

2019.7.26

土木学会関西支部

鋼橋の維持管理全体の高度化に関する調査研究委員会

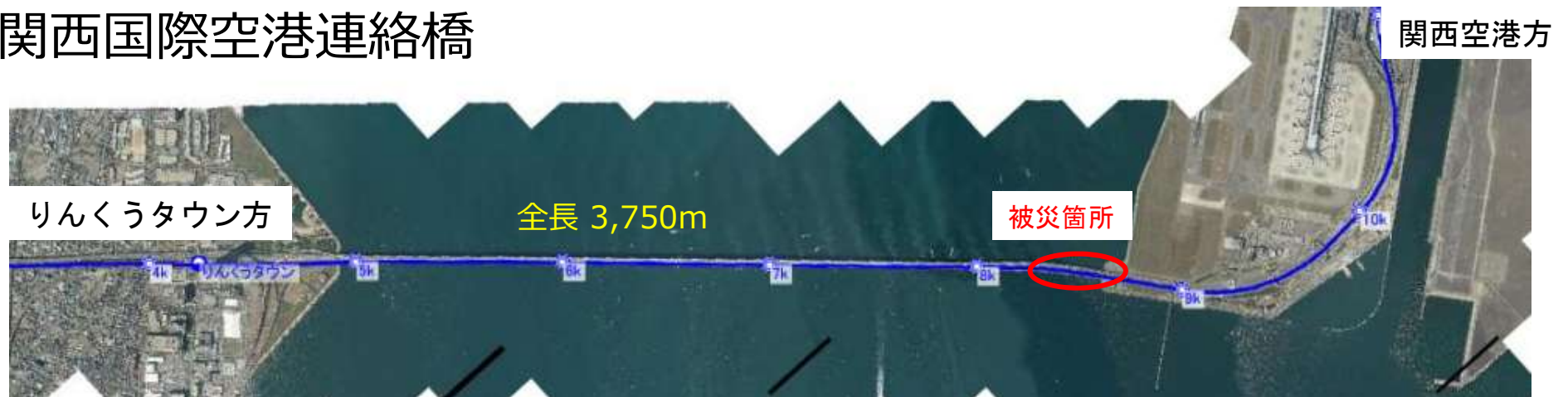
関空国際空港連絡橋の応急復旧工事について

西日本旅客鉄道株式会社
構造技術室 坂田 鷹起

1. 被災状況
2. 応急工事
3. 確認列車による計測
4. 復旧工事

1. 被災状況

関西国際空港連絡橋



橋長：3,750m（全体）

構造：鋼床版合成3径間連続ダブルデッキトラス（2,700m）

1. 被災状況

台風21号の被害

2018年9月4日 非常に強い勢力で近畿地方に上陸



電柱などが倒壊
(毎日新聞より)



高潮により関空島冠水
(毎日新聞より)

台風21号の特徴として、**強風**と**高潮**による被害が大きかった。

気象庁のデータでは関空島で**最大瞬間風速 58.1m/s**
大阪港の**最高潮位 329cm**

1. 被災状況

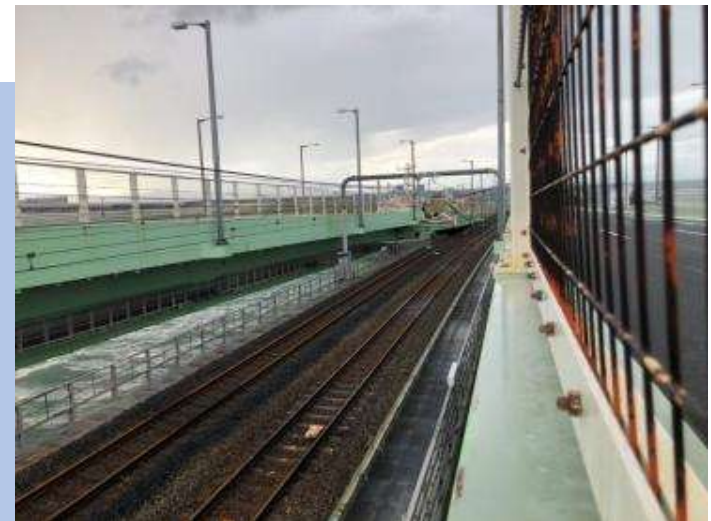
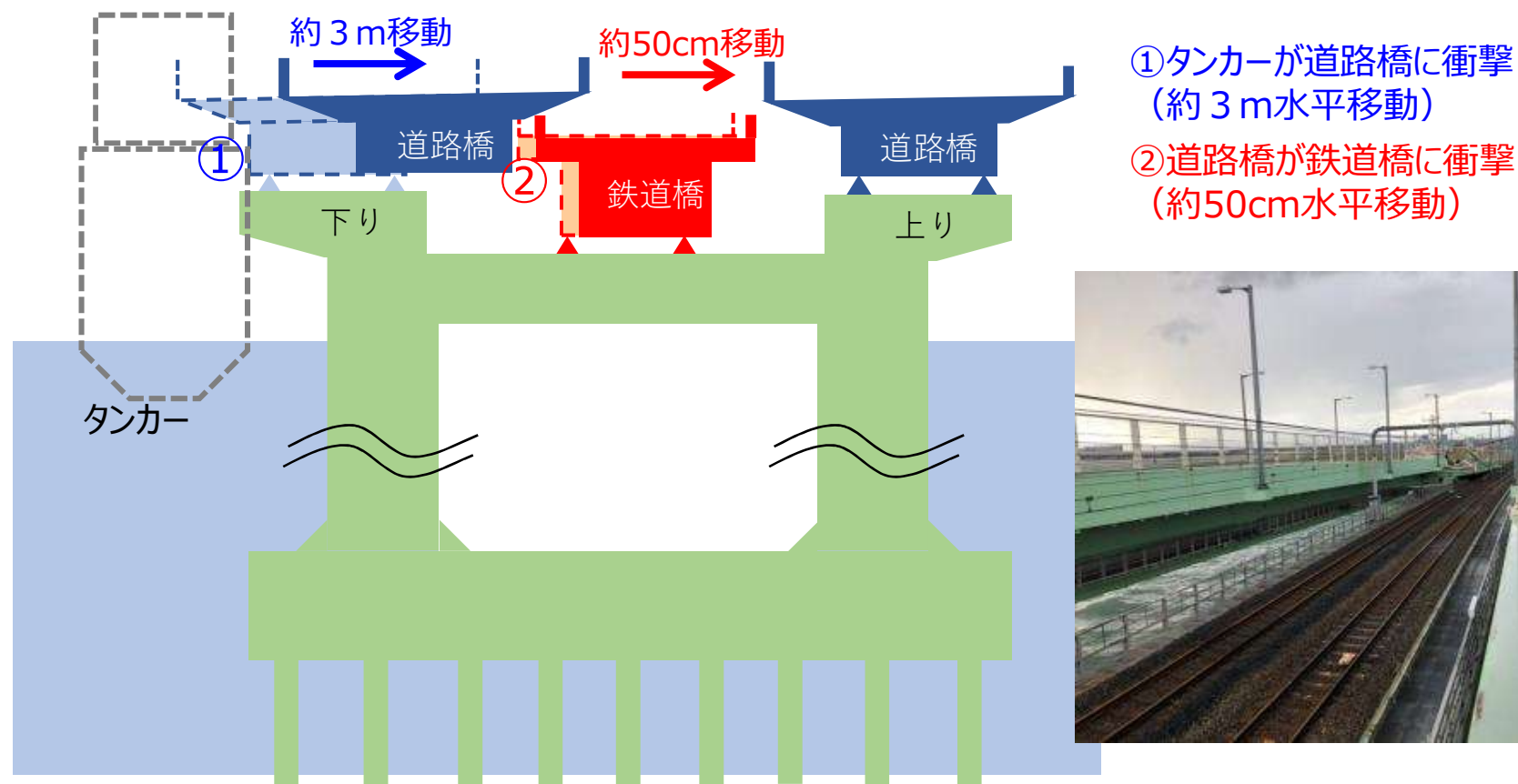


1. 被災状況

発生日時：2018年9月4日 14時頃

発生箇所：関西空港連絡線

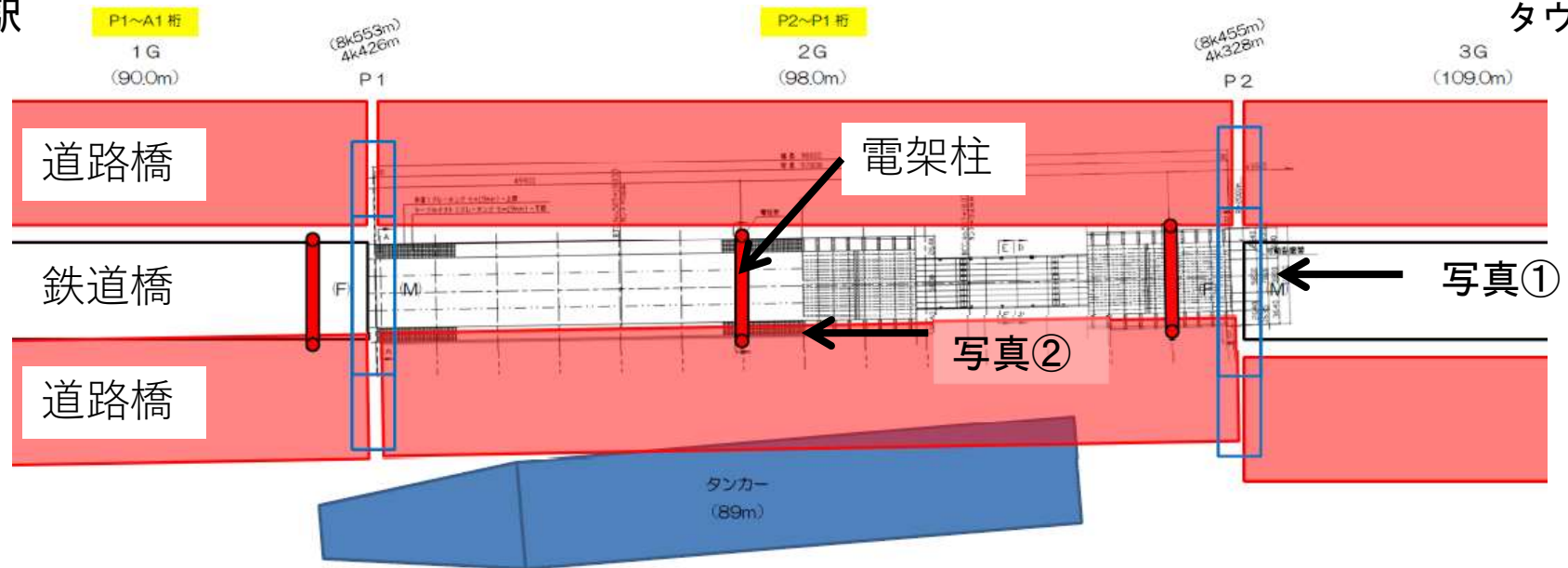
りんくうタウン・関西空港 8k500付近（P1・P2橋脚付近）



1. 被災状況

関西
空港駅

りんくう
タウン駅



写真① 線路上状況

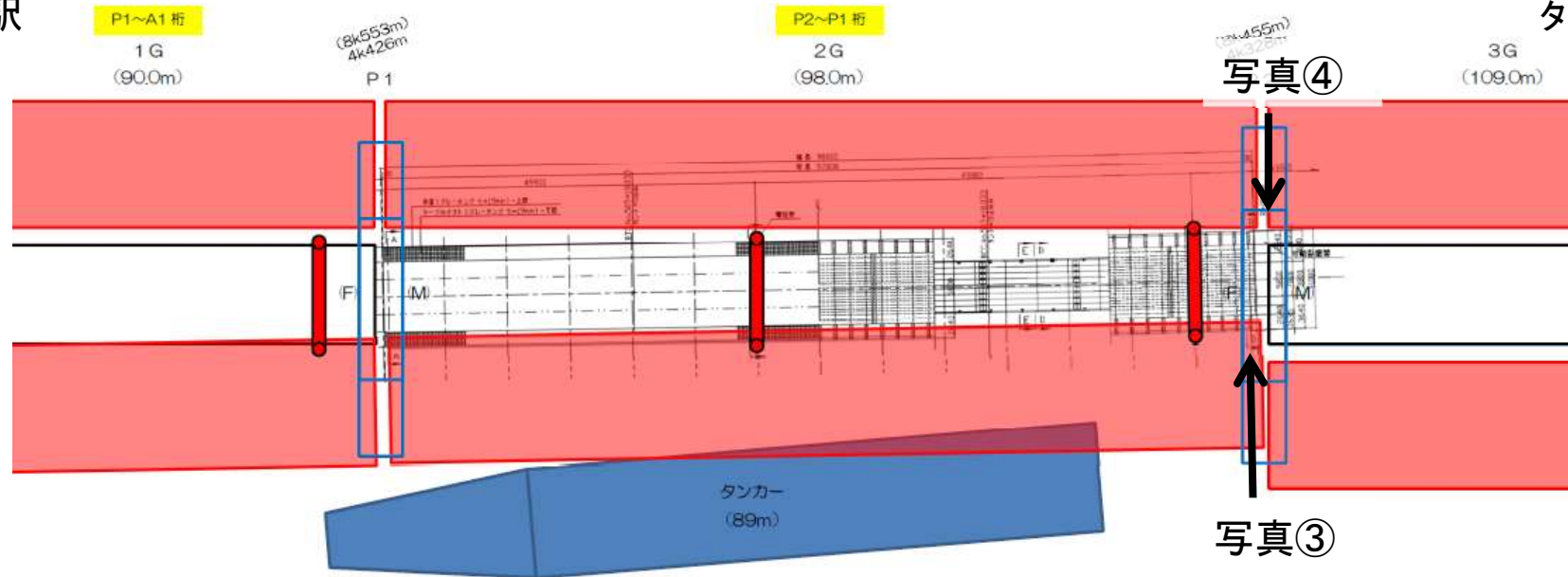


写真② バラスト止めの損傷

1. 被災状況

関西
空港駅

りんくう
タウン駅



写真③ P2支承の状況

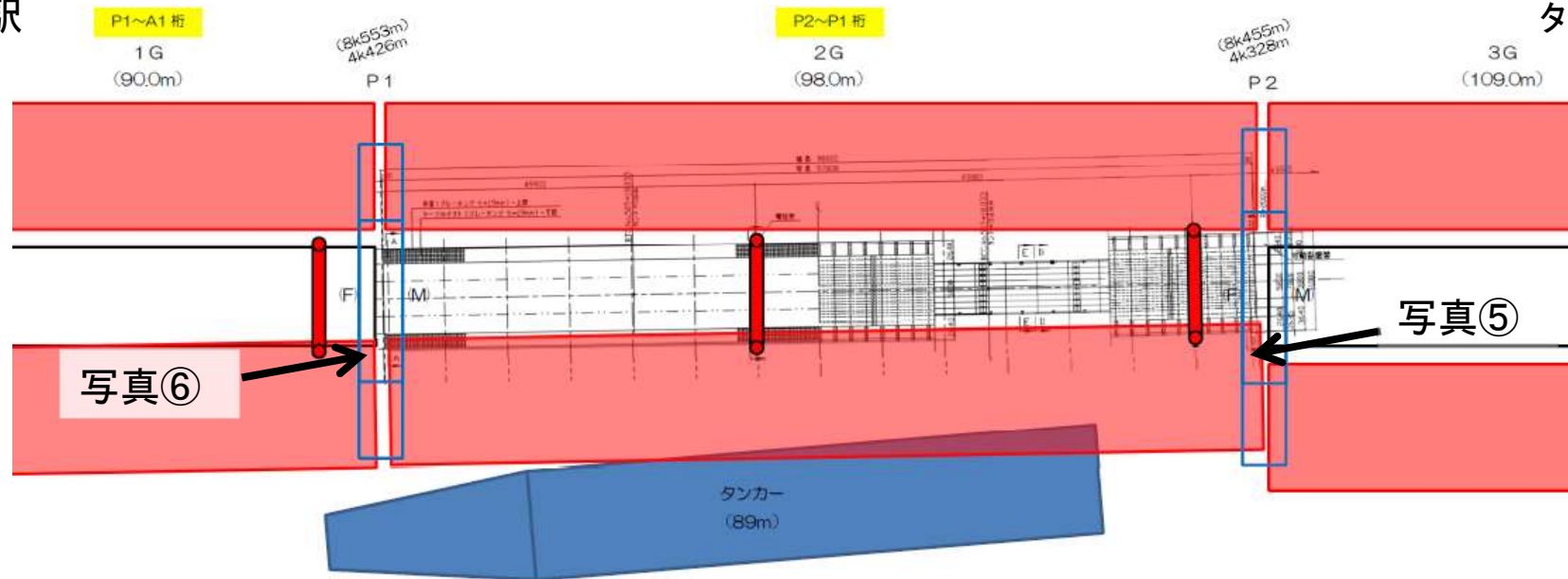


写真④ 耐震連結工付近の腹板の変形

1. 被災状況

関西
空港駅

りんくう
タウン駅



写真⑤ P 2 付近橋側歩道
ブラケット損傷状況



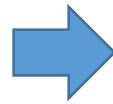
写真⑥ P 1 付近橋側歩道
ブラケット損傷状況

2. 応急工事

9月5～8日 現地調査（損傷箇所の確認），復旧方針の検討



道路橋の標識ブラケットの衝突



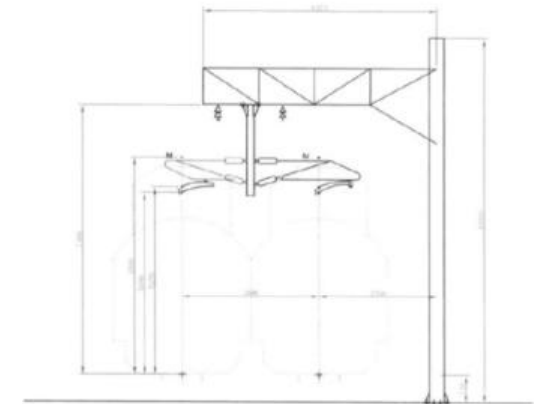
箱桁内面の調査



破損した支承の調査



電柱の応急復旧検討
(門型から片持ち式へ)



2. 応急工事

9月9日～ 応急工事開始



バラスト・舌板の撤去



ジャッキ設置

- ・ 沓設計反力が500tであったため、600tジャッキを使用.
- ・ ジャッキアップ・スライド時にバラストを巻き込まないように事前にジョイント部のバラスト・舌板を撤去.
- ・ 下部工の梁内部（ジャッキ直下近傍）に十分な補剛材があり、ジャッキ設置のための補強は不要と判断した。
→早期復旧につながった.

2. 応急工事

道路橋の撤去

9月12日 P1-P2間の道路橋撤去

9月14日 A1-P1間の道路橋撤去



道路橋撤去（管理者）NEXCO西日本



（施工会社）IHIインフラシステム株式会社

道路橋桁重量：約1000t

A滑走路が閉鎖されており、高さ制限を受けなかったことより、国内最大級の3700t級フローティングクレーンによる一括撤去工法が採用された。

2. 応急工事

桁ジャッキアップ&スライド



ジャッキアップ前 (9月14日 16時頃)



位置調整後 (9月14日 17時頃)



約50cm横ずれした鉄道桁をジャッキにより持ち上げ移動

【9/14 (実績)】

1回目ジャッキアップ開始
桁縁切り完了
横移動1回目完了
2回目ジャッキアップ開始
横移動2回目完了
3回目ジャッキアップ開始
横移動3回目完了

15: 55

16: 09 (ジャッキアップ荷重 (左) 440 t、(右) 420 t)

16: 16 (移動量160mm、スライド荷重50t)

16: 31

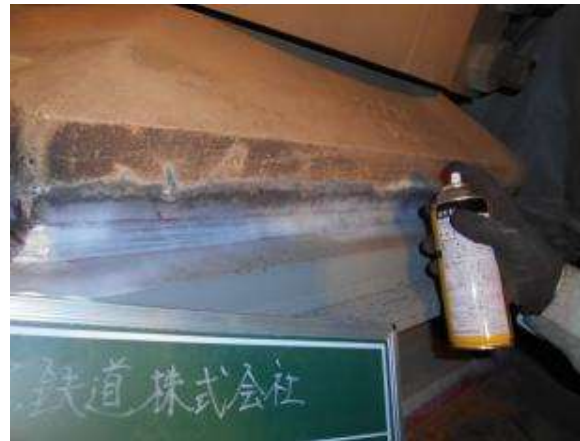
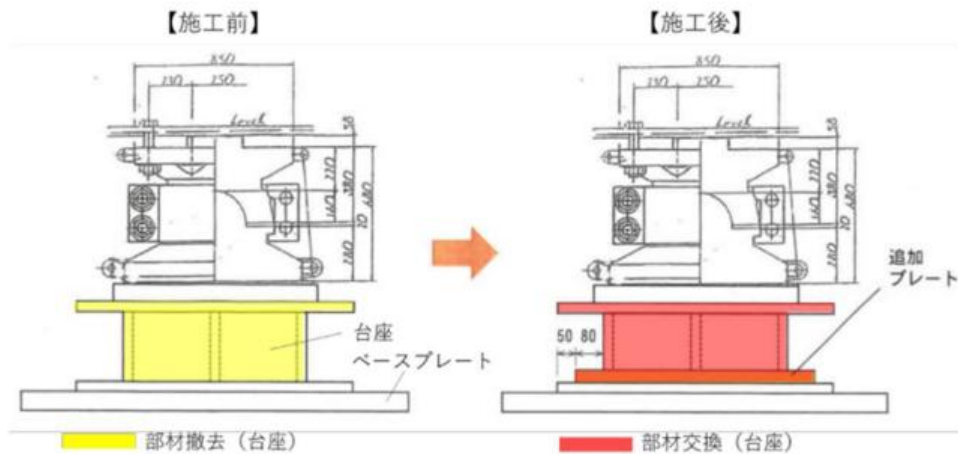
16: 39 (移動量180mm)

16: 53

17: 08 (移動量160mm)

2. 応急工事

鋼製台座の交換



ジャッキアップ・スライド後，損傷した鋼製台座を撤去。
製作した鋼製台座とシュー・ベースプレートを溶接で取り付け。

2. 応急工事

軌道・電気設備復旧



電架柱の破損



桁移動後



バラスト止め仮復旧



電気設備の復旧

3. 確認列車による計測

○耐荷性および使用性の確認（計算値との比較）

- ・ 支間中央のたわみ
- ・ 支間中央下フランジの応力
- ・ P1側支点部の水平変位（異常たわみがないことの確認）
- ・ P2側支点部の変位・回転（ピボット部の機能を確認）

○損傷部材の確認

- ・ P2側桁端部の変形⇒腹板の鉛直応力を計測
（支点反力支持機能に異常がないことを確認）

○下部工の確認

- ・ 橋脚天端での変位（沈下・傾斜）を計測

○列車動揺

- ・ 動揺測定器による計測

| No. | 測定項目 | 測定・確認位置 | 測定方法・機器 | 基準値 |
|-----|-------|----------------------|------------|------------------------|
| ① | たわみ測定 | P1-P2 間桁 左右主桁 | I-DAP システム | 193mm:列車走行安全性 1/500 |
| ② | 支承部挙動 | P1 橋脚支承部 P2 橋脚支承部 | 目視 | 列車通過時に異常な挙動がないこと |
| ③ | 列車動揺 | 橋りょう位置 | 動揺測定器 | 上下動 0.25g 左右動 0.20g |



測定状況（応力測定）

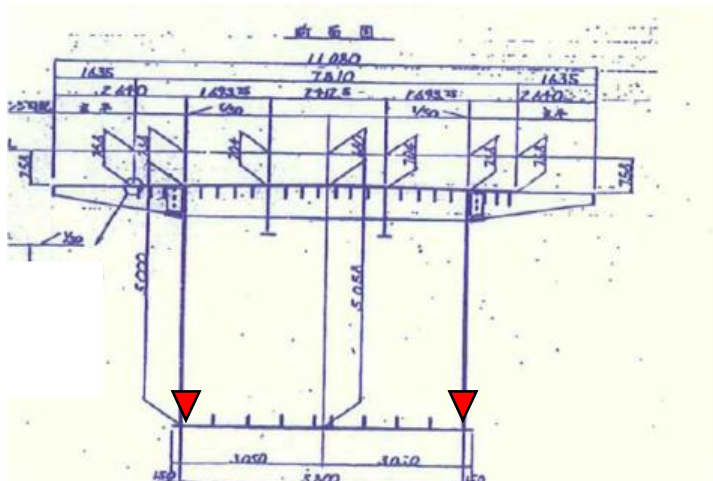


測定状況（たわみ測定）

3. 確認列車による計測

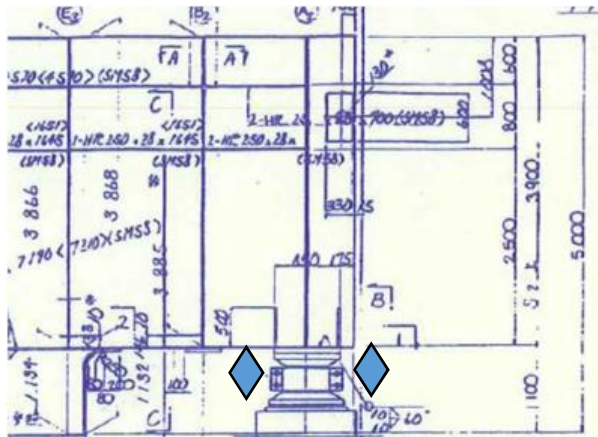
計測結果

○支間中央下フランジの応力



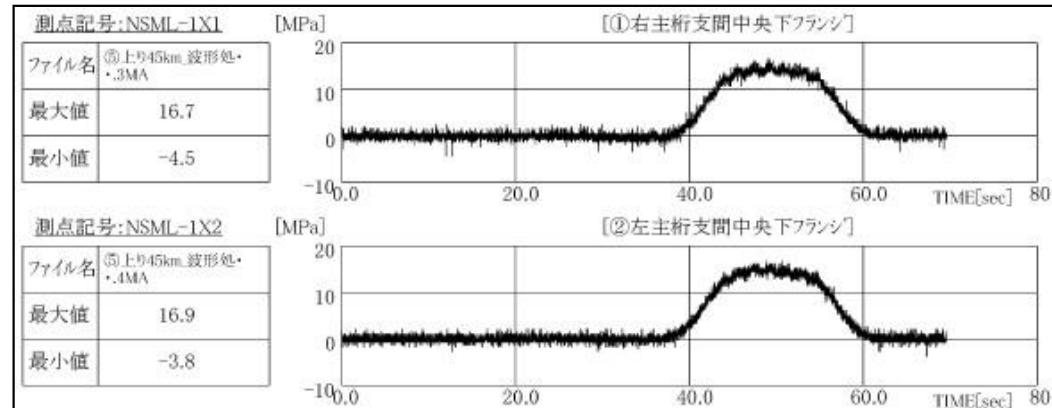
▼ ひずみ測定位置

○P2側支点部の変位・回転

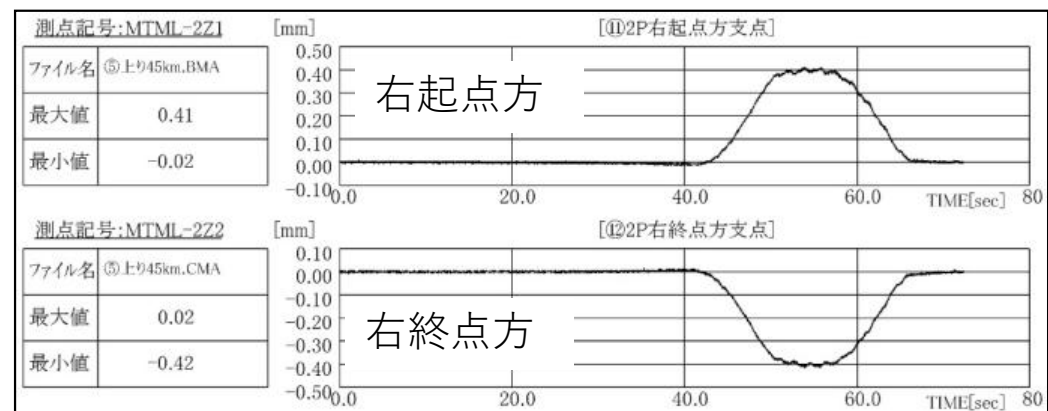


◆ 鉛直変位測定 (1支点2箇所)

上り 45km/h



上り 45km/h



3. 確認列車による計測

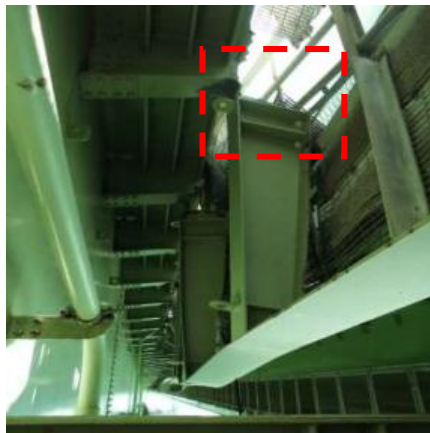
計測結果まとめ

| | No. | 測定項目 | 測定位置・確認位置 | 測定方法・機器 | 基準値 | 上り45km/h |
|------|-----|--------------------|-------------------|------------|--|--------------------------|
| 判断項目 | ① | たわみ測定 | 左主桁(支間中央) | I-DAP | $L/500 = 96.6/500$ $= 193\text{mm}$ (スパン中央値) 117mm (支点部から20m) 参考値(計算値) 45km徐行 : 31mm(スパン中央) : 19mm(支点部から20m) | 193mmに対して 測定値27.6mm |
| | | | 右主桁(支点から20m位置で測定) | | | 117mmに対して 測定値15.8mm |
| | ② | 支承部挙動 (鉛直・水平変位) | P1橋脚 支承部 | BMCシステム+目視 | 列車通過時に異常な挙動がないこと | 異常なし |
| | | | P2橋脚 支承部 | | 列車通過時に異常な挙動がないこと | 異常なし |
| | ③ | 列車動揺 | 橋りょう位置 | 動揺測定器 | 上下動: 0.25g以下 左右動: 0.20g以下 | 上下動: 0.12 左右動: 0.01以下 |
| 参考測定 | ⑤ | 支間中央 応力測定 | 下フランジ(左)桁内部 | BMCシステム | 【参考値(計算上)】 45km徐行: 18.6MPa(単線載荷時) | 16.7MPa |
| | | | 下フランジ(右)桁内部 | | | 16.9MPa |

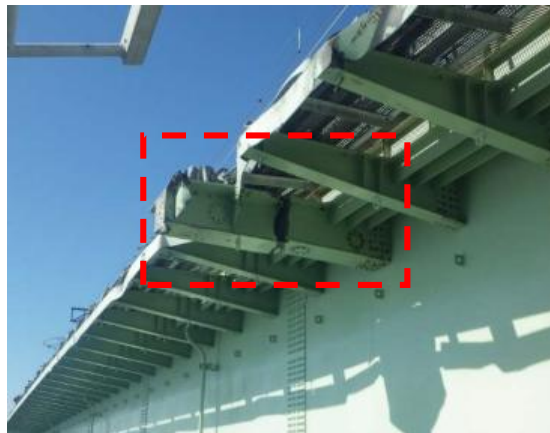
計測の結果異常無し。列車運転再開が可能と判断した。

4. 復旧工事

橋側歩道ブラケット，電架柱支持梁，バラスト止め等の復旧方針を検討



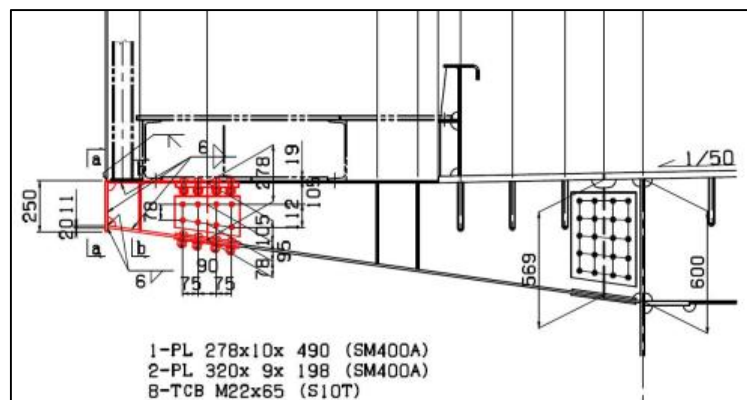
橋側歩道ブラケット



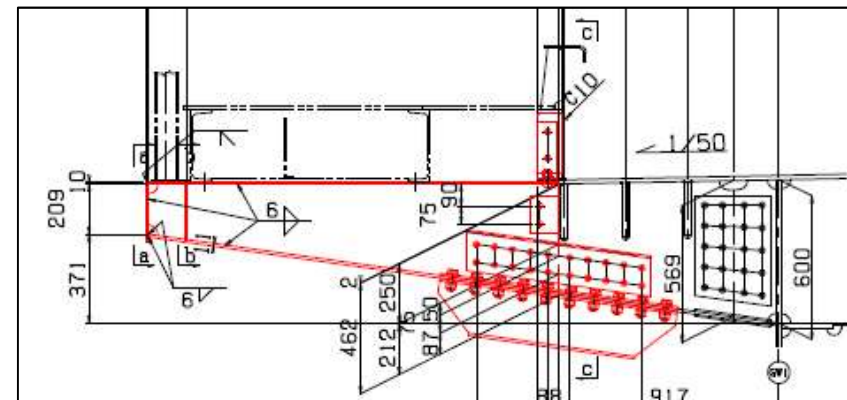
電架柱支持梁



バラスト止め



先端のみ損傷



ブラケット全体が損傷

損傷数が多い橋側ブラケットは，損傷状況に合わせて補修方法をパターン化.

4. 復旧工事

橋側歩道 Bracket



電架柱支持梁

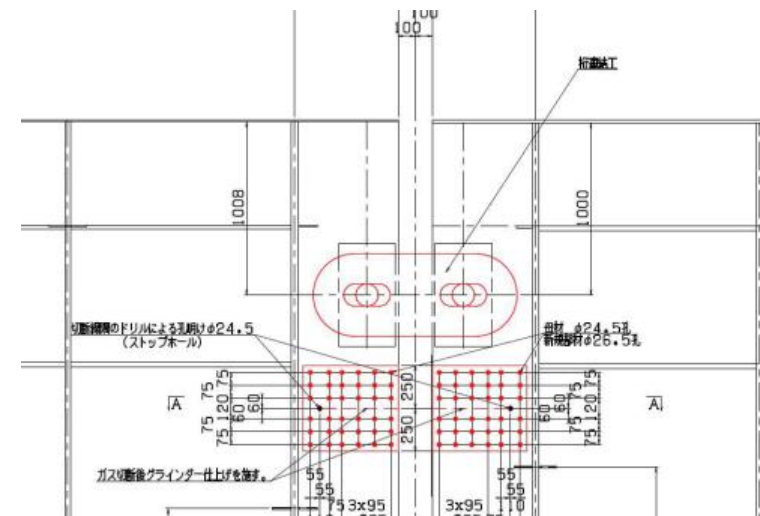


バラスト止め



4. 復旧工事

桁端の変形箇所



変形の大きな箇所をガス切断し、
加熱矯正後当板

4. 復旧工事

復旧状況

A1-P1間全景

施工前



施工後



P1-P2間全景

施工前



施工後

