

24. 水中橋脚補強用仮締切工法の施工

阪神高速道路公団：有馬 伸広、茂呂 拓実
 (株)鴻池組：*西川 博之、坂東 健司

1. はじめに

阪神高速道路公団では、兵庫県南部地震で神戸線の一部が大きな被害を受けたことから、他線についても橋脚の耐震補強を進めている。その中で当工区は、阪神高速道路のネットワークのかなめである1号環状線の、堂島川にかかる橋脚を主な対象としており、付近には大阪市役所、中央公会堂、中之島公園などを望む大阪有数の景観を誇る場所にある。

補強対象となる橋脚の大半が堂島川の中にあり、当初は鋼矢板と支保工を締め切り工法とする計画であった。しかし、関係機関との協議の結果、「通年施工による出水期対策として河積阻害率の低減、護岸構造物の撤去などを最小限にすること、工期短縮を図ること」などの条件が提示され、締め切り工法の変更を余儀なくされた。そして検討を重ねた結果、コルゲートハンプ（以下CP）を使用する締め切り工法を考案し、実施工を行ったのでその概要を紹介する。（写真-1）



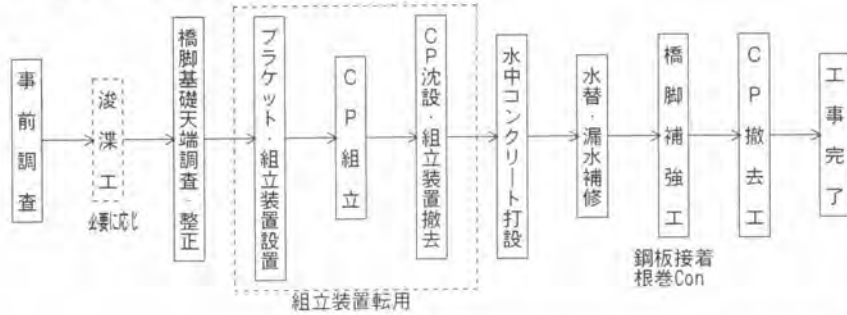
写真-1 現場全景

2. 工事概要

| | | | |
|------|-----------------------|-----|--|
| 路線名 | 大阪府道高速大阪池田線(1号環状線) | | |
| 工事場所 | 大阪市北区西天満2丁目～同区北浜1丁目地先 | | |
| 工期 | 平成7年10月～平成9年12月 | | |
| 工事概要 | 橋脚補強工 | 36基 | コルゲートハンプ直径： ϕ 5000mm～ ϕ 6500mm |
| | 仮締め切り工 | 28基 | コルゲートハンプ高さ：4900mm～5500mm |
| | | | コルゲートハンプ重量：Max 15ton |

3. 施工フロー

水中橋脚補強の標準施工フローを示す。



4. 施工上の問題点及び技術的解決策

① 仮締め切りとしての施工実績がない

過去にCPを使用して締め切り工事を施工した例が神戸で1件あったが、施工条件が異なっていることと、施工したのが1基だけであることなどから本格的な仮締め切り工法として採用できなかった。

そこで、工事に先立ち実証実験を行い、施工性・止水性・安全性の確認を行った。実証実験は川鉄建材千葉工場の敷地内で実施し、CP基部の止水コンクリートの必要厚さ、CP接続部のボルト・ジョイント部の止水構造（パッキン形状等）、CP本体の形状等の項目について確認した。（写真-2）



写真-2 実証実験状況

② CP本体の構造（図-1）

CPは本来貯水槽として製品化されているので、ある程度の強度は確保されている。しかし、今回の使用目的である仮締め切りに対しては実績がないので、現場施工条件の河川について検討した結果、

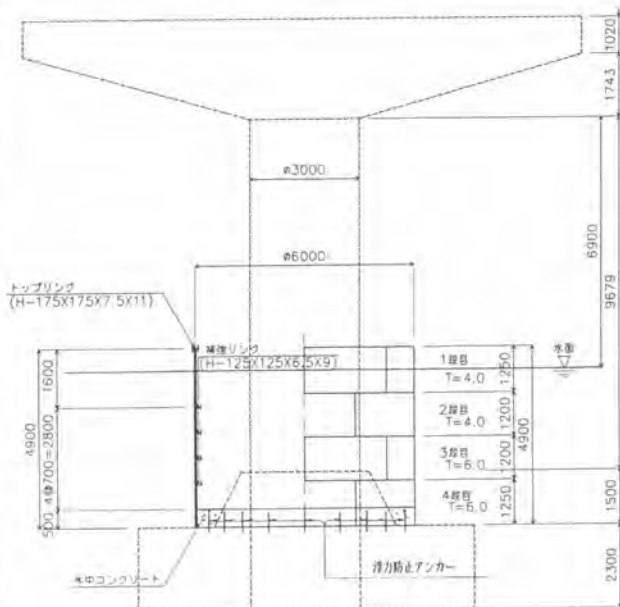


図-1 CP標準構造図

静水圧・水流圧（最大流速 $\text{Max} = 2.5 \text{ m/s}$ ）・波圧（波高 $h = 5.0 \text{ cm}$ ）の3種類それぞれについて、構造計算を実施した。

またCP内部の排水後にCPと水中コンクリートに浮力が発生する事が考えられるので、橋脚基礎部にケミカルアンカーと差し筋（ $D16 \sim D22$ 、 $L = 450 \text{ mm}$ ）をCP沈設後に潜水夫にて設置し、その後CP基部に水中コンクリートを打設して差し筋アンカーの付着強度と引張強度で浮力に対抗した。

③ CPの組立方法

当初CPの組立方法は橋脚周辺に複数の台船を係留し、大型揚重機（30t級）を使用する計画であった。しかし、関係各所との協議において一般航行船舶の航路確保と護岸・橋梁近接箇所の施工は、複数の台船を係留する事が困難であるため、CP組立に際してコンバクトで移動が容易な施工法が必要とされたため、新たにCP組立装置の開発を行いこれを採用した。

5. CP組立装置の概要

①組立装置開発の経緯

1隻の台船上でCPを組み立てるには、CPを上下方向と円周方向（回転）の動作が必要となる。このような動作をさせる機械設備としては、通常橋脚上部に円形レール式テルハクレーンを設置するが、施工上、下記の事項が懸念されるので新たな機械装置を開発するに至った。

- 1) 円形レールを水平に設置するには、橋脚に取付けるレール固定ブラケットの取付け精度が問題となる。しかし橋脚鉄筋を切断しないハンマードリルによるアンカーボルト施工では、高い水平精度を確保することができない。
- 2) 直径5m程度となる円形レールを橋脚上部に取付ける作業は大掛かりな設備と危険を伴う。
- 3) CPを安定した状態で懸垂するには複数台（4台程度）の電動チェーンブロック又は電動ホイストが必要となる。この場合円形レール式テルハクレーンで、かつ4ホイスト式のクレーン製造許可証の認可を取得しなければならず、通常3ヶ月程度の日数を要する。
- 4) CPの最大重量は約15トンでクレーン設備とした場合、1ヶ月前に設置届を提出し、設置後に落成検査を受けなければならない。
- 5) CPは28箇所順次設置するため、落成検査を含めた現場工程管理が非常に複雑化する。これらの問題を解決し、テルハクレーンと同機能を有する装置として「電動チェーンブロックに懸垂された回転可能な吊り治具」を考案した。本装置は、クレーンに該当するか否かを関係機関と協議した結果、「クレーンには該当せず、CPを組み立てる機械装置と解釈できる」との回答を得たので採用に踏み切った。

②組立装置の仕様

表-1にCP組立装置仕様を、

図-2にCP組立装置全体図を示す。

表-1 組立装置仕様

| | |
|------|---|
| 定格荷重 | 5.0 Ton × 4 |
| 揚程 | 10 m |
| 寸法 | 外径 約φ5.0 m |
| 高さ | 約 1.0 m |
| 自重 | 約 3.0 Ton |
| 巻上速度 | 3.2 m/min (5 cm/sec) |
| 電動機 | 3.0 kw × 4 |
| 回転速度 | 約 1 rpm (25 cm/sec) |
| 電動機 | 2.2 kw × 2 |
| 安全装置 | 過巻防止用リミットSW 過負荷防止用リミットSW ブレーキ付き回転モーター |
| 操作 | 有線床上押しボタンSW 巻上下は単独・連動の切り替え式 |
| その他 | 耐食性NDチェーン仕様 |

③組立装置の特徴

1) この装置は、橋脚梁部に設置した4台の電動チェーンブロックで懸垂され、上下方向及び円周方向にCPを移動させながら1隻の台船上でCPを確実に安全に組立と沈設ができる装置である。(図-3、写真-3)

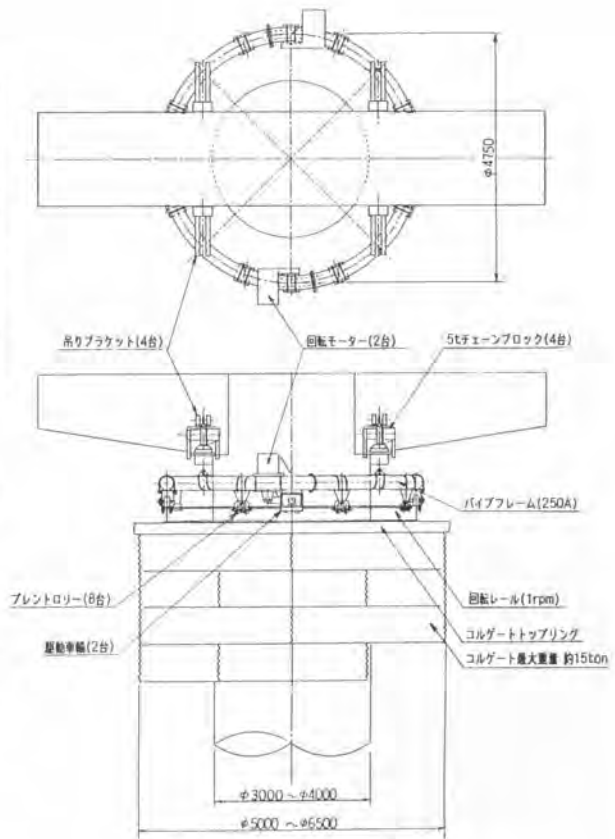


図-2 組立装置全体図

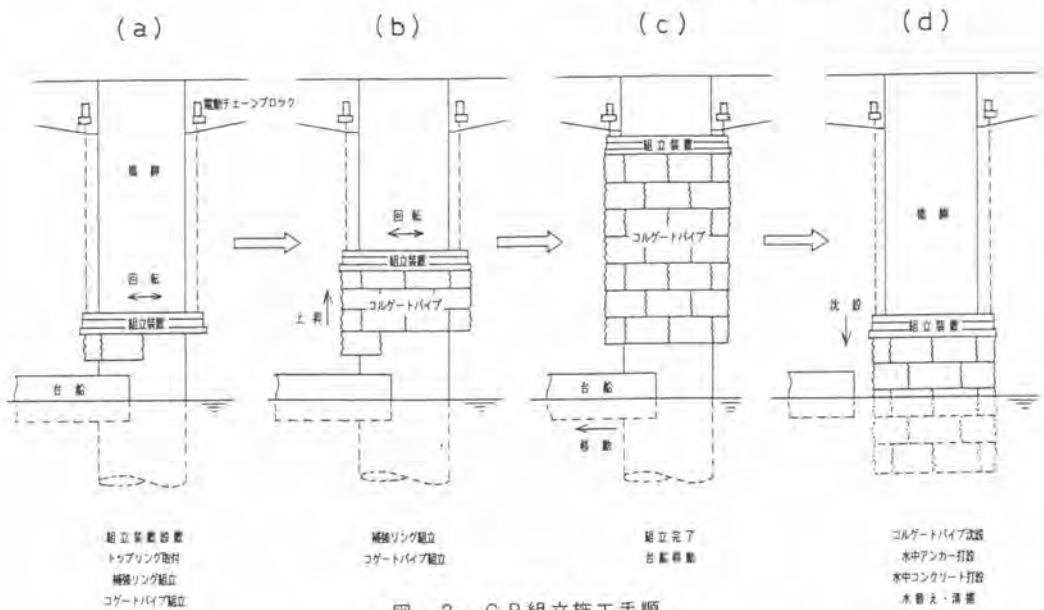


図-3 CP組立施工手順

2) 本体は、上段のパイプフレームと下段の円形レールの2段で、プレートローリによりレールを吊り下げる構造である。

3) CPを組立る過程においてパイプフレームにはCPの偏荷重が約1トン作用するが、十分な捻れ剛性を有しているため、CPは変形することなく組立てられる。

4) 円形レールは360度回転可能で、回転駆動装置をパイプフレーム上に2台配置し、レールを回転させる。確実な駆動力と制動力を得るため、レールの上フランジをプレートローラーと、ウレタンゴムを溶着した駆動車輪で挟み込み接触圧を発生させる。

5) 駆動車輪ユニットはパイプフレームにピンで固定され、円形レールの製缶誤差を吸収できる遊動可能な構造とし、スムーズな回転を得ることができる。(図-4)

6) 装置全体は、円周方向に2分割構造であり、分割した状態でも水平が保たれるバランスを有している。そのため、懸垂した状態での組立、解体作業が容易となり、橋脚間での移動が安全に行える。(写真-4)

7) 運転操作は有線式押し釦スイッチとしている。これは高速道路近辺では強力な有害電波による無線の誤動作が予想されるための対策である。そして、4台の電動チェーンブロックは同調運転と単独運転の選択ができ、CP組立作業時は通常同調運転で行い、レベル調整が必要な場合単独運転に切り替える。



写真-3 CP組立状況

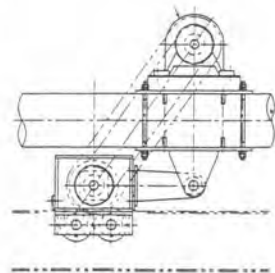


図-4 駆動装置



写真-4 組立装置分割状況

8) CPの固定は、円形レールに吊り下げた金具でトップリング補強部材を挟む構造とし、CPの直径に関係なく固定が可能である。(写真-5)

9) 安全装置関係は、過巻き・過負荷防止装置を備えると共に、万一の場合の各種インターロックを電氣的制御により行っている。



写真-5 組立装置 + トップリング



写真-6 CP組立完了状況



写真-7 CP沈設完了状況

6. おわりに

コルゲートパイプを使用した水中仮締め切り工法は、現在では同様の工事を各所で施工しており、それぞれの現場で工夫を凝らした施工方法を行っている。しかし、ここで紹介したCP組立装置は、現場での施工性・安全性の面で高く評価されることがこの工事で確認された。

この水中仮締め切り工法が適用されるか否かは、現場の施工条件を十分に考慮し、いくつかの改良点を加えることが想定されるが、このCP組立装置の開発により多方面への施工が可能になり、同様の橋脚補強工事やその他の締め切り工事等の問題を解決する手段として期待される。

本工法及びCP組立装置の開発に際し、ご指導・ご協力賜りました関係各位に対し、深く感謝致します。