_b=0.08+0.01=0.09\text{MPa}$
上記の計算により、 0.09MPa の加圧試験を行い、
函体の耐圧を確認した。

実施工においては、函体の設置、撤去は給排水設備のみで行い、低空頭の橋脚においても、函体を自在に制御することができることを実証した。

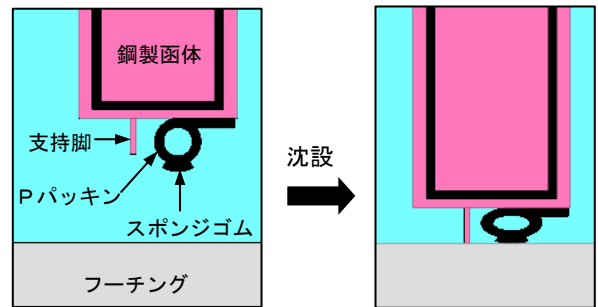


写真－7 給排水設備

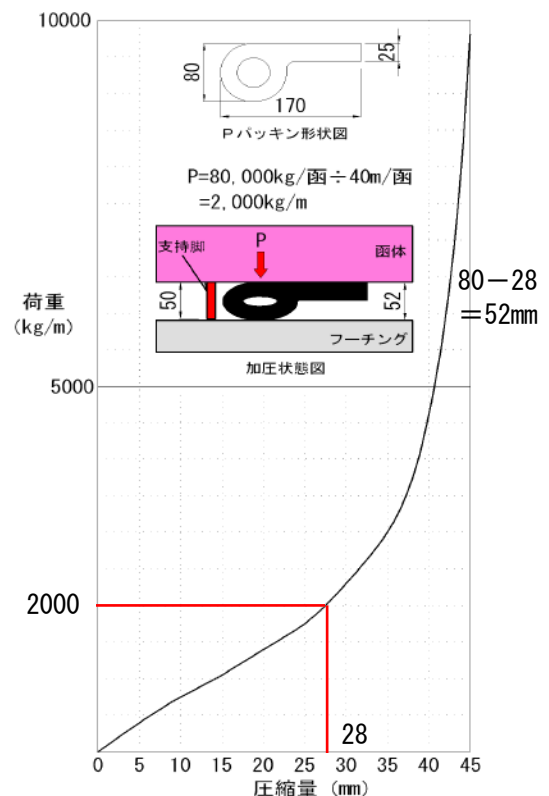
④ 止水性が高い

分割函体の接合面には連続した止水用のパッキン、函体底部着座面は緩衝シール材と、場合によりモルタル、水中コンクリート、又は発泡ウレタンの充填による協働で短時間に確実な止水ができる。

緩衝シール材は、硬質のCRゴムのPパッキン(高さ:80mm、幅 170mm)と軟質の独立気泡スポンジゴム(高さ:20mm、幅 100mm)を併用し、フーチングの不陸に対してフレキシブルに対応して止水する構造とし、止水性を高めた。また、支持脚でフーチングと函体底部との距離を一定にし、函体を安定した状態に保持した。



図－3 緩衝シール材圧接図



図－4 Pパッキン圧縮荷重曲線

実施工ではモルタル、水中コンクリート、又は発泡ウレタンの充填を行わなかったが、函体内の残水ポンプを夜間停止しても漏水位は 80mm(約 5 m³)程度であり、施工に影響を与えることなく、止水性の高さを証明することができた。

⑤ どのような形状の橋脚にも対応できる。

函体は橋脚、フーチングの形状に合わせて製作、または組合せを行うこととし、橋脚の形状が円形や矩形、楕円形の場合など多様な形状の橋脚に対応が可能である。また、函体が着座するフーチングの断面形状についても、平面な場合は勿論のこと、傾斜した場合や井筒状に打設された鋼管矢板がある場合にも函体下部に別途、着座用ユニットを取り付けることで対応できる構造である。

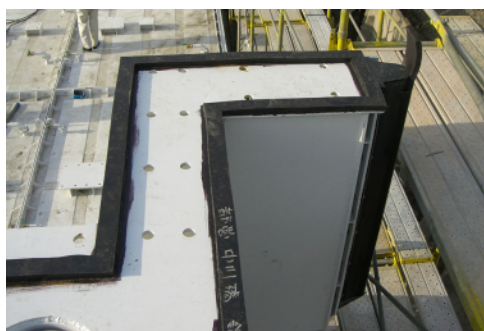


写真-8 張り出しタイプ着座ユニット

実施工においても、井筒状に打設された鋼管井筒矢板基礎構造の橋脚に対して、張り出しタイプの着座用ユニット(写真-8)を取り付けることで対応し、施工上の問題がないことを実証できた。



写真-9 鋼管井筒矢板基礎での設置状況

⑥ 周辺環境への影響を軽減する。

RUP工法は、バイブロハンマー等を使用しないため、騒音や振動、水面汚濁を発生することがなく、周辺環境への影響を大幅に軽減できる。

4. 適応箇所

RUP工法の適用箇所は、以下の施工環境にある場合に有効となる。

- ① 施工水深が 3~15mの範囲にある。
- ② フーチング構造の橋脚である。
- ③ 桁下空間が低く、鋼矢板での仮締切が困難である。
- ④ 長期の水面占用が困難である。
- ⑤ 短期間での施工が必要である。
- ⑥ 同形状の橋脚が複数で、転用が可能である。

5. 今後の課題

RUP工法は、橋脚のフーチング上に着座させるため、フーチングを露出させる必要がある。フーチング上の覆土が多い場合や、極めて覆土が軟弱な場合は覆土の掘削量が多くなり、経済的に不利となる。そのため、覆土が多い場合の対策が今後の課題である。

また、対象となる橋脚数が限られて函体の転用が少ない場合にも経済的に不利となる。そのため、函体の軽量化を図って経済性を高めていくことも今後の課題である。

6. おわりに

RUP工法は、従来の締切工法(鋼矢板締切工法)に代わる新しい工法として、既に数件の施工実績を得ることでき、その安全性と有効性を実証することができた。しかし、河川内橋脚の仮締切には、様々な異なる条件下での対応が求められる。今後、このような多様な条件にも対応できるよう改良を加えていきたいと考えている。

最後に、当工法の開発、施工に尽力を頂いた方々に感謝の意を表します。