

橋梁メンテナンスの合理化を目指した 多機能防食デッキに関する技術講習会

沖縄地区鋼橋防食マニュアルにおける 多機能防食デッキとその適用事例

沖縄総合事務局開発建設部道路管理課
道路保全企画官 那覇 出

目次

- 沖縄地区鋼橋防食マニュアルにおける多機能防食デッキの位置づけ
- 多機能防食デッキの適用事例

沖縄地区鋼橋防食マニュアルにおける多機能防食デッキの位置づけ

沖縄地区鋼橋防食マニュアル【H31.3】の改訂経緯

監修・編集 年月	沖縄総合事務局開発建設部・沖縄県土木建築部	(公社) 日本道路協会
平成2年6月		鋼道路橋塗装便覧 (昭和46年刊行、昭和52年改訂、平成2年改訂)
	[発刊の経緯] ・ 塗装塗替え期間が他県より短いなど多くの課題 ・ 地域特性を踏まえた沖縄独自のマニュアルを検討	[改訂の経緯] ・ 耐久性の向上やL.C.Cにより防食の重要性が高まる ・ 塗装以外の技術(耐候性鋼板や亜鉛めっき等)が発展 ・ 防錆防食の考え方が出てくる
平成10年3月	沖縄地区鋼橋塗装マニュアル(刊行)	鋼道路橋塗装便覧の見直しと防食技術をまとめる
平成17年12月		鋼道路橋塗装・防食便覧(改訂)
	[改訂の経緯] ・ 鋼道路橋塗装・防食便覧の発行により技術基準が改訂 ・ 地域特性を考慮するとともに、鋼道路橋塗装・防食便覧の技術基準と整合性を図る	[改訂の経緯] ・ 道路橋示方書の改訂に伴う記述等の見直し ・ 素地調整の方法、程度、留意事項の見直し ・ 近年得られた知見として、塗装仕様、素地調整、点検及び診断、塗替え方法等を見直し
平成20年8月	沖縄地区鋼橋塗装マニュアル(改訂)	
平成26年3月		鋼道路橋防食便覧(改訂)
	[改訂の経緯] ・ ボルトの塗装仕様、防食方法の見直し ・ 防食構造として多機能防食デッキの規定、 支承部の塗装仕様の見直し ・ 近年の新技术を参考資料に掲載 ・ 鋼道路橋防食便覧の改訂に伴う見直し	
平成31年3月	沖縄地区鋼橋防食マニュアル (改訂)	

沖縄地区鋼橋防食マニュアル（H31.3）改訂のポイント

- ・ ボルト接合部の防食技術：ボルト接合部の早期腐食に対する防せい防食の提案
- ・ **飛来塩分防護構造：多機能防食デッキなどの提示**
- ・ 桁端部の防食技術：腐食耐久性を有した材料の使用や防食構造を採用

新設時

<項目>

<課題>

<対応>

改訂のポイント

設計：道示の改定

耐久性、維持管理の確
実性、容易さを考慮

防せい防食での構造配慮

設計思想を速やか
に現場に反映させ
る必要がある

1章総則に考え方を追記

4章構造設計上の留意点

・ 飛来塩分対策

・ **多機能防食デッキ**

・ 検査路

・ 支承の防護

巻末資料 II 防食の技術

・ 多機能防食デッキのLCC

・ 吊り金具

・ 多機能防食デッキ



桁下面（外観）

鋼桁架設：連結部の施工

防錆処理ボルトの使用

ボルト締め付け

塗装(下塗,中塗,上塗)

塗装(下塗600 μ
：超厚膜)

締付～塗装までの
錆防止：供用中は
効果なし

締め付け傷による腐食

防食下地（犠牲防
食）がなく、腐食
しやすい

超厚膜施工が困難
塗装ワレが生じや
すい

5章製作・施工上の留意点

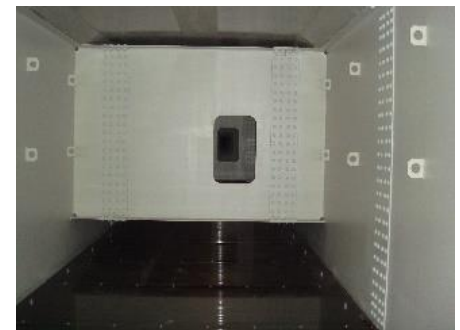
・ ボルトなどの防食

⇒犠牲防食効果の付与
コールドスプレー(CS)技
術（プレコートボルトの
紹介）

⇒腐食環境の遮断
（透明）ボルトキャップ

3章連結部の塗装系

・ 下塗600 μ →300 μ （便覧）

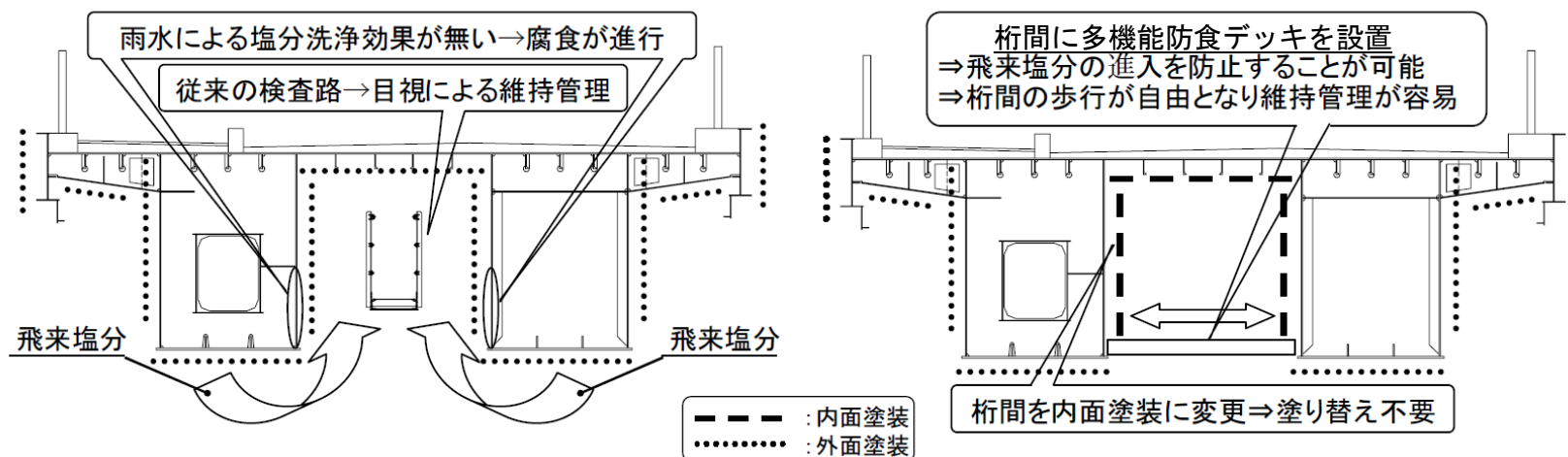


内部（内面塗装系）

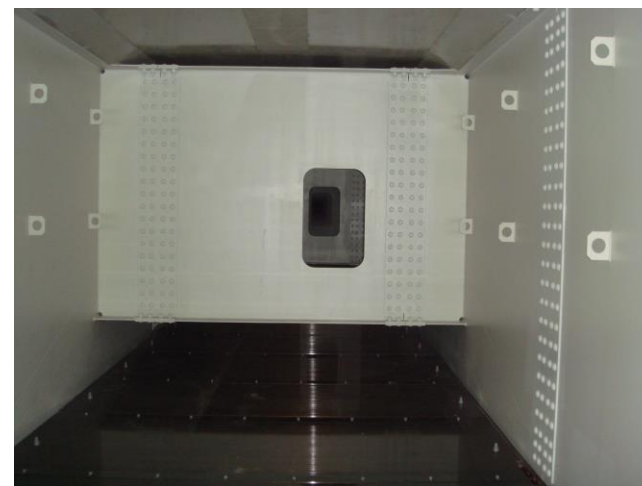
構造の選定において、暴露面積の少ない箱桁構造は、桁間への飛来塩分の巻き込みが少なく、特に1箱桁構造は飛来塩分対策として有効である。

構造形式	鈑桁	ツーボックス桁	ワンボックス桁
暴露面積	大	中	小
写真			

鋼桁下面には、飛来塩分対策として多機能防食デッキを設置することが望ましい。



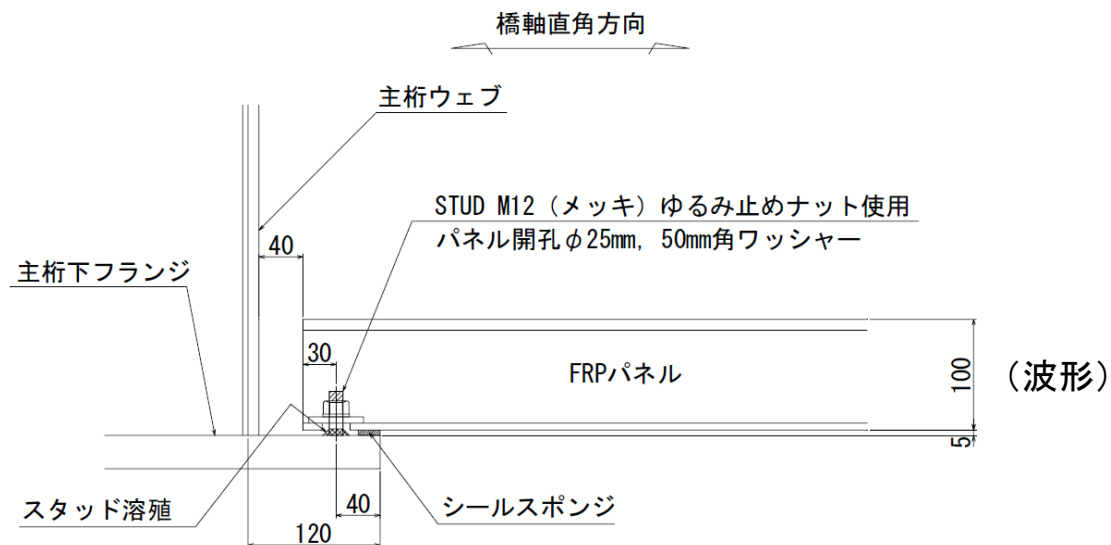
a) 桁下から見た外面塗装系の状況



b) 防食デッキ設置部の内面塗装系の状況

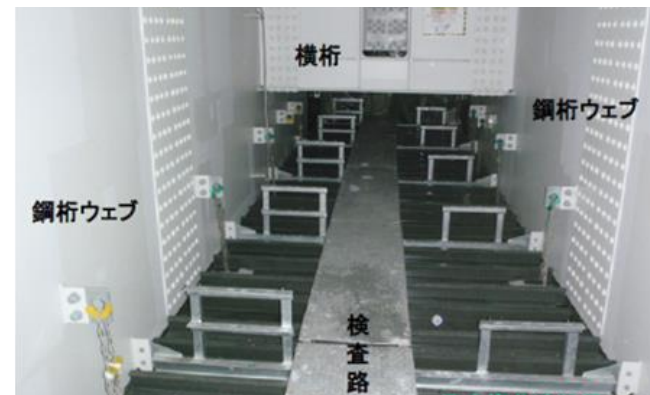
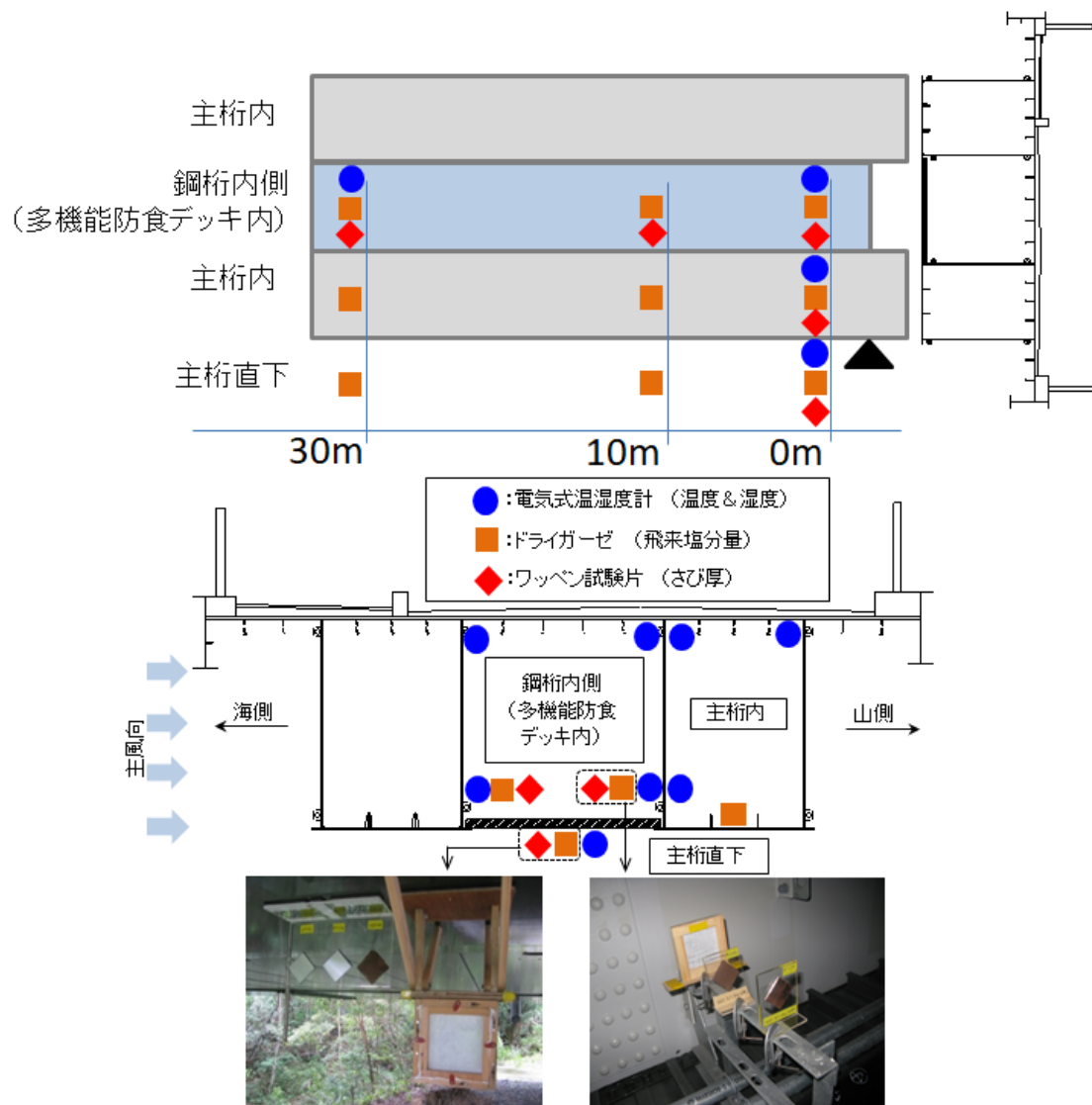
写真－4.3 防食デッキを設置した鋼箱桁橋

鋼桁下面には、飛来塩分対策として多機能防食デッキを設置することが望ましい。



図－4.3 デッキ接合部の構造（FRPの例） デッキ内部の状況（アルミの例）

鋼桁下面には、飛来塩分対策として多機能防食デッキを設置することが望ましい。



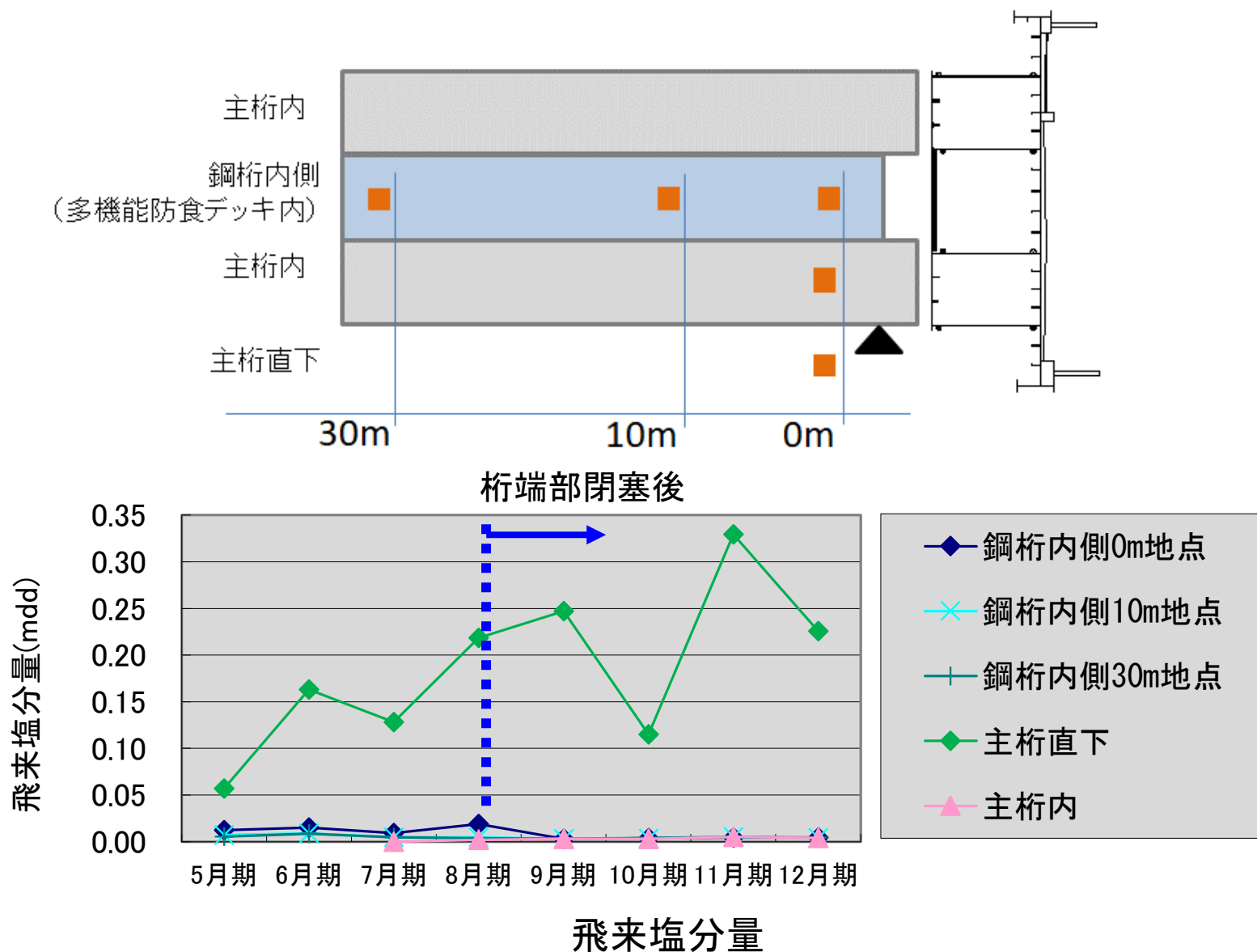
鋼桁内側(多機能防食デッキ内)



主桁直下(多機能防食デッキ設置状況)

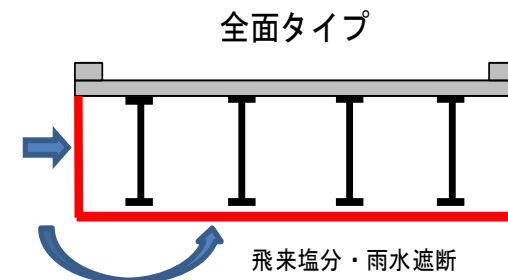
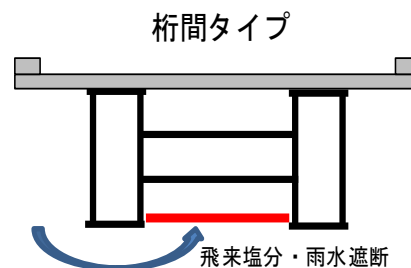
計測場所概要図

鋼桁下面には、飛来塩分対策として多機能防食デッキを設置することが望ましい。

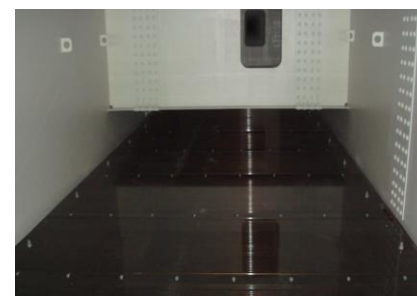


多機能防食デッキの防食性能評価

多機能防食デッキとは、主として鋼橋の防食と足場防護工の機能を果たす外装板であり、桁間タイプと全面タイプがある。



桁間タイプ多機能防食デッキ



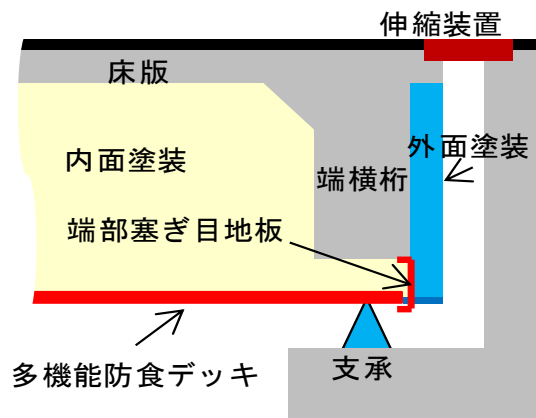
全面タイプ多機能防食デッキ



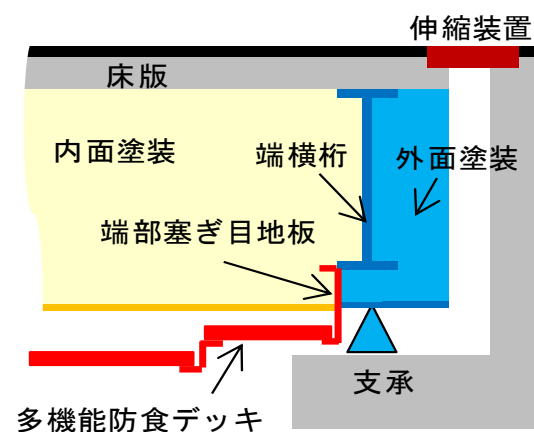
多機能防食デッキ適用橋の断面と事例写真

多機能防食デッキの防食性能評価

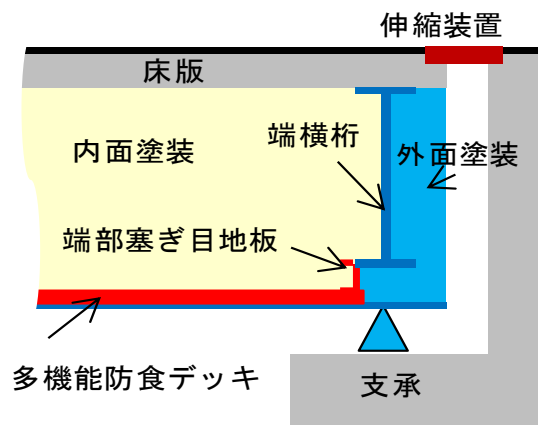
桁間タイプ 事例-1



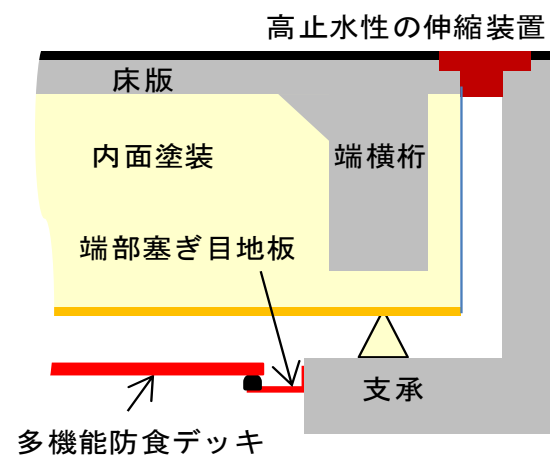
全面タイプ 事例-1



桁間タイプ 事例-2

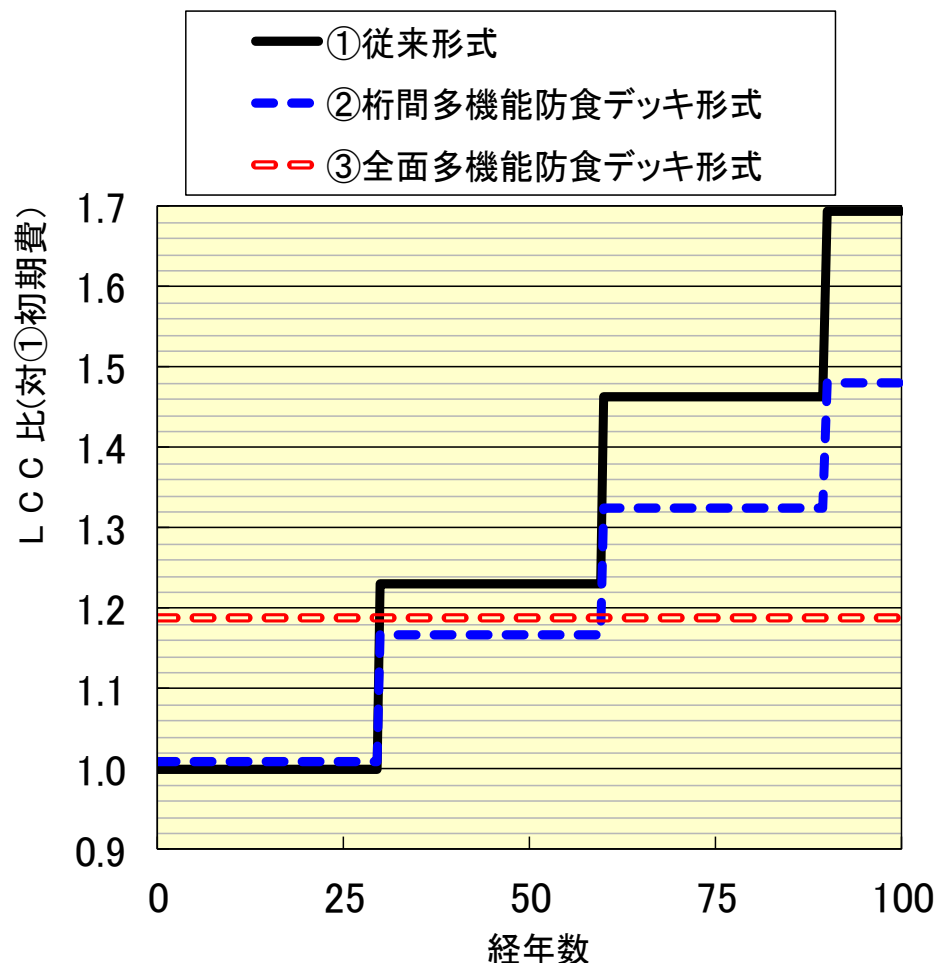
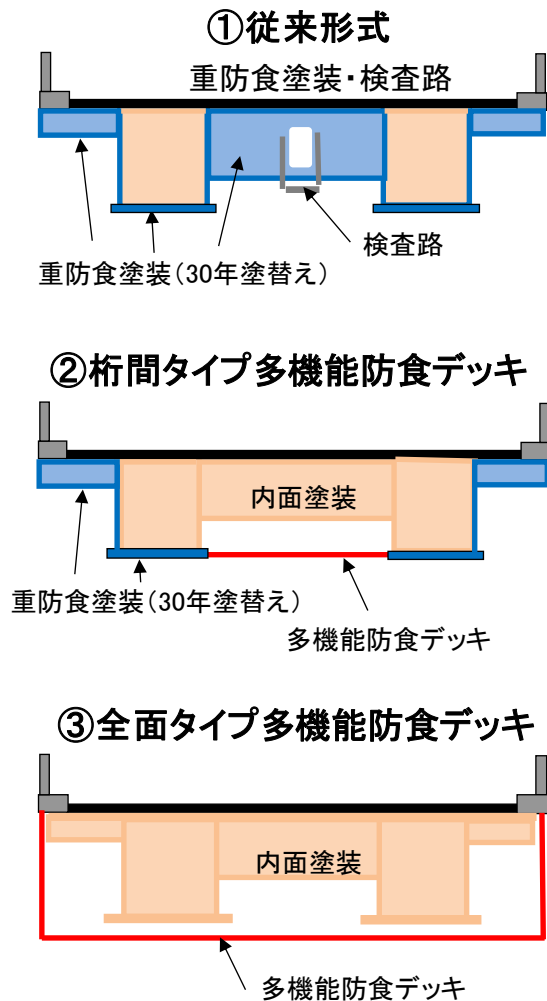


全面タイプ 事例-2



多機能防食デッキの桁端構造

多機能防食デッキのライフサイクルコスト



多機能防食デッキ適用のLCC比較

多機能防食デッキの防食性能評価

まとめと今後の課題

- (1) 多機能防食デッキを適用した新設橋では、内部の防食仕様は現状、箱桁内部と同様の内面塗装を標準としている。実証実験からも架橋位置の温度、湿度の条件、橋体（床版・桁断面）や多機能防食デッキの構造によって内部の温度、湿度の状況は変わり、濡れ時間や結露発生有無に影響すると考えられ、さらなる防食仕様の簡素化を図るにはさらなる研究が必要である。

多機能防食デッキの防食性能評価

まとめと今後の課題

- (2) 沖縄地区をはじめ実証実験橋では大型台風などでも損傷が無かった実績はあるが、多機能防食デッキに作用する風荷重の状況把握も求められる。
- (3) 多機能防食デッキを設置することで本体の目視点検がやりにくくなる箇所や桁端部など漏水などの危険性がある場合の対処方法なども課題である。内部が屋内環境に近い状態にできることからカメラなどのモニタリング装置の活用も有効と考えられる。

多機能防食デッキの適用事例

北丘高架橋

多機能防食デッキの基本コンセプト

多機能防食デッキは、橋梁の長寿命化と、橋梁管理者の維持管理の省力化を提供する。

多機能防食デッキの機能

点検足場機能

点検がしやすい足場（床面がフラットで歩きやすい）
（脚立を用いた点検作業も可能）
耐久性の高い足場（防食性能が高い）
滑り止め加工があり安心（床表面に凹凸あり）

作業足場機能

補修作業にも耐えられる足場
橋梁架設での仮設足場としても利用可能

橋梁保護機能

桁を覆うため、塩害を受けにくい
鋼桁自体の防食対策（フッ素塗装）の代わりとなる。

景観向上機能

桁を覆い、景観性や美観が向上する。

落下物対策機能

橋梁付属物の落下を受け止める

パネル材脱着機能

敷設された床面パネルを 1 枚ずつ脱着可能

アルミ合金製パネル



- ・アルミ合金製のパネル：
複数の押出成形材を嵌合（かんごう）した中空断面の組立材
- ・パネル上面はフラット、滑り止めの溝加工
- ・パネル間の接続はステンレスボルト（ジオメット処理）で固定
- ・点検や補修・補強施工時の作業足場として使用可能
- ・新設橋・既設橋に設置可能

今回採用

金属サンドイッチパネル



- ・金属サンドイッチパネル：
内皮材、芯材、外皮材を組み合わせた三層構造のパネル
- ・外皮材は純チタン板、ステンレス塗装鋼板、ガルバリウム塗装鋼板の3タイプ
- ・芯材はポリイソシアヌレートフォーム（硬質ウレタン）
- ・新設橋・既設橋に設置可能
- ・パネルは断熱性能を有する

—

FRP製パネル

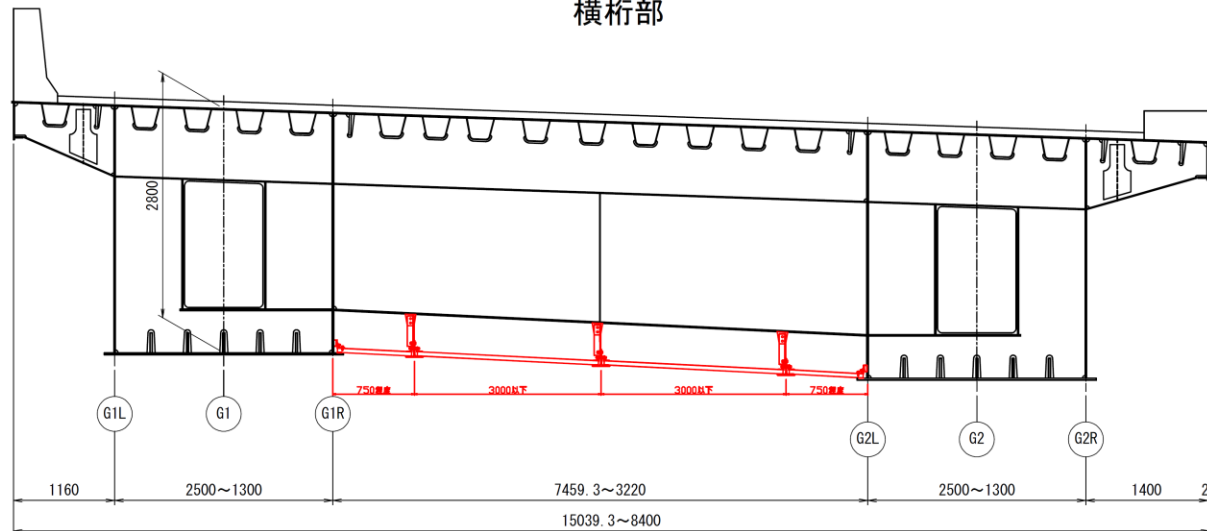


- ・FRP製パネル：Tリブ付きのFRP引き抜き成形材を並べてパネルを構成
- ・パネル同士は、ラップさせ、接着剤とブラインドリベットで固定
- ・主桁の下フランジにスタッドを打設してパネルを固定
- ・新設橋・既設橋に設置可能

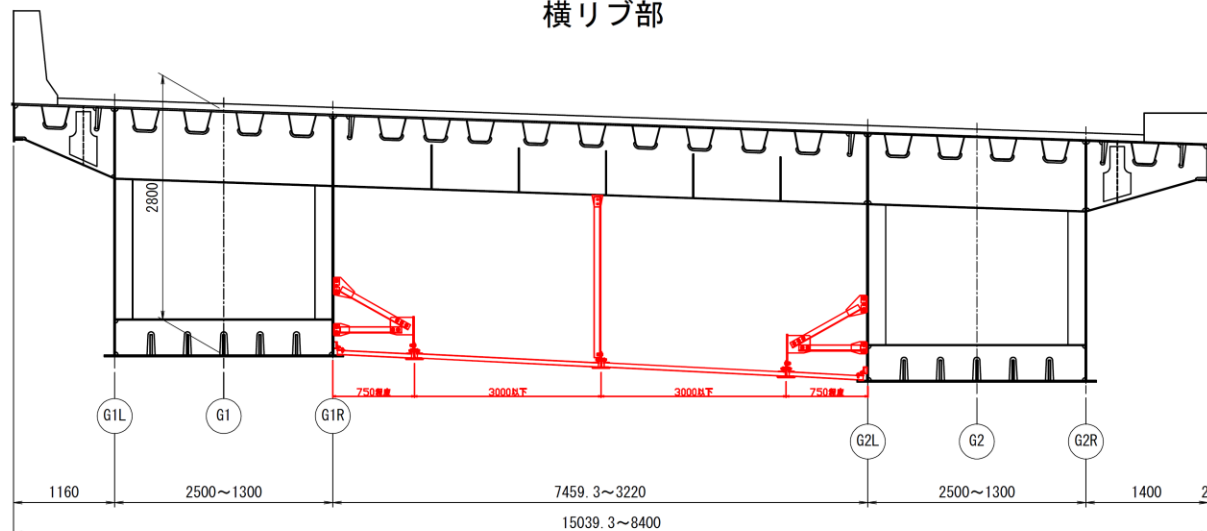
—

多機能防食デッキ（アルミ合金製常設足場）

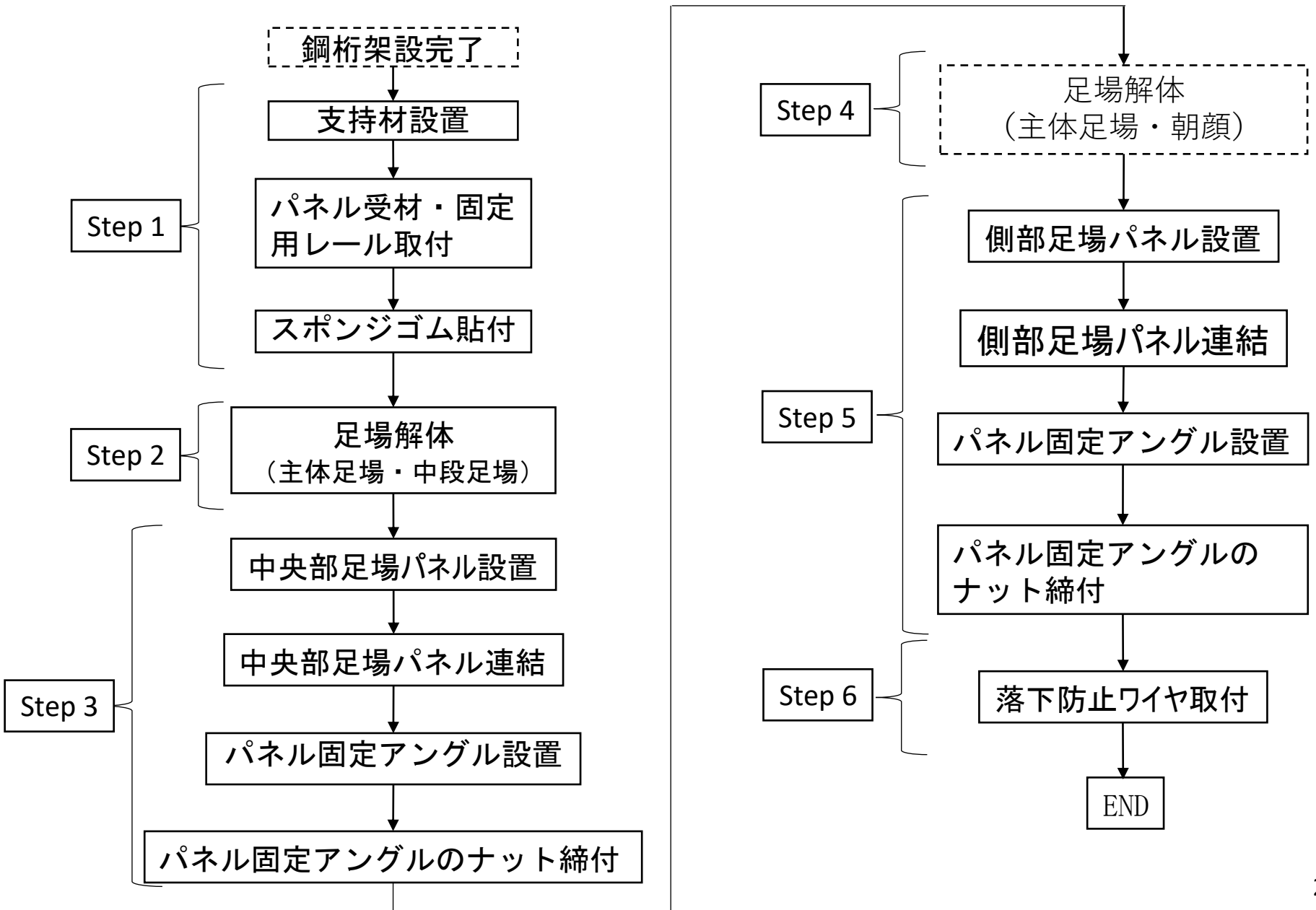
横桁部



横リブ部



多機能防食デッキ設置工の工事フロー



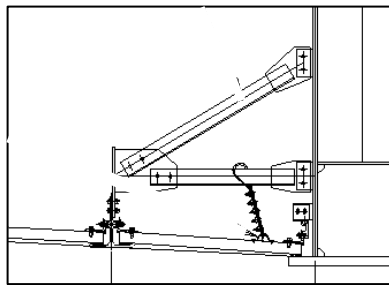
工事フロー詳細

Step 1

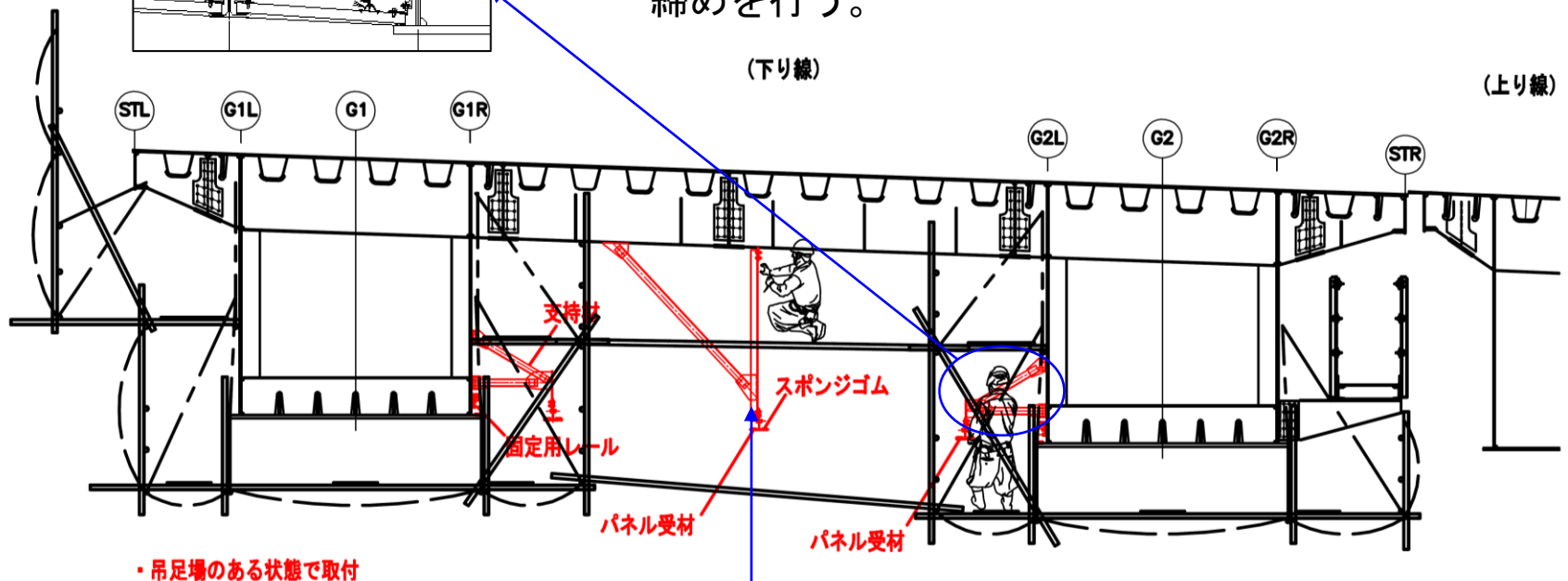
鋼桁架設完了

支持材設置

支持材



- ・吊足場上で、主桁ウェブ及び横桁下に支持材をボルトで取り付ける。
- ・設計図に示された形状及び寸法、相番図に従い設置する。
- ・主桁ウェブに設置する支持材先端の吊材の鉛直度を確認しながらボルト締めを行う。
- ・横桁下に設置する支持材の鉛直度を確認しながらボルト締めを行う。



- ・吊足場のある状態で取付
支持材
パネル受材
固定用レール
スポンジゴム

支持材

工事フロー詳細

Step 1

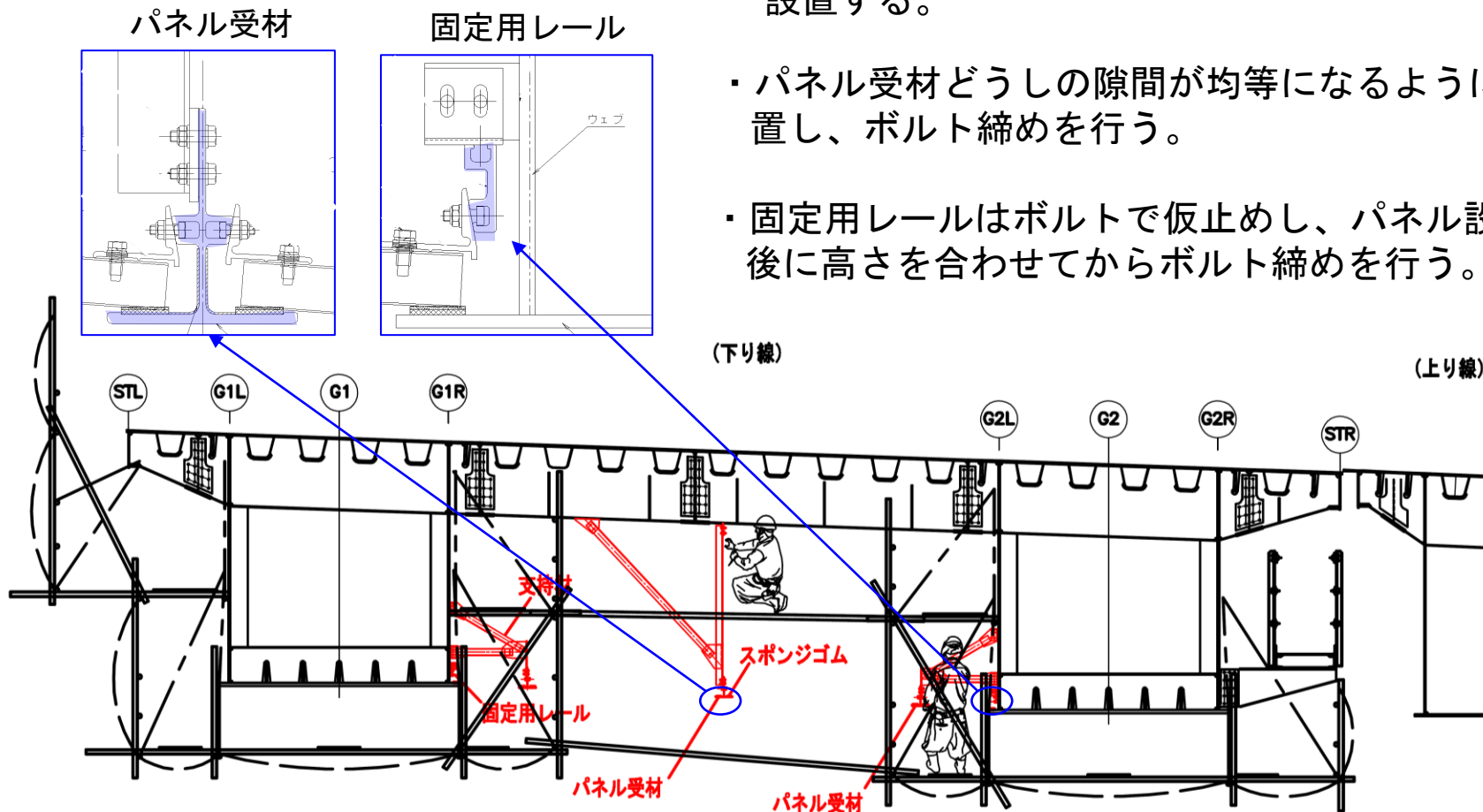
パネル受材・固定
用レール取付

- ・ 吊足場上で、支持材にパネル受材及びパネル固定用レールをボルトで取り付ける。

- ・ 設計図に示された形状及び寸法、相番図に従い設置する。

- ・ パネル受材どうしの隙間が均等になるように設置し、ボルト締めを行う。

- ・ 固定用レールはボルトで仮止めし、パネル設置後に高さを合わせてからボルト締めを行う。



- ・ 吊足場のある状態で取付
支持材
パネル受材
固定用レール
スポンジゴム

工事フロー詳細

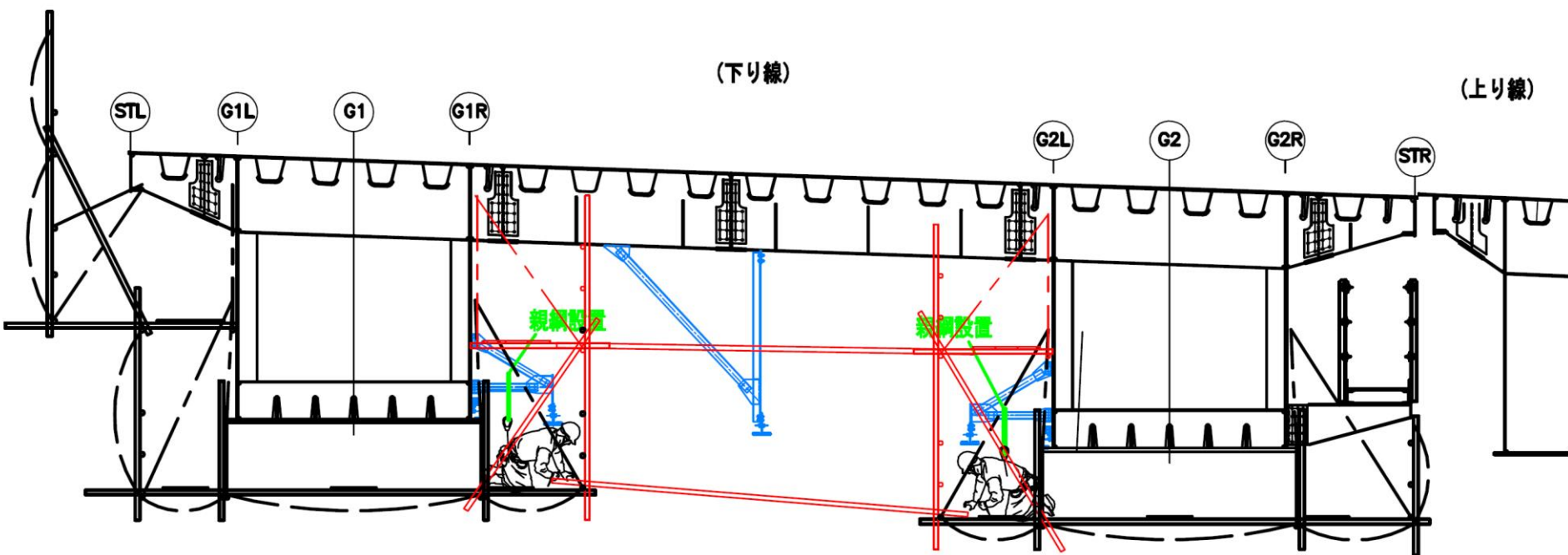
Step 2

足場解体
(主体足場・中段足場)



(下り線)

(上り線)



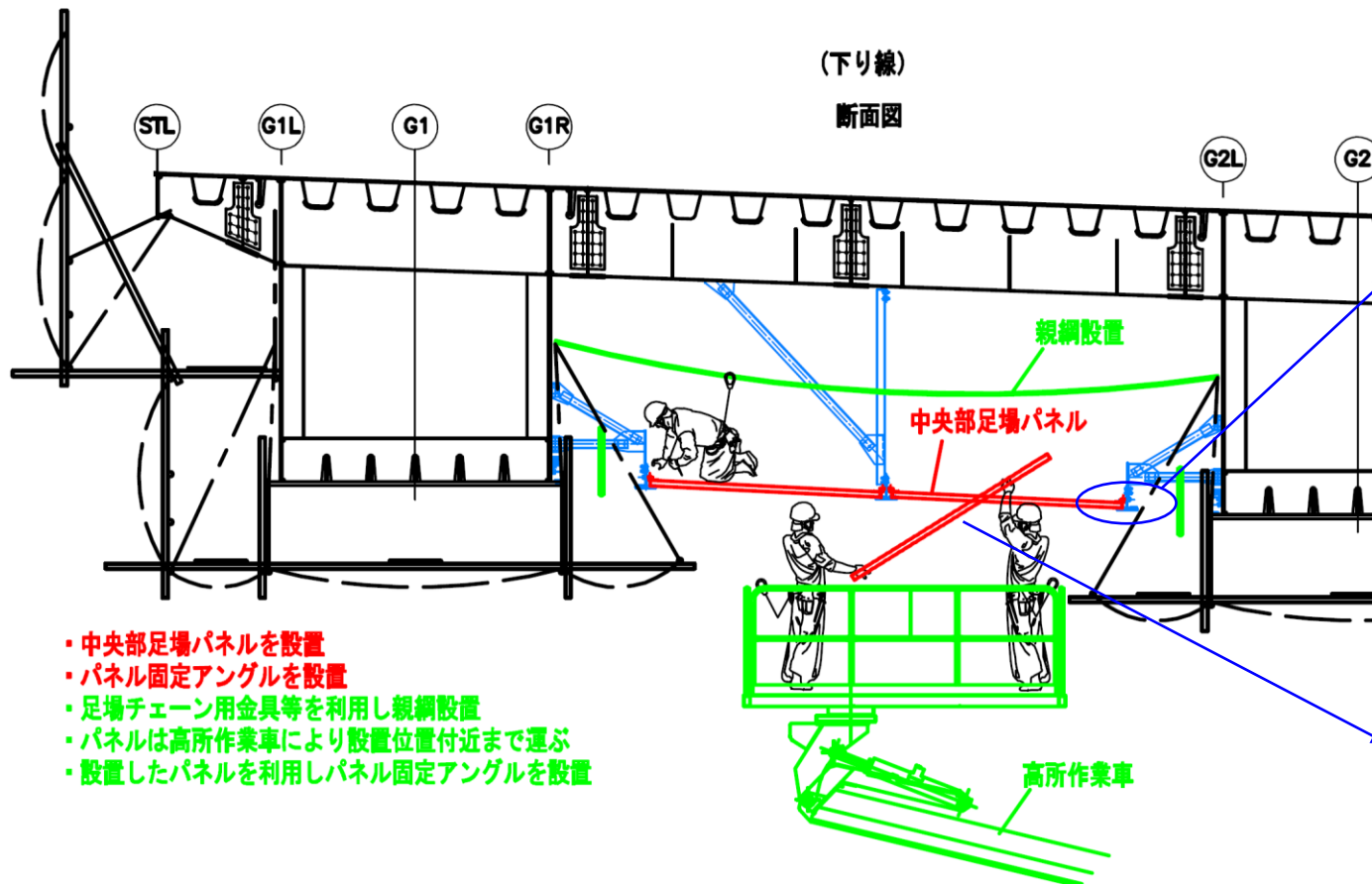
- ・中段足場の解体
- ・主体足場の一部解体
- ・足場解体前に墜落防止用網を設置

工事フロー詳細

Step 3

中央部足場パネル設置

- ・ 主桁間の中段足場及び主体足場の解体後、パネル受材の間に中央部足場パネルを設置する。
- ・ 吊チェーン用金具等を利用し、墜落防止用の親綱を設置する。
- ・ パネル重量は約30kgなので、2人以上で作業を行う。



パネル厚: 床面50mm (10kg/m)・側面30mm (8kg/m)
設計荷重: パネル本体3.5kN/m² (350kgf/m²)

床面パネル1ユニット



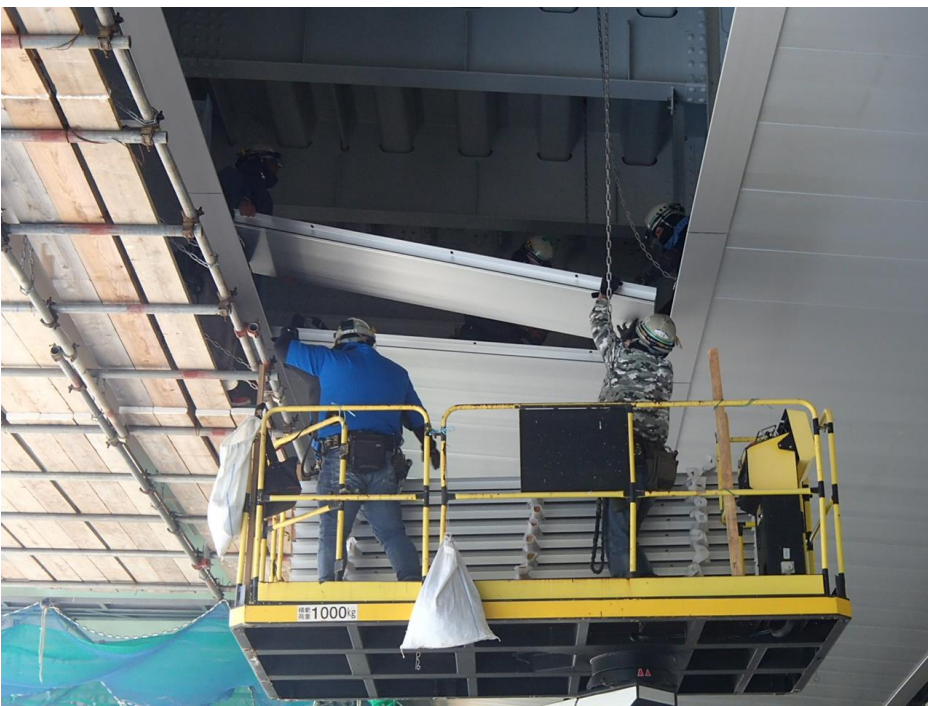
工事フロー詳細

Step3

中央部足場パネル設置



【中央部足場パネル設置作業状況】



工事フロー詳細

Step 3

中央部足場パネル連結

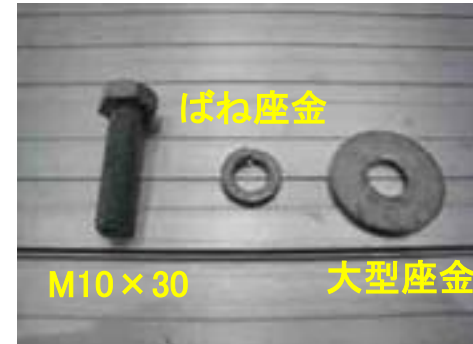


- ・ デッキ型の高所作業車を使用し、桁端部より足場パネルの設置を開始する。
- ・ 足場パネルは、パネル受材に載せる形で敷設し、パネル同士は一部重ねながら基本的に一方向で敷設する。
- ・ 足場パネルの長孔中心にブラインドナットを配置し、足場パネル連結ボルトにて連結する。
- ・ ブラインドナットは、共回りを防止するため締め付けすぎに注意する。



足場パネル

敷設済の足場パネルのブラインドナットと設置側の足場パネルの長孔との取合い

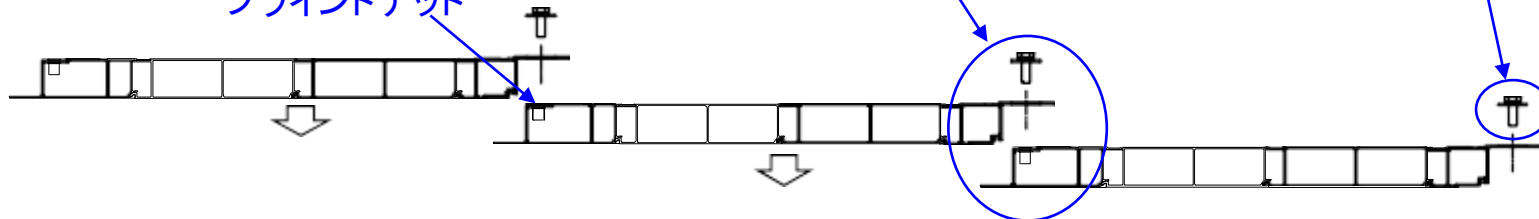


ばね座金

M10×30

大型座金

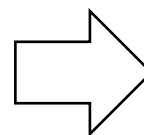
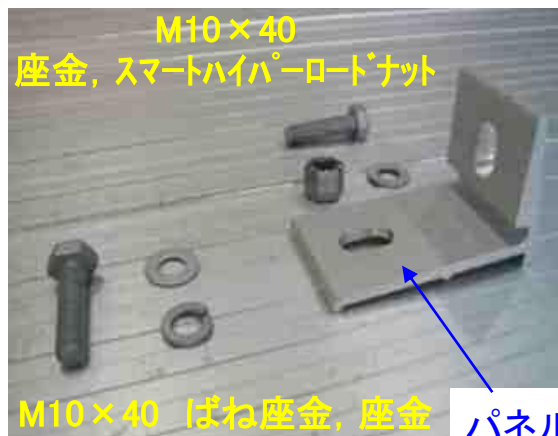
ブラインドナット



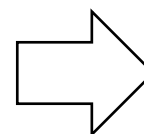
Step 3

パネル固定アングル 設置

- ・ パネル固定アングルにボルトを通し、緩み止めナットを仮止めした状態にする。



- ・ 足場パネル受材またはパネル固定用レールのボルトレールに設けたボルト挿入口よりボルト頭を入れる。
- ・ ボルトレールにボルトを入れた状態で所定の位置までパネル固定アングルを移動させて締め付ける。



Step 3

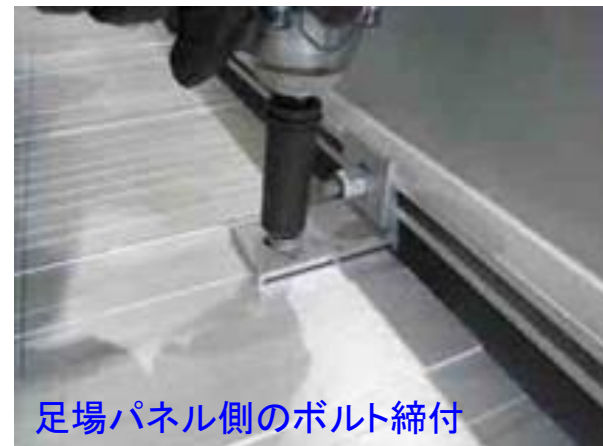
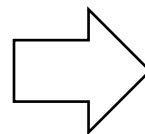
パネル固定アングルの のナット締付



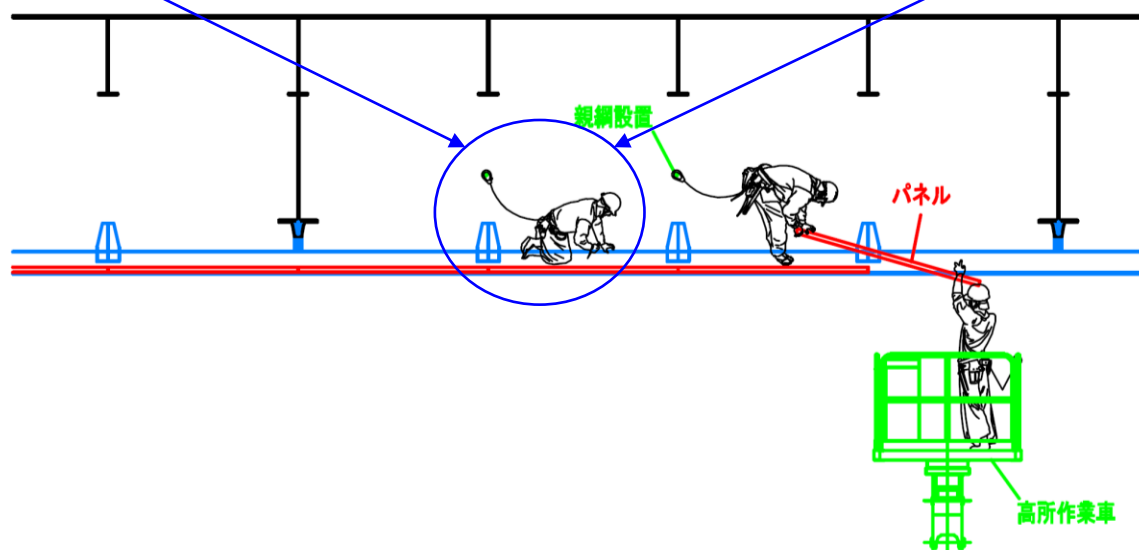
- ・ 足場パネル上にあるブラインドナット位置とボルトの位置を合わせてから、パネル固定アングルのナット締め付けを行う。
- ・ ブラインドナットは、共回りを防止するため締め付けすぎに注意する。



パネル受材側のナット締付



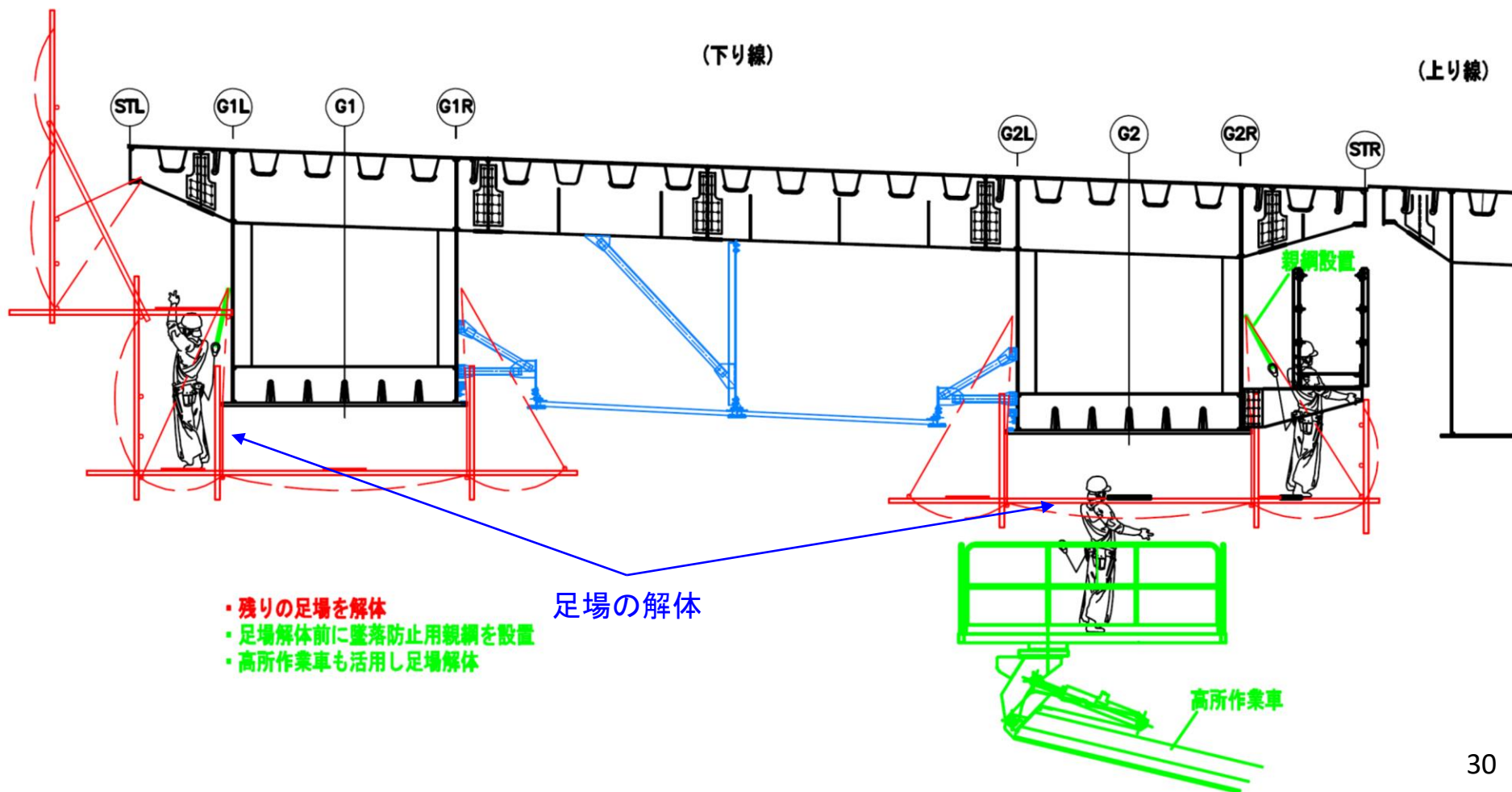
足場パネル側のボルト締付



工事フロー詳細

Step 4

足場解体
(主体足場・朝顔)



工事フロー詳細

Step 5

側部足場パネル設置

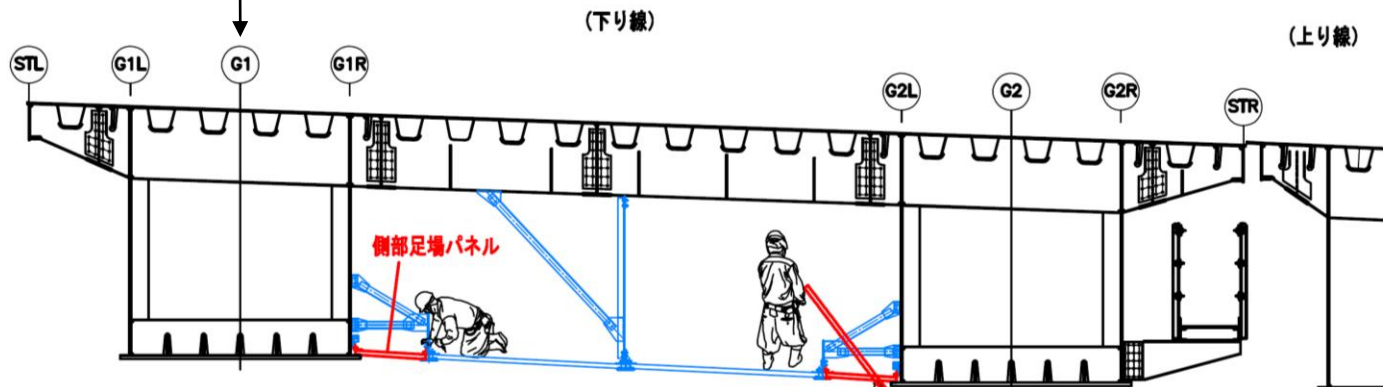
側部足場パネル連結

パネル固定アングル設置

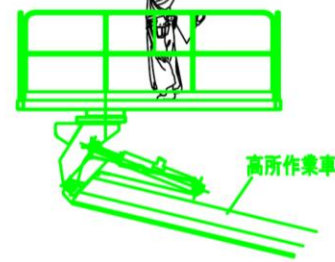
パネル固定アングルの
ナット締付

- ・ 吊足場解体後、主桁下フランジとパネル受材の間に側部足場パネルを設置する。

- ・ 中央部足場パネルと同一手順にて行う。



- ・ 両側の側部足場パネル設置
- ・ パネルは高所作業車により設置位置付近まで運ぶ
- ・ 設置したパネルを利用しパネル固定アングルを設置



工事フロー詳細

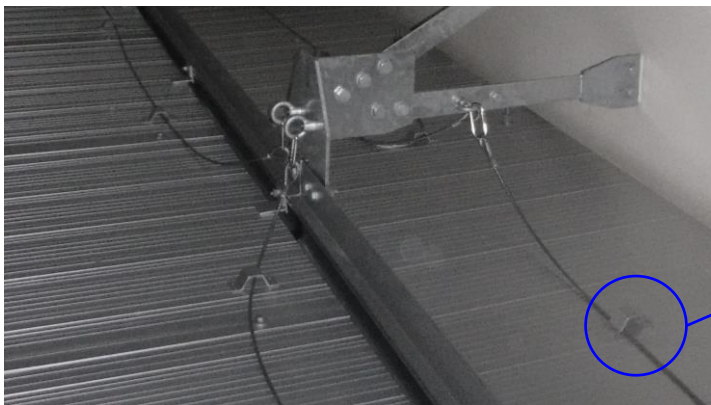
Step 6

落下防止ワイヤ取付

END

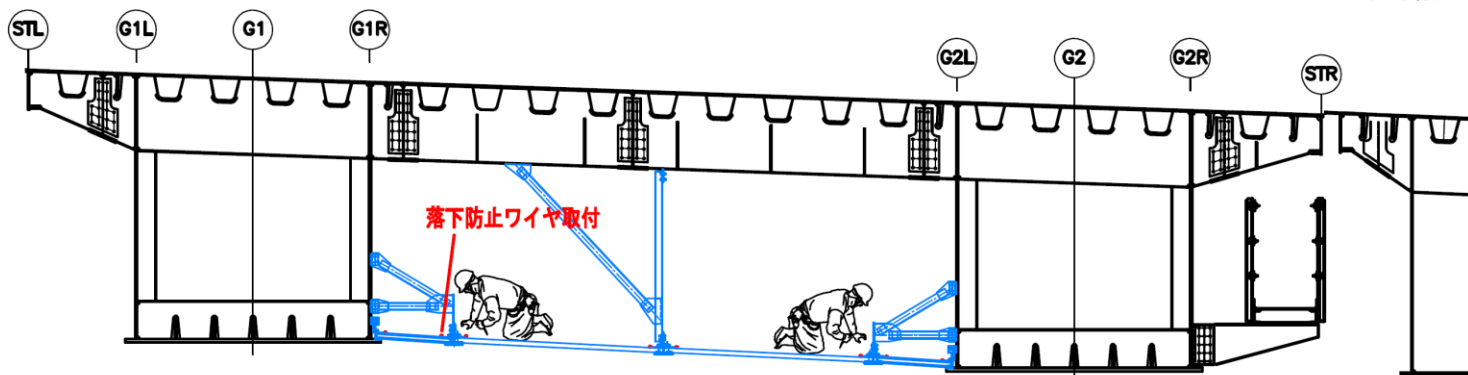
- ・ 落下防止ワイヤを、中央部足場パネル1列、両端部の側部足場パネルに1列ずつ取り付ける。
- ・ ワイヤは、ロール状態であるため、必要長さに合わせて切断する。
- ・ ワイヤー端部はナイロン被覆を剥がし、ワイヤクリップを取り付ける。

落下防止ワイヤ



(下り線)

(上り線)



工事フロー詳細

完成



多機能防食デッキの適用効果

常設足場が有する機能

常設されたフラットな足場

- ・上部工の近接目視点検が可能
- ・補修用作業足場として使用できる
- ・仮設足場の組解が不要で安全性が向上
- ・桁下規制、本線規制が省略できる

主構造への劣化因子を遮断

- ・主桁デッキ内の塗装仕様を外面塗装から内面塗装に変更

維持管理上で期待できる効果

維持管理コストの低減

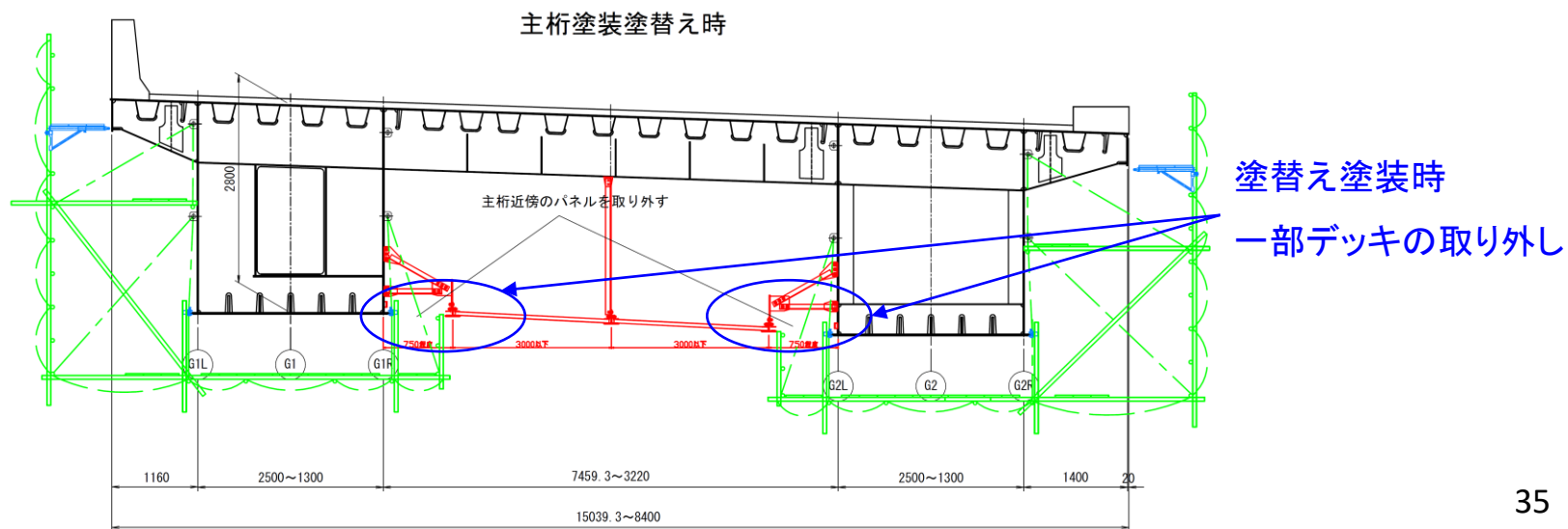
- ・仮設足場設置に要する時間とコストを低減（協議・規制・施工）

安心・安全を提供

- ・コンクリートの劣化、剥落による第三者被害を予防

多機能防食デッキの適用効果

	点検用足場としての利点と欠点	塗装塗替としての利点と欠点
利点	・上部工を面的に点検(近接目視) ・桁下、本線規制が不要	・主桁間の塗替え塗装は、基本的に省略可能
欠点	・点検対象が増加(デッキ自体の点検) ・遠望目視で主桁が見えない(日常点検) ・上部工重量が増加	・主桁近傍のデッキを外して、塗替えを行う必要がある



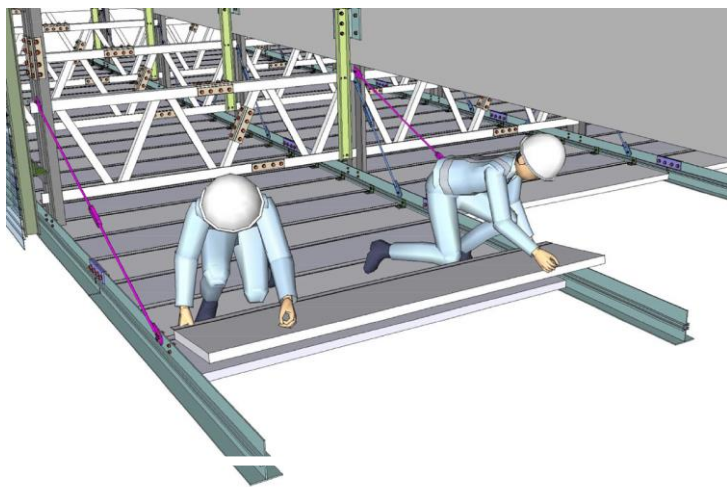
多機能防食デッキの施工・維持管理上の配慮

すべての部材は人力施工

○すべての部材は人力で持てる重さに。

＊側面開閉式パネルは除く

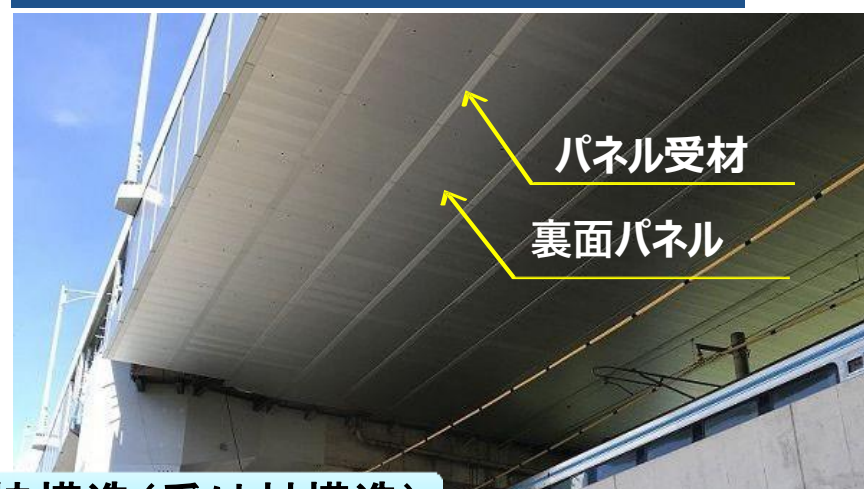
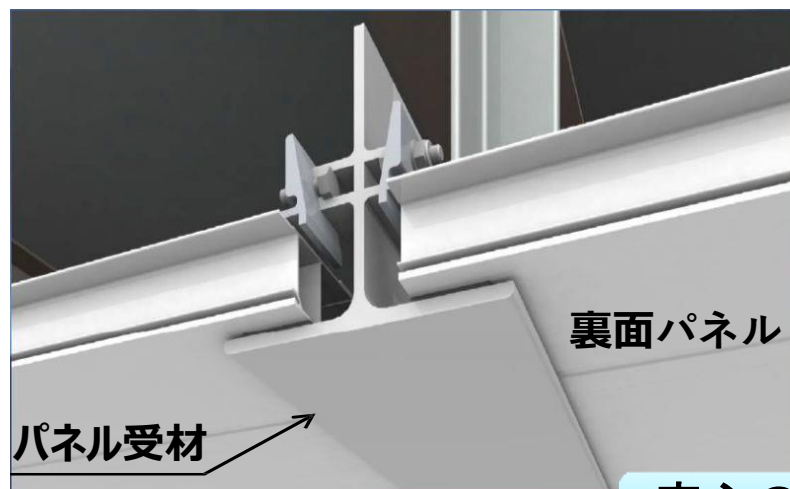
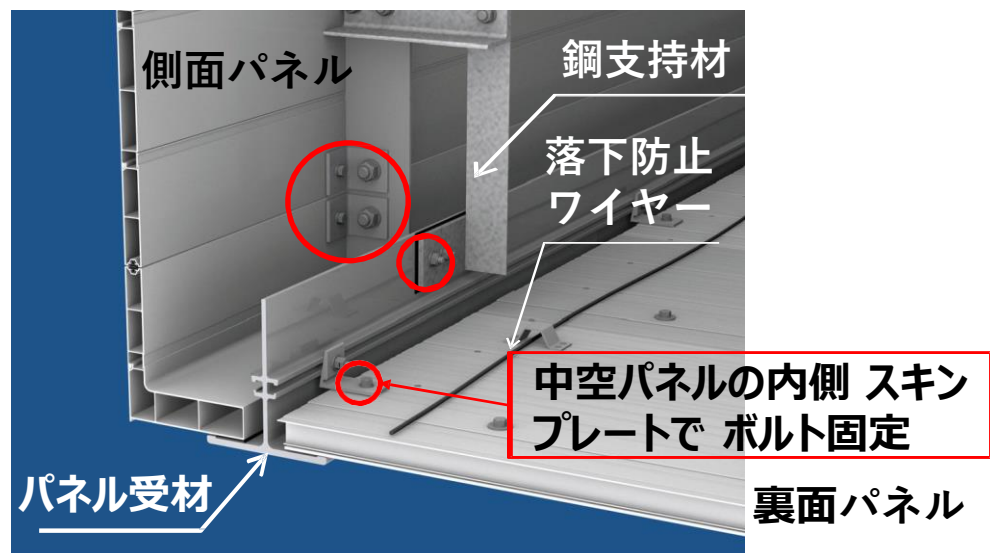
○パネルは人力で内側から部分的に取り外し可能。



多機能防食デッキの施工・維持管理上の配慮

固定ボルトはすべて内側に配置

- ・ 完成後外面に ボルトが出ない
- ・ ボルトの落下や ボルト部からの腐食の心配がない
- ・ パネルの取り外しはすべて内側から 施工可能。

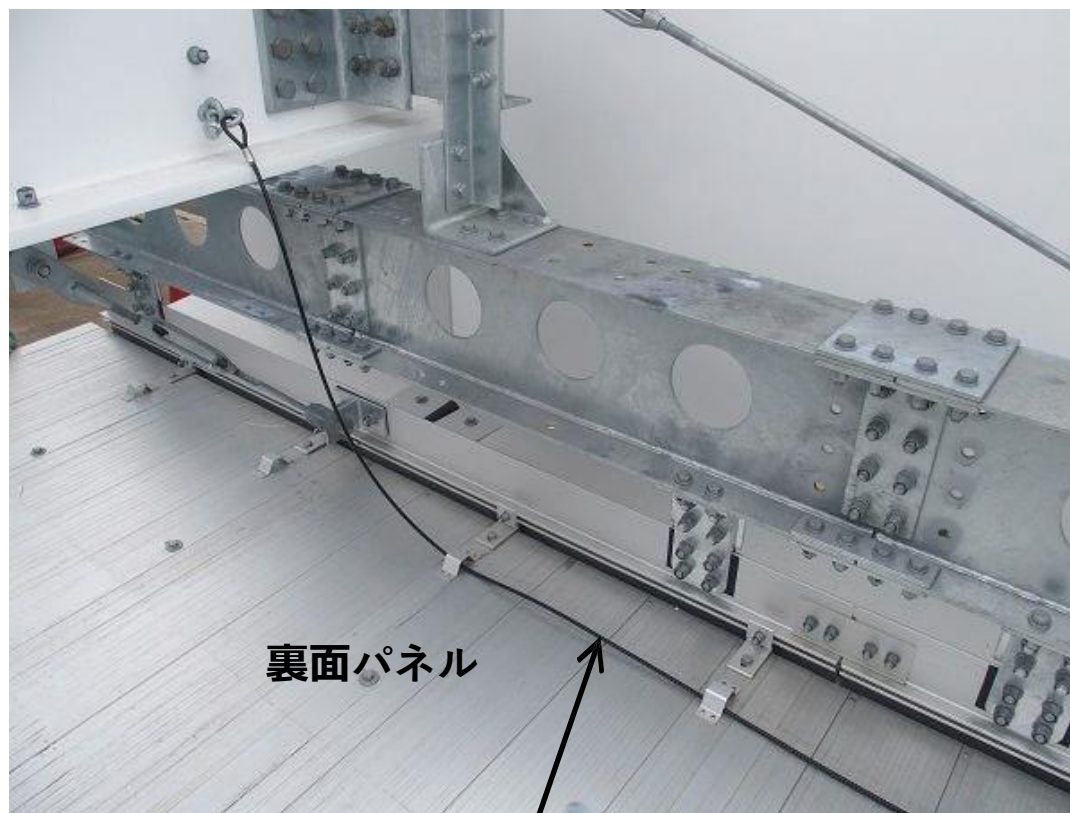


安心の支持構造(受け材構造)

多機能防食デッキの施工・維持管理上の配慮

パネル落下フェイルセーフ 落下防止ワイヤー設置

パネルには万が一の落下に備え落下防止ワイヤーを設置。



裏面パネル

落下防止ワイヤー

ご清聴ありがとうございます