

# 27 その他

## 重交通路線下における閉断面リブ鋼床版の 下面対策工による予防保全について

日本橋梁建設土木施工管理技士会

日本橋梁株式会社

主任技術者

照査技術者

能見 和宏 ○ 竹内 正一

### 1. はじめに

近年都市部においては高速道路網の進化にともない交通量が増大し、橋梁等構造物の耐久性確保のための大規模更新事業に注目が集まっている。とりわけ鋼床版を有する鋼橋では、デッキプレートと閉断面リブ（以下、Uリブという）の溶接ビードに生じる疲労き裂など、様々な鋼床版溶接部の疲労き裂損傷が顕在化している。

対象とする橋梁（岸P6～岸P9本線橋：鋼3径間連続鋼床版箱桁橋、橋長254m、幅員20.3m）は、阪神高速道路の交通の要所となる天保山ジャンクションに程近い5号湾岸線天保山大橋のアプローチ部に位置する。本工事は鋼床版のUリブに生じる疲労き裂を未然に防止するための予防保全工事として、供用路線の交通規制をせず鋼床版下面から補強する工事である。施工位置を（図-1）に示す。

鋼床版下面対策工法として、本工事では「Uリブ切断当て板工法」と「モルタル充填当て板工法」（以下、「当て板」を省略）を採用した。前者はUリブを鋼床版との溶接部付近で切断し、切断部に



図-1 施工位置

L断面の鋳鉄当て板を取り付けて補強するものである。後者はUリブ側面に鋼板当て板を予め設置し、Uリブ内に軽量膨張モルタルを充填して補強する工法である。補強箇所は鋼床版断面のうち現地損傷状況および、交通レーンを考慮した大型車両の輪荷重直下のUリブ（31本中10本）を抽出し、主に箱桁外面をUリブ切断工法、箱桁内面をモルタル充填工法で補強することとした（図-2）。

工事概要

- (1) 工事名：鋼床版大規模修繕工事（2020-岸）
- (2) 発注者：阪神高速道路株式会社
- (3) 工事場所：大阪市港区港晴5丁目～築港3丁目付近

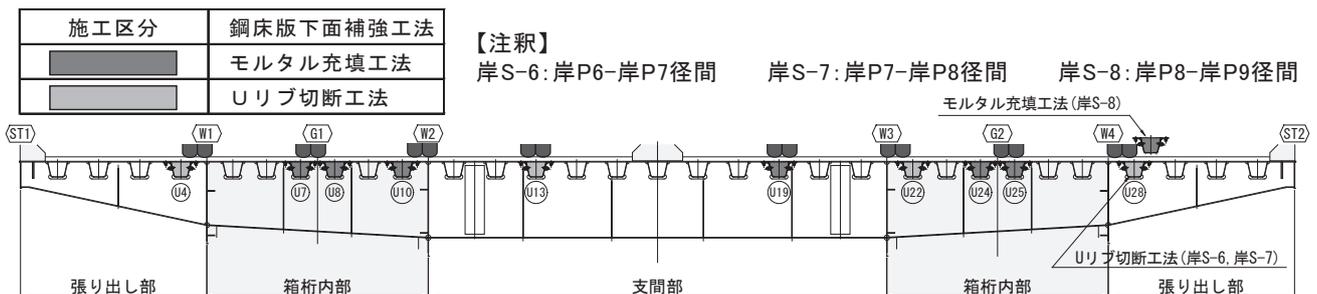


図-2 鋼床版補強断面（対象Uリブ位置）

(4) 工期：令和2年12月10日～  
令和5年4月28日

## 2. 本現場の特殊条件に適合するための課題

本現場での鋼床版下面対策工法のうち、モルタル充填工法を施工するための課題を以下に示す。

### (1) 難しい路下条件での施工

対象の橋梁は、桁下高さが30m以上の高い位置にあること、路下が安治川（天保山運河）であるため、船舶の往来や係留があり第三者への配慮が必要であることから、溶接用機材やモルタル充填用のプラント設備の設置に必要な施工ヤードが対象となる橋梁の直下に配置ができないこと、これにともない施工位置直下からの資機材の搬入・搬出のための吊上げ作業が困難であることが課題となった（図-3）。



図-3 施工区間（岸P6-岸P9）全景

### (2) 小規模充填区間の充填管理

モルタル充填工法は、過年度の施工実験結果に基づいたモルタル材料、流量、圧送速度及び排出量などを、実工事で忠実に再現することでUリブ内部への確実な充填を担保する工法である。過年度実験データは殆どが10m程度の一般部への充填であり、充填区画には充填口1箇所と空気孔3箇所

を配置した構造となっている（図-4）。今回対象となる橋梁は、連結部のUリブを現場溶接にて取り付けるタイプであり、かつ一般部側のUリブ内部に密閉ダイアフラムを有する構造である。そのため、この連結部が700mm程度の小規模充填区間となり、この区間に充填口1箇所と空気孔3箇所を配置することが不可能であることから、充填口と空気孔の配置の検討が必要となった。また極めて少量のモルタル充填量であるため、一般部と同一の流量、圧送速度とした場合に、一般部と同様の施工によりモルタルがUリブ内へ確実に充填できるかどうかの判断基準が明確ではなかった。加えて一般部では空気孔3からのモルタル排出量20ℓ以上と空気孔1からの同排出量5ℓ以上をもって充填完了とするが、小規模区間では約42ℓの充填量に対して25ℓ以上のモルタル排出を余儀なくされることから、使用するモルタルのロス率を軽減することが課題となった。

### (3) Uリブ間隔が狭隘な箇所への対応

本工法の開発にあたっては、統計的に幅広く適用できるよう部材サイズを決めていたが、本橋では開発時の想定を越えた狭隘な箇所があり、隣り合う当て板同士が干渉し合うため、一部で当て板が収まらないことが判明した。したがって、この区間に適合する当て板の新たな設計が課題となった。

## 3. 工夫・改善点と適用結果

### (1) 資機材取り込み方法の工夫

対象となる岸P6～岸P9本線橋には、橋梁の側方に16号大阪港線から5号湾岸線へ進入する渡り路線（入路）が存在し、幅4.25mの導流帯（ゼブ

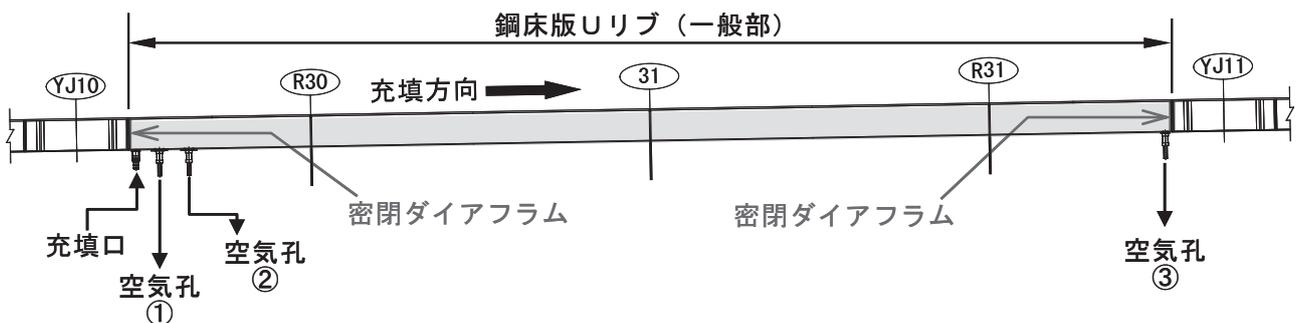


図-4 モルタル充填工法（一般部）充填器具配置図

ラゾーン)を有することから、この部分を資材の搬入出や機材類の設置スペースとして規制帯(固定規制)の使用許可を取得した。しかしながらこの固定規制は、阪神高速の一般車両通行帯に近接し、通行安全上の観点から工事用車両出入口が進入口1箇所、出口1箇所のみとなり、固定規制内での車両の離合ができないこととなった。これにより溶接用機材、モルタル充填用プラント設備、当て板や補強材の搬入はすべて積載量4t以下のトラックに搭載し、当日の作業量や退出予定時間を調整して施工日毎に搬入順序を取り決めることとした(図-5)。



図-5 固定規制帯

固定規制内では前述の車両の離合問題、並びに保安上の指導により工事に使用する資機材の常設や仮置きができない。そのため、汎用型の吊り足場に比べて耐荷力が大きく、資材を仮置きすることが可能な足場を検討した。結果、岸P7と岸P8の橋脚張り出し部の端部に、固定規制から施工対象側に進入する出入口を設置し、両橋脚の側部に先行施工式フロア型システム吊り足場「クイックデッキ」(最大積載荷重350kg/m<sup>2</sup>) (図-6)を設置して資材の仮置場所を構築した。

クイックデッキは資材仮置場のほか、チェーンピッチが2.5mであり施工スペースが広くできるほか、設置後のフロア部に大きな段差が生じないことから橋軸方向に設置し、仮置場から施工位置までの荷役台車の通路としても使用した(図-7)。

(2) 実物大模擬実験による小規模充填区間の対応  
着手前調査の結果、小規模充填区間は連結部の700mm区間だけでなく、鋼床版上のマンホール

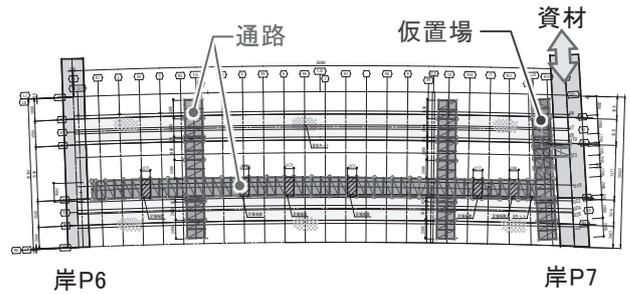
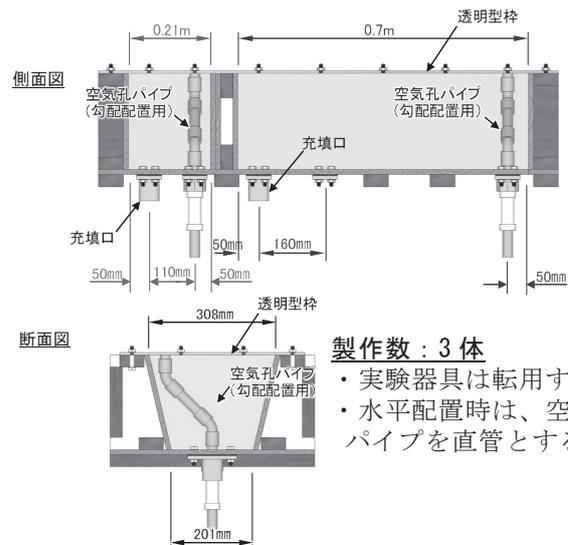


図-6 クイックデッキ配置図(岸P6~岸P7)



図-7 クイックデッキ通路



製作数: 3体

- ・実験器具は転用する。
- ・水平配置時は、空気孔パイプを直管とする。



図-8 実物大模擬実験器具

(700mm)や用途不明の極小規模区間(210mm)の存在も明らかになった。これにより充填器具は、設置スペースの制約から充填口1箇所、空気孔1箇所とし、700mmと210mm区間を同時に実験できる実物大模擬実験器具を作成した(図-8)。

実物大模擬実験器具は天板に透明の亚克力板を配置し、内部を可視化することにより空気溜まりの残留状況を確認できるようにした。実験は当該橋梁の縦横断勾配に合わせた3%の勾配を付けたタイプと、実験器具を水平配置にし、より空気の排出が厳しくしたタイプの2通りで実施した。



210mm区間では、3%勾配配置と水平配置で両方も空隙幅Bが15mm以下であり、良好な結果が得られた。一方700mm区間においては、3%勾配配置では空隙幅Bの平均値がしきい値(図-9)に対して10%未満(9.6mm)、最大値が同25%(30mm)であったため、良好なモルタル充填が可能と判断できた。他方水平配置では、空隙幅Bの平均値が83mm、最大値が100mmとなり、しきい値内ではあるが空隙幅の最大値が3%勾配配置に対して約3.5倍大きくなること判った(-表-)。実験結果より、本施工での充填口及び空気孔の配置は実験器具と同様に、密閉ダイアフラム面から50mm以内にそれぞれの孔の中心を配置することとした(図-10)。

-表- 実物大模擬実験結果

0.7m 3%勾配配置	試験体①	試験体②	試験体③	平均値 (Σ/3)
位置	Uリブ中央	なし	Uリブ中央	↓
幅	B=30mm	B=0.0mm	B=27mm	B=9.6mm

0.7m 水平配置	試験体①	試験体②	試験体③	平均値 (Σ/2)
位置	Uリブ中央	Uリブ中央	エラー	↓
幅	B=100mm	B=65mm	-	B=83mm

本実験では他にモルタル充填速度、排出量を確認し、速度は流量計の読み値で10～15ℓ/分に設定、排出量は実験時における排出量の平均値から、1.0ℓ以上の排出を管理することとした。

### (3) 当て板の選択

モルタル充填工法では過年度の実験結果から、厚さ9mmの鋼板を曲げ加工し、当て板とすることを標準としていた。しかしながら並列に連続したUリブに対して当て板をおこなう本工事のケース

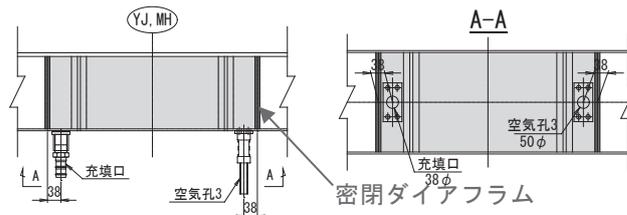


図-10 連結部充填器具配置図

では、隣合うUリブの隙間が220mmしかないため、曲げ加工を伴う鋼板当て板の場合、向かい合う当て板の上端部が干渉し、取付範囲に収まらないことから、当該箇所の当て板には、曲げ加工を伴わない鋳鉄当て板を採用し、鋼床版側のボルト位置をUリブに近い位置とすることで干渉を回避した(図-11)。

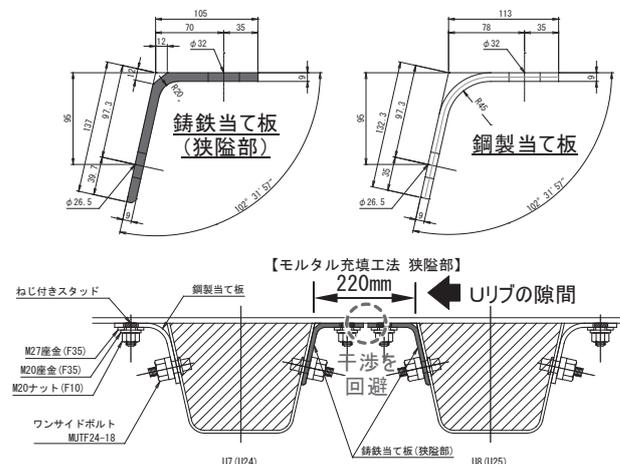


図-11 Uリブ隙間の鋳鉄当て板

## 4. おわりに

本工事は、10年以上の長期に渡る研究・開発を重ね、平成27年度の小規模施工実験、平成28年度の中規模施工実験(いずれも阪神高速5号湾岸線)によるデータの蓄積がベースにあり、これをもとに品質確保、安全施工にて工事を完成することができた。都市部における鋼床版橋梁は、今後も溶接部等の疲労き裂損傷を予防すべく保全工事を進めていかなければならず、本稿が鋼床版下面対策工法の普及への一助となれば幸いである。

本工事の施工にあたり、多大なるご指導をいただきました阪神高速道路株式会社の皆さま、並びに共同企業体としてご一緒させていただきました日立造船株式会社、日本ファブテック株式会社の皆さまに対しまして、厚くお礼申し上げます。