

各種制約下における耐震補強の検討（由比港高架橋）

中部地方整備局静岡国道事務所管理第二課 国土交通技官 伊藤 将宏

1 はじめに

一般国道1号由比港高架橋は昭和40年に由比漁港上に架設された橋長330mの橋梁であり、交通量約6万台/日と静岡県の東部と西部を結ぶ交通の要所となっている。また、第一次緊急輸送道路にも指定されており、地震で被災した場合には緊急輸送路が分断され、地域の社会・経済活動に大きな支障をきたす恐れがある。

道路橋の耐震補強は、兵庫県南部地震以降、昭和55年の道路橋示方書より古い基準を適用した橋梁の中から、緊急度の高い橋梁を優先的に進めている所であり、当該橋梁の耐震性能について照査した結果、耐震補強を実施することとなった。

本論文は、由比漁港、JR東海道本線等の周辺施設、漁業活動に配慮した施工期間といった各種制約下における由比港高架橋耐震補強の検討について報告するものである。

2 橋梁諸元

箇所	静岡県庵原郡由比町今宿
橋長	330m(15.0m+20@15.0m+15.0m)
幅員	7.25m
上部工形式	2径間連続RCラーメン橋 単純RC床版橋
下部工形式	2径間連続RCラーメン橋脚



図-1 位置図

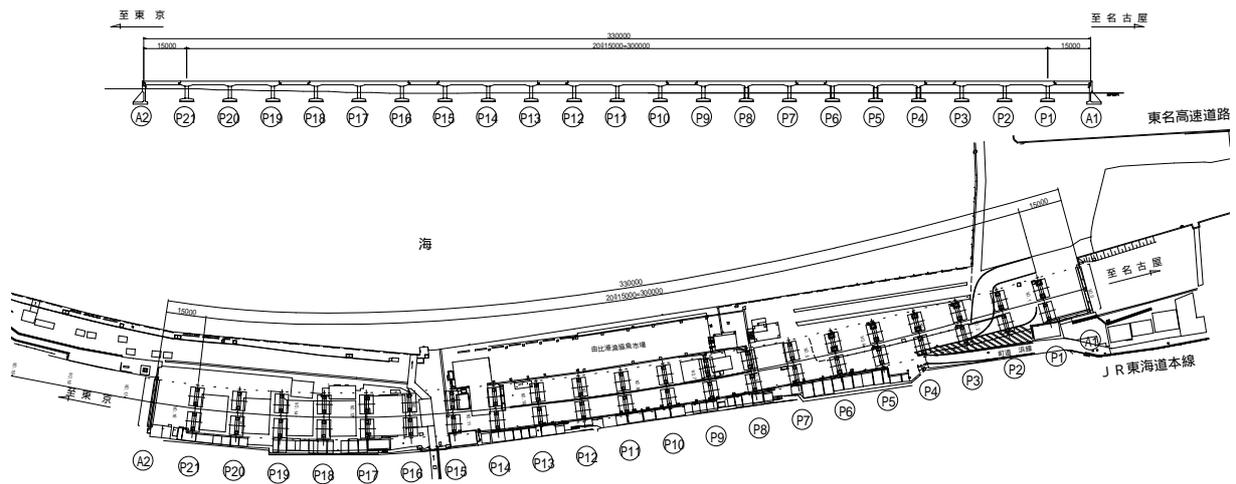


図-2 由比港高架橋 一般図

3 制約条件

3.1 現地調査

耐震補強設計および漁業施設の移設設計を行う基礎資料を得る事を目的として、次に挙げる3項目について重点を置き現地調査を実施した。

漁業活動調査

由比漁港の漁港施設及び道路、駐車場の使用状況を確認するためビデオカメラ等を使用し調査を実施した。

漁港施設調査

施工時に支障となる漁港施設の形状等を把握するために実施した。

調査は、一次調査として施設平面図等を作成するため、高架下の全施設についての形状とその使用状況調査を実施した。二次調査では、移転費用を算出するため、施工時に支障となる漁港施設の構造調査、倉庫等の動産の種類・数量の調査を実施した。

地下埋設物調査

耐震補強を行う上で影響があると考えられる地下埋設物について、その正確な位置と基礎形状を把握するため実施した。

3.2 調査結果及び制約条件

現地調査等の結果による制約条件と橋脚との位置関係を図-3に示す。

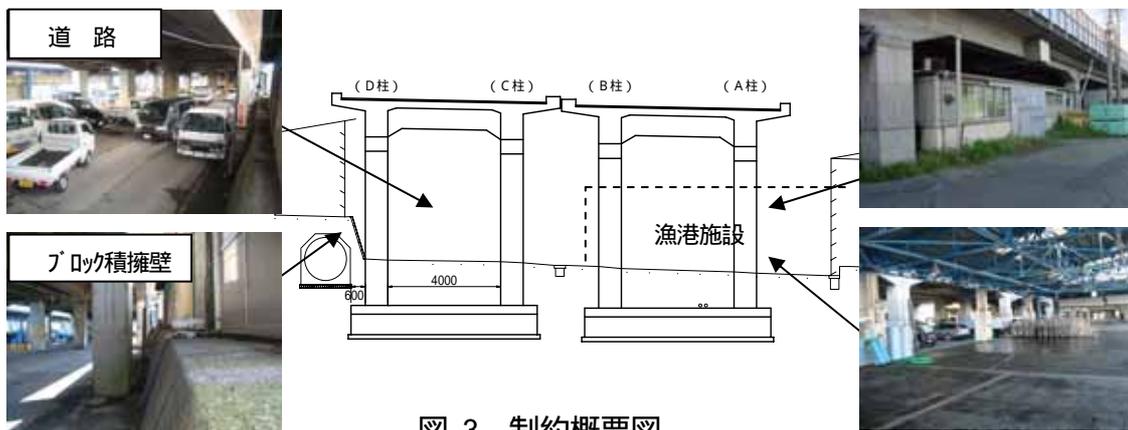


図-3 制約概要図

漁港施設

高架下には多数の漁港施設等の物件が存在し、既設高架橋施工時に高架下の空間を漁港施設として使用できる覚書きを漁港組合と結んでおり、支障となる漁港施設等の移転に多大な費用が発生する。

また、漁港施設では漁船の荷揚げからせりに至るまでの漁業活動が行われている。特に桜海老漁時においては漁業施設周辺が大変混雑するため、その期間での施工は、漁業活動に支障をきたす恐れがある。

道路

桁下を縦走する道路は、現況においてもすれ違いが困難な状況であり、朝夕は通勤に、昼間は主に漁業活動に使用されており、工事により道路を通行止めにした場合は漁業活動に支障をきたす恐れがある。

ブロック積擁壁

ブロック積擁壁に埋設された工業用水道管(1500)と橋脚との離隔が600mm程度しかなく、水道管に影響がないようにブロック積擁壁を取り壊す事が不可能である。

4 耐震補強工法の検討

4.1 耐震補強工法の抽出

以上の当該橋梁の有する制約条件を踏まえ、表-1 に挙げる一般的に採用が考えられる補強工法に加え、新技術・新工法を取り入れた4工法より最適な工法を選定した。

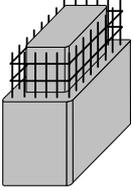
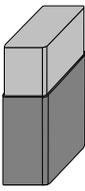
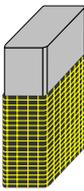
	コンクリート巻立て補強	鋼板巻立て補強	炭素繊維巻立て補強	一面耐震補強
概要図				
構造	・橋脚を取り囲むように鉄筋を配置しコンクリートを打設する。	・橋脚を取り囲むように鋼板を設置し、現場溶接により鋼板を接合する。橋脚と鋼板の隙間には無収縮珪砂を充填する。	・橋脚表面にエポキシ樹脂等の接着材を使って、炭素繊維シートを水平方向に巻立てる。	・橋脚の一面側だけに鋼板を張り付け、内部に補強鉄筋を挿入する。橋脚と鋼板の隙間には樹脂を充填する。
特徴	・重量及び厚さの増加が大きい。 ・柱間隔が狭くなる。 ・鉄筋の飛びが必要となる。 ・新旧材料の一体化が必要である。	・重量の増加は比較的小さい。 ・溶接部の品質が技能・天候の影響を受ける。 ・鋼板の防食に定期的な塗装補修が必要となる。	・重量の増加がほとんどない。 ・腐食しないため維持管理が容易である。 ・繊維に傷がつくと容易に破断する。	・柱一面が露出しては施工可能。 ・重量の増加は比較的小さい。 ・鋼板の防食に定期的な塗装補修が必要となる。
施工性	・配筋、型枠、コンクリート打設、養生等工程が多い。 ・新旧材料の一体化が必要である。 ・ひび割れの発生に注意が必要である。 ・広い足場が必要である。	・溶接部の品質管理が重要である。 ・チェーンロックや小型ルン等の揚重機が必要。 ・球形充填時の鋼板のはらみ出しに注意する必要がある。 ・高所作業車での作業が可能である。	・重機を必要とせず手作業で施工できる。 ・狭隙箇所でも施工できる。 ・躯体形状の変化に柔軟に対処できる。 ・エポキシの表面処理や樹脂硬化中の養生を確実に行う必要がある。	・チェーンロックや小型ルン等の揚重機が必要。 ・補強鉄筋と干渉しないよう、既設橋脚の鉄筋位置を把握する必要がある。 ・鋼板の孔開けは、補強鉄筋設置位置に合わせて行う必要がある。
工期	57日/本	62日/本(鋼板工場加工28日を含む)	39日/本	53日/本(鋼板工場加工11日を含む)
補強厚	250mm	36mm	20mm	60mm
経済性(直工費)	1,440千円/本(=1.00)	2,450千円/本(=1.70)	2,650千円/本(=1.84)	3,550千円/本(=2.47)

表-1 補強工法の比較

4.2 一面耐震補強工法

柱の一面よりコアボーリングによる削孔を行い、補強鉄筋を挿入しグラウト注入により既存RC橋脚と一体化を図り補強鉄筋挿入方向のせん断補強を行う。次に補強鉄筋に補強鋼板を取り付け樹脂系の接着剤により既設橋脚と一体化する事で補強鉄筋挿入直交方向のせん断補強を行うものである。現在の所、その適用箇所が特異であるため、道路橋での施工例はなく、主に鉄道橋の耐震補強に使用されている。



図-4 一面耐震補強工法のイメージ

4.3 トータルコスト

当該箇所は、施工時に支障となる施設が多いため、補強工法により移転補償費が大きく変化する。よって補強工事費とその実施に伴う移転補償費との総合的な関連を図-5のグラフにより整理し、トータルコストが最小となるよう検討を行った。

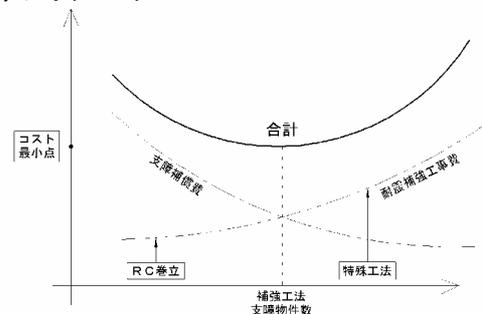


図-5 コストグラフ

4.4 補強工法の選定

各補強工法の特徴の整理及び補償費等の算出結果より、図-6のフローを作成し工法を選定した。既に耐震補強が終了している橋脚をのぞき、第3節により抽出した制約条件より次にあげる2タイプの箇所に整理されるため、各々の条件にあった補強工法を採用した。

漁港施設と近接する橋脚柱

漁港施設との離隔が狭隘で、足場の設置範囲が限定され、重機の近接もできない状況である。

よって、人力での施工が可能であり、施工による影響範囲が小さくでき、巻立て厚が20mm程度と薄く完了後の躯体による影響範囲も小さくできる炭素繊維巻立て補強工法とした。

ブロック積擁壁と近接する橋脚柱

工業用水道管を防護してのブロック積擁壁の取り壊しができないため、柱4面に対する補強ができない状況である。よって、道路側の一面からの施工で補強が可能である一面耐震補強工法とした。

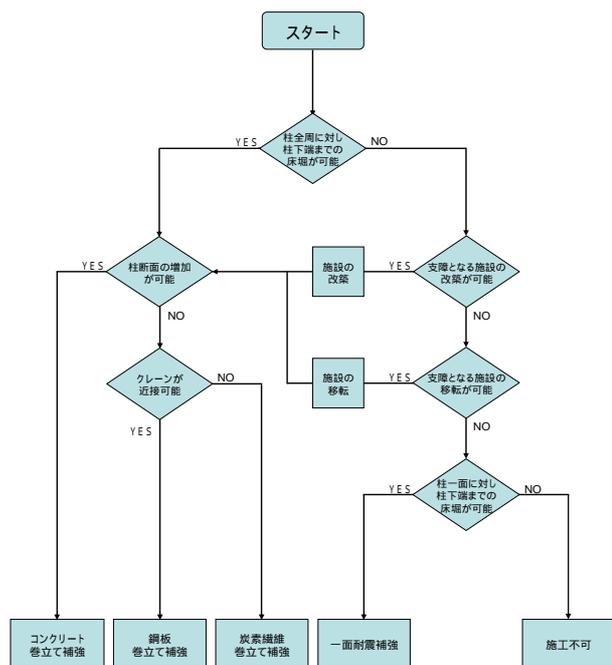


図-6 施工フロー図

5 施工計画

漁業活動、道路等制約条件に対し、施工計画を行う上での留意点を下記に示す。

耐震補強3箇年プログラムにより平成19年度完成とする。

施工時期を桜海老漁休漁期とする。

道路と近接する橋脚の施工については、昼間は交通解放する為夜間施工とする。

一面耐震補強工法は鋼板の納入時期を考慮し、最終年度実施とする。

6 コスト縮減

本検討結果により採用した工法と、従来工法として鋼板巻立て補強工法を採用した場合の比較表を表-2に示す。新工法を採用し漁港等周辺施設への影響を少なくした結果、当初は完全ではなかった工業用水道管への影響をなくす事ができ、約1.9億円のコスト縮減が図られた。

	従来工法	採用工法	効果
橋脚補強	・鋼板巻立て補強 柱72本	・炭素繊維巻立て補強 柱62本 ・一面耐震補強 柱10本	・漁港施設への影響を最小とし移転に關わる費用を軽減した。 ・工業用水道管が埋設されたブロック積み擁壁への影響をなくした。
概算工事費	265百万円	300百万円	
漁港施設	・漁港施設51件を移転	・完全移転はなし ・施工時期に動産を移転	
概算工事費	282百万円	56百万円	
合計	547百万円 (=1.0)	356百万円 (=0.65)	コスト縮減額191百万円

表-2 補強工法比較表

7 まとめ

今回の検討により、周辺施設・施工期間等の制約条件に対し、新工法を採用し周辺施設への影響を軽減した事で、移転補償費を抑え大幅なコスト縮減が図られた。

高架下は、道路や占用物件等に供用している場合が多く、それらの施設が橋脚に近接している場合も多い為、様々な耐震補強工法が開発されているが、柱の一面のみの施工で補強可能な工法は一面耐震補強工法以外ない。しかし、現段階では、適用できる橋脚の種類等に制限があるため、今後は各種橋脚に対応できるよう技術開発が望まれる。