Ver.35min

「ケン・ブリッちくん」と行く保全工事の世界
～難条件を種々の工夫で乗り越えろ！～

保全委員会 保全東日本部会
【大口 真司，稲田 博史】

特別広報委員会
【ケン・ブリッち】

一般社団法人 日本橋梁建設協会
Japan Bridge Association

-はじめに-

　既に存在する構造物を対象とする補修・補強工事は，設計においても施工においても新設にはないさまざまな制約を受けることとなります。主なものとしては，対象構造物のインフラとしての機能を阻害しないための施工時間的な制約，対象構造物の構造および隣接構造物などによる施工スペース，空間的な制約，既設構造物の誤差や供用後の変形なども考慮する必要があるといった設計・製作的な制約などがあげられます。

　今回は，これらの制約が多く設計・施工的に非常に難条件であったものの，種々の工夫により無事施工した保全工事事例を，ケン・ブリッちんくんの見学とあわせて紹介します。

「ケン・ブリッちくん」の紹介

プロフィール

身長　：184cm

体重　：84kg

誕生日：8月4日

性別　：オス

役職　：橋建協　特別広報委員

性格　：人懐っこい

好物　：みかん、八ツ橋、はしまき

嫌い　：橋を傷つける行為、橋に落書きされること

橋(ハシ)を広(ヒロ)く広報(コウ)するハシビロコウ（鳥）

-今日行くところ-

①鋼製橋脚上部梁部の取替え

～限られた施工空間で一夜で取替るには～

②腐食した縦桁の上フランジ交換

～限られた時間内で効率よく交換したい～

③変形したトラス下弦材の取替え

～格点を跨いで下弦材を取替えできるか～

①鋼製橋脚上部梁部の取替え

～限られた施工空間で一夜で取替るには～

① 鋼製橋脚上部梁部の取替え

-工事概要-

・対象構造物・

鉄道系交通機関の三径間連続箱桁橋の中間支点に位置するＴ型鋼製脚。

・施工概要・

長年の供用により隅角部などに損傷が生じ，当て板などでは対応が困難となってきたため，隅角部を含む上部のＴ型梁部を取替えることとなった(一般図の上部添接部より上の着色部)。

対象橋脚一般図

① 鋼製橋脚上部梁部の取替え

-現場状況と施工条件-

・現場状況・

一般道および鉄道路線に挟まれた箇所に位置し，一般道側はビルが近接，鉄道路線側は廃線路を挟んで新幹線が近接。

・施工条件・

①当該線の運休は不可（運行に係る作業は夜間5時間程度）。
②新幹線運行中はクレーン等の作業は不可。
③一般道の一時的通行止めは可。ただし固定規制は不可。
④廃線部は使用可。
etc.

施工箇所周辺状況

これじゃベント立てられそうにないですね。。。両脇の施工スペースも狭くて，どうしたものか困りましたね。。。

① 鋼製橋脚上部梁部の取替え

-施工方法の検討-

・取替方法・

・立地条件よりベント設置不可

→橋脚下部にブラケットを取付け，そこから柱，梁部材を組み上げる脚廻りに梁取替え設備を設け，主桁のジャッキアップを行うとともに，施工空間も確保。

・梁部の撤去・架設方法

→梁取替え設備にプレントロリー設備を設け，梁部を吊上げ一般道側に横移動，一般道側に配置したクレーンに吊替えて搬出（架設は逆手順）を立案。

・一夜間での施工

→事前シミュレーションなどで確認。

全体施工フロー

① 鋼製橋脚上部梁部の取替え

梁取替え設備図

① 鋼製橋脚上部梁部の取替え

梁取替え設備の3Dモデル図

組立途中の梁取替え設備

なるほど！
ベント，梁を水平移動する設備，
それに足場も兼ねてるんですね。
この設置も大変そうです。

① 鋼製橋脚上部梁部の取替え

撤去要領図（クレーンへの吊替え～搬出トラックへの積込み）

① 鋼製橋脚上部梁部の取替え

・3Dモデルによる確認
→3Dレーザースキャナーにより作成した現地立体モデルに梁取替え設備，撤去，新設梁などを重ね合わせて施工時の確実性を検証。

⇓

一連の施工を再現した3Dシミュレーション動画 も作成。

⇓

関係者間の合意形成
（施工時の留意，注意点など）寄与。

① 鋼製橋脚上部梁部の取替え

① 鋼製橋脚上部梁部の取替え

・試験施工の実施

→実際の梁取替え設備，模擬梁を使用して，現地状況を再現した試験施工を実施。

試験施工は実際に配置予定のクレーン（オペ），作業員により実施。

⇓

- 施工要領変更の要否最終確認
- 各施工要領の施工性，安全性確認
- 施工手順の再確認，関係者間合意
- 取替え設備の精度，改良箇所の確認

あとは安全作業で間違いないように施工するのみ！

取替設備の地組，精度確認

模擬梁による横移動，吊替え等の施工性確認

試験施工状況

① 鋼製橋脚上部梁部の取替え

取替え当夜タイムスケジュール

① 鋼製橋脚上部梁部の取替え

①取替え当夜現場全景

②梁取替え設備の状況

③80t吊RCの配置

④新設橋脚搬入

① 鋼製橋脚上部梁部の取替え

トロリーで撤去脚部を吊上げ、添接部ばらし中
（梁取替え設備内で施工中）

① 鋼製橋脚上部梁部の取替え

① 鋼製橋脚上部梁部の取替え

撤去脚梁水平移動完了→80t吊ラフテレーンクレーンへの吊替え中

① 鋼製橋脚上部梁部の取替え

① 鋼製橋脚上部梁部の取替え

① 鋼製橋脚上部梁部の取替え

① 鋼製橋脚上部梁部の取替え

① 鋼製橋脚上部梁部の取替え

さっき見た
3Dシミュレーション動画と
ほぼ同じ動きをしてました。

① 鋼製橋脚上部梁部の取替え

新設橋脚梁の架設①

① 鋼製橋脚上部梁部の取替え

新設橋脚梁の架設②

架設のほうも，さっき見た3Dシミュレーション動画とほぼ一緒です。

① 鋼製橋脚上部梁部の取替え

梁取替え設備内の施工状況①

① 鋼製橋脚上部梁部の取替え

梁取替え設備内の施工状況②

① 鋼製橋脚上部梁部の取替え

・取替え当夜の施工は時間通りに無事完了。
・塗装も塗替えて施工完了。

実は，，，正直に言うと
本当にできるのか心配
だったんですが，，，，
お見事です！

-完了写真-

②腐食した縦桁の上フランジ交換

～限られた時間内で効率よく交換したい～

② 腐食した縦桁の上フランジ交換

-工事概要-

・対象構造物・

単純トラス（支間長31.6m×22連　複線鉄道橋）

・施工概要・

枕木から列車荷重を直接支持する縦桁上フランジに，腐食などの損傷が進行してきたため，縦桁上フランジ部の部分交換を行うことになった。既に何連かの施工を行っているが，施工連数が多い為にさらなる効率化が求められた。

橋梁一般図

現場状況写真

② 腐食した縦桁の上フランジ交換

-現場状況と施工条件-

・現場状況・

取り替える縦桁上に枕木が直接固定されている。軌道下での作業のため、クレーンは使用できない。

・施工条件・

当該線の運休は不可。縦桁交換作業は一夜間での施工（作業時間は約4時間）。

軌道工事もあるため，できるだけ縦桁交換作業の時間を短縮したい。

上には枕木，両脇には縦桁と作業空間は狭いうえ，列車を止めるわけにもいかない。
この現場も厄介です。。。

② 腐食した縦桁の上フランジ交換

-施工方法の検討・改良-

・基本的な交換施工手順

(1).事前作業

端部のリベット取替，縦桁腹板添接板の取付，水平切断，新設部材および取替設備の設置等，交換当夜の準備作業を行う。

施工前

添接板取受け・水平切断（事前作業）

全体施工フロー

② 腐食した縦桁の上フランジ交換

事前作業状況①

①施工前

②取替部　素地調整

③孔明け位置罫書き

④孔明け

② 腐食した縦桁の上フランジ交換

事前作業状況②

⑤添接板取付

⑥縦桁ウェブ　水平切断（夜間作業）

⑦仮上横構取付

⑧新設縦桁取込み（夜間作業）

② 腐食した縦桁の上フランジ交換

-施工方法の検討・改良-

・基本的な交換施工手順

(2)本作業（縦桁上フランジ部の交換）

軌道・枕木の打上～既設縦桁撤去，新設縦桁の設置，横構復旧，軌道復旧まで一夜間（4時間程度）で実施。

全体施工フロー

② 腐食した縦桁の上フランジ交換

-施工方法の検討・改良-

- 当初の方法

→撤去・新設する縦桁それぞれに交換設備を設置し，ブラケット上でジャッキアップ，横引きを行う。

⇒既設縦桁撤去，新設縦桁設置作業に**それぞれ30分必要**

② 腐食した縦桁の上フランジ交換

当初工法の施工状況

既設縦桁上フランジ部のスライド，撤去

新設縦桁上フランジ部スライド，取付け

② 腐食した縦桁の上フランジ交換

当初工法での当夜タイムスケジュール

② 腐食した縦桁の上フランジ交換

-施工方法の検討・改良-

- 改良した工法
  →撤去する縦桁，新設する縦桁に回転式の設備を設け，撤去と設置を同時並行で行う方式を立案。

- 撤去，設置が同時，調整も不要⇒大幅な作業時間短縮が可能

② 腐食した縦桁の上フランジ交換

- 試験施工の実施

実際の縦桁回転設備を使用して，試験施工を実施。
（枕木下の作業空間も再現）

⇓

- 設備の動作確認，施工手順の確認
- 設備の改良箇所の確認

試験施工状況

シミュレーションは大事だと僕も思います。

② 腐食した縦桁の上フランジ交換

改良工法の施工状況①

①交換前（新設側）

②縦桁回転（新設側）

③縦桁回転（既設側）

④回転完了（交換完了）

② 腐食した縦桁の上フランジ交換

改良工法の施工状況②

⑤添接板取付

⑥上横構取付

⑦交換完了

② 腐食した縦桁の上フランジ交換

縦桁取替　当夜タイムスケジュール

② 腐食した縦桁の上フランジ交換

素晴らしい！
工夫すればどんどん良く
なりますね。

③変形したトラス下弦材の取替え

～格点を跨いで下弦材を取替えできるか～

③ 変形したトラス下弦材の取替え

-工事概要-

・対象橋梁・

支間長77.5mの単純曲弦ワーレントラス。
リベットによる組合せ部材で構成された単線の鉄道橋。

・施工概要・

桁下の河川の増水による流下物が橋桁に衝突。格点を跨いで下弦材が大きく変形した。変形状態から加熱矯正などでの復元は不可能と判断され，変形部分の下弦材を取替えることとなった。

橋梁一般図

③ 変形したトラス下弦材の取替え

・損傷状況・

-全景写真-

ヒャー，す・す・すごい
変形しています。。。
しかも，ベントは簡単に
建てられそうにないうえ，
変形が格点を跨いでます。
どうしましょう。。。？

-下弦材の変形状況-

-格点部付近-

③ 変形したトラス下弦材の取替え

-施工方法の検討-

①ベント設置不可対応

→撤去下弦材部の横桁間に補強梁を設置，さらにPC鋼棒によりプレストレスを導入して下弦材切断時の応力解放による急激な変位を防止するとともに，トラス橋内に自立した架設桁を設置して格点部を吊り上げることでトラス全体の変形に対応する方法とした。

施工時補強概念図

③ 変形したトラス下弦材の取替え

-施工方法の検討-

②架設桁の設置

→架設桁は鈑桁形式の2主桁構造とした。当該橋梁手前の線路脇用地にて2パネルごとに地組みし，運休となっている当該線路上に自走台車を設置して架設地点まで運搬，橋梁上で連結した。スパンが70m以上になるため，たわみが非常大きく，レールとの間隔を考慮しながら施工。

-架設桁の架設ステップ概要-

-施工方法の検討-

③格点を跨いでの下弦材撤去

→リベットによる組合せ部材で構成された構造のため，格点ガセットの下弦材止めリベットのみ撤去すれば格点をばらすことなく（斜材，垂直材はそのまま）下弦材のみ撤去可能と判断。変形した格点ガセットは加熱矯正して再利用。

格点部の下弦材撤去方法

③ 変形したトラス下弦材の取替え

-下弦材取替えステップ-

新規下弦材は3分割構造。取替範囲の両側格点位置を片側ずつ取替え，最後に中間部材を架設。

STEP1：斜材側格点部下弦材切断

STEP2：斜材側格点部下弦材撤去，ガセット矯正

STEP3：斜材側格点部新規下弦材架設

STEP4：取替え範囲残り下弦材切断～撤去

STEP5：鉛直材格点部新規下弦材架設

STEP6：新規下弦材中間部材架設

下弦材取替えステップ

③ 変形したトラス下弦材の取替え

-施工状況-

-仮設補強材（PC鋼棒，補強梁）の設置-

-架設桁の設置-

③ 変形したトラス下弦材の取替え

-架設桁設置完了（全景）-

-架設桁からの吊上げ設備状況-

架設桁にかなりたわみが出てますが，ほぼ計算値通りですね。

③ 変形したトラス下弦材の取替え

下弦材の切断状況

切断後の部材のずれ

①上フランジ切断　②仮補強材取付　③両ウェブ切断

切断後の部材断面

切断手順

・切断時の急激な部材の振れを抑制する目的で上フランジを切断し仮補強材を取付けた後に両ウェブを切断。

怖いので隠れて見てました。

-下弦材の切断，撤去状況-

③ 変形したトラス下弦材の取替え

格点ガセットの加熱矯正

新下弦材の架設

①下弦材片側撤去　②変形ガセットの加熱 ③ジャッキによる矯正

加熱矯正手順

架設完了後のガセット部

想像よりきれいに戻りましたね！

-格点ガセットの加熱矯正～新設下弦材の架設-

③ 変形したトラス下弦材の取替え

下弦材の切断状況

新規下弦材の架設（２部材目）

新規下弦材の架設（３部材目）

-残り変形部の取替え-

ひとまず安心！

③ 変形したトラス下弦材の取替え

-完了（施工前→施工後）-

-おわりに-

　種々の難条件を色々な工夫により克服し，無事施工を行った現場を「ケン・ブリッちくん」と一緒に見ていただきました。
　これらには「鋼橋」だから可能な方法が多く含まれています。
　これからも「鋼橋」をよろしくお願いします。

「ケン・ブリッちくん」と行く保全工事の世界

～難条件を種々の工夫で乗り越えろ！～

【終】

ご清聴ありがとうございました。

一般社団法人 日本橋梁建設協会
Japan Bridge Association