

# 『臨海部に位置する橋脚を有した鋼単純2径間鉸桁橋の耐震補強設計におけるLPF工法の活用』

株式会社フジヤマ 社会基盤整備部 大藤 友貴

## 1. はじめに (概要も含む)

### 概要

臨海部に位置する小塩橋は1971年に架設された橋長L=52mの鋼単純2径間鉸桁橋であり、現行基準を満足する耐荷性能を確保するため橋脚の補強を計画する。本橋は固定支承と可動支承からなる単純桁であり(図-1)、補強のみを目的とする場合には支承交換による免震化やダンパー設置による制震化も考えられるが、構造系を変更した場合、当初設計で想定していない応力が発生する可能性がある。そのため、今回設計においても巻立て工法等による橋脚本体の補強を基本として、汎用性が高い工法・新技術から5案の補強工法(中間貫通材の使用含む)による比較検討で推奨案を決定した。なお、補強工法には河積阻害の問題をクリアしたため、経済性で優位となるRC巻立て工法を採用した。

施工時制約条件として、架橋地点は非出水期においても橋脚躯体高の半分程度(水深約2.5m)と水位が高く、橋脚の耐震補強を計画する際に脚柱をドライに保つ河川内仮締切が必要であった。また、側道橋も整備されているため、鋼矢板打設を計画する際には空頭制限を受ける範囲が多く、打ち継ぎ施工が発生するため、橋脚本体の恒久的な補強工事と比較しても仮設工が高価となる状況であった。そこで、経済性・施工性に配慮した仮設工としてLPF工法を採用した。

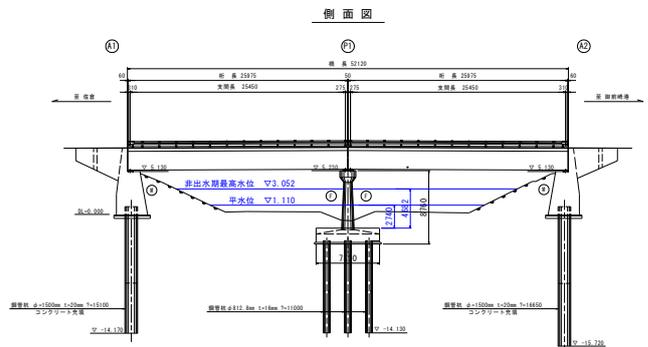


図-1 小塩橋 橋梁一般図



写-1 非出水期における小塩橋の水位状況

## 2. 課題・問題点

現在、静岡県が管理している橋梁は約3,300橋と膨大であり、そのうち橋長15m以上の重要路線に架かる576橋については、耐震化率を令和4年度までに100%とすることを目標に掲げている。

対象橋梁条件		対象橋梁数 (橋)	令和2年度末時点	
路線の位置付け	適用耐震基準		完了数 (橋)	完了率 (%)
緊急輸送路	昭和55年より古い	264	252	95
鉄道・緊急輸送路を跨ぐ	平成8年より古い	46	46	100
緊急輸送路	平成8年より古い	111	103	93
その他重要路線等	昭和55年より古い	155	62	40
合計		576	463	80

※ 橋長15m以上の橋梁が対象

表-1 耐震対策進捗状況(静岡県HPより)

現在の進捗率は約 80%でありこの実現に向けて、各橋梁における補強工事のコストを可能な限り縮減し、より複数の橋梁工事に予算を配分することが重要である。そのため、本橋においても補強工法ならびに仮設工法を現場環境に配慮しつつ比較検討し、より最適な工法の抽出を行うことが課題であった。

対象橋が有する RC 壁式橋脚は竣工当時の資料が不足するため現地調査及び試験により使用鉄筋やコンクリート強度を把握した後、平成 24 年道路橋示方書に基づく耐震性能照査の結果、レベル 2 地震動に対して所定の耐震性を有していないことが判明した。そこで、橋脚の耐震性を確保するため、以下 5 案の補強工法を比較し、RC 巻立て工法を採用することとした。

橋脚補強工法		巻立て厚	経済性
①	RC巻立て工法	250mm	1.00
②	RC巻立て工法 中間貫通材使用	250mm	1.02
③	PCM工法	6mm	1.19
④	鋼板巻立て工法	250mm	1.08
⑤	PCコンファインド	300mm	1.01

※経済性には仮設工を含んだ予算を反映している。

表-2 検討補強工法一覧

この検討で問題となったのが、架橋地点の制約条件である。本橋は臨海部に位置することから非出水期においても干満の影響を受けており、施工時水位が常に高い(写-1) ことに加え、塩害の影響を踏まえた施工計画を立案する必要がある。

まず初めに、河川内工事において汎用性が高い大型土のうによる瀬替え工を検討してみたが、十分な通水断面が確保できず、施工期間中に瀬替え工内のヤードへ流水が進入する結果となった。次に、瀬替えと矢板打設の併用について検討した。矢板打設後に大型土のうは速やかに移動し、通水断面を確保する計画としたが、この場合、施工完了まで 170 日と長期に渡るため、前年度水位データにおける非出水期で特に水位が高かった 5 月をまたいでしまった。この条件下では、矢板締切内へ 2 回程度流水の浸入が予想された。前述の通り、干満の影響を受ける臨海部であることから、鉄筋組立完了時点で矢板内へ水が進入した場合には、

排水後に鉄筋に付着している塩分を高圧洗浄等により除去する必要がある、期間内での工事完了が困難となる恐れがあった。なお、矢板天端については、対象橋及び隣接側道橋の上部工が障害となり空頭制限を受けるため、CHV 工法や上部障害クリア工法を駆使しても通水の進入は防ぐことができなかった(写-2、図-2)。

以上のことから、本計画において解決すべき課題は、『①ドライな施工ヤードの確保』・『②施工期間の短縮』・『③鋼矢板工法よりも経済性が優位な工法』の 3 点であった。



写-2 上部障害クリア工法 (クリアレー) (上部障害クリア工法 カタログより)

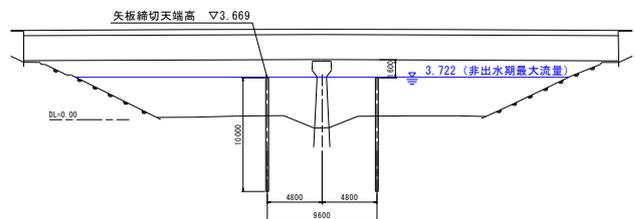


図-2 矢板締切断面 (クリアレーの場合)

### 3. 対応策・工夫・改善点と適用結果

現地制約条件による課題への対応策として、橋脚壁面にプラットフォームを設けてライナープレート組み立てを行い、上部から締切り材を落とし込む LPF 工法を採用した(写-3、図-3)。



写-3 LPF 工法 適用例

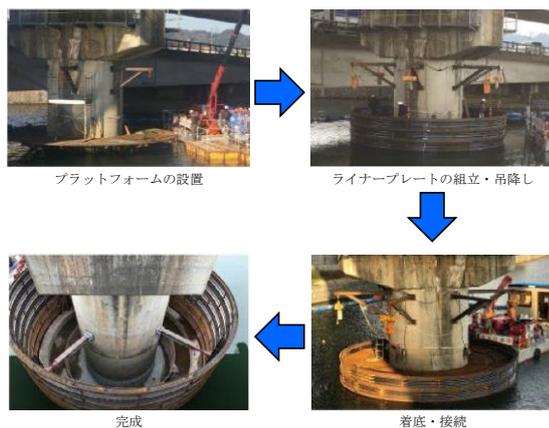


図-3 LPF 工法 概要

(写 3、図 3-仮締切 LPF 工法 カタログより)

課題①『ドライな施工ヤードの確保』に対しては、矢板打設のように圧入を行う必要が無く、プラットフォーム上で組み立てられた小判型のライナープレートを上部からフーチング天端へ落とし込む作業のみとなるため、締切範囲を最小化し、施工時通水断面の拡張を図ることができる(図-4)。これにより、鋼矢板使用時と同様な締切高さ▽3.669 であっても流水の浸入が無いドライな環境を作ることができる。

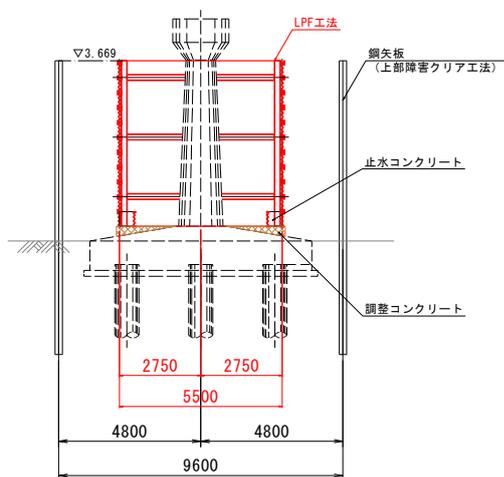


図-4 LPF 工法、鋼矢板工法 比較

課題②『施工期間の短縮』に対しては、台船等を用いる水上作業と道路上からの資材運搬を併用することで、大型土のうによる瀬替えを必要としないため、施工完了まで 120 日と約 50 日の短縮を図ることができる。

最後に、課題③『鋼矢板工法よりも経済性が優

位な工法』に対しては、上部障害クリア工法を用いたケースと比べ 500 万円程度工事金額が下がる。

ライナープレートはフーチング上面に据え付ける形となるため、事前の処理として「水中掘削」、「水中コンクリートによる接地面拡幅作業」を行う(図-5)。「水中掘削」では攪拌式ポンプ掘削を使用するため河川内の水が濁りやすいことから、橋梁の下流側に汚濁防止膜を設置する方針とした。また、「水中コンクリートによる接地面拡幅作業」では、水の浮力を考慮した浮き上がり防止のアンカーを埋め込み対処する方針とした。ライナープレート下端は止水コンクリートで一体化することで水の流入を防止した。

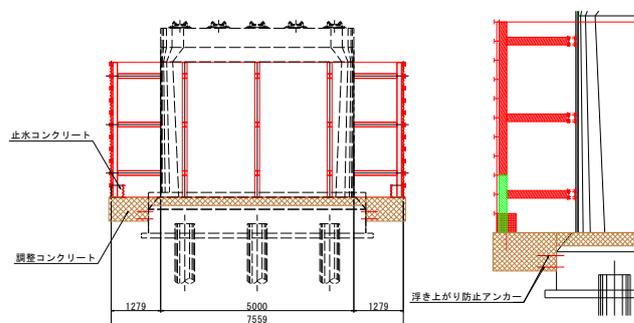


図-5 調整コンクリート打設 (設置面拡幅)

本工法により既設橋脚の補強計画を非出水期内で収めることができた。なお、橋脚補強工法のうち、仮締切を必要としない「PC コンファインド工法」については、河川への影響が小さいため、水位が高い本現場のような環境では有効であるが、潜水土による水中作業が主となることから水の透明度に作業効率が左右される点と経済性の点から不採用とした。今後の改善点としては、本現場のように新技術を仮締切工に適用することで制約条件を満足できるケースだけでなく、川幅等の問題からそもそも仮締切が行えないケースに対しても対応策を講じることが求められる。一例を挙げると、現在利活用が進められている新工法の「アラミド FRP ロッドを用いた橋脚鉛直締めによる補強工法」など(図-6)を検討に追加し、巻き立て工法にとらわれない橋脚補強を提案し、現場制約条件へのアプローチの方法を増やすことで最適案を抽出していきたいと考える。

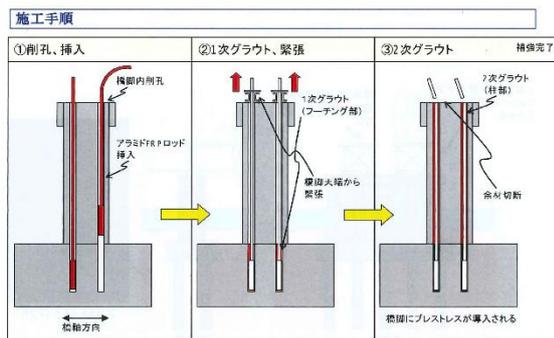


図-6 アラミド FRP ロッドを用いた橋脚補強  
(アラミド FRP ロッド 三井住友建設 HP より)

#### 4. おわりに

今回の設計では、現場環境に適応した施工計画として経済性に優位かつ施工性が高いものを検討することができた。橋脚を有する多径間の橋梁では、本現場のように河川内工事として仮締切工が必要となるケースが多く、恒久的に利用される既設橋脚の補強に対し、工事完了後に撤去されてしまう仮設工の工事費用がその工事全体に占める割合が非常に高い。今回の工事についても、RC 巻立て工法にかかる費用は締切工の費用に対して  $1/20$  程度となっている。施工条件に制約がある現場ではこういったケースが往々に発生する。そのため、本設に対する検討は勿論のこと、仮設費用の縮減に対しても比較検討や新技術を取り込むことを積極的に行い、今後の事業の経済性向上に努めたいと考える。


※図や写真、データなどを他から引用した場合は、その出典を明記してください。

※図表については、以下のように表示すること

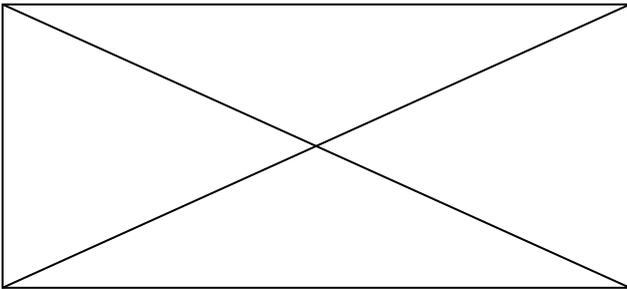


図-1 タイトル

図と写真は図番号とキャプションをつけ図の下に表示（写真も図とみなします）

表は、表の上に、番号を表示する

表-1 タイトル





