

バングラデシュ・ジャムナ鉄道専用橋 上部工工事報告

～大河ジャムナ川に架かるアジア最大級の連続トラス鉄道橋～

海外事業委員会
【松永徳重，池田祥宜】



1

1. はじめに

2. 橋梁概要

3. 工事概要

4. 想定外の事象とその影響

・ 新型コロナ、ミャンマー政変等

5. トラス桁の製作

・ 基本計画、仮組立、現地製作工場等

6. トラス桁の輸送

・ 基本計画、部材荷姿、海上・国内輸送等

7. 現地架設工事

・ 架設方法、構造検討、掛け違い部、附属物設置等

8. おわりに

2

1. はじめに

3

1. はじめに

バングラデシュ人民共和国



首都：ダッカ(Dhaka)

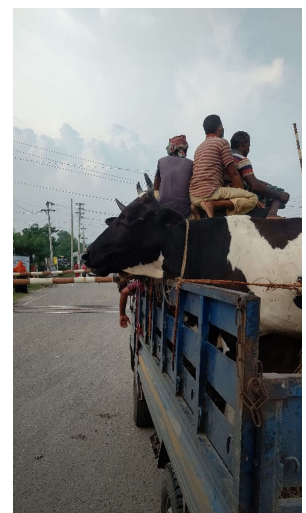
人口：約1億7360万人(日本の約140%)

国土：147,000km²(日本の約39%)

公用語：ベンガル語

宗教：イスラム教 約90%

ヒンドゥー教 約10%

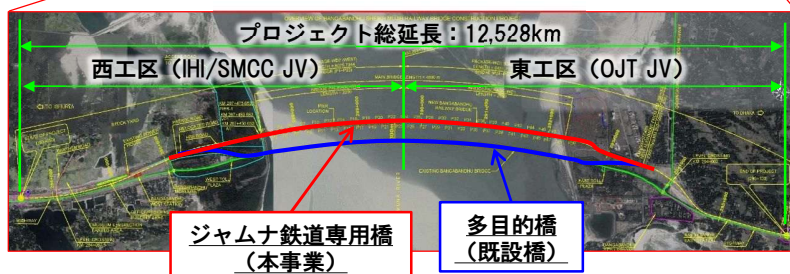


4

1. はじめに



1. はじめに



本事業の背景

- 既設橋は単線かつ20km/hの速度制限⇒物流のボトルネック
- 鉄道輸送需要への対応、安全性の改善、近隣諸国との輸送ネットワークの効率化

1. はじめに

完工写真（東工区より撮影）



2. 橋梁概要

3. 工事概要

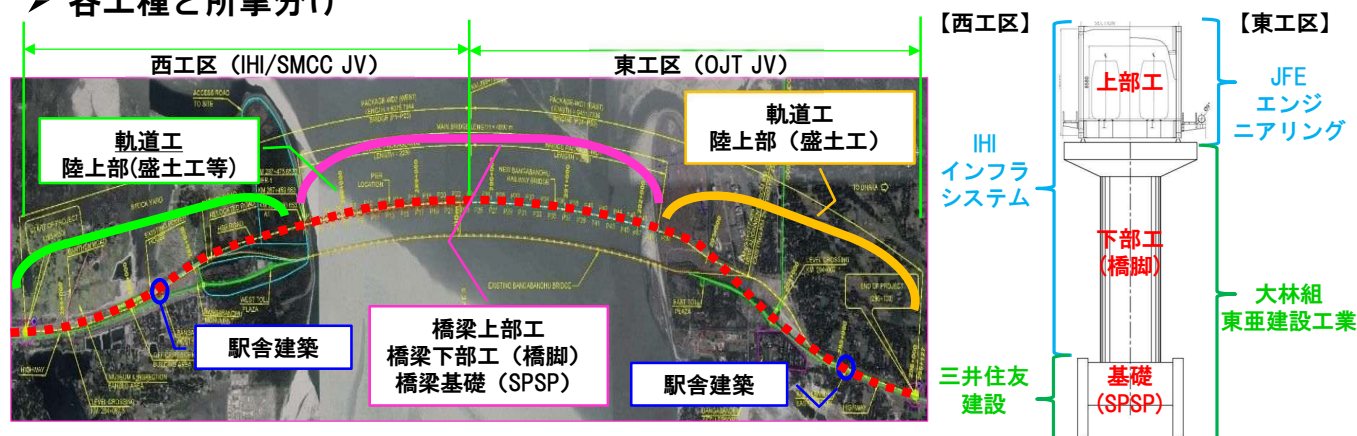
11

3. 工事概要

➤ 工事概要

工 事 名：バンガバンドゥ シェイク ムジブ鉄道橋建設事業
(東工区WD1工事/西工区WD2工事)
資 金：JICA一般円借款
発 注 者：バングラデシュ国鉄
エンジニア：(株)オリエンタルコンサルタンツグローバル, (株)長大
Development Design Consultants Ltd. (現地企業)
契 約 工 期：2020年8月～2024年8月

➤ 各工種と所掌分け



12

プロジェクト実施工程

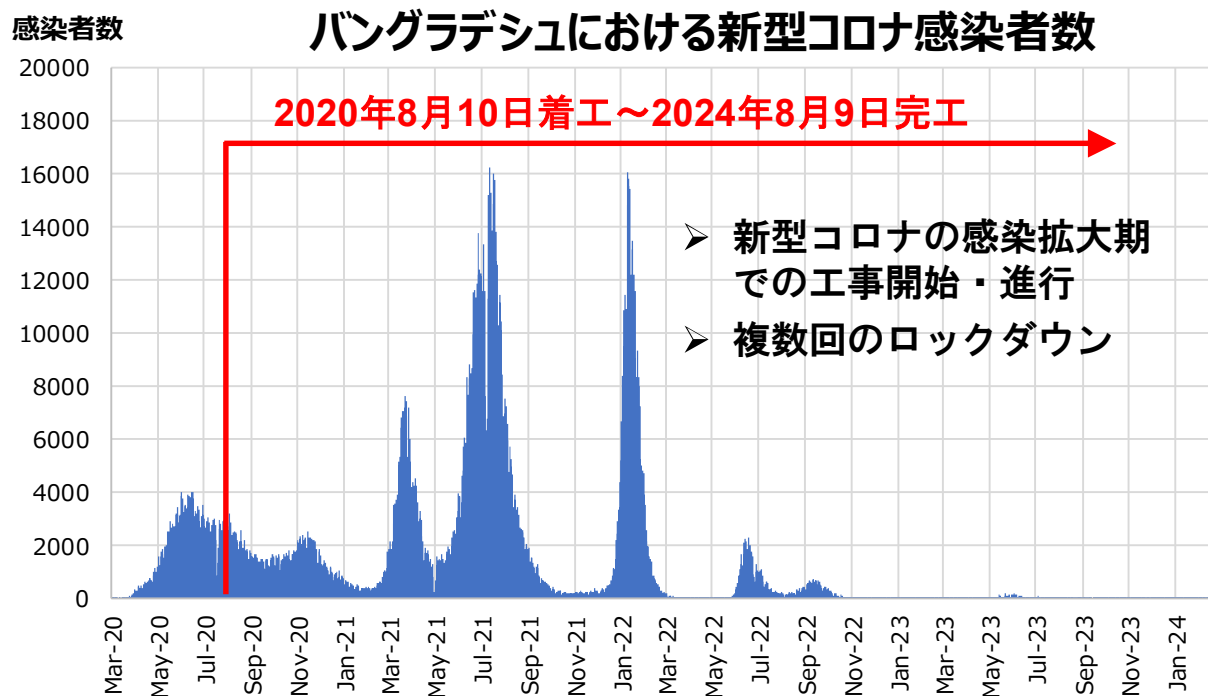


一般社団法人 日本橋梁建設協会
Japan Bridge Association

13

4. 想定外の事象とその影響

4.1 新型コロナ（COVID-19）



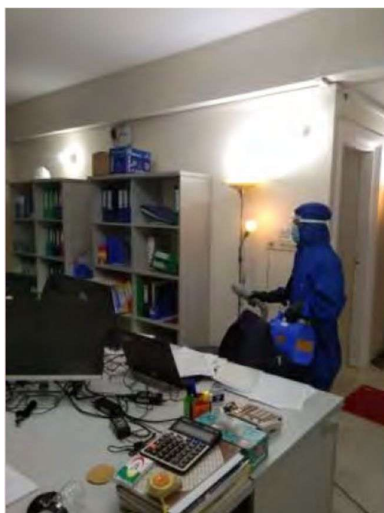
COVID-19 Dashboard for Bangladeshを基に作成

4. 想定外の事象とその影響

4.1 新型コロナ（COVID-19）

■対応

- ✓ 現地在住スタッフへの指示、管理にWeb会議ツール(リモート)を使用
- ✓ マスク着用、消毒の徹底、定期的なPCR検査、パーティション等
- ✓ 緊急時の病床確保



4. 想定外の事象とその影響

4.2 ミャンマーでの政変（2021年2月1日）

■事象：東工区

初回製作予定のType-Bトラス桁の製作用鋼材を乗せた第1船がミャンマー・ヤンゴン港に入港する直前に政変が発生

■対応

Type-B以外のType-A1、A3、A5の3橋をベトナムでの製作に切り替え

4.3 ロシアのウクライナ侵攻（2022年2月24日）

■事象

新型コロナパンデミックに伴う物価高騰に加えて、輸送費の高騰が顕著になった

■対応：東工区

最終製作ロットをベトナムでの製作からバングラデシュでの製作に切り替えて海上輸送を回避

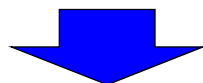
5. トラス桁の製作

5. トラス桁の製作

5.1 基本計画

■課題

約20,000tonのトラス桁の製作を工期内に完了する方策



(東工区)

複数の製作工場を起用し、製作工場の能力に応じた分担を計画

(西工区)

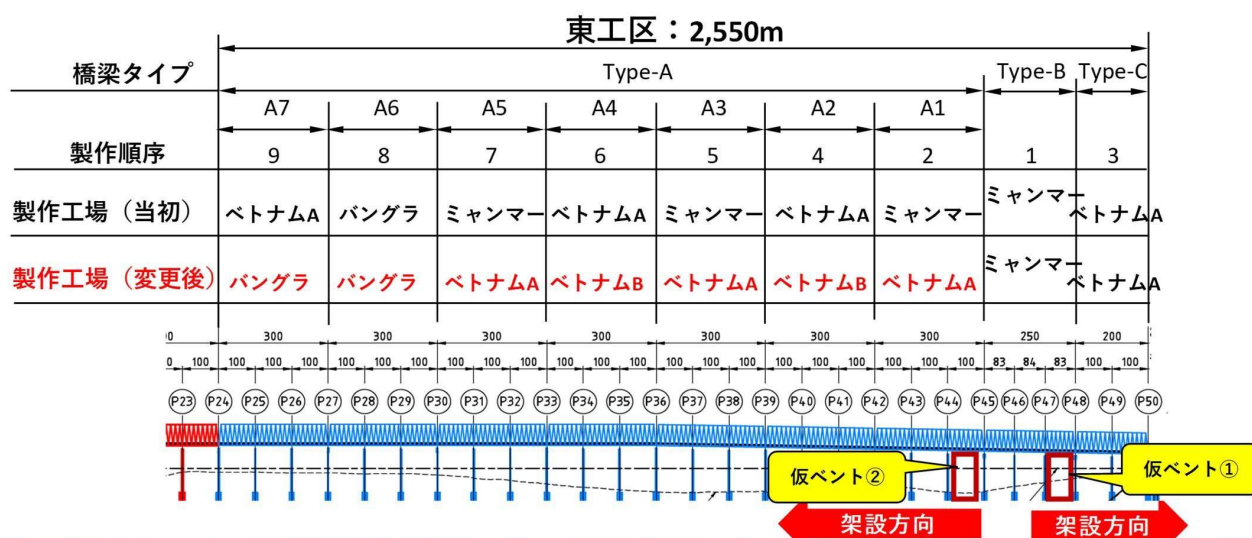
全量をベトナムの工場にて製作

5. トラス桁の製作

5.1 基本計画

■アプローチ (東工区)

- ✓ トラス桁の製作期間：約8ヶ月/スパン
- ✓ 海上・バングラデシュ国内輸送期間：約1～2ヶ月/スパン
- ✓ 現地架設計画：仮ベント①②を設置したスパンを起点に張出し架設

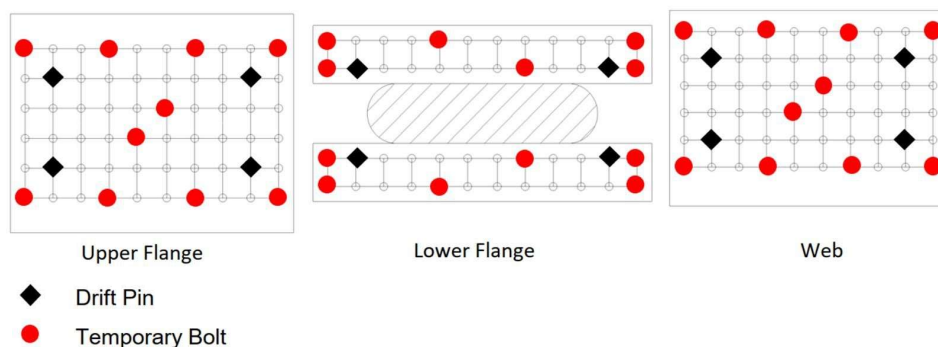


5. トラス桁の製作

5.2 製作条件（東工区）

複数の製作工場での品質確保のため、以下の統一条件を設定

- ①部材製作における**基準軸**の統一化
- ②**パイロットホール位置**の標準化
- ③部材管理システムにおける**名称の体系化**
- ④**品質管理書類の様式**統一化



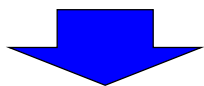
パイロットホール位置の一例

5. トラス桁の製作

5.3 組立精度の管理（東工区）

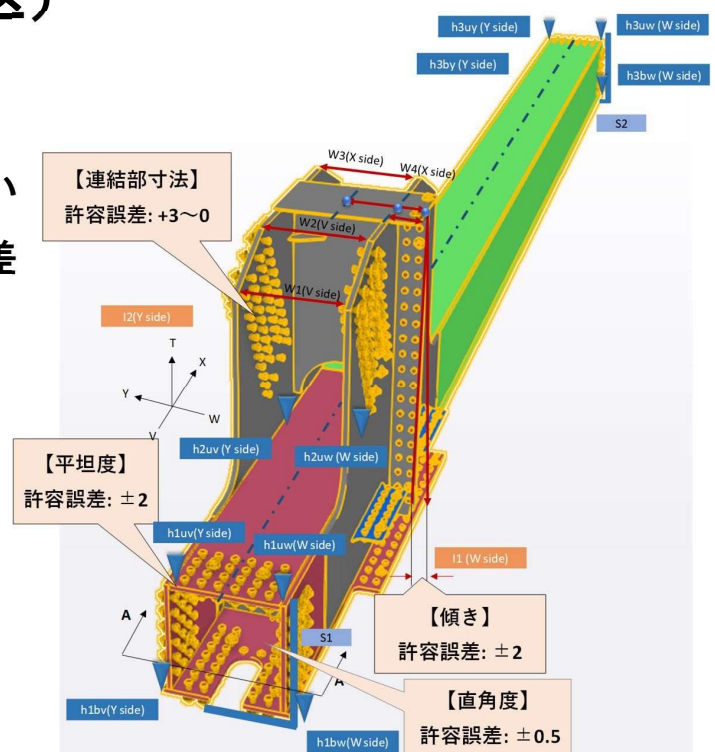
■ トラス橋における課題

- ✓ 部材数、部材間の接続箇所が多い
- ✓ 精度が許容値以下でも、その誤差が他の部材に派生



■ 対応

全体形状へ影響する主構（下弦材と上弦材）の精度管理に検査項目と管理値を新規追加



下弦材の検査項目と許容誤差

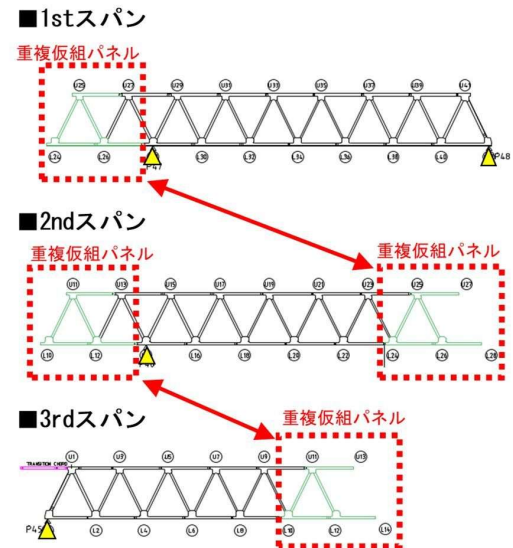
5. トラス桁の製作

5.4 仮組立

- ✓ 全体立体仮組を基本(精度確認)
- ✓ 製作工場の仮組場規模によっては**重複仮組**を実施



全体立体仮組の状況



分割スパンの重複仮組パネル

5. トラス桁の製作

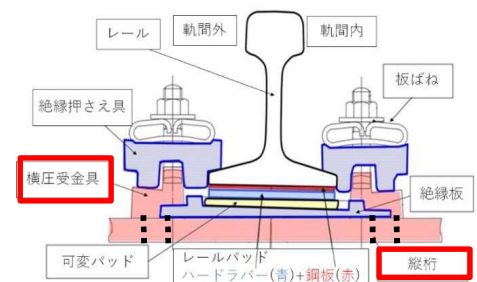
5.4 仮組立

■課題

鋼直結軌道の締結装置は高い設置精度が要求

■対応

締結装置固定ボルトの孔あけは仮組立時に実施



締結装置固定ボルト孔の検査状況

5. トラス桁の製作

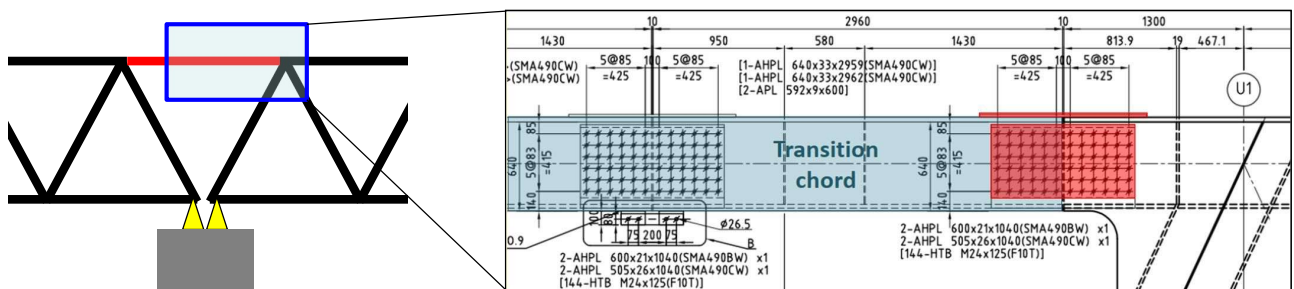
5.4 仮組立

■仮連結構についての課題

- ✓ 掛け違い部の「**仮連結構**」が製作工場の境界部
- ✓ 平面的な**角折れ**が張出し架設の精度に直結

■対応

- ✓ 座標を**一元管理**（各製作工場に展開）
- ✓ 製作精度を一般部要求値の**50%管理**（2倍の精度）
- ✓ 添接板取付孔の情報を**工場相互間で共有**



仮連結構の詳細

5. トラス桁の製作

5.5 現地製作工場の活用（東工区）

- ✓ バングラデシュ社会への貢献、技術移転、人材育成等を目的に全9橋中1橋についてバングラデシュの製作工場を起用
- ✓ 輸送費高騰への対応のため、Type-A6、A7の2橋連続製作に変更
⇒バングラデシュ国内の製作工場所有の2工場を併用
⇒仮組場を橋長300mに対応できるよう拡張



6. トラス桁の輸送

27

6. トラス桁の輸送

6.1 基本計画（東工区）

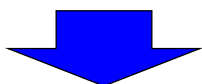
■課題

①部材損傷リスクの最小化

- ✓ 輸送中の致命的な部材損傷は工期遅延に直結

②輸送効率の最大化

- ✓ 膨大な輸送数量（約70,000 FT）
- ✓ トラス橋は部材数が多く、部材形状が複雑
- ✓ バングラデシュ最大の港「チッタゴン港」は、入港船の沖待ちが常態化



■対応

- ✓ 輸送荷姿の検討と専用輸送架台の製作
- ✓ 河川輸送(ベトナムおよびミャンマーから)、陸上輸送(バングラデシュ国内製作工場から)の使い分け
- ✓ 台船輸送可能な「モングラ港(バングラデシュ国第二)」の使用

6. トラス桁の輸送

6.1 基本計画（東工区）



海上輸送の経路

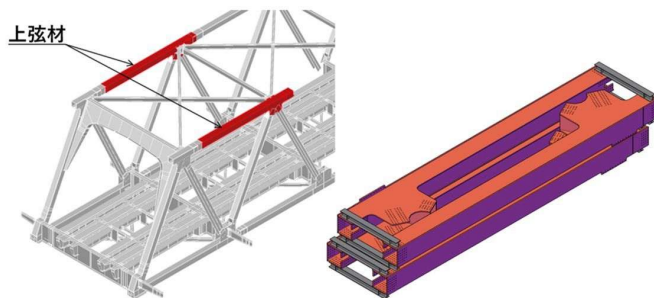


バングラデシュ国内輸送の経路

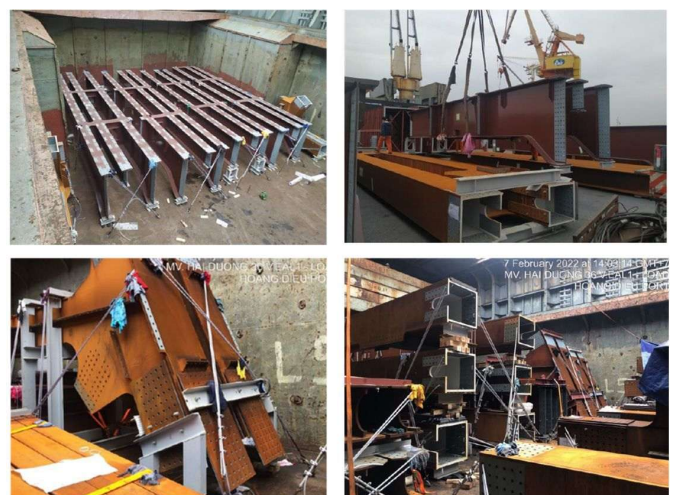
6. トラス桁の輸送

6.2 部材荷姿・固縛（東工区）

- ✓ 輸送時荷姿・部材の積込み配置・固縛方法を検討
- ✓ 荷役時には第三者機関の検査員を採用し、毎出荷時立ち会いを実施



上弦材の荷姿例

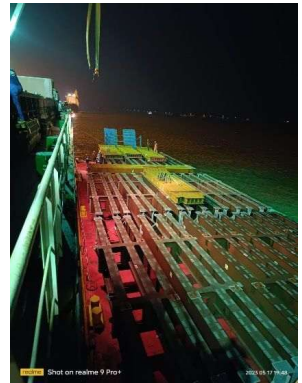
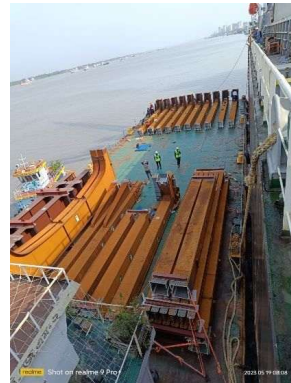
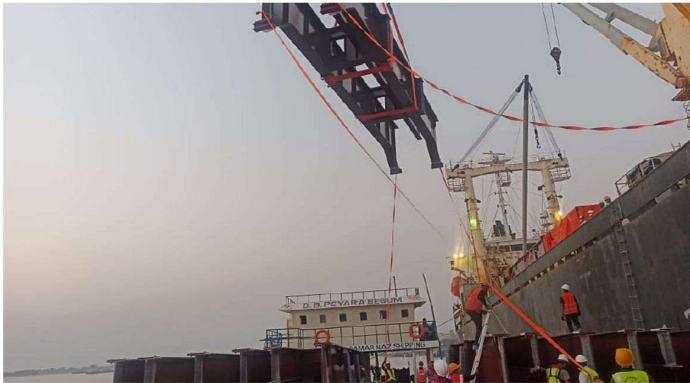


海上輸送船舶内の部材固縛状況

6. トラス桁の輸送

6.3 海上輸送及び通関（東工区）

- ✓ 新型コロナの影響により在来船確保が困難
- ✓ 船会社との契約見直し⇒合計11船の在来船を手配
- ✓ 入港後は別途手配した台船に直接積替え
- ✓ その後、台船への積替え中に輸入通関を完了



本船から台船への積替え作業状況

6. トラス桁の輸送

6.4 バングラデシュ国内輸送

(1) 河川輸送

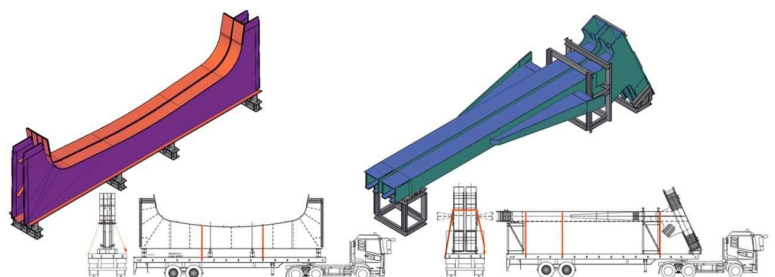
- ✓ 約420kmを約2週間掛けて台船輸送
- ✓ 輸送中の台船所在地はGPSで追跡

(2) 陸上輸送

- ✓ 約340kmを1日半でトレーラー輸送
- ✓ 橋門構や端部斜材等は、輸送架台を用いて積載状態を安定化



台船による河川輸送状況



部材のトレーラー積載例

7. 現地架設工事

33

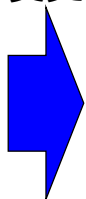
7. 現地架設工事

7.1 架設方法（東工区）

- ✓ 入札段階の検討はトラベラークレーンによる張出し架設
- ✓ 任意架設のためクレーン台船からの張出し架設を選択
（コスト縮減、作業の効率化による工期短縮）



変更



出所：一般社団法人 日本橋梁建設協会HPより

トラベラークレーンによる張出し架設の例

クレーン台船による張出し架設

7. 現地架設工事

7.1 架設方法（東工区）

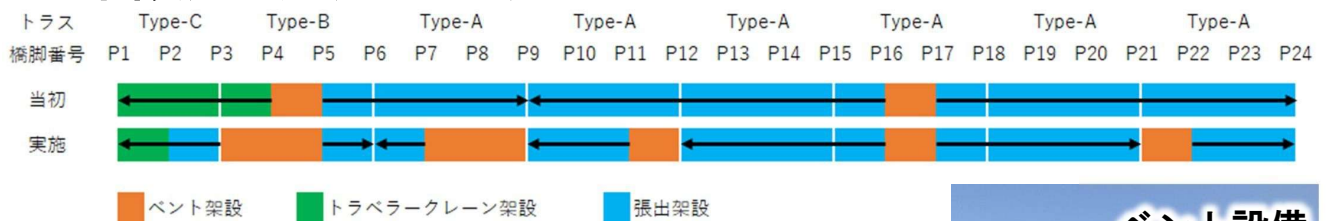
- ✓ トラス主構の先行架設（縦桁は後追い架設）
⇒張出し時の**スパン重量の軽減**、**補強の最小化**、**安定性向上**
- ✓ 3班体制の実施(①脚上設備設置班、②トラス主構架設班、③縦桁架設班)
⇒**作業の効率化**



橋梁架設の船団配置状況

7. 現地架設工事

7.1 架設方法（西工区）



- ✓ 現地架設工程の遅延対策

- ➡
- ・ ベント架設箇所を2スパンから **7スパン**へ
 - ・ トラベラーによる架設をP2-P1の **1スパン**のみ
 - ・ 架設チームを **最大7チーム**動員



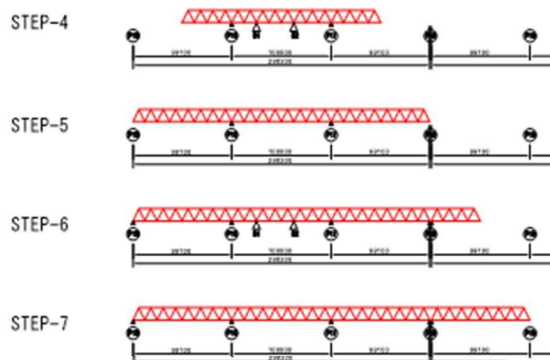
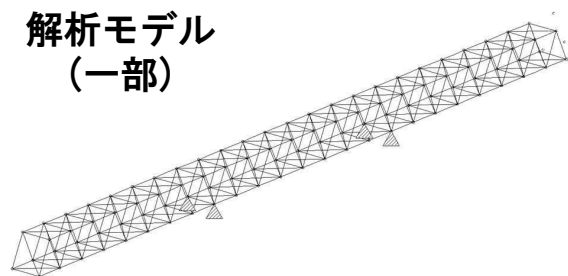
7. 現地架設工事

7.2 架設を考慮した構造検討

(1)解析概要

荷重条件	鋼重、足場荷重
解析ケース	(1)架設時 (2)風荷重作用時 (風上：3.0kN/m ² 、風下：2.0kN/m ²) (3)地震時(kh=0.10)
算出結果	最大主構断面力 最大支点反力(橋脚上、ベント支点上) 張出先端変位

解析モデル
(一部)



解析ステップ(抜粋)

- ↓
- (i) トラス橋の弦材、添接板の補強(板厚、材質UP)の有無
 - (ii) 下弦材連結構に関する構造検討
 - (iii) 仮受・ジャッキアップ支点の構造検討
 - (iv) 支点部ジャッキアップ量の算出(張出先端のたわみ解消)

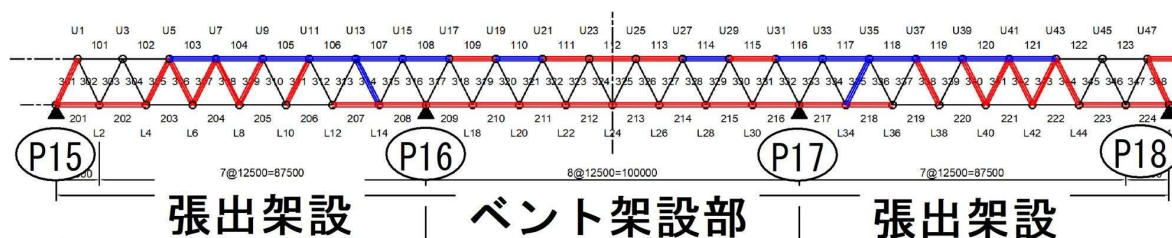
7. 現地架設工事

7.2 架設を考慮した構造検討

(2)架設工法の変更に伴う補強の検討

例：P16-P17ベント架設後、P15、P18側に張出架設の場合
⇒両側張出時は片側張出時よりも大きな断面力が発生

- ✓ ベント架設部の下弦材に圧縮力発生⇒部材断面を再照査
- ✓ 張出架設部の上弦材に引張力発生⇒連結部(SPL)の再照査



赤:部材断面再照査 青:断面照査OK、連結部再照査
上記以外:照査OK

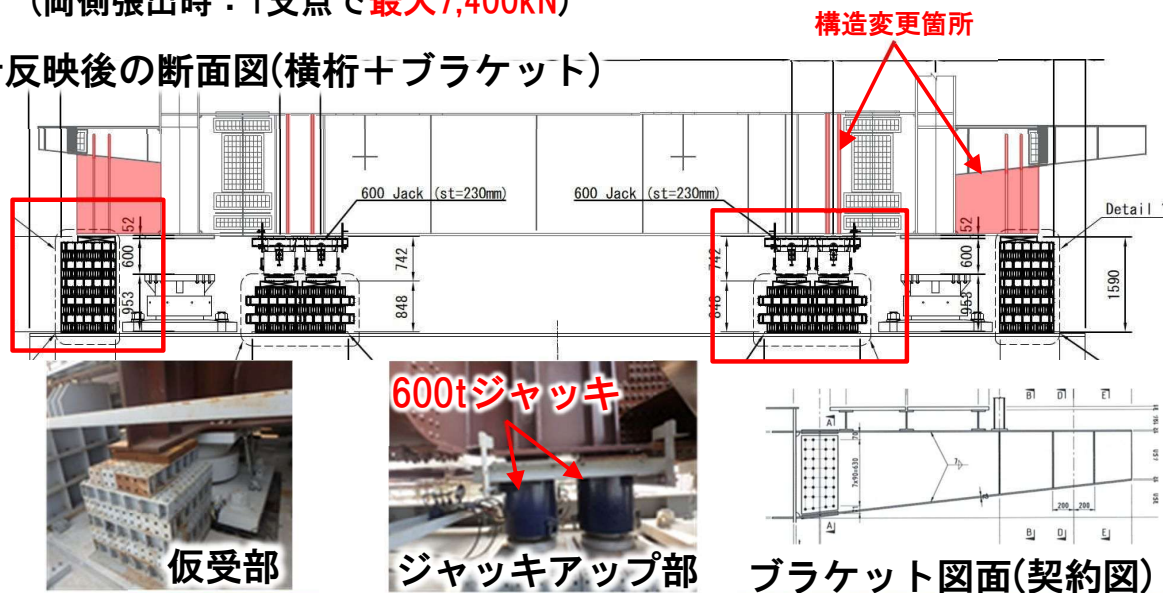
7. 現地架設工事

7.2 架設を考慮した構造検討

(3) 仮受支点、ジャッキアップ支点の構造検討

契約図面：点検用ジャッキアップのみ考慮
⇒架設用ジャッキアップ補強と仮受構造の追加
(両側張出時：1支点で**最大7,400kN**)

設計反映後の断面図(横桁+ブラケット)



7. 現地架設工事

7.3 現地で部材保管・架設地点への運搬（西工区）



- ✓ ストレージヤード①
トラス部材の保管場所
- ✓ ストレージヤード②
鋼管矢板井筒基礎(SPSP)の保管場所
⇒追加トラス部材保管場所として利用



7. 現地架設工事

7.3 現地で部材保管・架設地点への運搬（西工区）

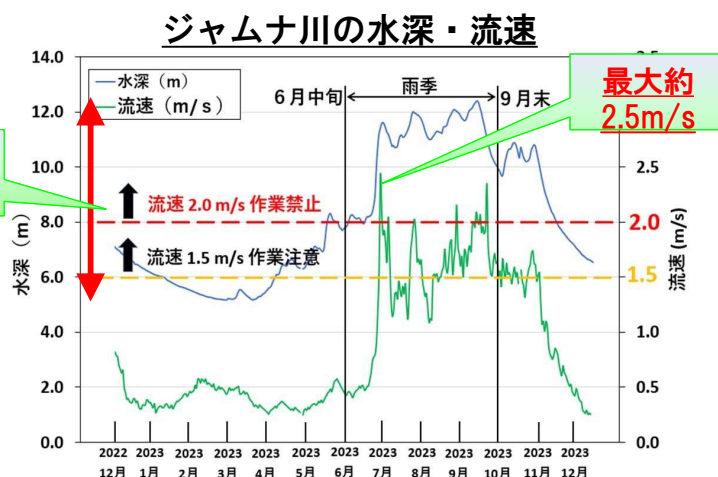
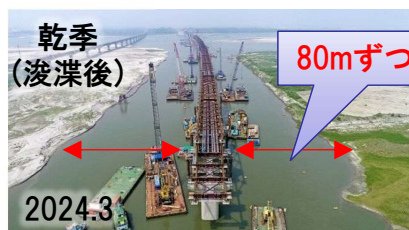


- ✓ **台船積込**
台船に積込時に同時に地組立を実施
- ✓ **架設地点への運搬**
乾季における中洲発生時は、水深を確保できる航路を選定



7. 現地架設工事

7.4 河川上架設へ対応（西工区）



フリッパーデルタ
アンカー(5t)

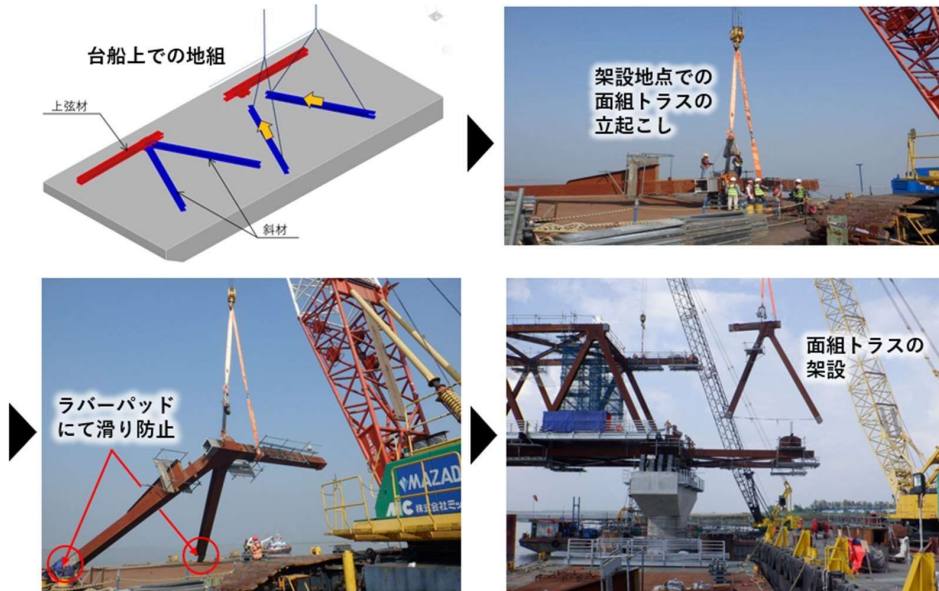


15tウインチ

7. 現地架設工事

7.5 トラス部材の部分地組

- ✓ 上弦材と斜材2本を台船上で地組後、一括架設
⇒ **形状確保**、架設作業の**省力化**、**安全性向上**



主構トラスの架設状況

7. 現地架設工事

7.6 護岸（ガイドバンド）近傍での架設

■課題

乾季時には陸上化し、雨季でも水深が浅く、クレーン台船架設は不可能

■対応（東工区）

- ✓ 護岸上の端橋脚から4トラスパネル（約37.5m）
⇒ 仮設構台に配した**クローラクレーン**で架設
- ✓ 河川側の残り4トラスパネル
⇒ 台船の必要喫水2.5m+ α の水位が確保でき、**クレーン台船**で架設

■対応（西工区）

- ✓ **トラベラークレーン架設**で対応

7. 現地架設工事

7.6 護岸（ガイドバンド）近傍での架設



護岸近傍での架設状況（東工区）

7. 現地架設工事

7.6 護岸（ガイドバンド）近傍での架設



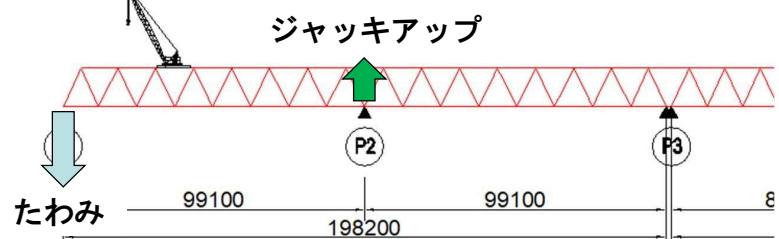
⇒水位が低く 台船が近づけない



⇒水位は高いが流れが速い



✓ 架設時期を考慮しP1-P2のみ
トラベラークレーン架設を実施



✓ 張出架設+トラベラークレーン荷重により先端で
たわみ(1400mm)発生（解析で算出）
⇒P2でジャッキアップ(750mm)にて対応

7. 現地架設工事

7.7 橋梁掛け違い部の処理

(1) 仮連結構

✓ 架設時

仮連結構で一時的に**連続化**
架設済橋梁を**カウンターウェイト**
にして張出架設

✓ 架設完了後

仮連結構を撤去
景観を考慮した部材に交換
(車輛の走行や温度収縮に対応)



仮設材取外し状況



本設材取付状況

7. 現地架設工事

7.7 橋梁掛け違い部の処理

(2) 下弦材連結構

✓ 線支承の設置

張出架設時に下弦材連結構に圧縮力が発生



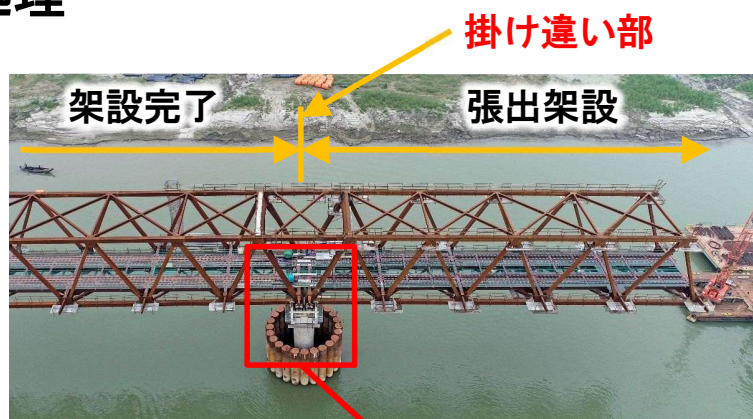
圧縮力のみを伝達させる(曲げモーメントが伝達しない) **線支承タイプ**を採用

✓ 取付部周辺の補強

最大張出時の圧縮力に対応



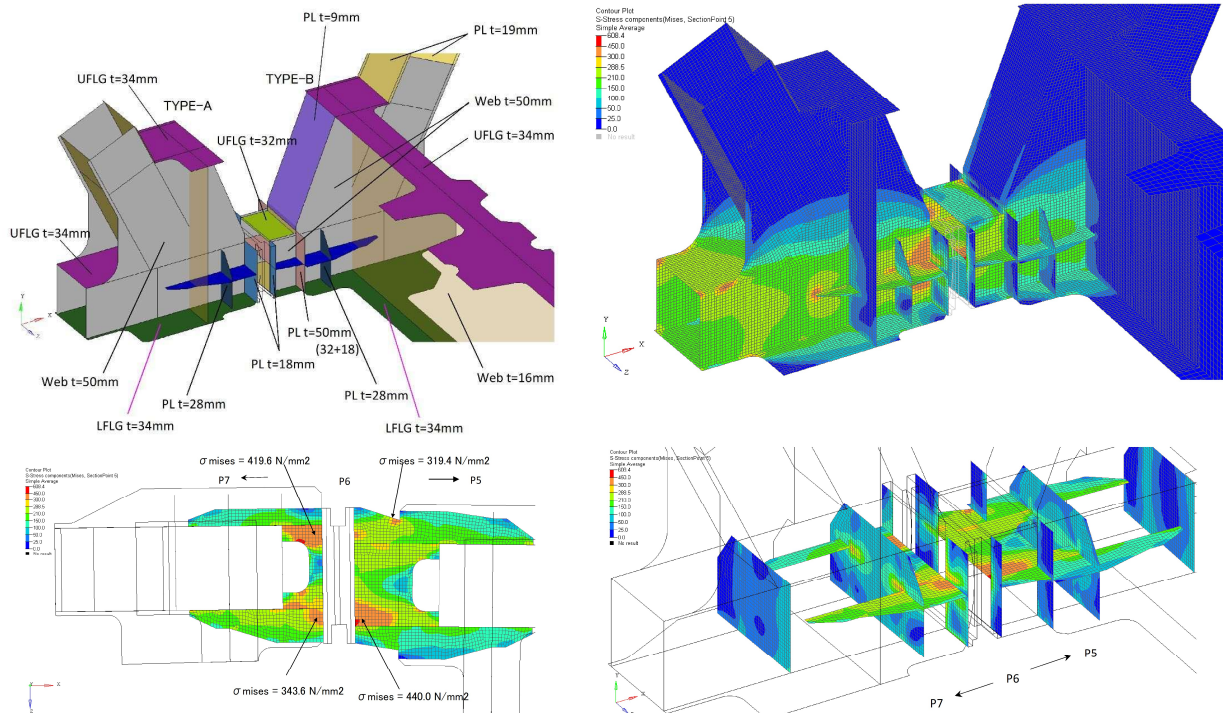
線支承の設計・取付部位(端支点下弦材)の補強が必要
⇒ **FEM解析**により構造決定



7. 現地架設工事

7.7 橋梁掛け違い部の処理

(2)下弦材連結構(FEM 解析)



7. 現地架設工事

7.8 付属物の設置

(1)横圧受金具

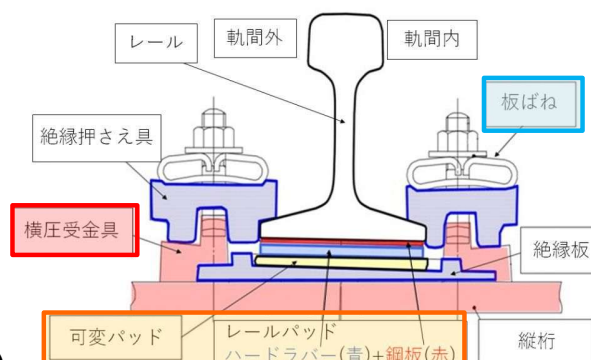
◎レール締結装置について

✓ 役割

- ・ レールを枕木などのレール支承体に締結
- ・ 軌間(レール間)距離を保持(拡大・縮小防止)
- ・ 車両走行時に種々の荷重や振動に抵抗し、これらをレール支承体に伝達

✓ 部材構成

- ・ レールを締結する**締結ばね**
- ・ レールに作用する水平方向荷重を支持する**横圧受部材**
- ・ 鉛直方向の荷重を支持する**軌道パッド**など



レール締結装置各部材名称

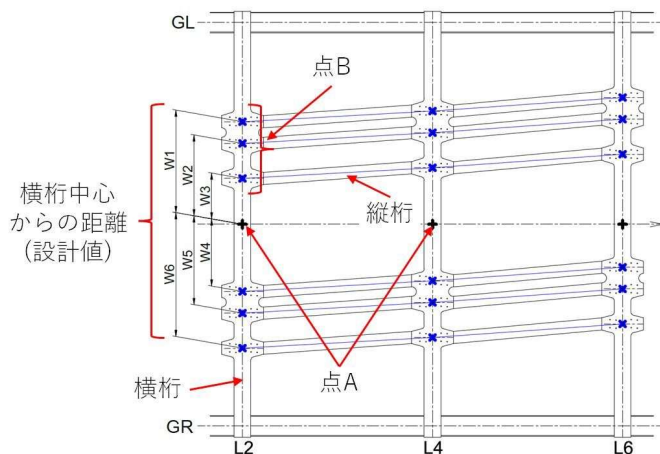


7. 現地架設工事

7.8 付属物の設置

(1)横圧受金具

- ✓ 工場で取付位置を確認し取付用治具を使用
⇒**精度向上**
- ✓ 工場塗装による品質の向上
⇒**塗装の品質向上**



横圧受金具マーキング手順

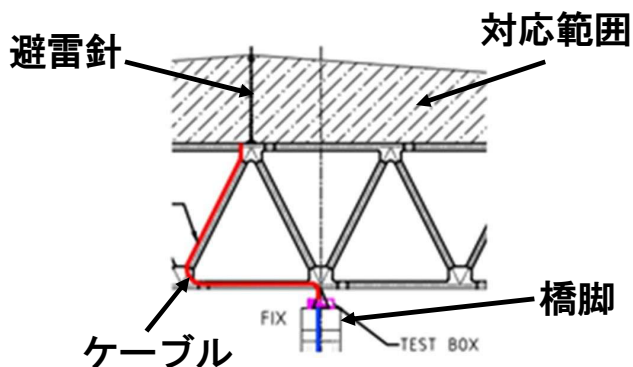


7. 現地架設工事

7.8 付属物の設置

(2)避雷針

- ✓ 雨季の前後には雷雨が頻発
- ✓ トラス橋に直接落雷することを防ぐために避雷針を設置
- ✓ 避雷針からのケーブルは橋脚内を通り、地面に電気が流れる構造



8. おわりに

53

東工区の映像紹介

54

8.おわりに



8. おわりに

2025年3月18日に開通式が開催され、上下線が開通



開通式典の様子（JICA HPより）

今回の発表が
少しでもお役に立てれば幸いです。

ご清聴ありがとうございました。