令和4年度 橋梁技術発表会

気仙沼湾横断橋の施工報告

~気仙沼湾横断橋における海上架設~

架設小委員会 架設部会 【戎 克行・新地 洋明】







- 1. 工事概要
- 2. 施工要領
- 3. 仮設備
- 4. 安全対策
- 5. 施工動画
- 6. 完成写真

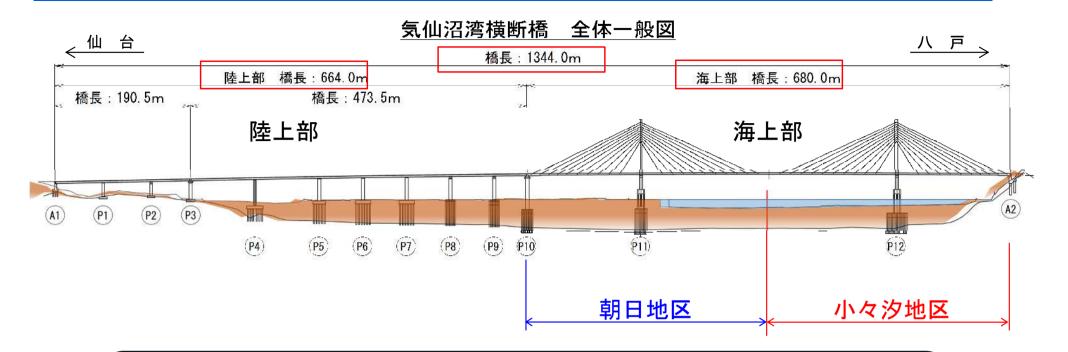


1. 工事概要(1)架橋位置



- AB HIDE A HIDE ASSOCIATION

1. 工事概要(2)全体一般図



気仙沼湾横断橋

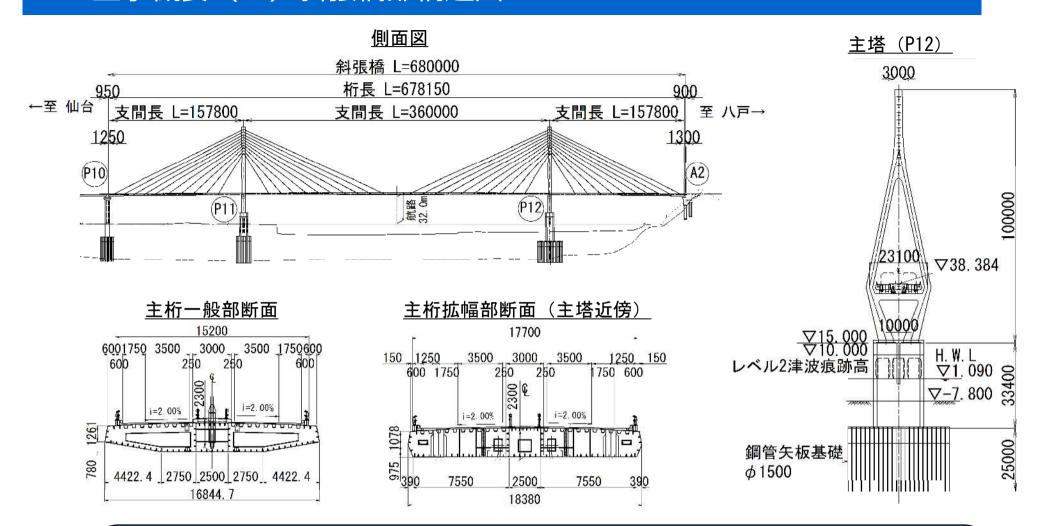
- ▶ 気仙沼湾横断橋は橋長1344mの長大橋で陸上部と海上部で構成
- ➤ 陸上部(橋長:664m):鋼3径間+鋼7径間 連続箱桁橋
- ➤ 海上部(橋長:680m):鋼3径間連続斜張橋

鋼3径間連続斜張橋

- ➤ 朝日地区上部工工事:JFE・IHI・日ファブJVで施工
- ➤ 小々汐地区上部工工事: MMB・宮地・川田JVで施工
- ▶ 主桁閉合ブロックの架設及び閉合作業は小々汐地区で担当



1. 工事概要(3)斜張橋部構造図



橋梁概要

橋梁形式:鋼3径間連続斜張橋 (ケーブルー面吊構造)

橋 長:680.0m 支間長:157.8m+360.0m+157.8m

幅 員:15.2m 主塔高さ :100.0m

重 量:8,800ton



1. 工事概要(4)工事概要詳細

- (1)工事名称
- (2)発注者
- (3)工事場所
- (4)橋梁形式

- (5) 工 期
- (6)請負者
- (7)工事内容

(8)工事数量

国道45号 気仙沼湾横断橋小々汐地区上部工工事 国土交通省 東北地方整備局 仙台河川国道事務所

宮城県気仙沼市小々汐地内

・鋼3径間連続斜張橋橋長680mのうち小々汐地区側(J23~GE2)347m幅員15.2m

平成29年 7月 28日 ~ 令和3年 2月 26日

MMB·宮地·川田 特定建設工事共同企業体

- ・設計照査
- ・工場製作工 ・工場塗装工 ・工場地組立工 ・工場製品輸送工
- ・鋼橋架設工 ・橋梁現場塗装工
- ·付属物(支承,伸縮装置,排水装置,検査路,変位制限)

総重量:約4,451ton(JV全体)

(主桁:3,143ton,P12主塔:1,203ton,

アンカーフレーム: 1 0 5 ton)

- 1. 工事概要
- 2. 施工要領
- 3. 仮設備
- 4. 安全対策
- 5. 施工動画
- 6. 完成写真



2. 施工要領(1)施工フロー

準備工 係留杭・仮桟橋設置工 主塔ベースプレート架設工 主塔基部グラウト打設工 主塔基部ブロック架設工 主塔アンカーボルト軸力導入工 主塔下段ブロック架設工 主塔上段ブロック架設工

斜ベント設置工 クライミングクレーン搭載工 主桁FC架設工(J33~J38) 移動防護工設置工 主桁吊上げ設備工 ケーブル架設設備工 主桁バランシング架設工 主桁: J28~J33・J38~J42 ケーブル:1段目~6段目 ベント設備設置工

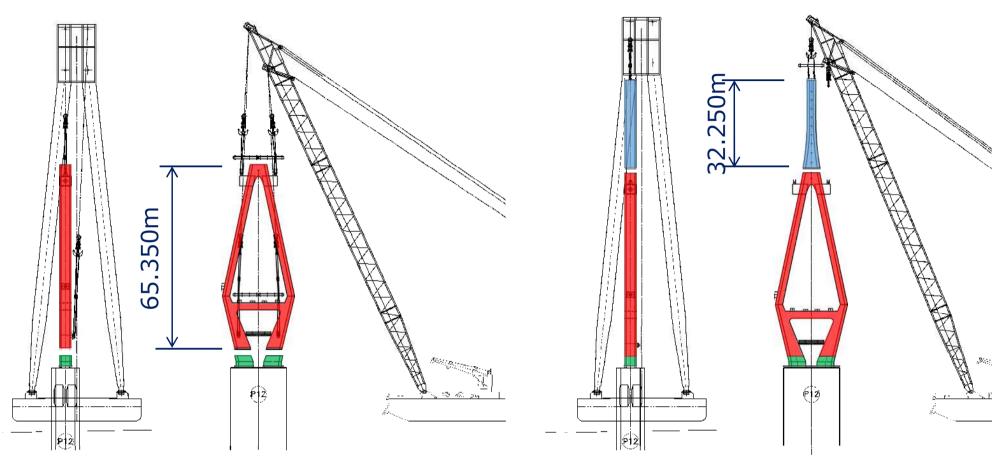
主桁C/C架設工(J42~A2) 主桁バランシング架設工 主桁: J25~J28 ケーブル:7段目~10段目 主桁バランシング架設工 主桁: J24~J25(夜間) 主桁: J23~J24(夜間) 付属物工 仮設備解体・撤去工 後片付け工



2. 施工要領(2)-1 主塔の架設【主塔架設概要】

下段ブロック架設(鋼重:890t)

上段ブロック架設 (鋼重:280t)



主塔の架設

- ① 主塔基部ブロックを500t吊起重機船で架設
- ② 高さ65mの下段ブロック(鋼重:890t)を3,000t吊起重機船で架設
- ③ 高さ30mの上段ブロック(鋼重:280t)を3,000t吊起重機船で架設



2. 施工要領(2) - 2 主塔の架設【主塔基部ブロックの架設】









2. 施工要領(2) - 3 主塔の架設【主塔アンカーボルト軸力導入】

完成系において地震などの横力作用時に主塔基部に浮き上がりが生じないよう主塔基部のアンカーボルトにプレストレスを導入した。

導入プレストレス

- ▶ 「クリープ係数」を設定して導入プレストレスの設計値を決定
- ▶ ボルトネジ部の許容力を考慮した導入プレストレス管理目標値を設定

アンカーボルト導入軸力 算出	アンカー ボルト軸力	備考
①設計プレストレス量	1800kN	横力作用時の浮き上がり防止 に必要なボルト軸力
②100年後 乾燥収縮・クリープ	616kN	
③100年後 ボルトのリラクゼーション	13kN	
100年後 プレストレスロスを考慮した 必要プレストレス量	2429kN	①+②+③
導入プレストレス量	2460kN	
プレストレス上限値	2494kN	ボルトネジ部許容引張力によるプレストレス導入可能量



≪主塔アンカーボルト導入軸力 管理値≫

PS管理項目	導入PS	備考
上限値	2490kN	ボルトネジ部の許容応力度より
管理目標値	2460kN	上限値と下限値の中間値
下限値	2430kN	100年後プレストレスロス量を考慮した補正値



2. 施工要領(2) - 4 主塔の架設【主塔下段ブロックの架設①】

気仙沼湾横断橋小々汐地区上部工工事 主塔架設タイムスケジュール【下段】

MMB·宮地·川田特定建設工事共同企業体

H31.5.8

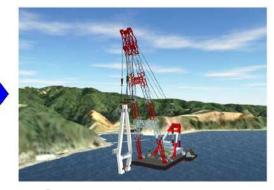
平成31年5月10日(金)	作	業内容: 主塔下	段架設							日出:4時28分 日没:18時32分	
作業項目	5	6 7	8 9	10	11	12	13 14	4 15	16	17 18	備考
朝礼·RYK·体操	E1 To 1027127	朝礼·KYK·体操				20 20 100					
主塔下段吊上げ(①)		①主塔下段和	3上げ							:計画	
輸送台船係留解除•出域			輸送台輸送台船係留	解除·出域							
主塔下段縦起し(②)			②主塔	下段縦起し		100 A					
主塔下段架設位置合わせ(③)				③主塔下段	架設位置合わ	선					
主塔下段連結(④)					④主塔下段)	基結					
主塔下段玉掛外し(⑤)				128 108 128 134				⑤主塔下段:	玉掛外し		



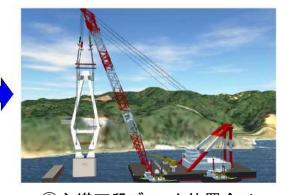
①主塔下段ブロック吊上げ



②主塔下段ブロック縦起し



②主塔下段ブロック縦起し



③主塔下段ブロック位置合せ



④主塔下段ブロック連結



⑤主塔下段ブロック玉掛外し

2. 施工要領(2) - 5 主塔の架設【主塔下段ブロックの架設②】

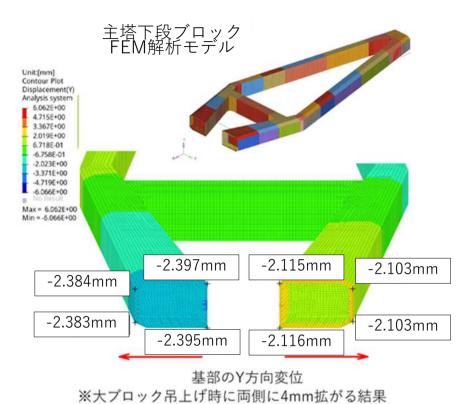








2. 施工要領(2) - 6 主塔の架設【主塔下段ブロック架設工③】



間隔調整装置

主塔基部・下段ブロック接合状況

主塔下段ブロック吊上げ状態FEM解析

主塔下段ブロックの架設に際しては、塔柱と先行架設した主塔基部ブロックを高力ボルトで連結するため、下記の対策を実施した。

- ▶ 基部ブロックの据付位置座標の確認
- ➤ 吊上げ状態を再現したFEM解析による塔柱変形量の確認
- ▶ 架設時における間隔調整装置による左右塔柱間隔の調整



2. 施工要領(2) - 7 主塔の架設【主塔上段ブロックの架設①】

気仙沼湾横断橋小々汐地区上部工工事 主塔架設タイムスケジュール【上段】

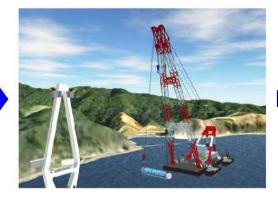
MMB·宮地·川田特定建設工事共同企業体

H31.5.8

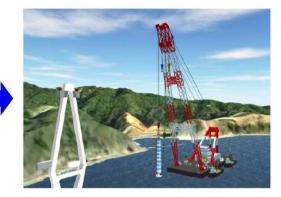
平成31年5月15日(水)	作業内容: 主塔上段架設 日出:4時23分 日设:18時37分	
作 業 項 目	5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 備	青考
朝礼·RYK·体操	朝礼·KYK·体操	
主塔上段縦起し(①)	①主塔上段縦起し 	
主塔上段架設位置合せ(②)	②主塔上段架設位置合せ	
主塔上段架設(③)	③主塔上段架設	
主塔上段玉掛外し(④)	④主塔上段玉掛外し	



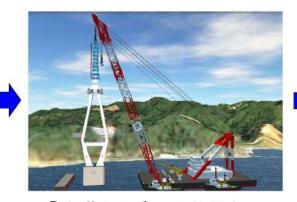
主塔上段ブロック吊上げ



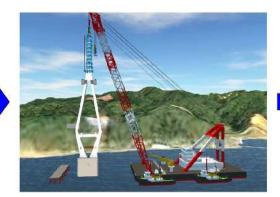
①主塔上段ブロック縦起し



①主塔上段ブロック縦起し



②主塔上段ブロック位置合せ



③主塔上段ブロック連結



④主塔上段ブロック玉掛外し

2. 施工要領(2) - 8 主塔の架設【主塔上段ブロックの架設②】

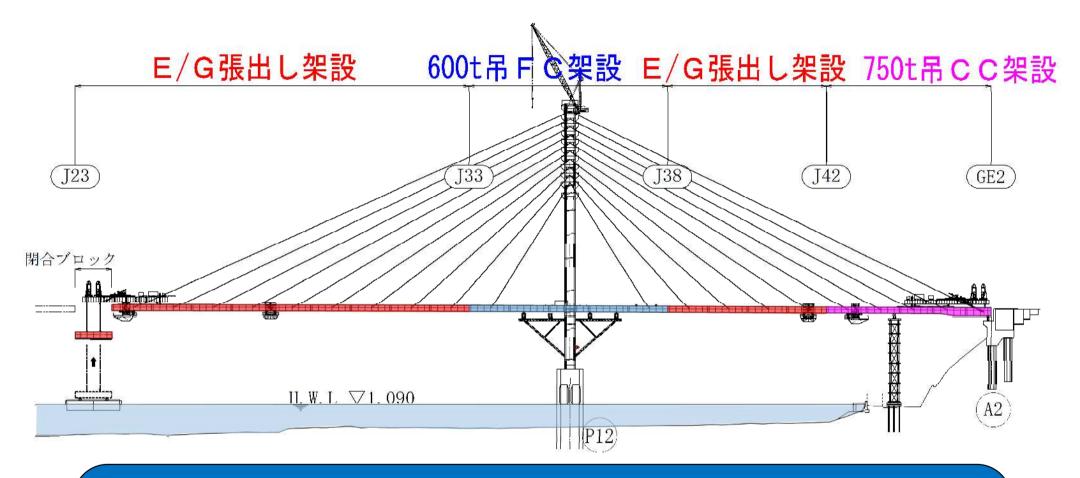








2. 施工要領(3)-1 主桁の架設【主桁架設概要】



主桁の架設

① 主桁(J33-J38):600t吊起重機船による大ブロック架設

② 主桁(J23-J33): 直下吊設備(E/G)による吊上げ架設

③ 主桁(J38-J42): 直下吊設備(E/G)による吊上げ架設

④ 主桁(J42-A2):750t吊クローラクレーン架設

※E/G:エレクションガーダー



2. 施工要領(3) - 2 主桁の架設【主塔近傍の主桁の架設①】







主塔近傍の主桁の架設

- ▶ 台船にて海上輸送した架設ブロックを 600t吊起重機船にて架設した。
- ▶ 主桁(J34-J36)の架設では、架設 ブロック上にカウンタウェイト (80t)を搭載し、架設ブロックの重 心を主塔から離れた位置に移動させて 起重機船のジブと主塔とのクリアラン スを確保した。

2. 施工要領(3) - 3 主桁の架設【主塔近傍の主桁の架設②】









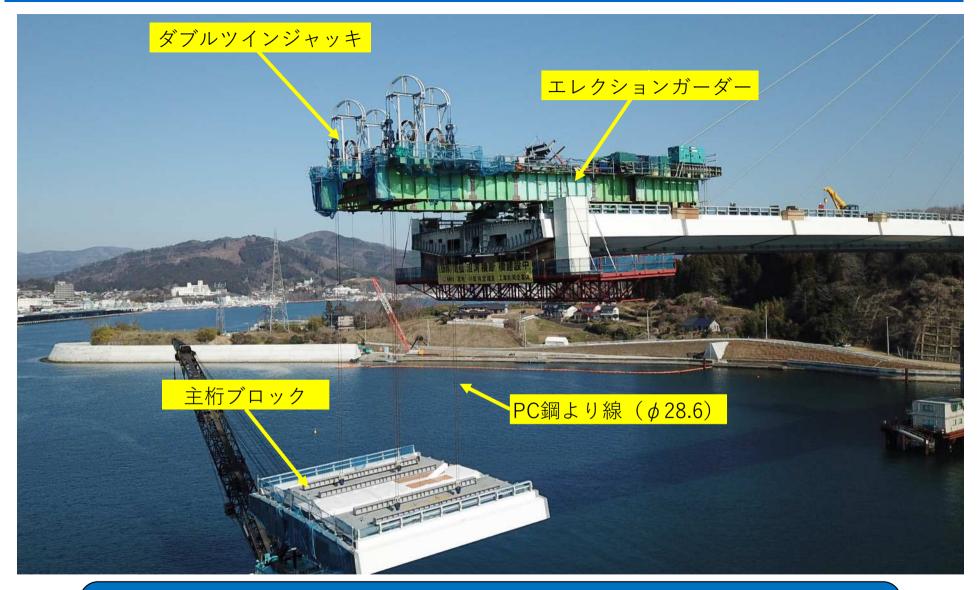
側径間主桁ブロック架設

2. 施工要領(3)-4 主桁の架設【吊上げ架設概要】

中央径間及び側径間の主桁架設 直下吊設備を用いて主桁ブロック を吊上げ,斜材ケーブルで支持し ながら張出架設を行った。



2. 施工要領(3) - 5 主桁の架設【直下吊り設備①】

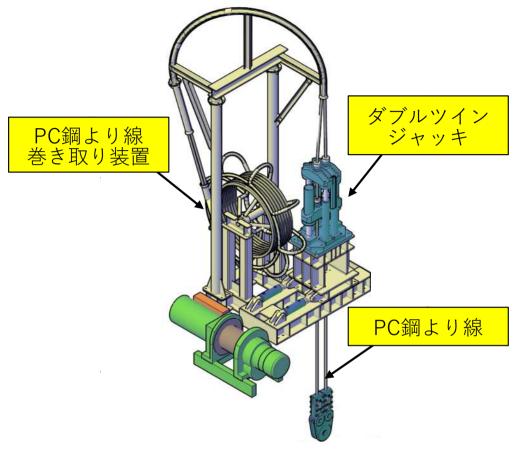


直下吊設備

- ▶ 直下吊設備はエレクションガーダーと吊上げ装置で構成
- ▶ 吊上げ装置にはダブルツインジャッキを使用



2. 施工要領(3) - 6 主桁の架設【直下吊り設備②】





主桁ブロック吊上げ管理

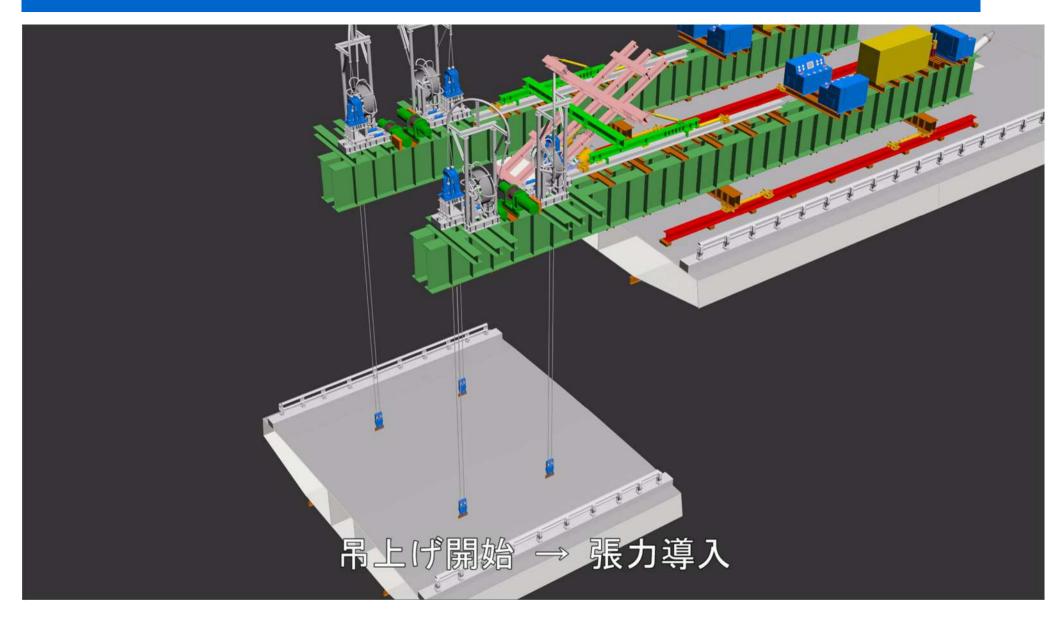
吊上げ装置図

ダブルツインジャッキ

- ▶ ダブルツインジャッキはエレクションガーダー上に4機配置
- ➤ 4組(8本)のPC鋼より線(φ28.6)で主桁ブロックを4点で吊り上げ
- ➤ 各PC鋼より線の張力・吊上げ距離・速度をモニターに表示
- ▶ 主桁ブロックの吊上げ姿勢や各吊点の張力バランスを一元管理



2. 施工要領(3) - 7 主桁の架設【直下吊り設備③】



主桁ブロック吊上げ要領



2. 施工要領(4)-1 主桁の架設【側径間陸上部主桁架設】

主桁ブロック架設

径間陸上部の主桁架設 主桁ブロックを公共岸壁から対岸 の小々汐地区まで海上運搬し、 750t吊クローラクレーンを用い て主桁ブロックを水切りして架設 した。





2. 施工要領(5)-1 斜ケーブル架設【ケーブル架設概要①】



2. 施工要領(5) - 2 斜ケーブル架設 【ケーブル架設概要②】

斜ケーブルの定着

一般に、斜張橋は主桁幅両端付近にケーブルを配置する二面構造と主桁幅中央にケーブルを配置する一面構造に分類され、二面構造では主桁下からの引込み方式、一面構造では主桁上からの押込み方式が採用されている。







ケーブル二面構造 - 主桁下引込み方式





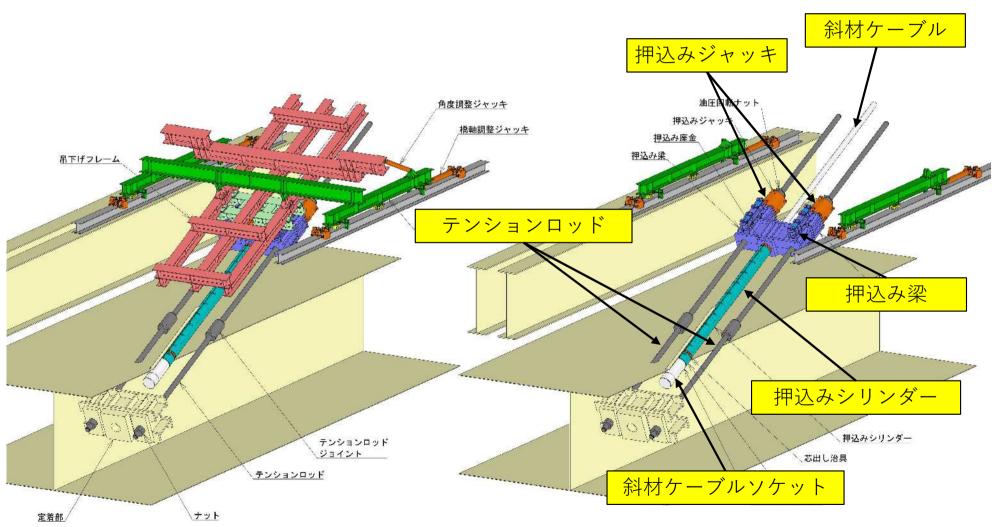


ケーブル一面構造 - 主桁上押込み方式

2. 施工要領(5) - 3 斜ケーブル架設【ケーブル押込み設備①】

ケーブルソケットの定着

▶ 主桁側のケーブルソケットを押込み設備を用いて主桁に定着



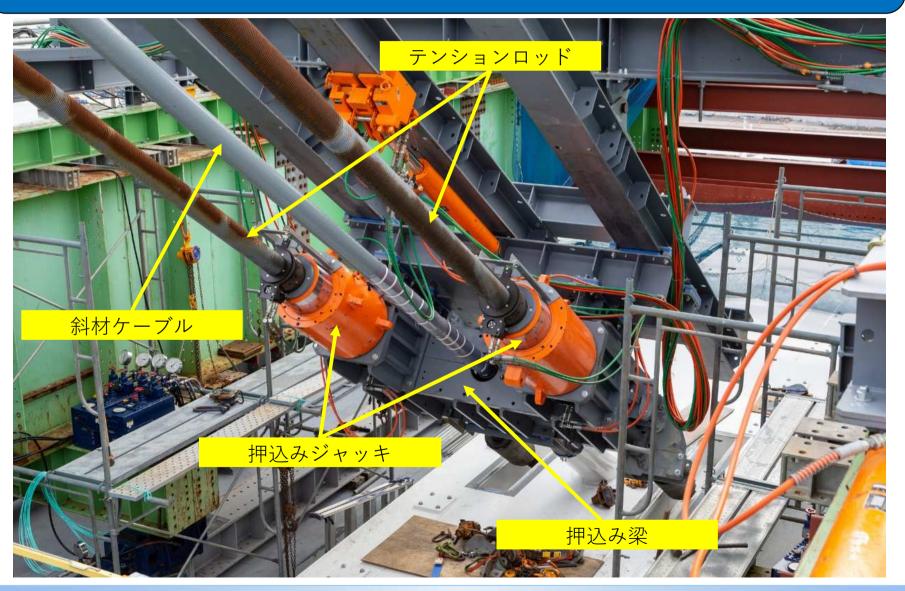
斜材ケーブル押込み設備図



2. 施工要領(5) - 4 斜ケーブル架設【ケーブル押込み設備②】

ケーブル押込み設備

- ▶ 600tのセンターホールジャッキ2基を搭載した押込み装置を使用
- > 張出架設時には最大800t程度の張力を導入(完成形最大:450t)



2. 施工要領(5) - 5 斜ケーブル架設【ケーブル定着要領①】

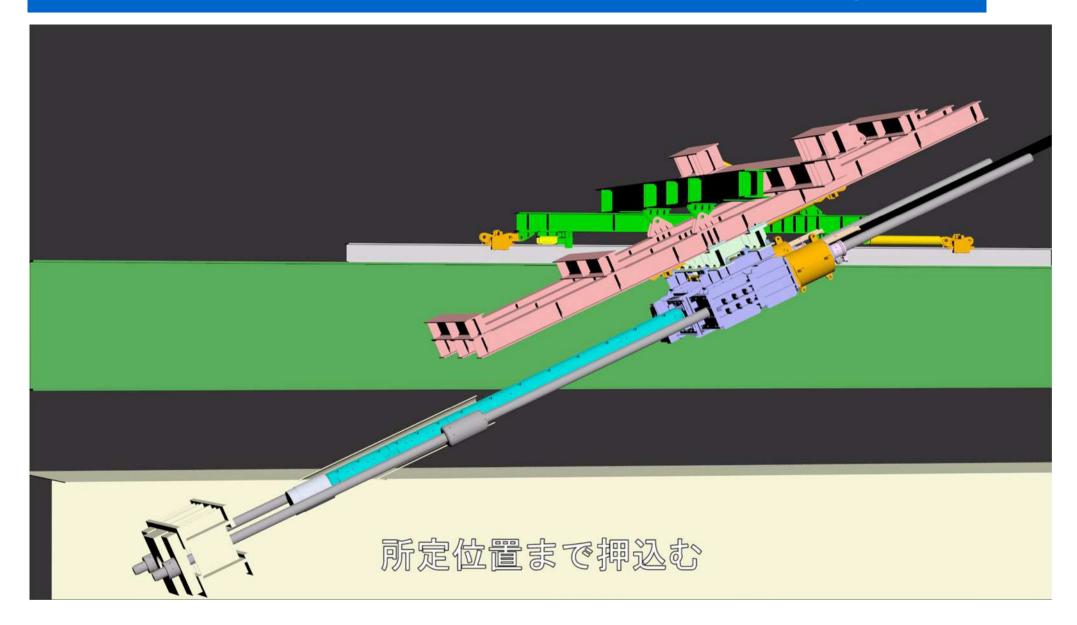








2. 施工要領(5) - 6 斜ケーブル架設【ケーブル定着要領②】



斜材ケーブル押込み要領



2. 施工要領(6)-1 主桁の閉合【主桁閉合概要】

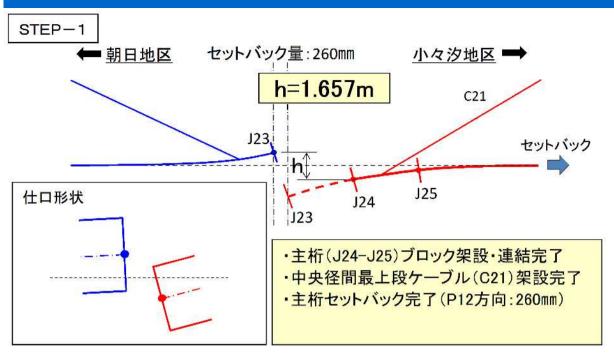
<u>主桁閉合ブロック架設</u> 夜間航路規制下において主桁閉合ブロックを直下吊りにて架設した。

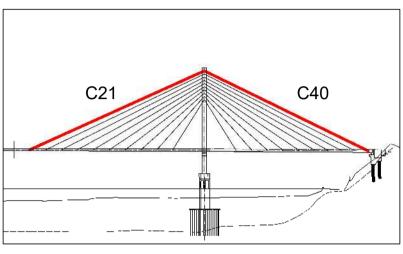




<u>主桁閉合(仕口調整・連結)</u> セッティングビームと引込み設備に加え,最上段斜材ケーブルを用いて仕口を調整(せん断力・モーメントを導入)して連結した。

2. 施工要領(6) - 2 主桁の閉合【主桁閉合要領①】

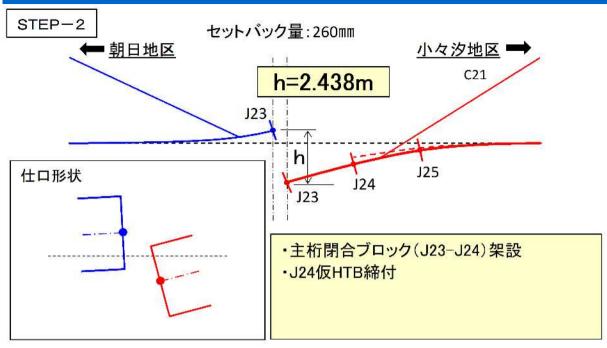


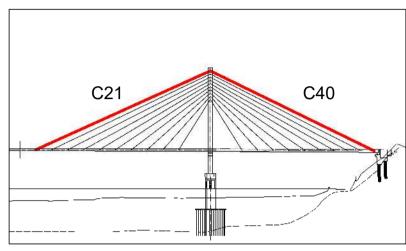


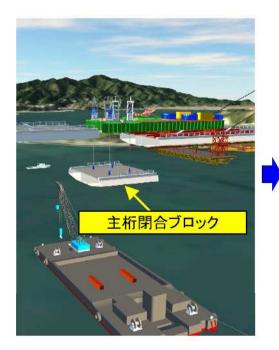


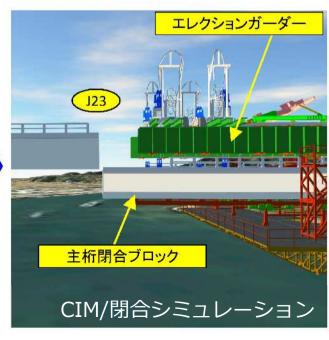


2. 施工要領(6)-3 主桁の閉合【主桁閉合要領②】



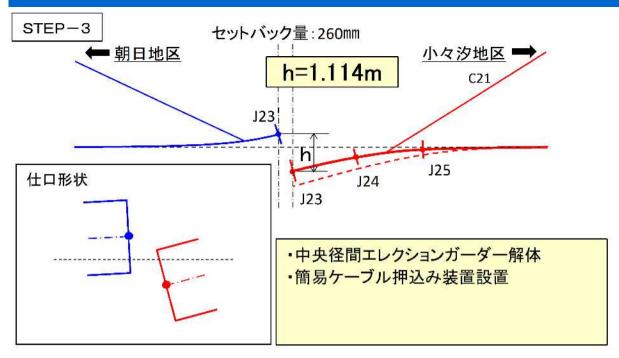


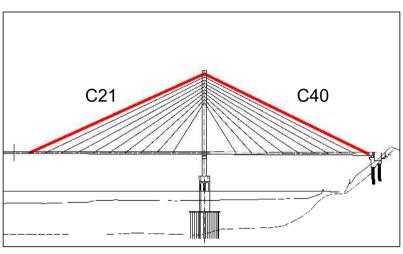


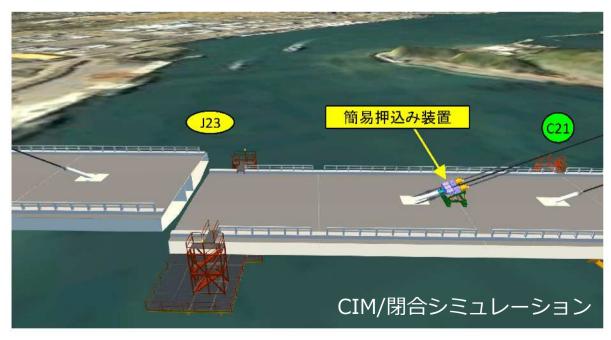




2. 施工要領(6) - 4 主桁の閉合【主桁閉合要領③】



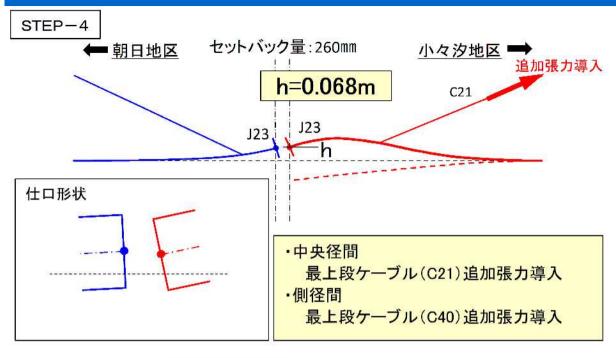


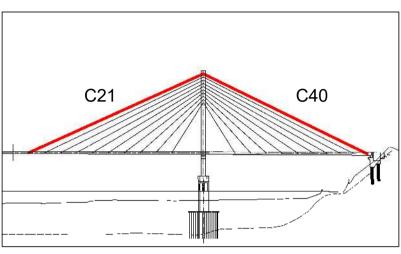






2. 施工要領(6) - 5 主桁の閉合【主桁閉合要領④】

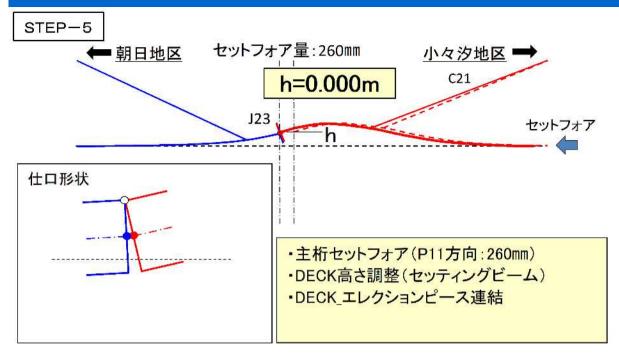


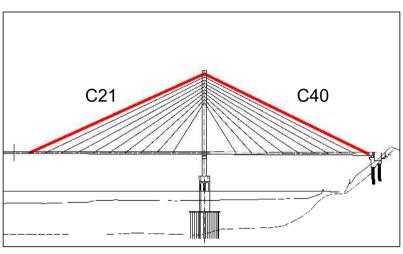






2. 施工要領(6) - 6 主桁の閉合【主桁閉合要領⑤】



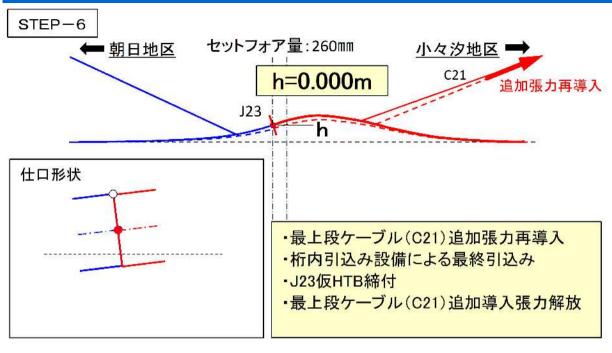


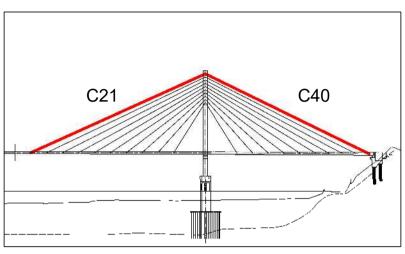






2. 施工要領(6) - 7 主桁の閉合【主桁閉合要領⑥】









- 1. 工事概要
- 2. 施工要領
- 3. 仮設備
- 4. 安全対策
- 5. 施工動画
- 6. 完成写真



3. 仮設備(1) - 1 クライミングクレーン【設 置】

<u>クライミングクレーン</u>

資機材の水切りや斜材ケーブルの架 設に使用した。

設 置

➤ 公共岸壁で組立て海上運搬した 後600t吊起重機船を用いて一括 設置







3. 仮設備(1) - 2 クライミングクレーン【解 体】

解体

> 500t吊全旋回型起重機船を用い て部材ごとに解体

クライミングクレーン解体状況





3. 仮設備(2)-1 斜ベント【設 置】

斜ベント

主塔の中央径間側及び側径間側に 斜ベントを設置して主塔近傍の主 桁を支持した。







- ▶ 公共岸壁にて地組した斜ベント を台船で海上運搬
- ➤ 600t吊起重機船を用いて主塔 の中央径側及び側径間側に一括 して設置

DESCRIPTION OF THE PROPERTY OF

3. 仮設備(2)-2 斜ベント【解 体】

解体

- ▶ 主桁吊上装置として使用したダ ブルツインジャッキを用いて斜 ベントを一括で吊り下して解体
- ▶ 斜ベントは直下に係留した台船 に積込み公共岸壁まで海上運搬







3. 仮設備(3)-1 移動防護工【設 置】

移動防護工

主桁の中央径間及び側径間にそれ ぞれ2機(架設用・塗装用)ずつ 設置した。



移動防護工設置状況

<u>設</u>置

- ▶ 設置公共岸壁にて組立てた移動 防護工を台船で海上運搬
- ➤ 600t吊起重機船を用いて中央径間及び側径間の主桁にそれぞれ 一括して設置

3. 仮設備(3)-2 移動防護工-2【解 体】

解体

- ▶ 60t吊ラフテレーンクレーンの 相吊により吊り下し解体
- ▶ 直下に係留した台船に積込み公 共岸壁まで海上運搬





- 1. 工事概要
- 2. 施工要領
- 3. 仮設備
- 4. 安全対策
- 5. 施工動画
- 6. 完成写真



4. 安全対策(1)-1

- ▶ 漁港につながる航路上空での施工
- > 防潮堤等の復興関連工事との輻輳



漁業関係者や海上輸送関係者, 周辺工事関係者等海域利用者 に対する安全対策が必要

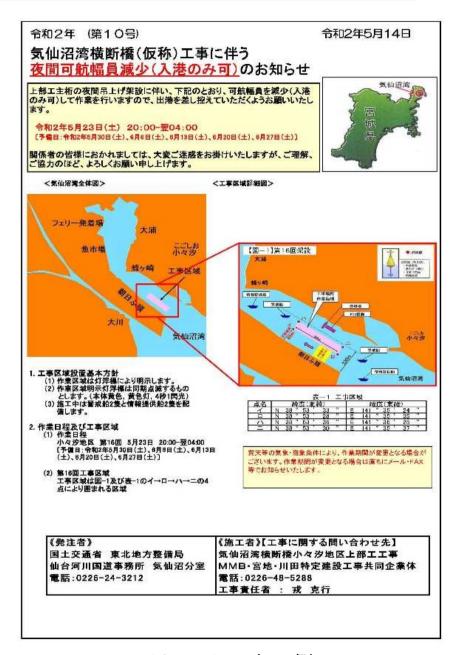


4. 安全対策(1)-2

安全対策情報の収集・提供・周知 発注者主催の「気仙沼湾横断橋(仮称) 建設工事安全協議連絡会」を開催(2ヵ 月/1回)して安全対策情報の収集・提 供・周知を一元的に実施した。

リーフレットによる航路規制情報の周知 航路規制情報を記載したリーフレットを, 関係機関,海事関係者及び海域利用者に メールで送付し具体的な工事情報や航路 規制情報を周知した。

工事用船舶の運航基準の設定 工事用船舶や警戒船・交通船に対し、航路横断手順や安全確認方法を定めた運航 基準を設定し教育・訓練を実施して一般 航行船舶に対する安全を確保した。



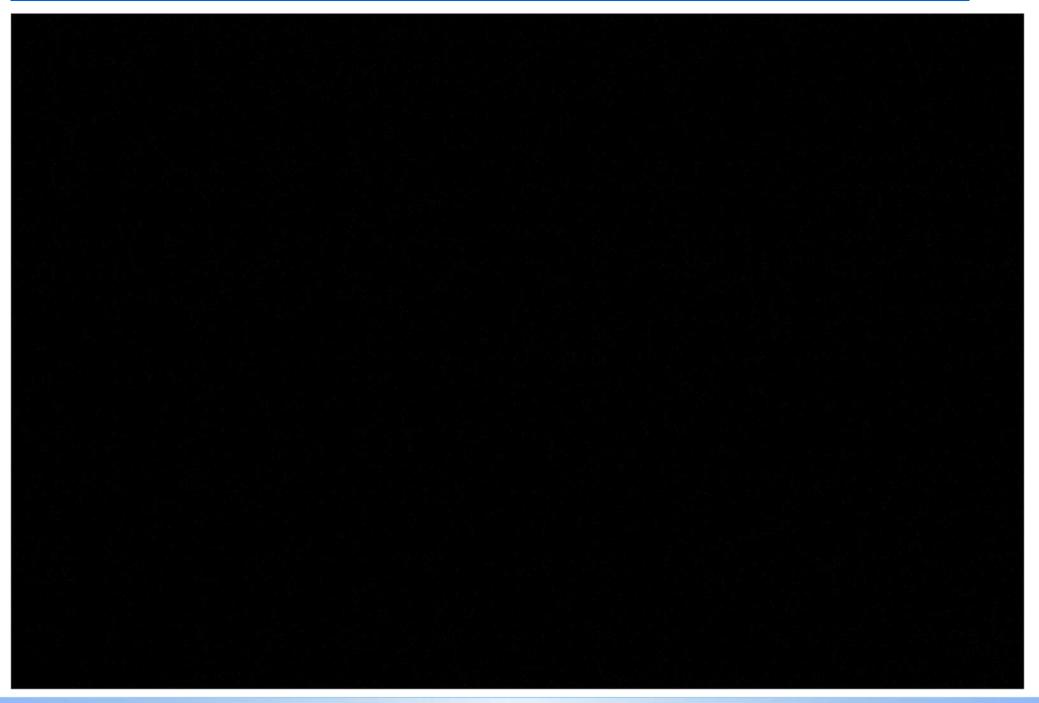
リーフレットの例



- 1. 工事概要
- 2. 施工要領
- 3. 仮設備
- 4. 安全対策
- 5. 施工動画
- 6. 完成写真



5. 施工動画(1)



- 1. 工事概要
- 2. 施工要領
- 3. 仮設備
- 4. 安全対策
- 5. 施工動画
- 6. 完成写真



6. 完成写真(1)





6. 完成写真(2)





6. 完成写真(3)



