

国道1号清水立体尾羽第2高架橋事故調査委員会(第3回)

開催結果概要

議事概要

事務局から前回委員会結果を踏まえ損傷状況等の詳細な調査結果や想定される落下状況、落下状況から抽出される落下要因等の説明を行い、委員会として以下の内容を議論・確認した。

- 桁やセッティングビーム、資機材等の設置状況や損傷、飛散状況を詳細に調査し、各部材がどのように動き、変形したか。
- 想定される落下状況は、P4 側でセッティングビームが架台から外れたこと、次にセッティングビームと架設桁を繋ぐ取り付け金具のボルトが破断したことで落下に至ったと考えられる。
- 再発防止策は、架設時の安全対策、降下作業に関する安全対策、セッティングビーム使用時の安全対策、計測管理、作業手順書について、委員会として提言を行った。

本日の議論をふまえ、「中間取りまとめ」として、後日公表していくこととなった。

以上

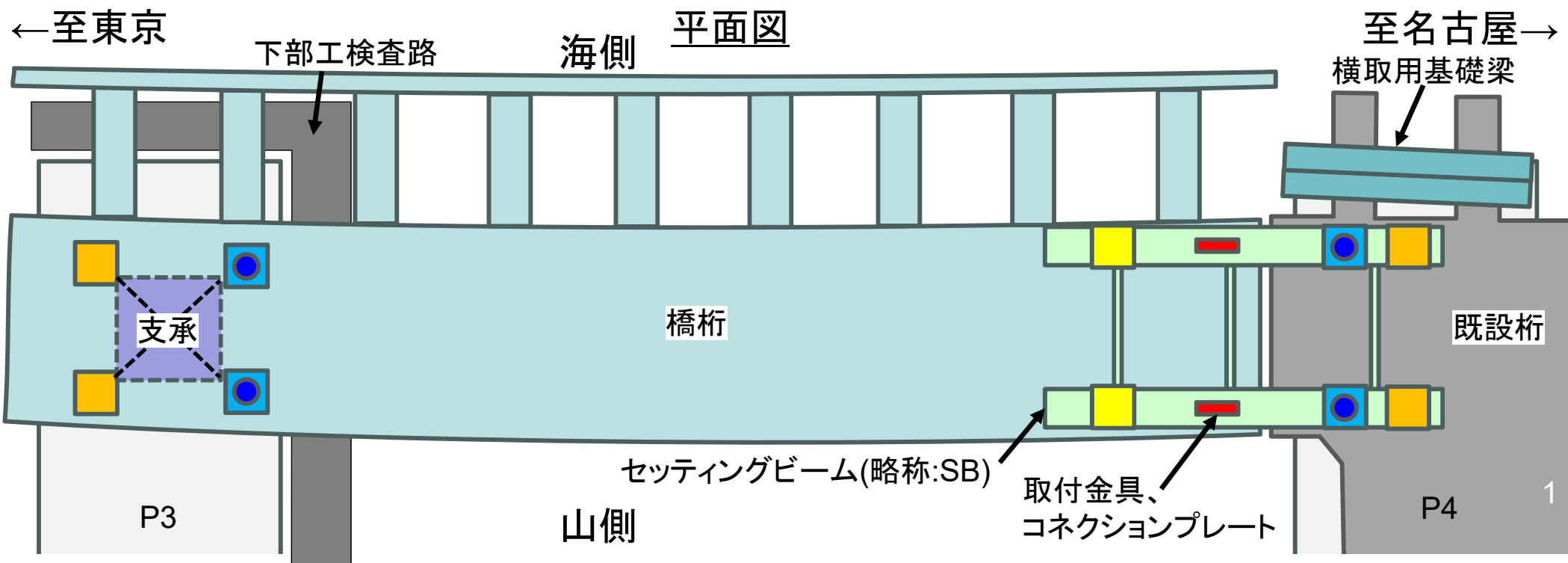
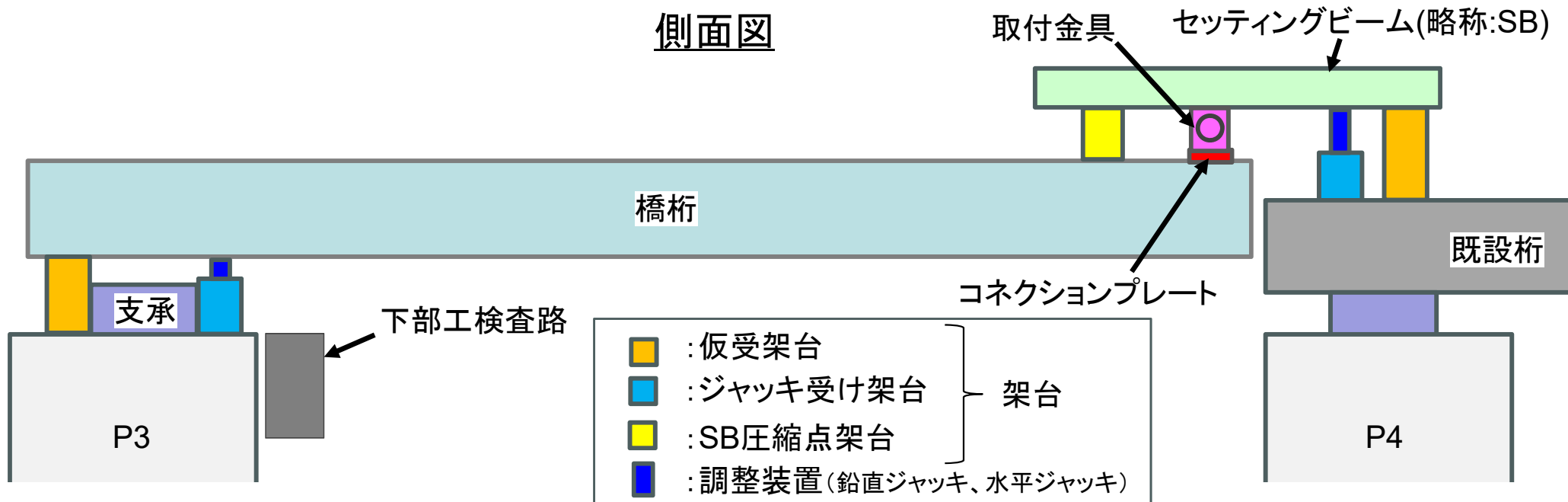
国道1号清水立体尾羽第2高架橋事故調査委員会(第3回)

ブリーフィング時配布資料

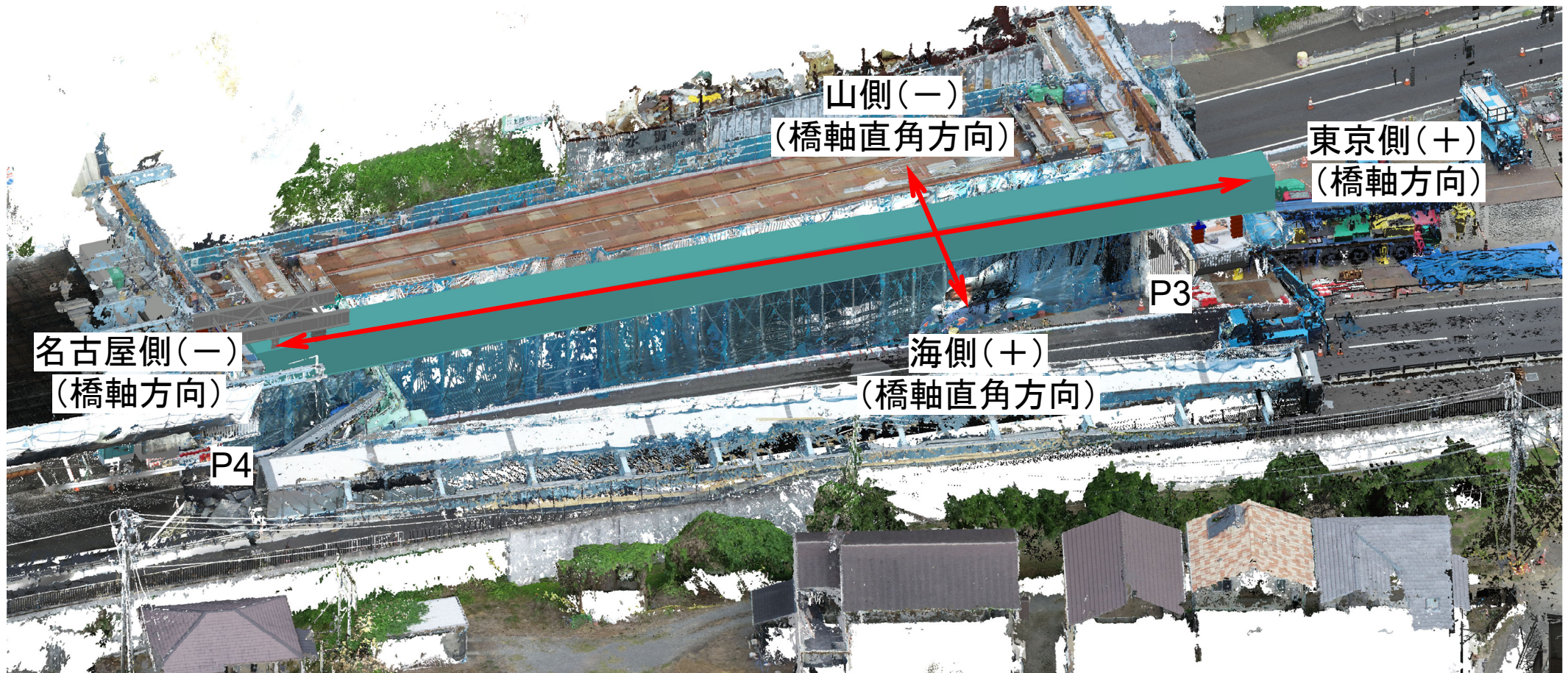
令和5年9月12日

各部位の説明凡例

側面図

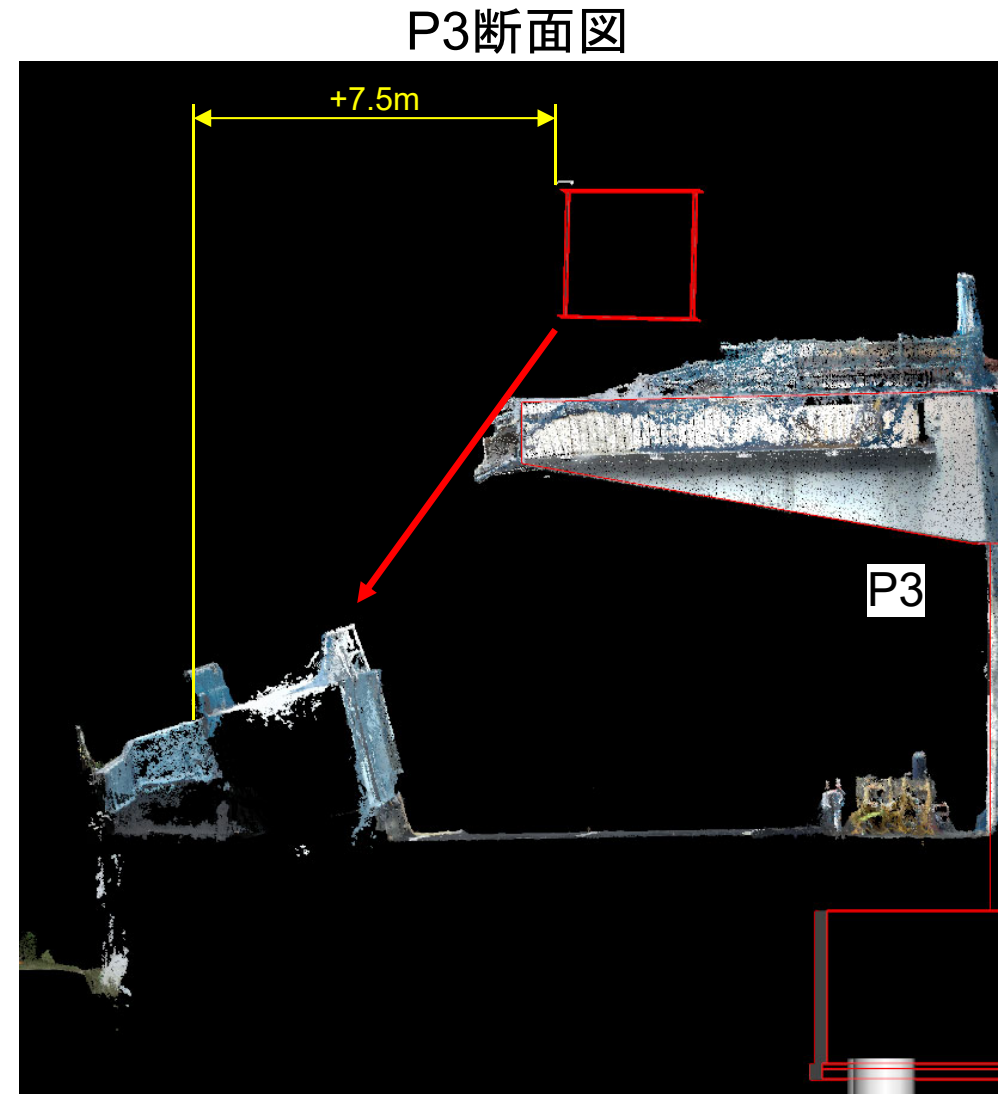
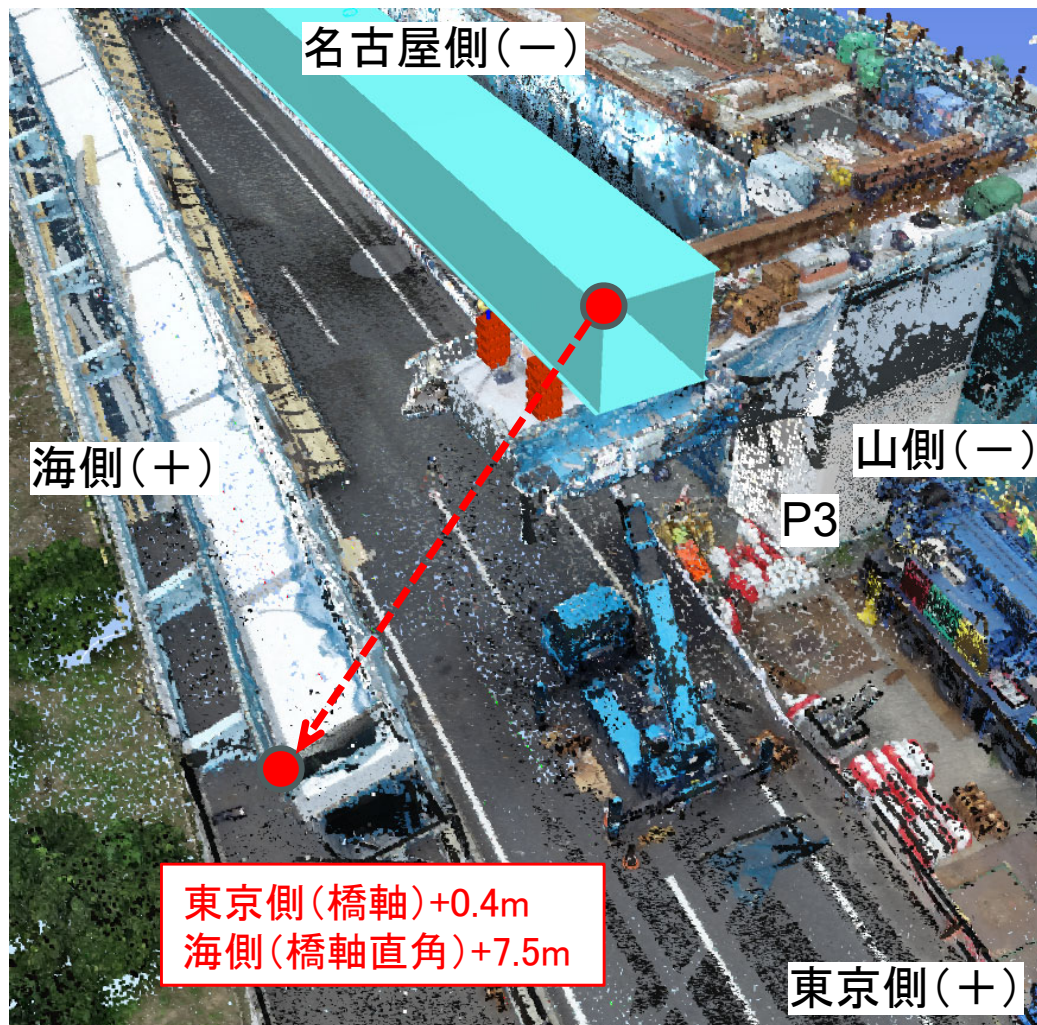


橋桁落下位置（全体）



- 3次元点群データで橋桁落下位置を計測
- 橋桁落下位置は、橋桁のセンター×センターを基準に
橋軸方向：東京側＋、名古屋側－、
橋軸直角方向：海側＋、山側－で示す

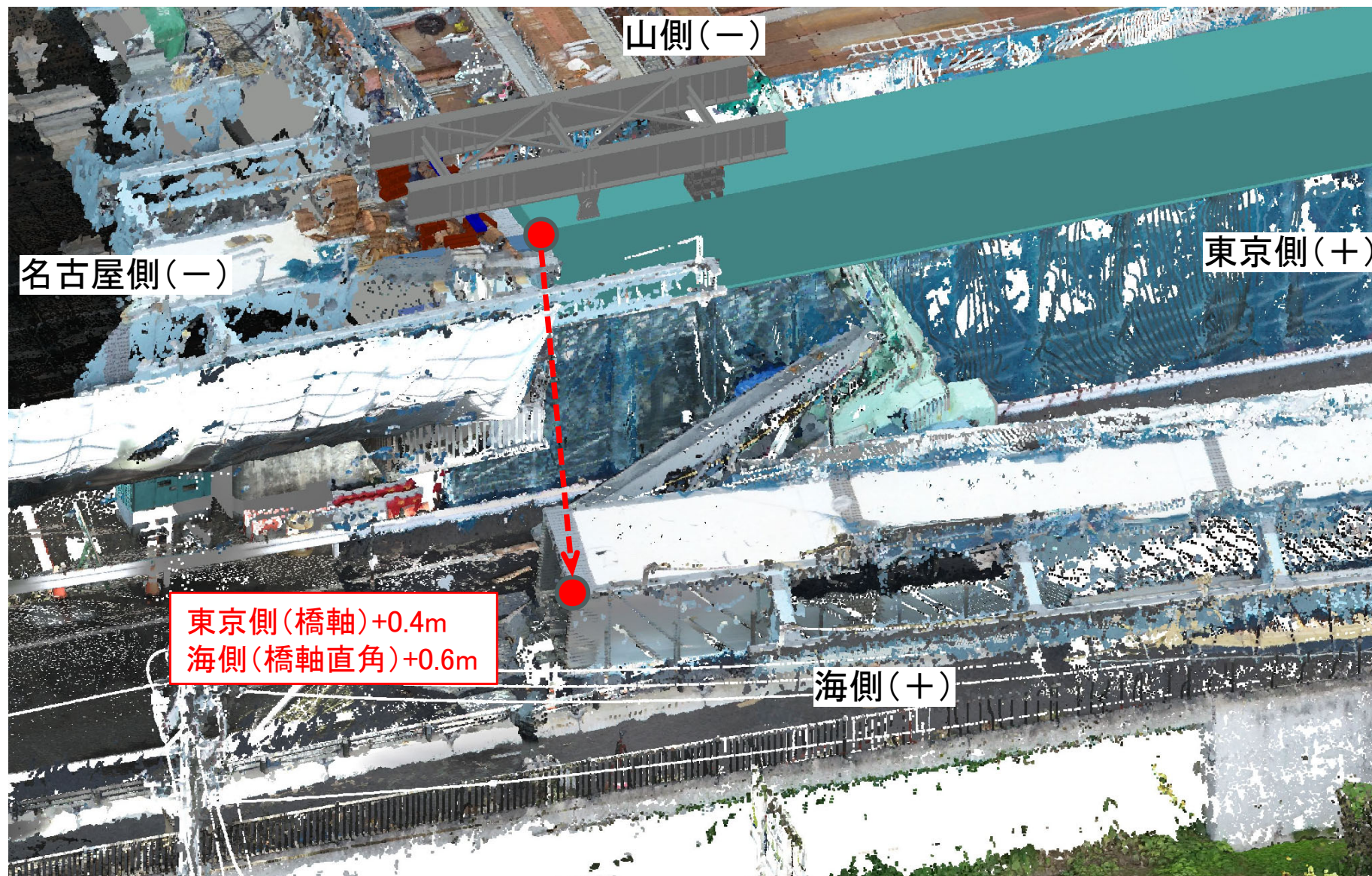
橋桁落下位置（P3橋脚付近）



○ P3橋脚付近の橋桁は、東京側(橋軸)+0.4m、海側(直角)+7.5mの位置に落下

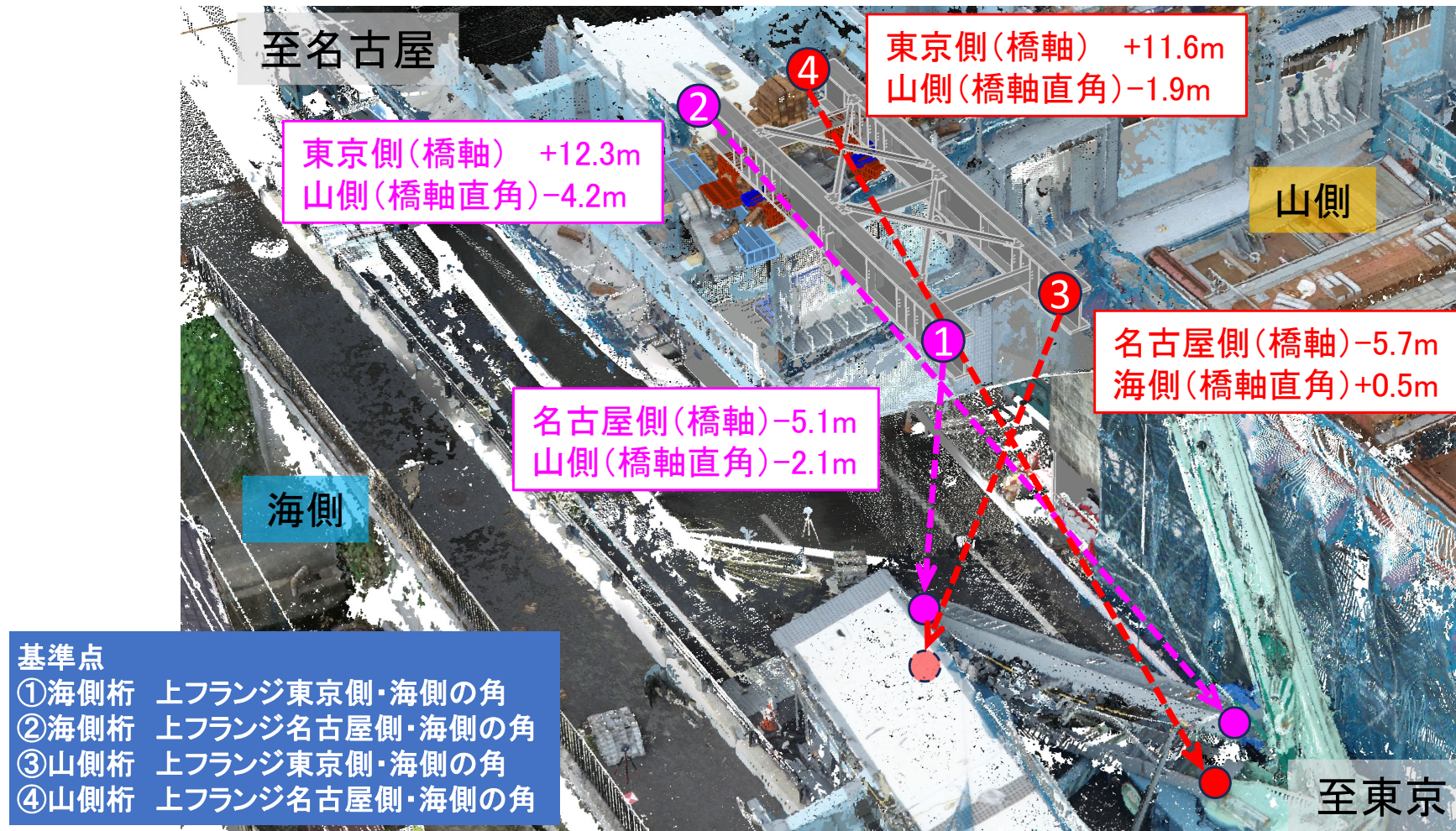
橋桁落下位置（P4橋脚付近）

名古屋側



○ P4橋脚付近の橋桁は、東京側(橋軸) +0.4m、海側(直角) +0.6mの位置に落下

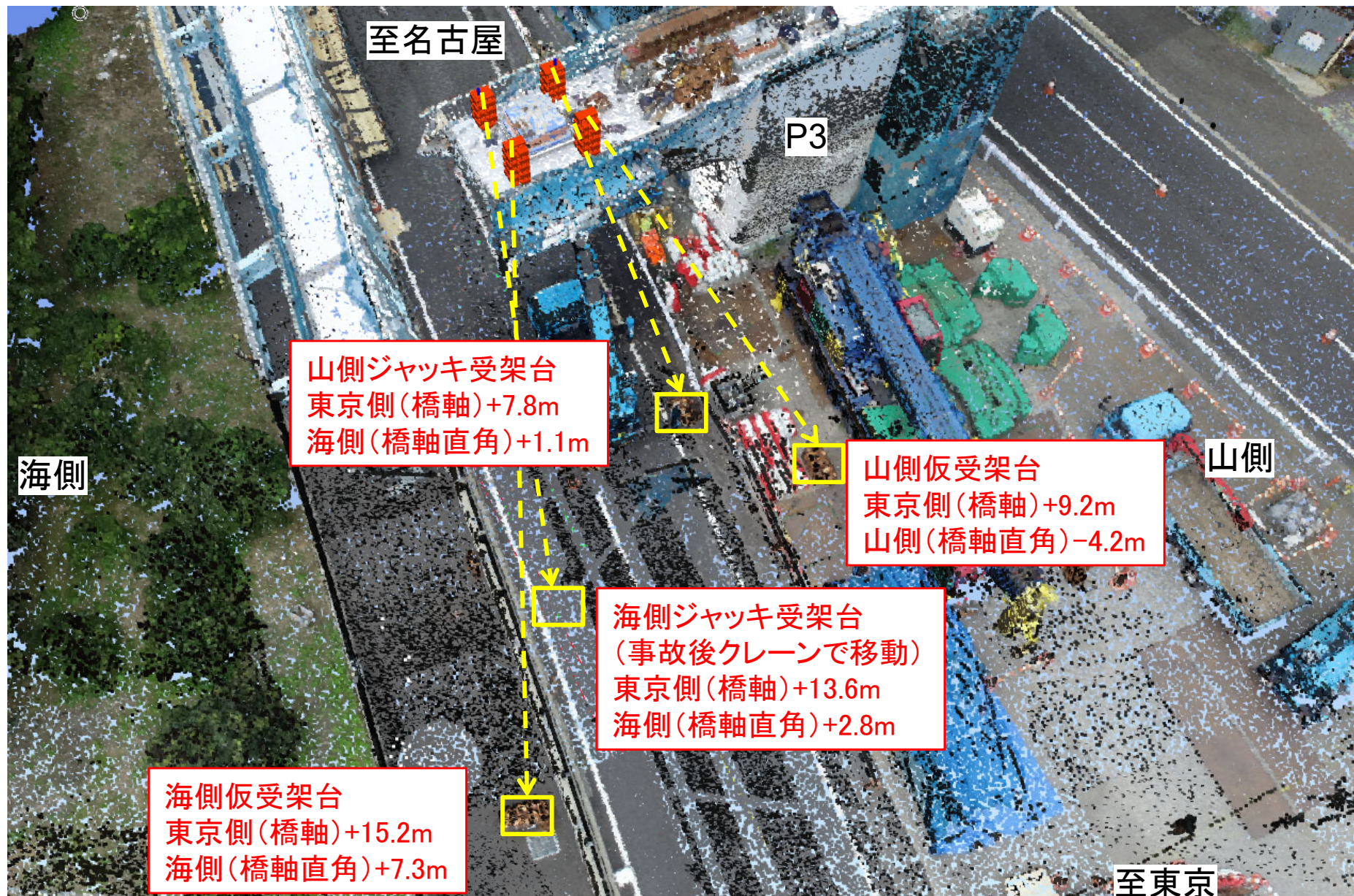
セッティングビーム落下位置



○ セッティングビームは、以下の位置に落下

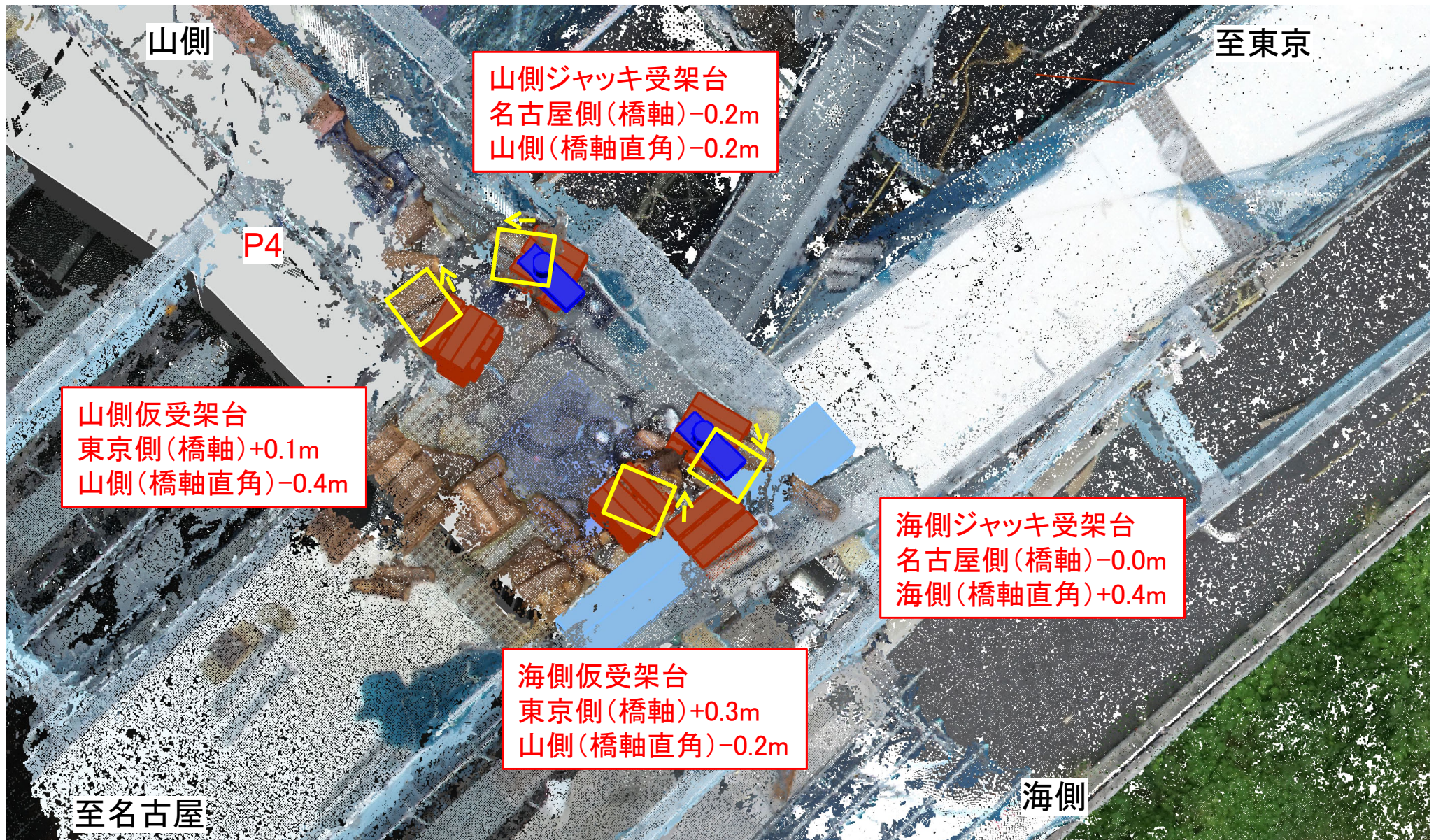
- ① 海側P3側端部…名古屋側(橋軸)-5.1m、 山側(直角)-2.1m
- ② 海側P4側端部…東京側(橋軸) +12.3m、 山側(直角)-4.2m
- ③ 山側P3側端部…名古屋側(橋軸)-5.7m、 海側(直角)+0.5m
- ④ 山側P4側端部…東京側(橋軸) +11.6m、 山側(直角)-1.9m
- (中心部(平均))…東京側(橋軸) +3.3m、 山側(直角)-1.9m)

資機材飛散位置 (P3橋脚付近)



- P3橋脚上の架台は、全て東京側に落下
- 海側仮受架台は、東京側+15.2m(橋軸)、海側+7.3m(橋軸直角方向)の位置に落下

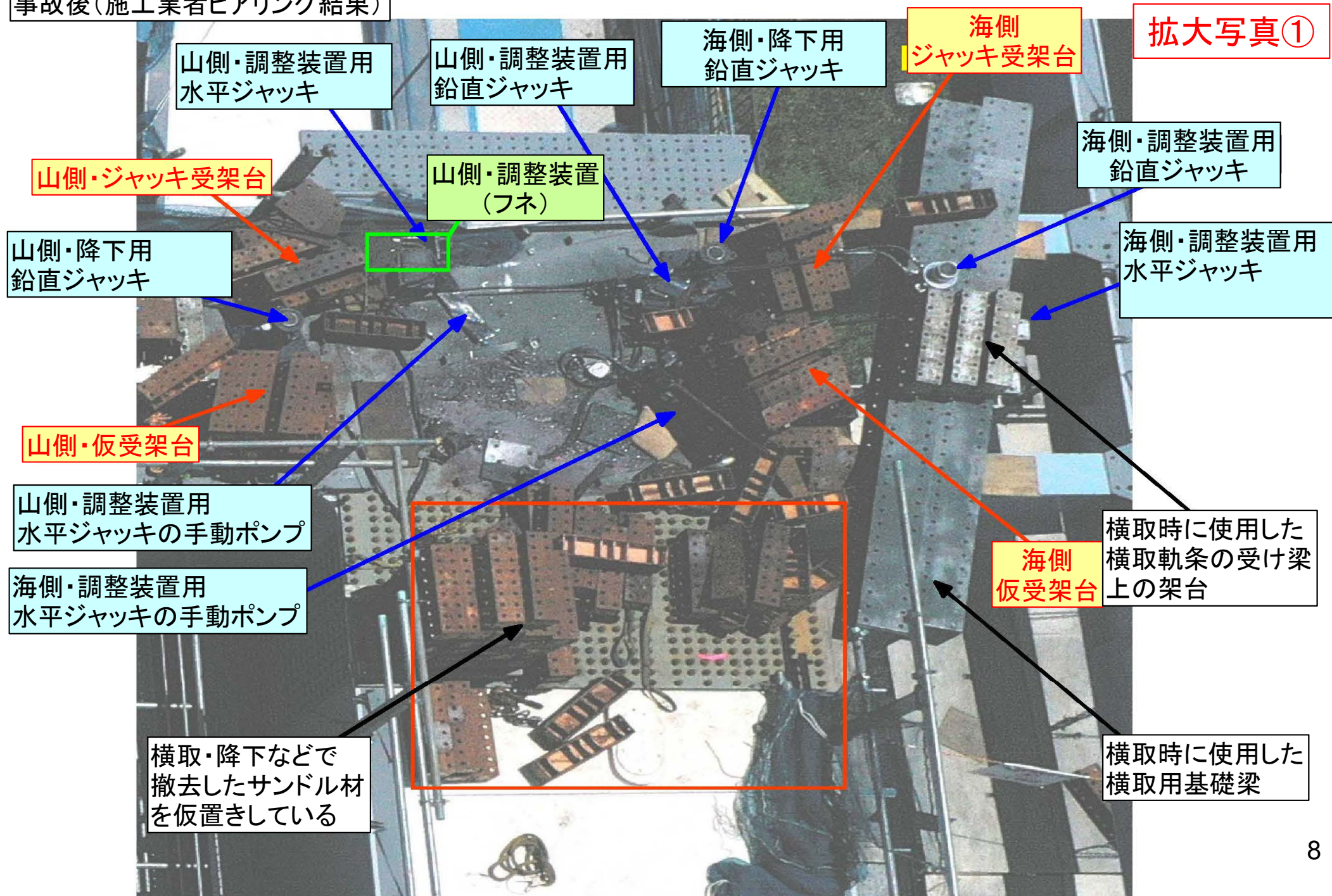
資機材飛散位置 (P4橋脚付近)



○ P4橋脚上のサンドル(架台)は、大きく飛散しておらず、P4橋脚橋座面上に留まっている

資機材飛散位置 (P4橋脚付近の飛散状況)

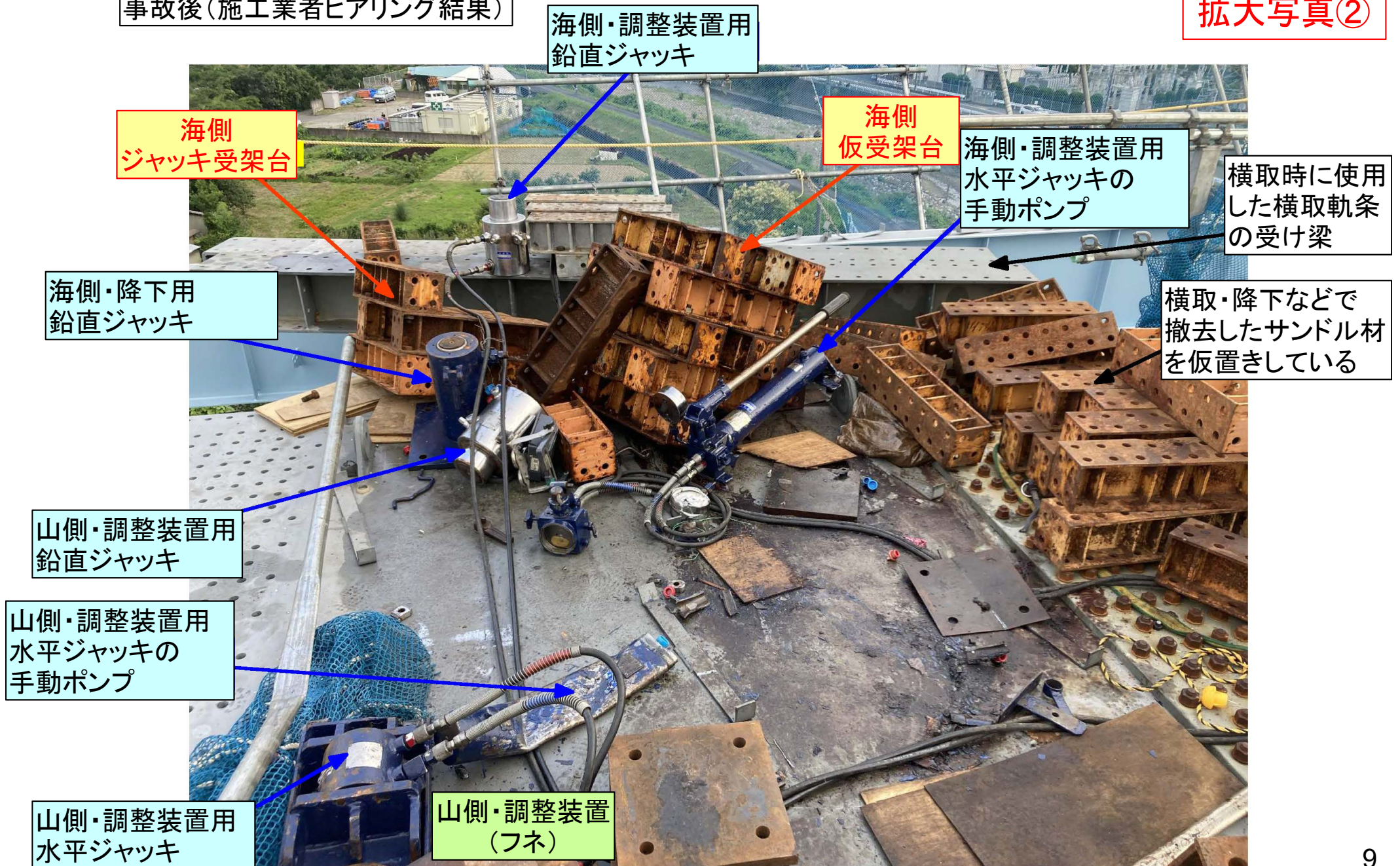
事故後(施工業者ヒアリング結果)



資機材飛散位置（P4橋脚付近の飛散状況）

事故後（施工業者ヒアリング結果）

拡大写真②



資機材飛散位置 (P4橋脚付近の飛散状況)

事故後(施工業者ヒアリング結果)

山側・降下用
鉛直ジャッキ

山側ジャッキ
受架台

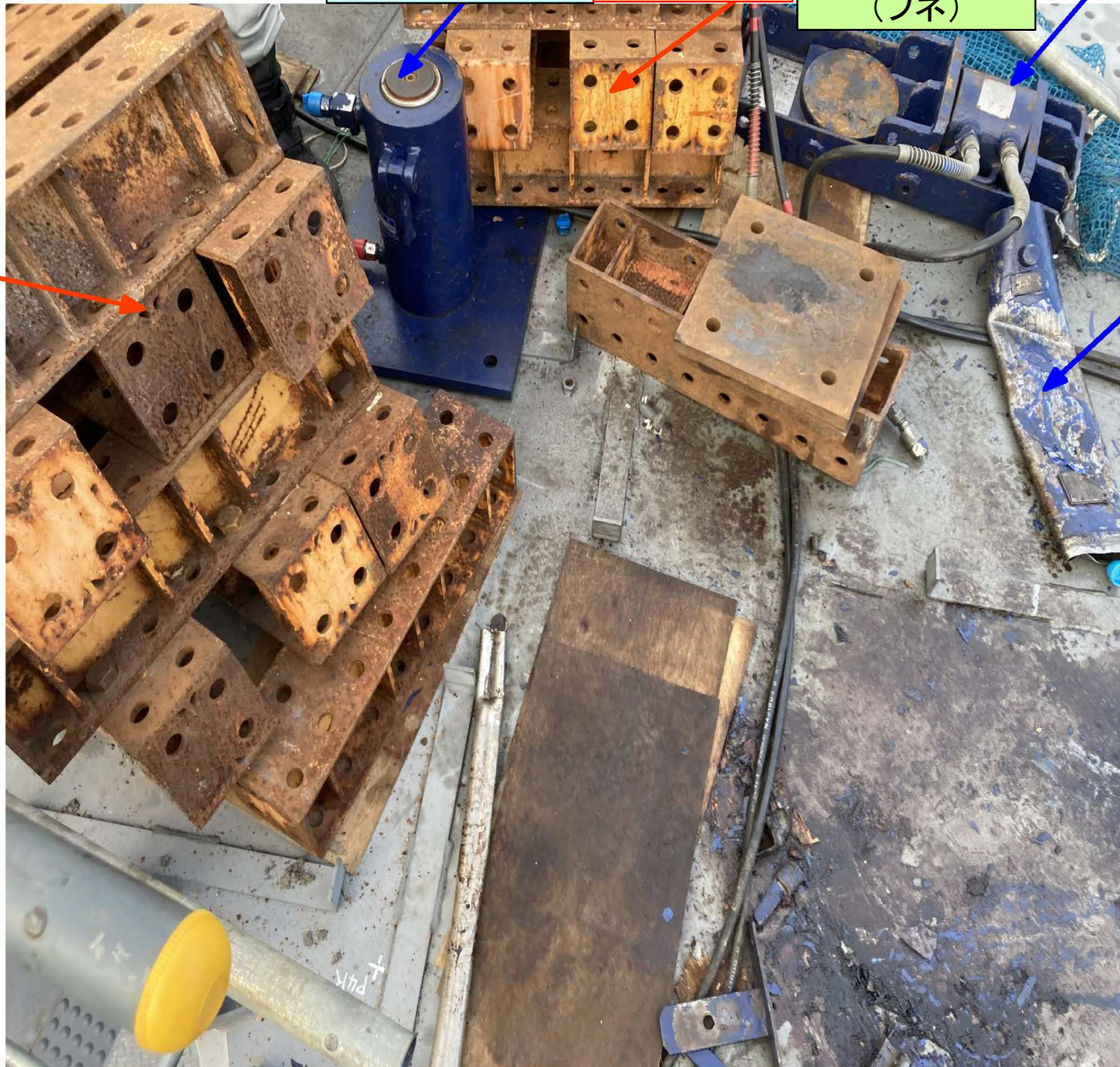
山側・調整装置
(フネ)

山側・調整装置用
水平ジャッキ

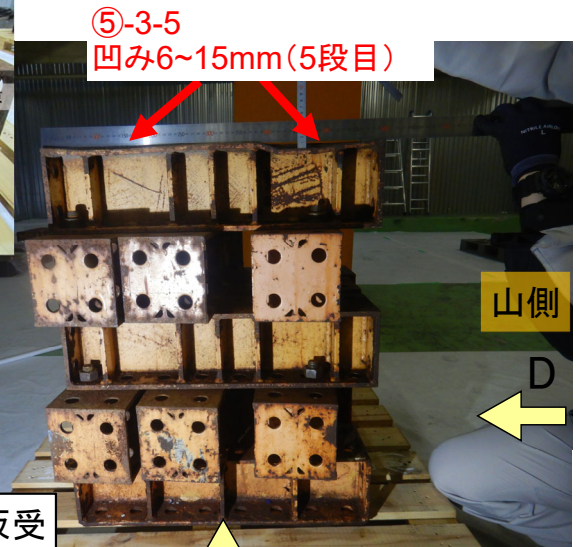
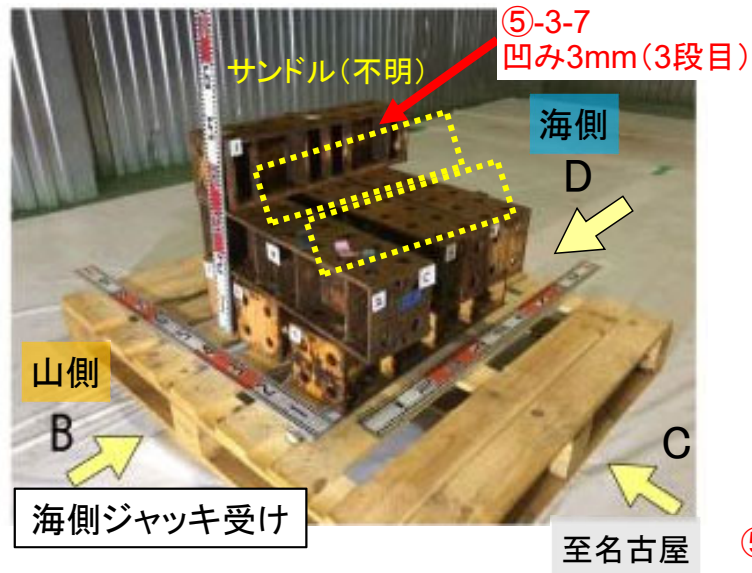
拡大写真③

山側
仮受架台

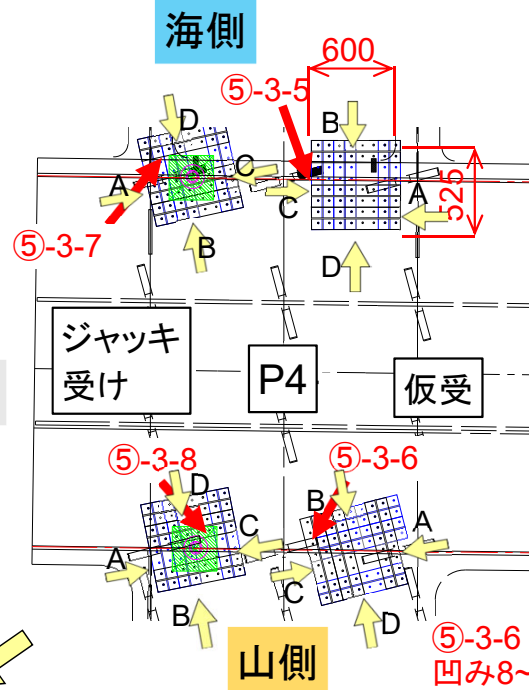
山側・調整装置用
水平ジャッキの
手動ポンプ



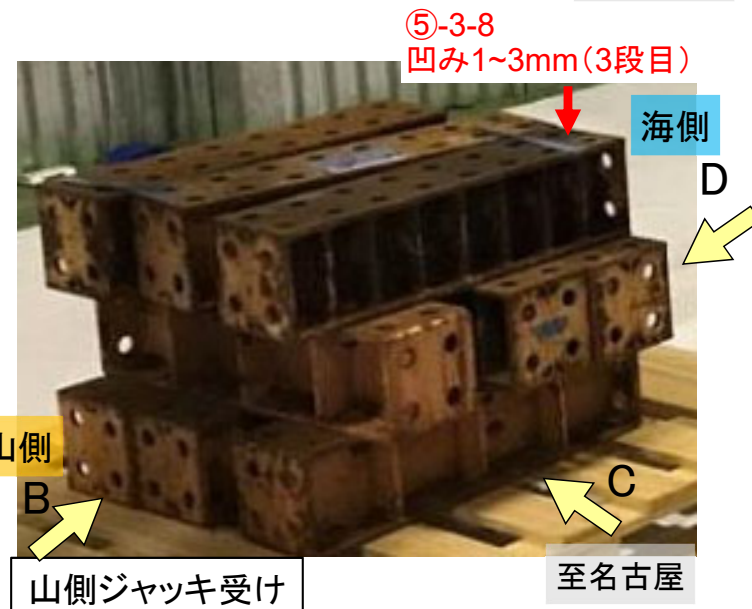
架台の損傷状況



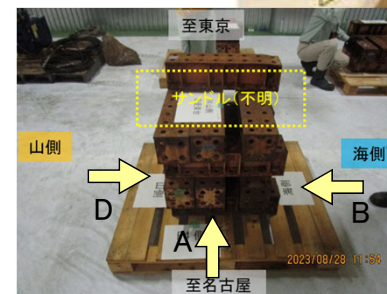
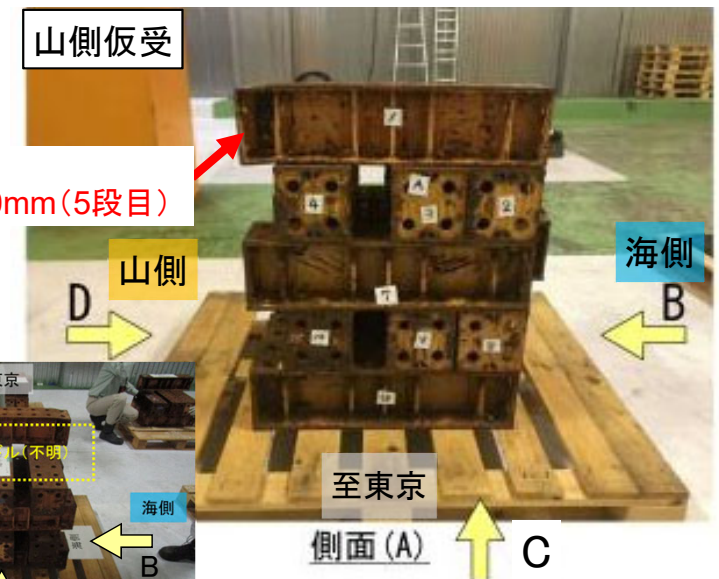
架台位置図



	ジャッキ
	架台

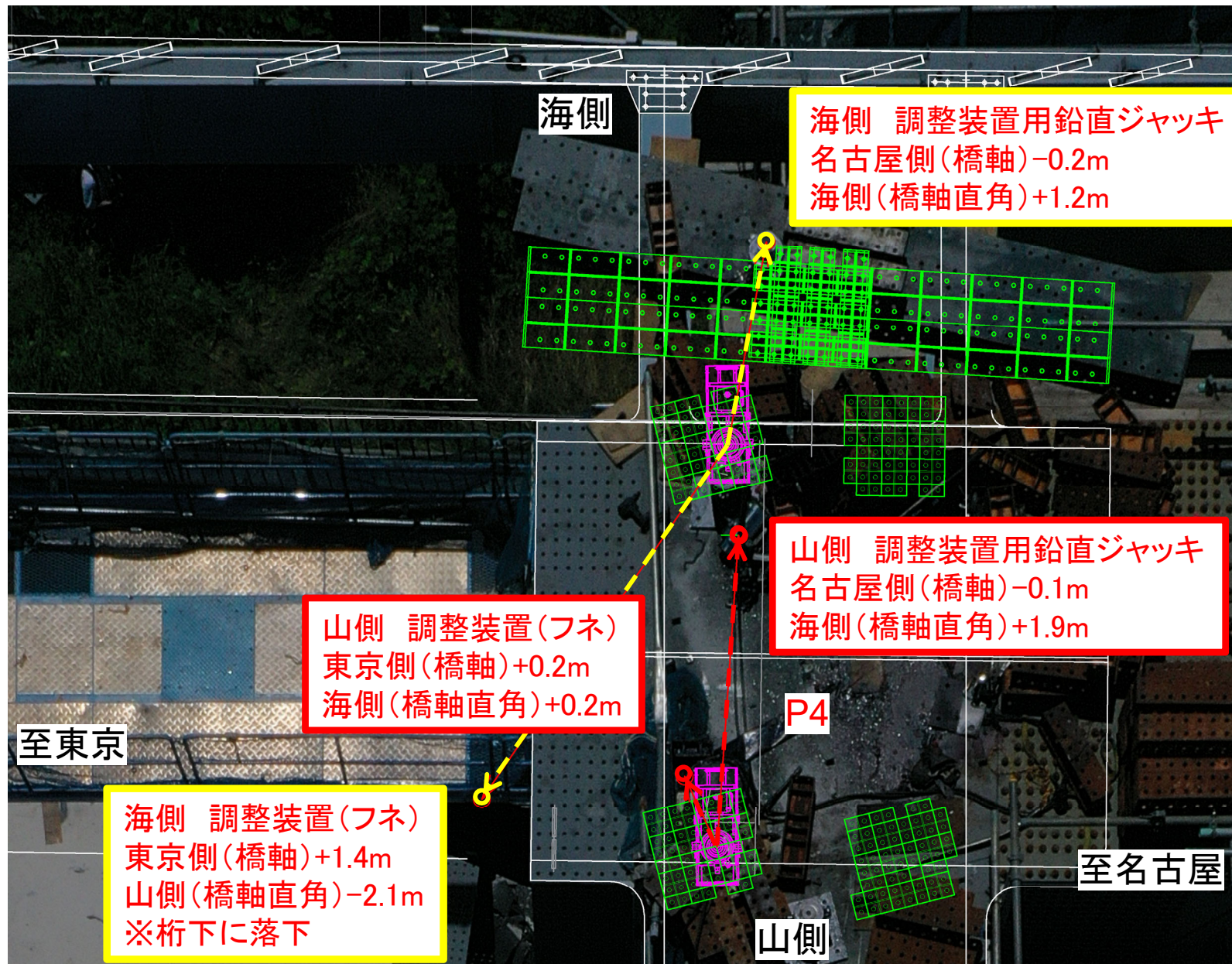


至名古屋

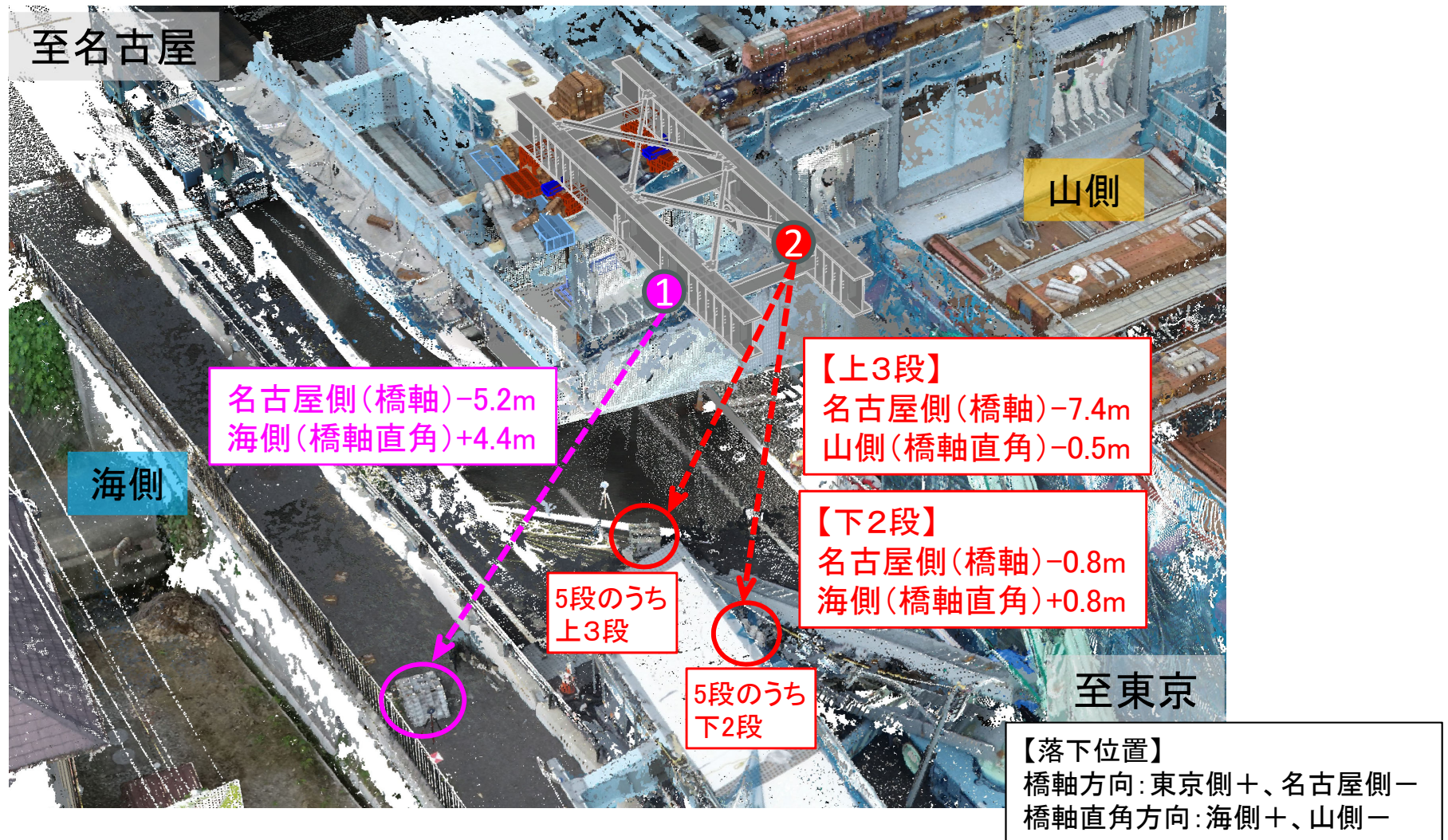


※写真は事故後に回収したもの

資機材飛散位置 (P4橋脚付近)



資機材飛散位置 (P4橋脚付近)

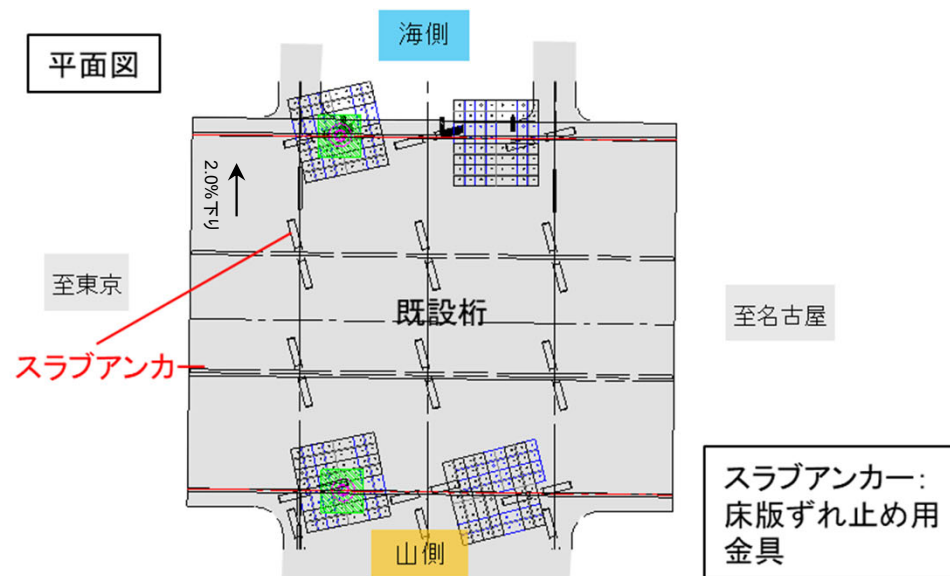
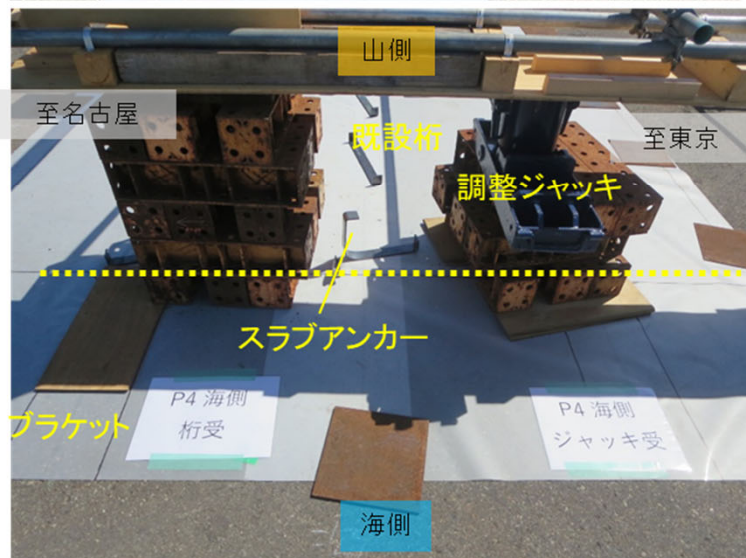


○ セッティングビーム圧縮点架台は、以下の位置に落下

- ① 海側架台…名古屋側(橋軸)-5.2m、海側(直角)+4.4m
- ② 山側架台(上3段)…名古屋側(橋軸)-7.4m、山側(直角)-0.5m
- ② 山側架台(下2段)…名古屋側(橋軸)-0.8m、海側(直角)+0.8m

当日の作業状況等 現地再現結果(P4橋脚架台配置)

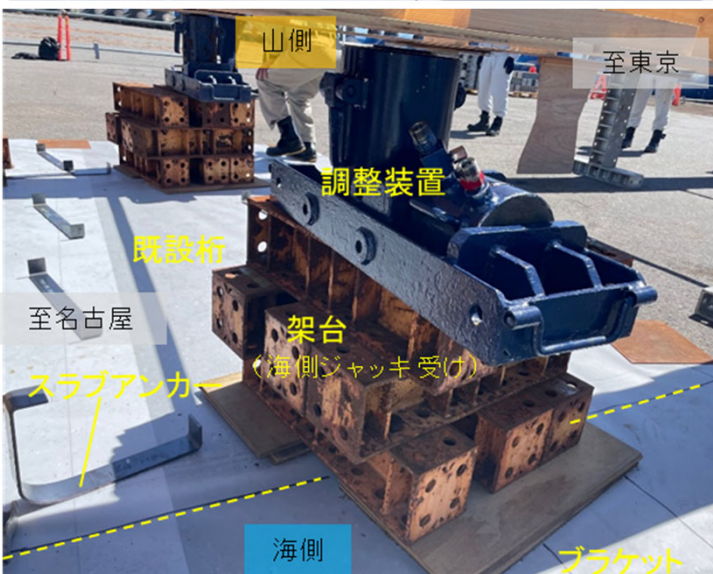
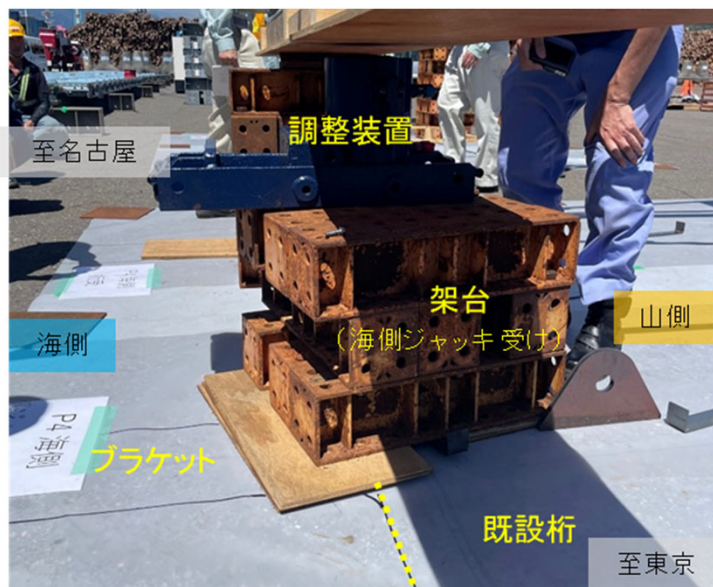
- 既設桁上のスラブアンカーを避けるために斜めに架台が配置されていた。
- 既設桁と架台、架台と調整装置は固定されていない。
- サンドル材同士はボルトで固定されていた。



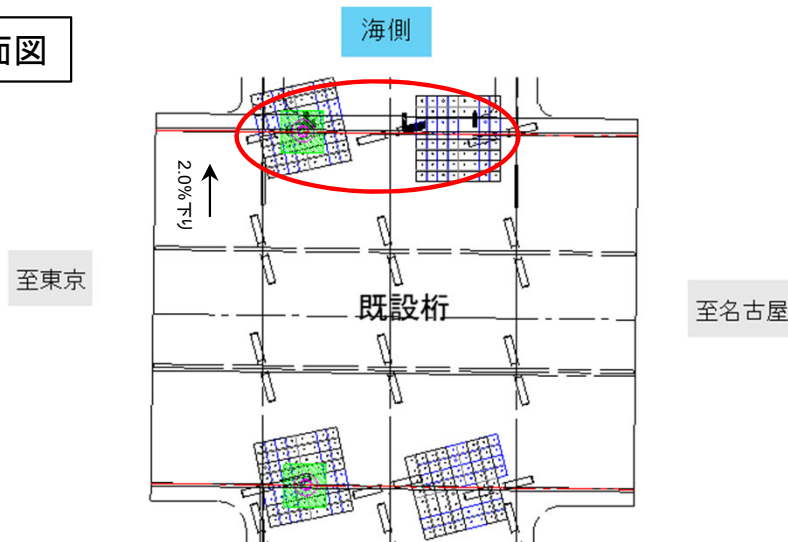
注) P4既設桁上には、山側から海側に向かって2.0%の下り勾配がある。
今回の現地再現は、平場での再現になっている。
セッティングビームは海側に100mmずれた位置を想定している。

当日の作業状況等 現地再現結果(P4橋脚架台配置)

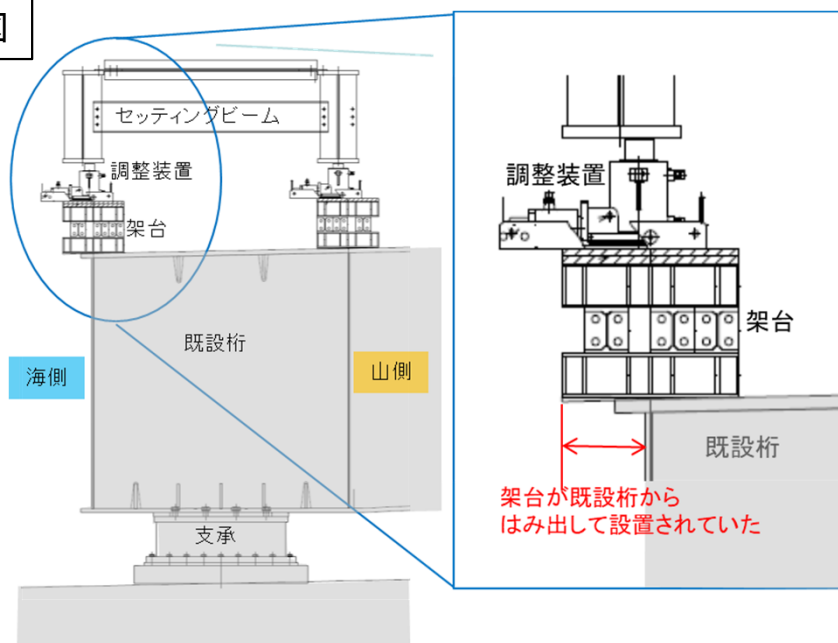
- 海側の架台及び調整装置は既設桁のウェブ芯とセッティングビームのウェブ芯を一致させるように配置したことから、既設桁からはみ出して設置されていた。



平面図



断面図



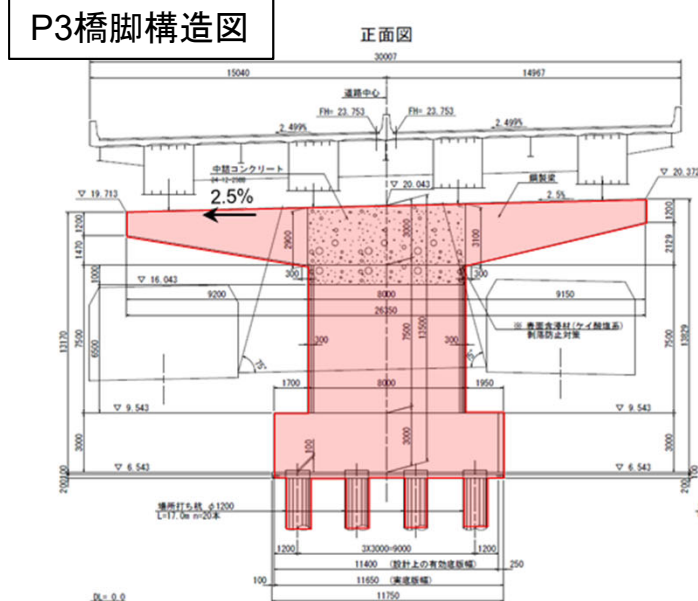
注) P4既設桁上には、山側から海側に向かって2.0%の下り勾配がある。

今回の現地再現は、平場での再現になっている。

セッティングビームは海側に100mmずれた位置を想定している。

当日の作業状況等 現地再現結果(P3橋脚架台配置)

- P3橋脚上は2.5%の勾配はあるが、架台は水平に設置されていた。
- サンドル材同士はボルト固定されていたが、P3橋脚と架台は固定されていない。

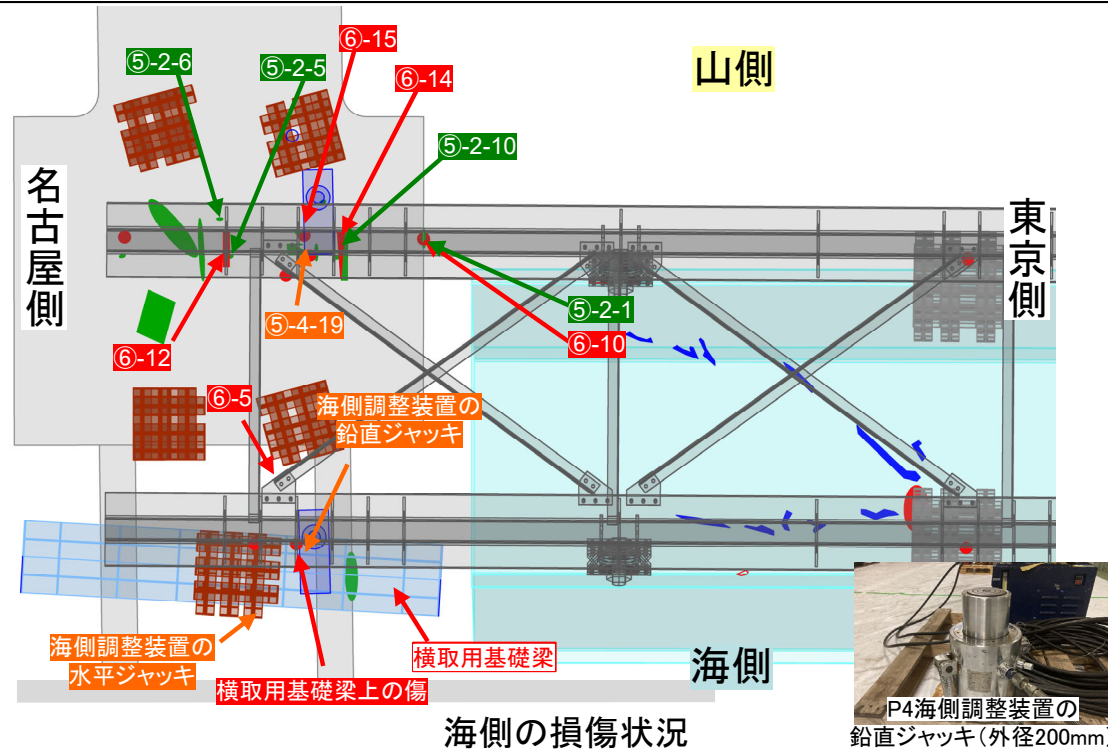


注) P3橋脚梁上には、山側から海側に向かって2.5%の下り勾配がある。

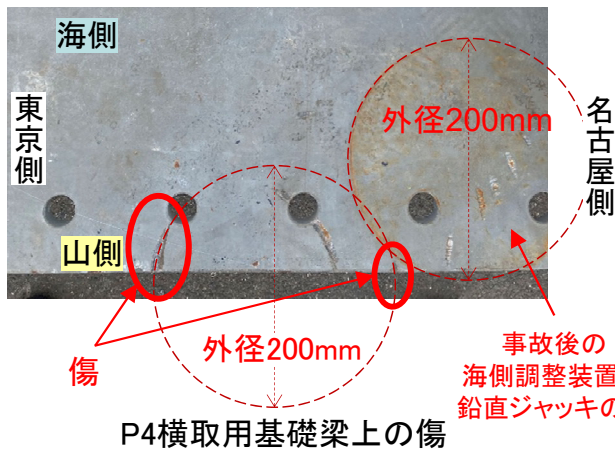
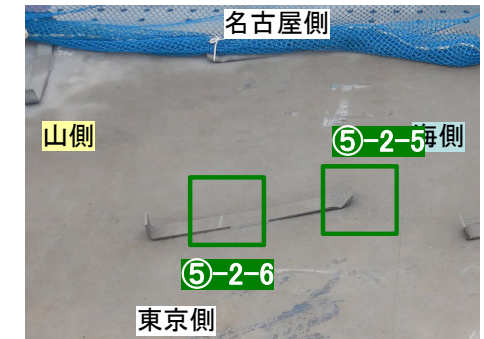
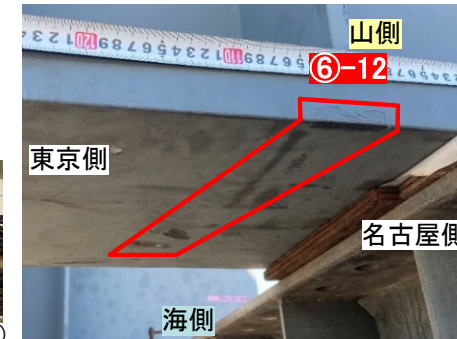
今回の現地再現は、平場での再現になっている。

P4側①

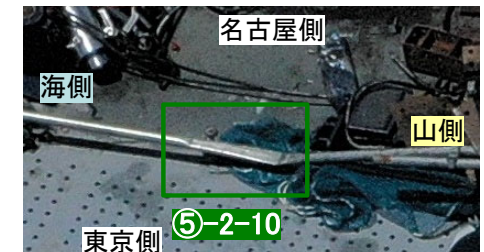
- ・セッティングビーム下面の傷とP4既設桁上の傷が一致している。
 - ・海側のセッティングビーム下面には、ジャッキの痕がある。
 - ・ブラケットに仮置していた横取用基礎梁上に調整装置の鉛直ジャッキの傷がある。
- ⇒セッティングビームは元の位置に対して海側の既設桁上に落下した。



山側の損傷状況

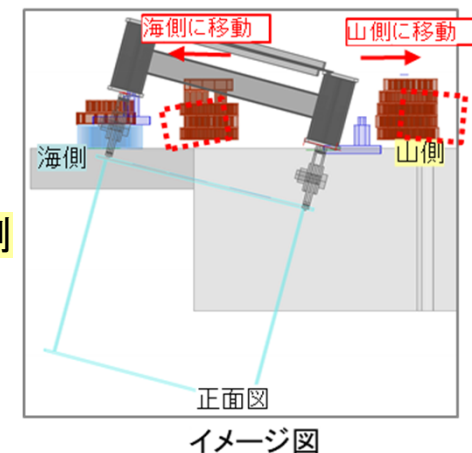
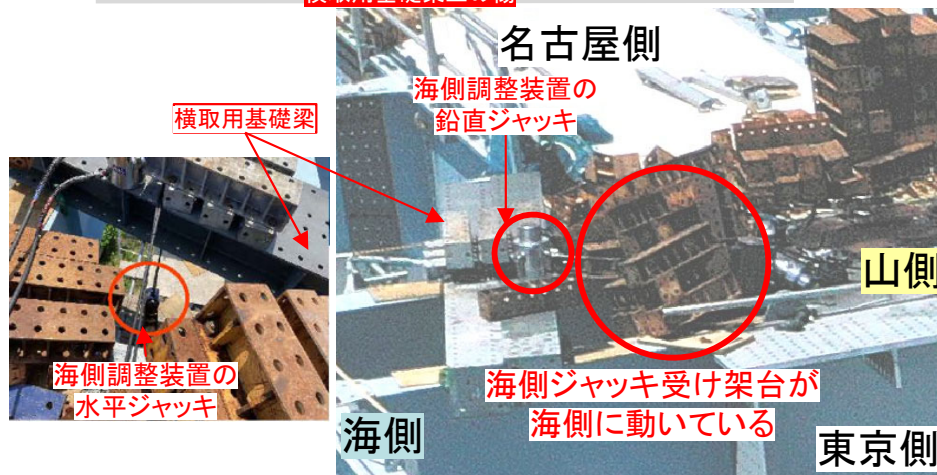
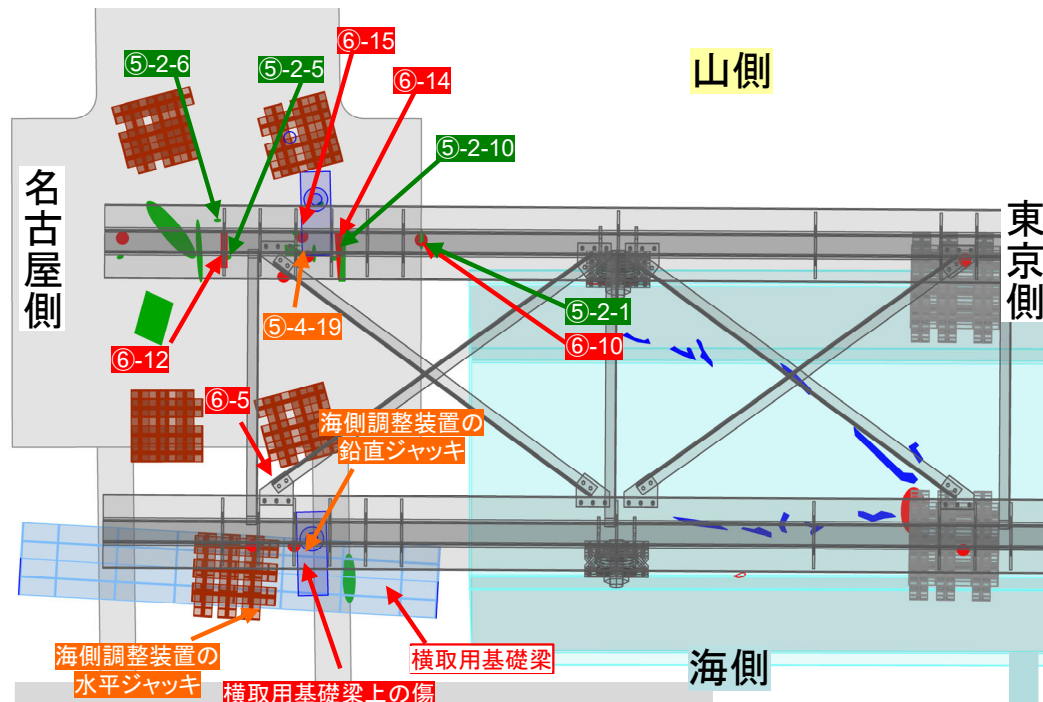


セッティングビーム下面のジャッキ痕



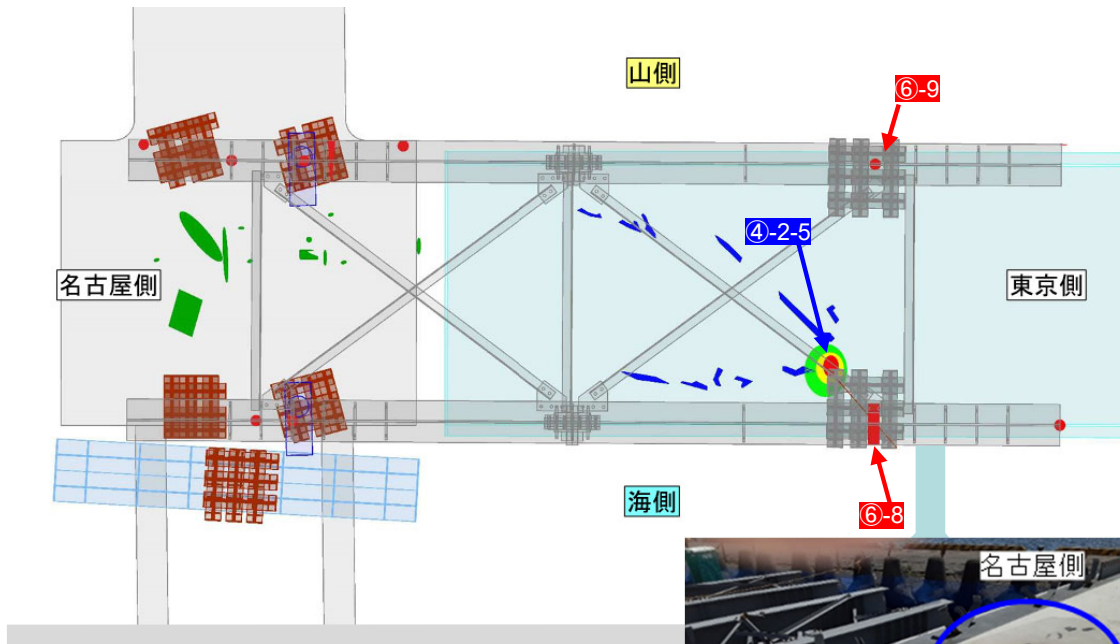
P4側②

- ・海側のジャッキ受架台は海側に動いており、その他の架台は山側に移動している。
 - ・海側のジャッキ受架台はその他に比べて大きく損傷している。
- ⇒海側のジャッキ受架台の支持が不十分であり、異なる挙動をした可能性がある。

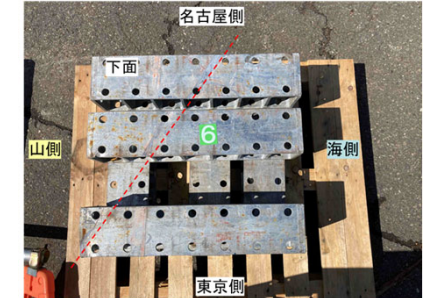


P4側③

- ・セッティングビーム下面は圧縮点架台の接触痕がある。圧縮点架台下面には斜めの接触痕がある。
 - ・P4側の橋桁上フランジの海側セッティングビーム圧縮点架台位置が大きく凹んでいる。
- ⇒セッティングビーム圧縮点架台に大きな圧縮力が作用した。



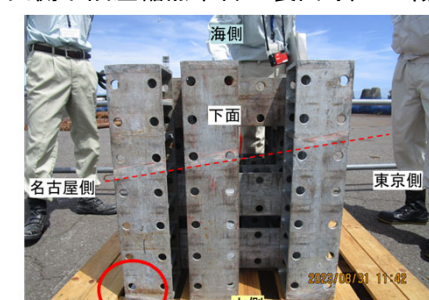
山側セッティングビーム下面 接触痕



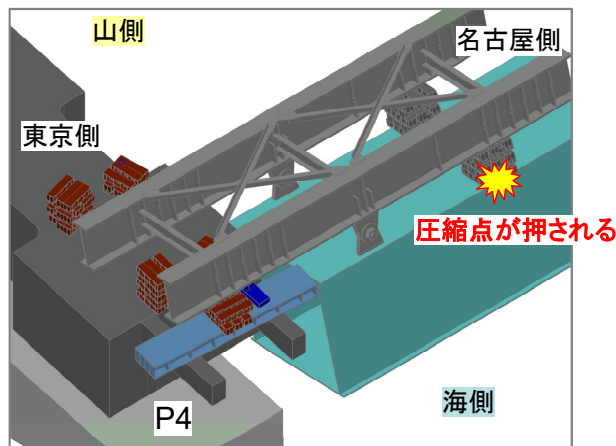
山側下段圧縮点架台の裏面 斜めの傷



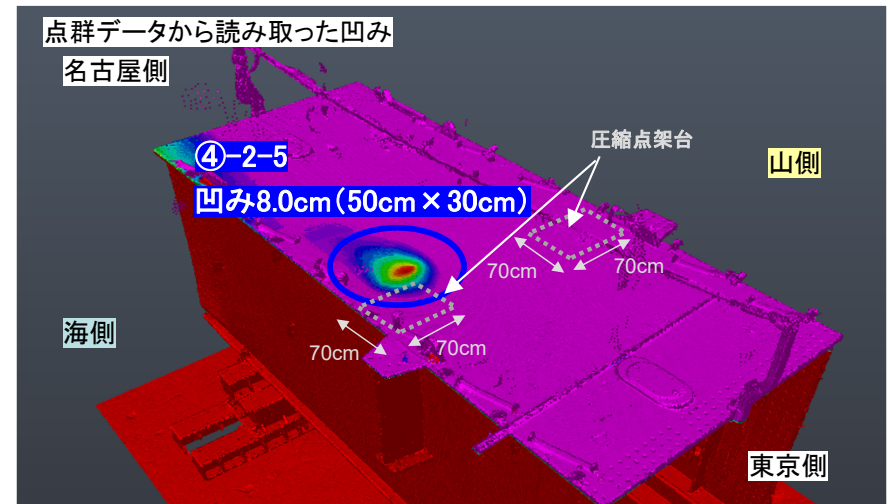
海側セッティングビーム下面 接触痕



海側圧縮点架台の裏面 斜めの傷



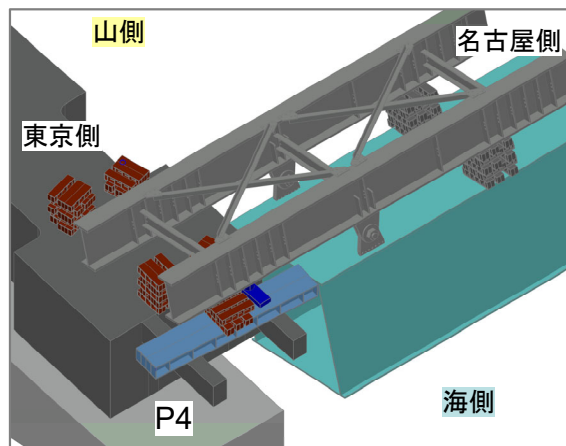
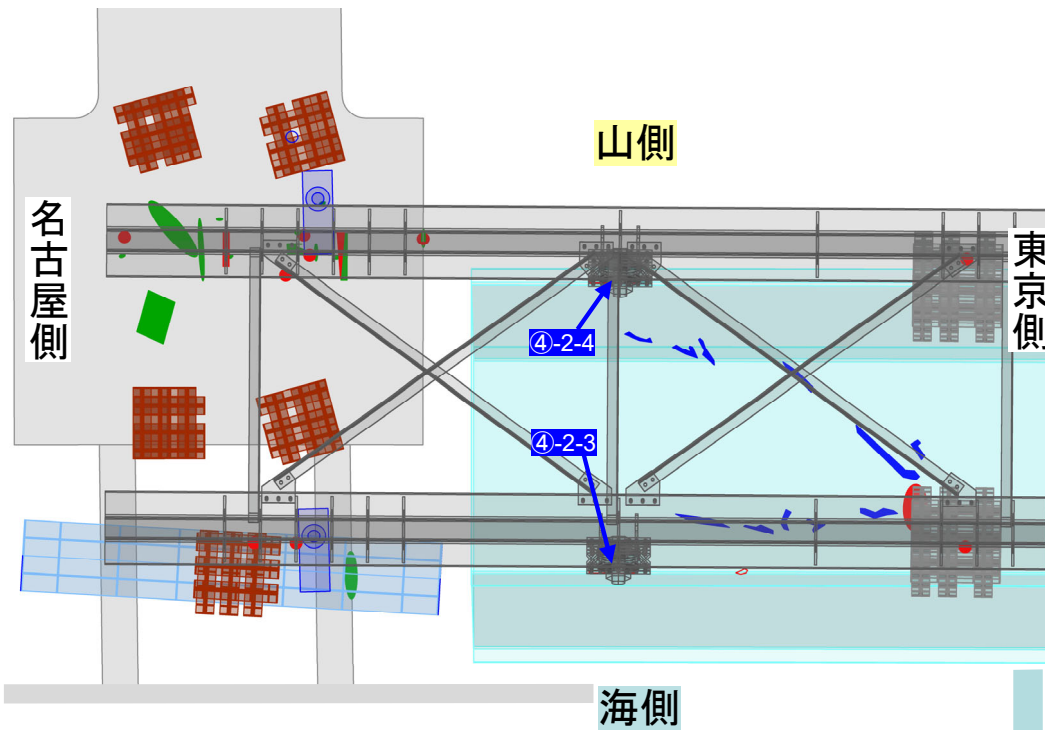
P4側状況



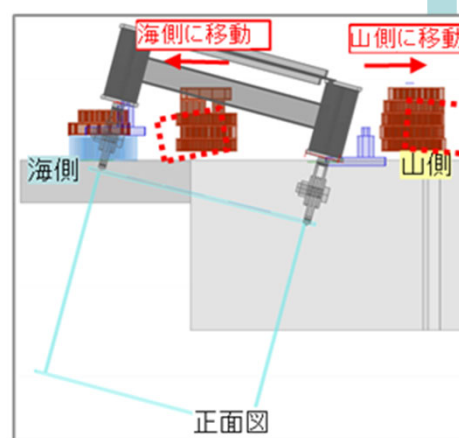
※海側に変形(凹み)がみられ、山側はみられない

P4側④

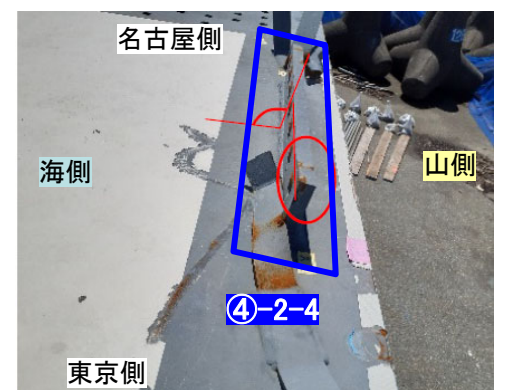
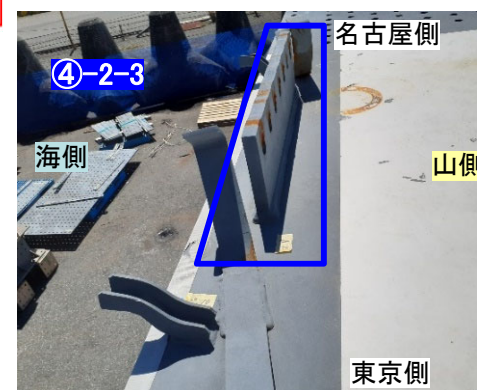
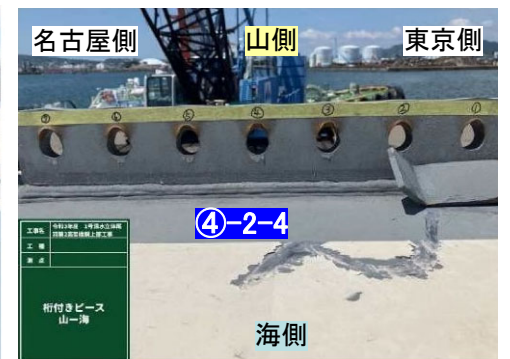
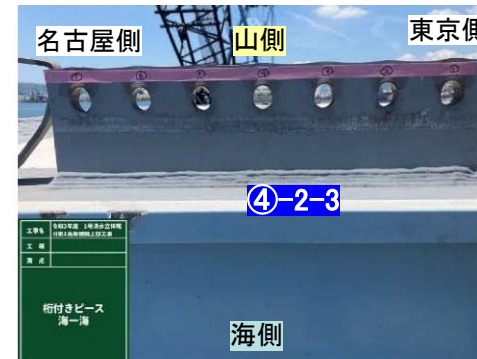
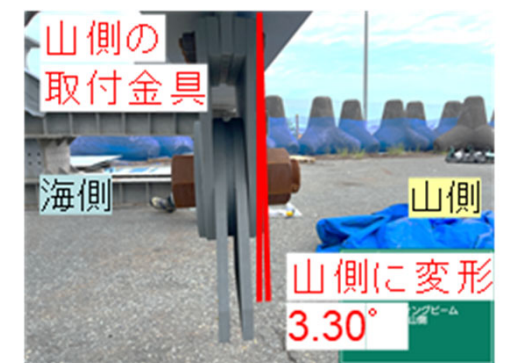
- ・取付金具の主桁側のボルトは全て無くなっている。取付金具は山側に変形している。
 - ・コネクションプレートのボルト孔が塑性変形している。山側のコネクションプレートが山側に変形している。
- ⇒山側に傾いた状態で、取付金具に大きな引張力が作用しボルトが破断した。



P4側状況

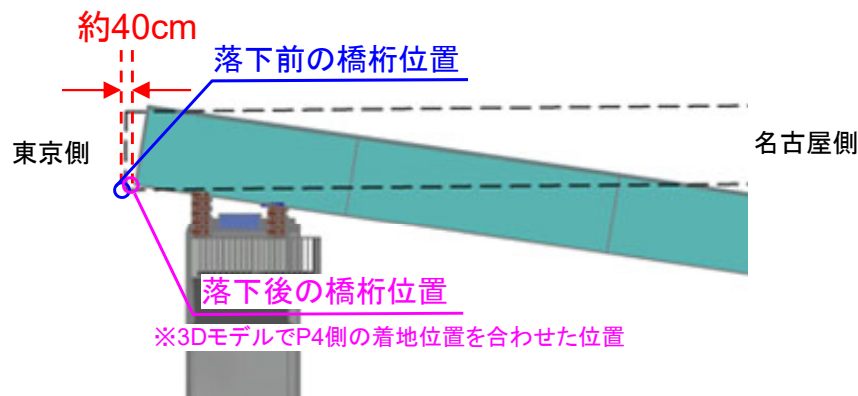
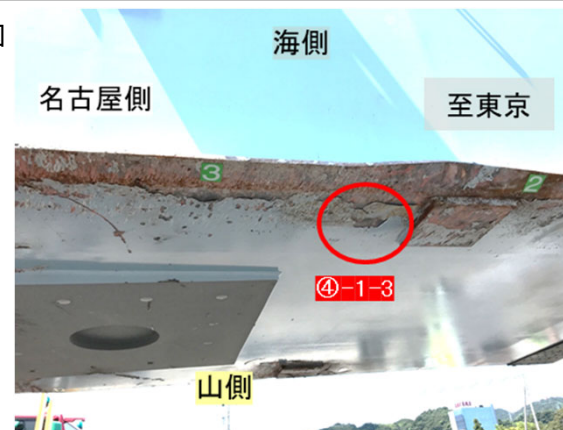
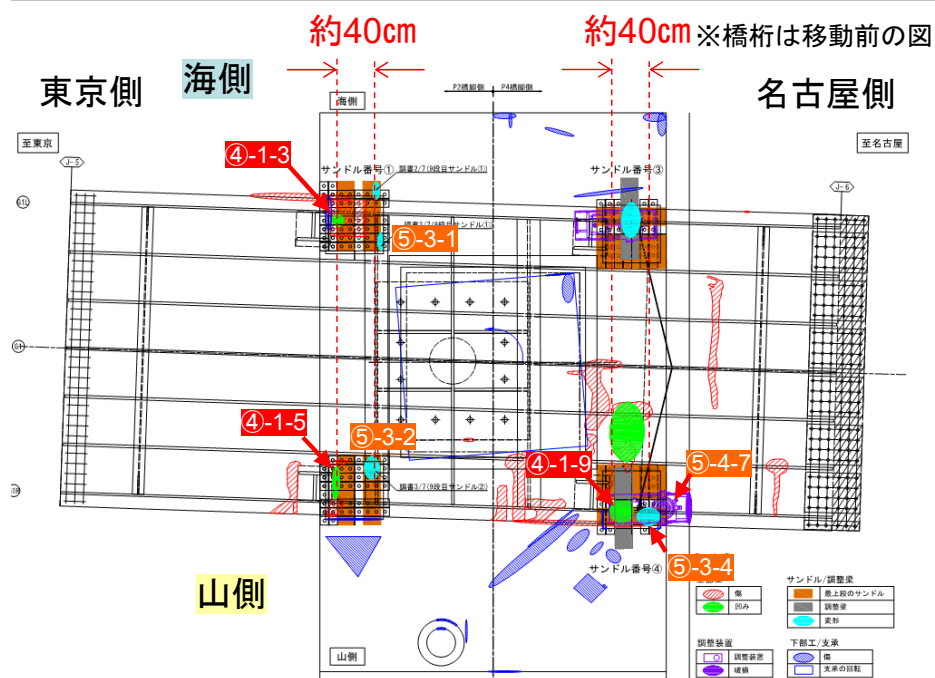


イメージ図



P3側①

- ・P3側橋桁下面の損傷と仮受架台やジャッキ受架台のサンドルの凹みは、P3側橋桁下面の位置が名古屋側に約40cm移動すると概ね一致する。
- ・P4側で橋桁が地面に着地すると、P3側橋桁下面は名古屋側に約40cm移動する。
- ⇒P4側で橋桁が地面に着地したことで、橋桁の傾斜の関係からP4方向に40cm移動し、仮受架台やジャッキ受架台に落下し、大きな力が作用した。

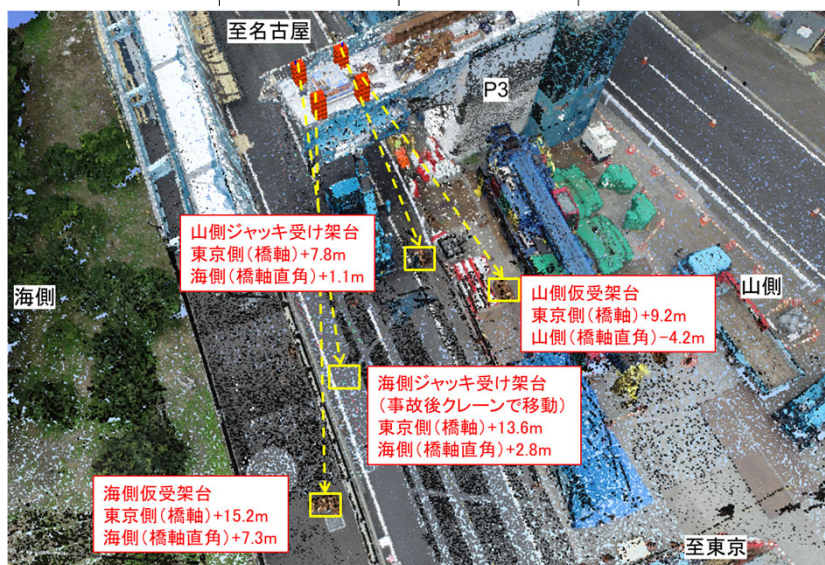
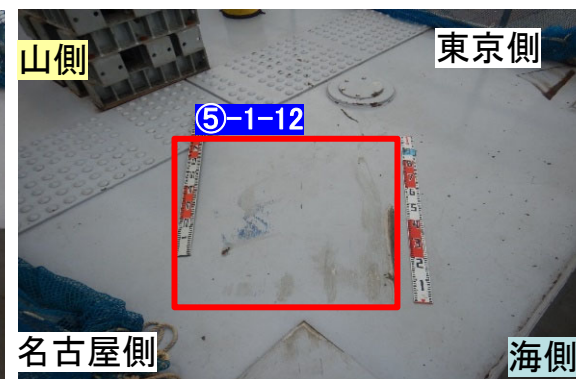
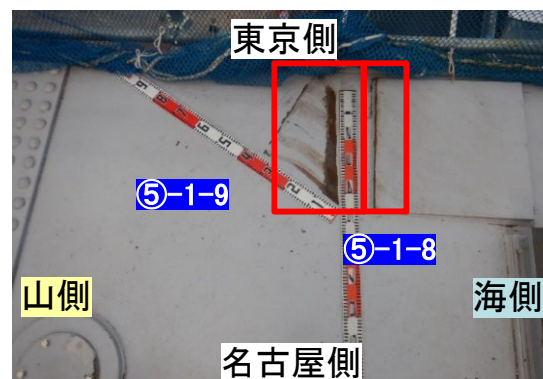
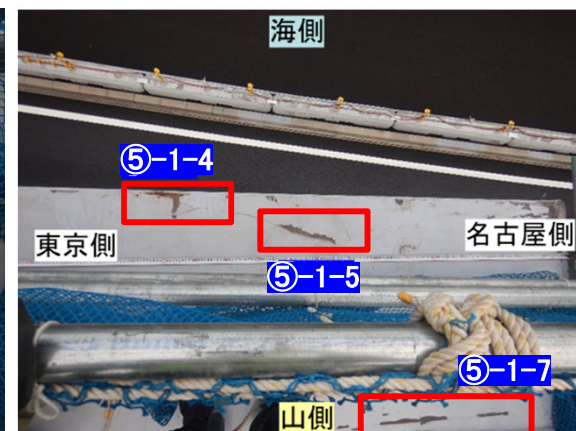
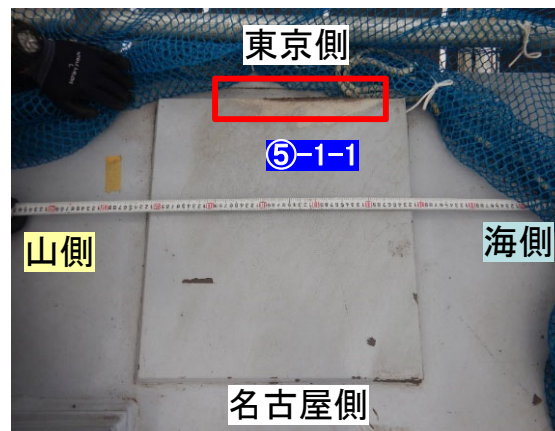
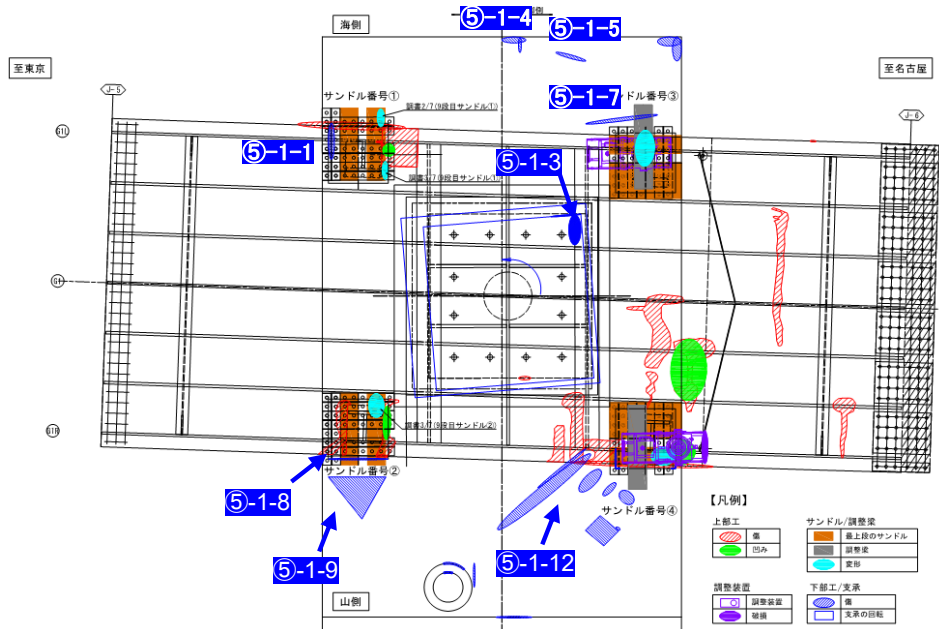


P3側面図

P3側②

- ・P3下部工に仮受架台やジャッキ受架台が滑った痕がある。
- ・P3側の仮受架台やジャッキ受架台はP2側に落下している。
- ⇒仮受架台やジャッキ受架台がP2側に飛散し、橋桁が支承上に落下した。

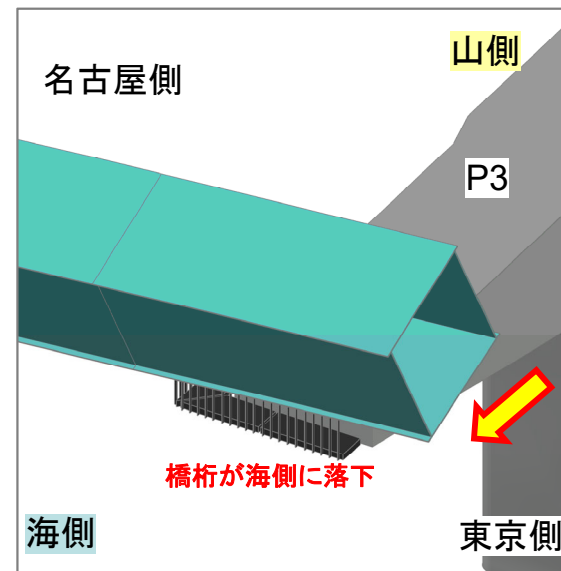
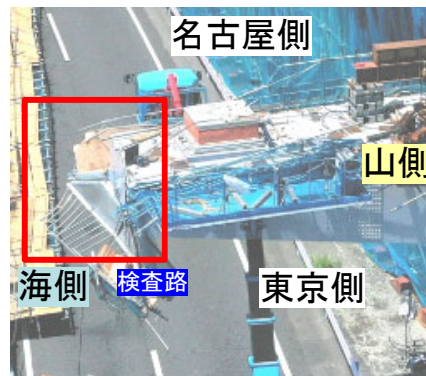
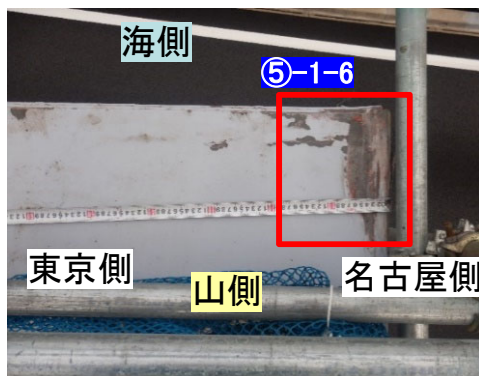
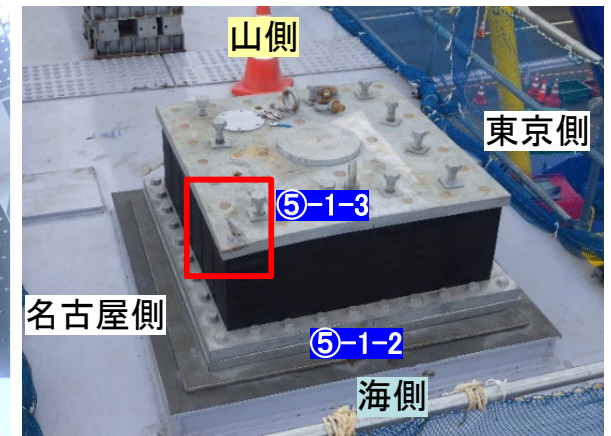
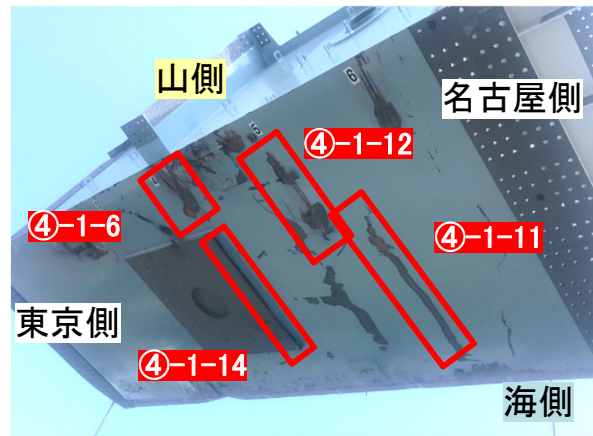
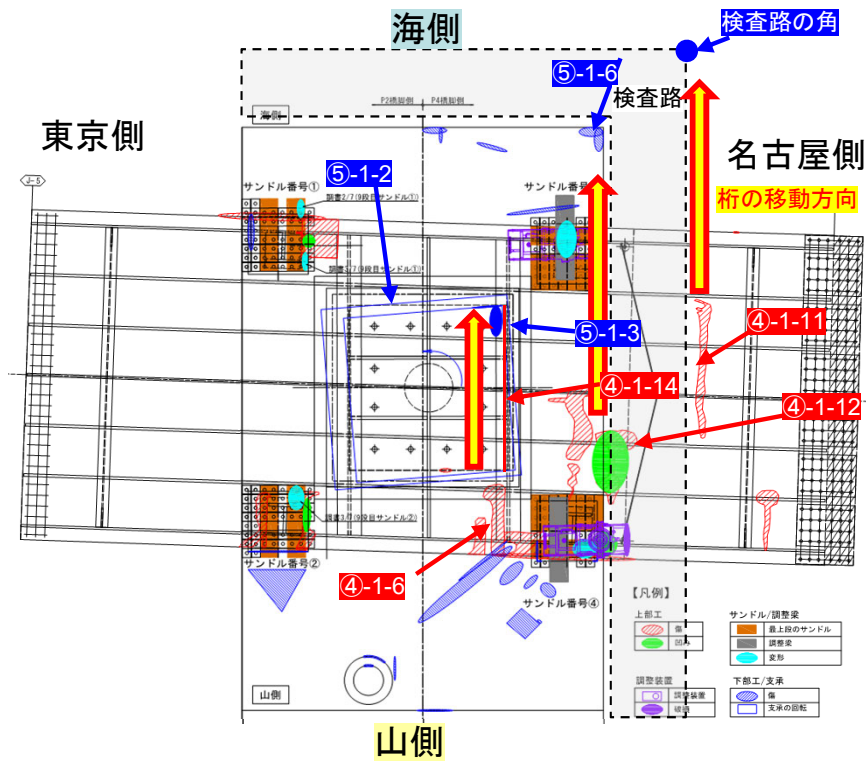
※橋桁は名古屋側に約40cm移動後の図



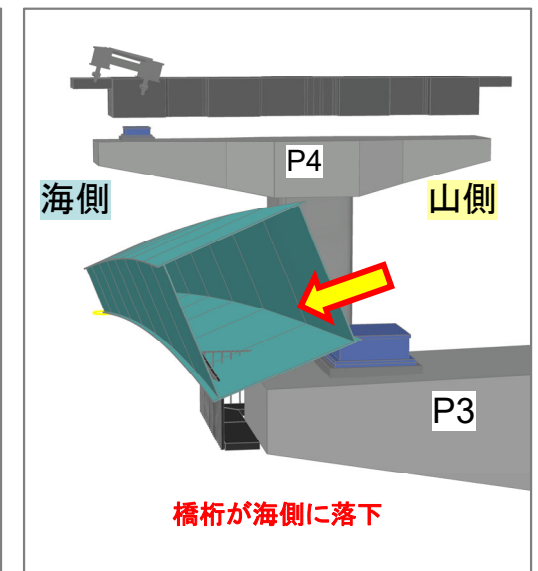
P3側③

- ・P3橋桁下面の傷と支承、P3橋脚、検査路の損傷の位置が一致する。
 - ・P3橋桁下面の傷は橋軸直角方向に痕がある。検査路は海側に損傷している。
 - ・P3支承は回転して変形している。また上沓が変形している。
- ⇒橋桁は海側に横移動しP3橋脚の梁に接触した後、海側に落下した。

※橋桁は名古屋側に約40cm移動後の図



P3側面図



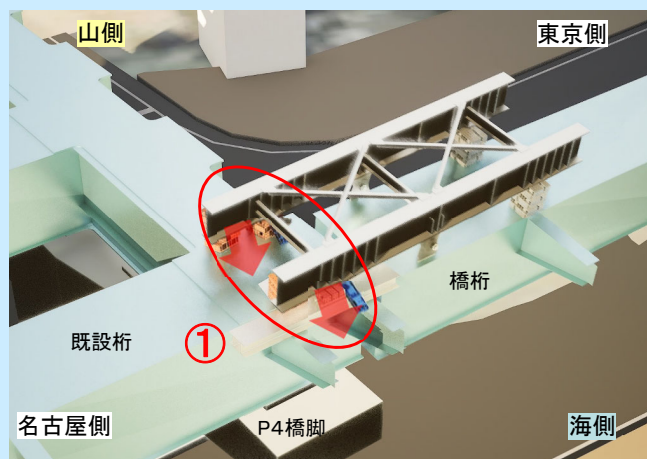
P3正面図

確認された事項(まとめ)

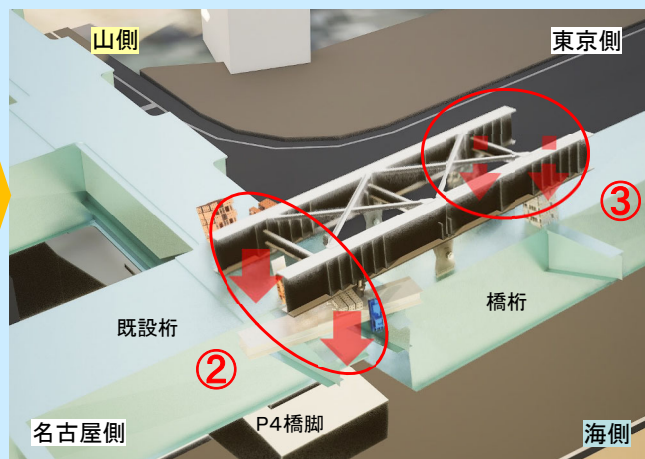
桁の落下・損傷状況	桁の落下	■主桁は全体的に海側に落下している - 落下位置(橋軸直角方向): P3は海側約7.5m、P4は海側約0.6m - 落下位置(橋軸方向): P3は東京側約0.4m、P4は東京側約0.4m
	P3橋脚側の照合結果	■P4側で橋桁が地面に着地したことで、橋桁の傾斜の関係からP4方向に40cm移動し、仮受架台やジャッキ受架台に落下し、大きな力が作用した。 ■仮受架台やジャッキ受架台がP2側に飛散し、橋桁が支承上に落下した。 ■橋桁は海側に横移動しP3橋脚の梁に接触した後、海側に落下した。
	P4橋脚側の照合結果	■海側のセッティングビームは元の位置に対して海側の横取用基礎梁に落下した。 ■山側セッティングビームは元の位置に対して海側のP4既設桁上に落下した。
	セッティングビーム	■セッティングビーム圧縮点架台に大きな圧縮力が作用した ■取付金具に大きな引張力が作用しボルトが破断した
設計・施工状況	支点の設置	■P3橋脚側、P4橋脚側の架台が支持面に固定されていなかった ■P4橋脚側の架台は既設桁上のスラブアンカーを避けるために斜めに配置されていた ■P4橋脚海側の架台、調整装置が支持面から一部はみ出して設置されていた ■架台に用いるサンドル同士が堅固に固定されていなかった ■セッティングビームの圧縮点の架台が橋桁と堅固に固定されていなかった
	落下直前の作業 (聞き取り)	■降下作業の過程で橋桁が海側に0.1～0.2m変位していた ■降下作業において仕口合わせのため、山側の調整装置の水平ジャッキで山側に押したが、桁が動かなかったため、ストロークをゼロにした。 ■調整装置でジャッキアップ中に桁が落下した
	セッティングビームの設置	■セッティングビームと桁を結ぶボルトは、プレート間に 3mmの隙間があるなど、道路橋示方書の規定に対して使用方法が適切ではなかった。
	施工管理	■隣接径間の作業手順書を準用するなど、実際の架設方法・手順を考慮した作業手順書になっていない ■作業の進捗毎の反力、変位などの計測管理及び記録を行っていなかった

想定される落下状況

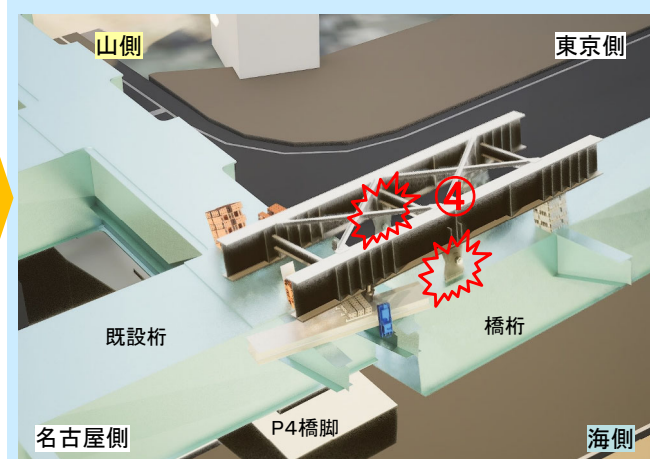
①セッティングビームがジャッキ受架台から外れた



②海側のセッティングビームは横取用基礎梁上に落ち、山側のセッティングビームは既設桁上に落ちた
③圧縮点架台に大きな圧縮力が作用



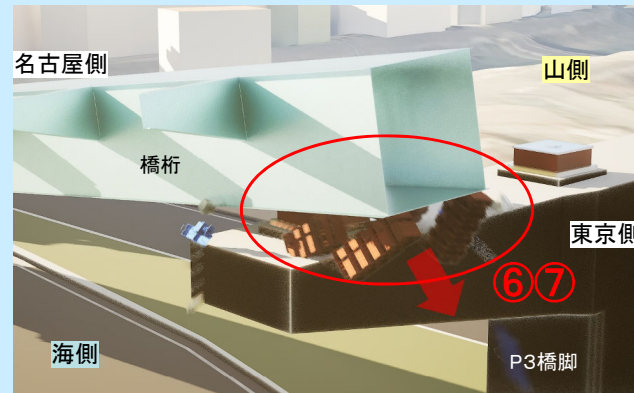
④セッティングビームの取付金具のボルトが破断



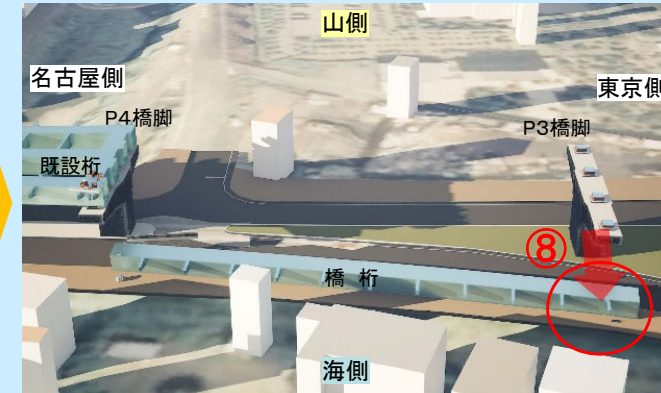
⑤P4橋脚側で橋桁が地面に落下



⑥P3橋脚側で橋桁がP4側に引きずられ、仮受架台及びジャッキ受架台に落下し、仮受架台、ジャッキ受架台がはじき飛ばされた
⑦P3橋脚上で橋桁が支承上に落下



⑧P4橋脚側の橋桁落下位置を支点に、海側方向へ橋桁が落下



落下状況から抽出される落下要因

P3	架台	■架台の底面が堅固に固定されていなかった。 ■サンドル材が堅固に固定されていなかった。
	橋桁	■降下作業の過程で橋桁が海側に変位していたと考えられるが、作業計画等の見直しを行わず降下作業を継続していた。
	調整装置 (鉛直・水平ジャッキ)	■降下作業中に海側に変位していたことからすると、調整作業中に橋桁が海側に変位する可能性を考えた安全対策が考えられていなかった。 ■海側の架台から調整装置がはみ出していたため、調整装置が不安定であった可能性がある。 ■海側に変位していた橋桁の水平位置を調整するため、山側調整装置の水平ジャッキで押したが、橋桁は動かなかったことからすれば、他の箇所に変形が生じていたことや内部応力が残存していた可能性がある。
	架台	■既設桁上のスラブアンカー(床版ずれ止め)を避けるために斜めに配置されていた。 ■既設桁から海側にはみ出して設置されていたため、架台が不安定であった可能性がある。 ■架台の底面が堅固に固定されていなかった。 ■サンドル材が堅固に固定されていなかった。
P4		
セッティングビーム	取付金具	■セッティングビームと桁を結ぶボルトは仮設構造物ではあるが重要な箇所であるにもかかわらず、道路橋示方書に規定されているような信頼性の高い接合ではなかった。
	圧縮点	■圧縮点架台が支持面(橋桁)に堅固に固定されていなかった。

施工管理

作業手順書

- 隣接径間の作業手順書を準用するなど、実際の架設方法・手順を考慮した作業手順書になっていない。
- 作業ステップ毎の作業手順書が下請けと確実に共有されていた事実が認められない。

計測管理

- 作業の進捗毎に反力、変位などの管理値を設定し、計測管理及び記録を行っていなかった。

架設計画

- 側縦桁及びブラケットの荷重の偏心の詳細など、構造形式等の詳細を反映した架設計画を行っていなかった。

国道1号清水立体尾羽第2高架橋事故調査委員会

【再発防止に向けての提言骨子】

令和5年9月12日

1. 架設時の安全対策(基本方針)

架設時に道路利用者に被害が及ばないように通行規制を行った。

今後も、横取り、降下作業時の桁下の道路利用者等への安全対策を行うこと。

2. 降下作業に関する安全対策

①降下作業時の架台の安全対策

- 偏心傾斜荷重が作用することも想定し、堅固かつ安定となるように必要な対策を行うこと。

例)

架台は、安定かつ十分な強度を有する水平面に設置する。

- 偏心傾斜荷重が作用することも想定し、堅固に固定する。
- 架台から桁を支持するにあたっては、集中荷重が作用しても桁フランジに局所変形が容易に生じないように、桁の補強を行ったり、桁を直接支持しない方法を検討する。
- 架台のサンドル同士は、サンドル相互のずれ、浮きが生じないように、ボルトで堅固に固定する。

など

- 桁製作に先立ち、架設中の資機材設置位置・方法や作業工程を検討し、必要に応じて桁製作に反映すること。

再発防止に向けての提言骨子(2／3)

②「仕口合わせ※」等のため「調整装置※」を用いる場合の安全対策

- 支点位置での変位量や反力を管理し、不安定な状態にしないように、鉛直、水平反力の不均等や傾斜を考慮した調整方法や監視方法とすること。
- 複数の調整装置を同時に用いる場合は、桁や架台が不安定にならないように適切な連携が図られるようにすること。

※仕口合わせ：既設桁と架設桁の位置合わせ

※調整装置：鉛直方向と水平方向を調整するジャッキ

3. セッティングビーム使用時の安全対策

①接合方法の設計にあたっては、吊り材の様に工事の安全上に重要な部位の場合、道路橋示方書の規定に従うなど、耐荷力機構が明らかで、信頼性の明らかな接合方法を用いることを基本とする。

②架設桁と架台並びにセッティングビームと架台は相互に固定するなど、荷重の不均等や偏心が生じたとしても架台が容易に外れないように固定すること。

4. 計測管理

- ①架設中は、作業の進捗ごとに反力の状態が変化するため、作業ごとに架設桁、セッティングビーム、サンドルなどの位置、形状、反力などの管理値を設定し、計画どおりの架設となっているか、計画の前提・仮定のと通りの挙動になっているか、適切な計測・監視・管理を行い、記録を残すこと。
- ②記録方法は事前に設定するとともに、計測結果が管理値を超えた場合の対策方法についてもあらかじめ設定すること。

5. 作業手順書

- ①作業手順書は実際の架設方法・手順を反映すること。
- ②各作業ステップの作業手順や管理項目が作業員の中で共有され、遵守されるようにすること。

6. 付言

- ・ 今回および類似の工事についても、少なくとも上記について、適切に反映する必要がある。また少なくとも工事完了まで計測、監視データは保存する必要があると考えられる。
- ・ 一方で、計測管理については、今後の持続的な工事の安全確保と道路利用者の工事に対する信頼の向上を考えたときに、個々の事業で検討するだけでなく、BIM/CIMやDXの活用なども含め、従来に比べて効果的かつ効率的な計測、管理を計画するための標準の確立が必要と考えられる。