



# 2018年大阪府北部の地震 土木構造物の被害

高橋良和  
京都大学

# 調査の概要

- 2018年6月18日7時58分に大阪府北部で発生した地震(M\_JMA 6.1)では、大阪府北部で震度6弱、京都府南部でも震度5強と、関西地方で大きな震度を記録した。
- 同日より、主に土木構造物の地震応答・被害状況に関する調査を実施した。主な調査対象は、
  - 大阪モノレール， 東海道新幹線， 山陽新幹線， JR在来線
  - 名神高速道路， 阪神高速道路

調査を進めるにあたり、大阪高速鉄道(株)，西日本旅客鉄道(株)，西日本高速道路(株)，阪神高速道路(株)の協力、情報提供いただきました。ここに謝意を表します。



# 大阪モノレール



2014年に  
大阪モノレールから提供写真



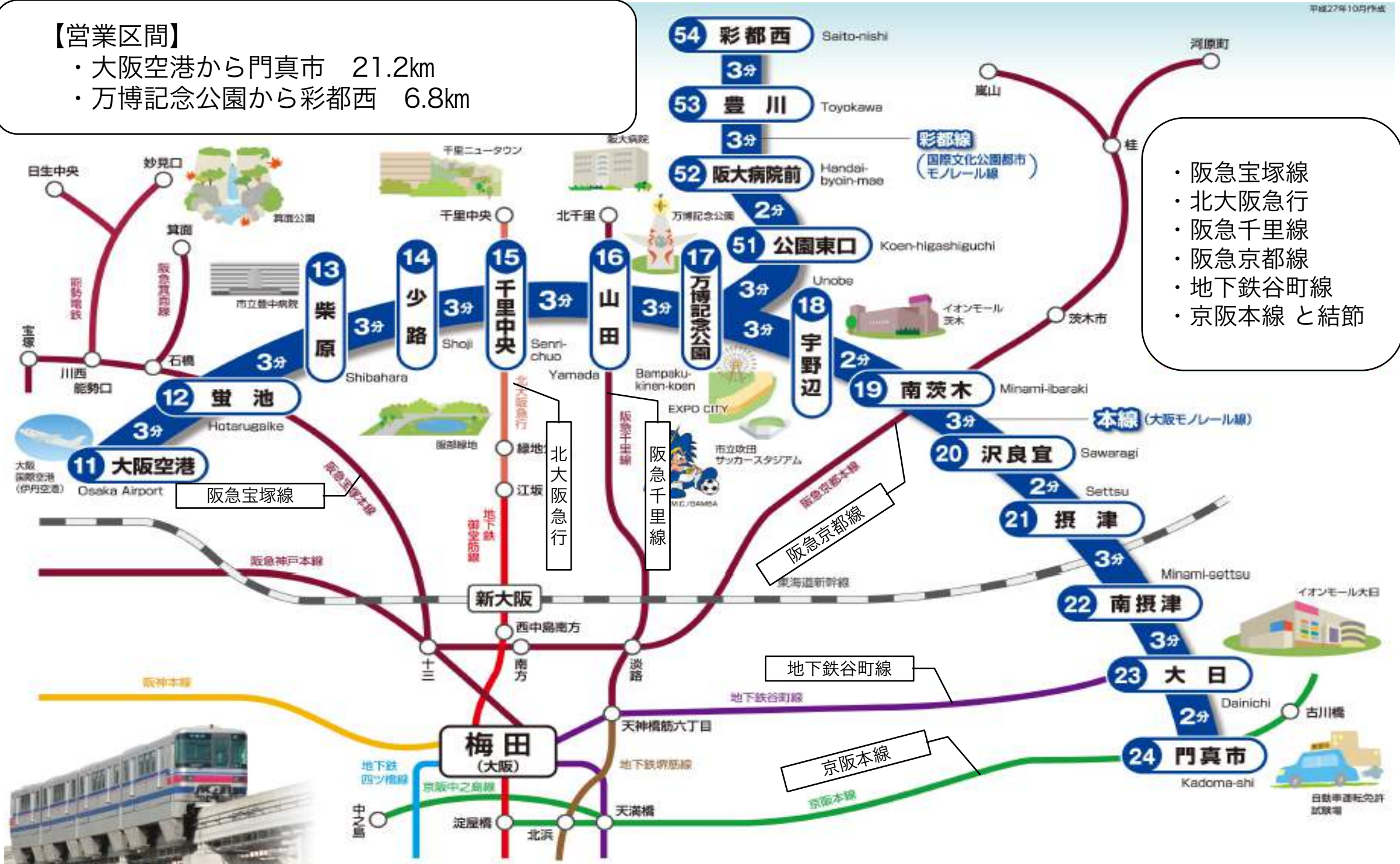
# 大阪モノレール

提供：大阪高速鉄道株式会社

平成27年10月作成

## 【営業区間】

- ・大阪空港から門真市 21.2km
- ・万博記念公園から彩都西 6.8km



- ・阪急宝塚線
- ・北大阪急行
- ・阪急千里線
- ・阪急京都線
- ・地下鉄谷町線
- ・京阪本線 と結節

## 《開業の経過》

- H2.6 千里中央駅～南茨木駅 6.7km
- H6.9 柴原駅～千里中央駅 3.5km
- H9.4 大阪空港駅～柴原駅 3.1km
- H9.8 南茨木駅～門真市駅 7.9km
- H10.10 万博記念公園駅～阪大病院前駅 2.6km
- H19.3 阪大病院前駅～彩都西駅 4.2km

# 大阪モノレール

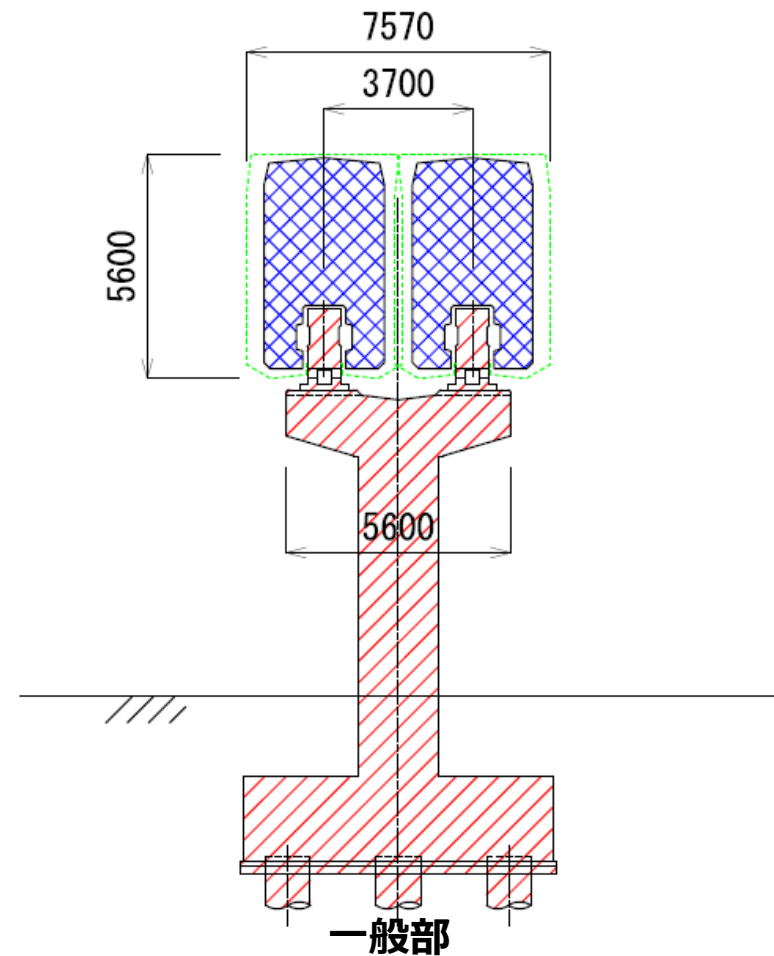
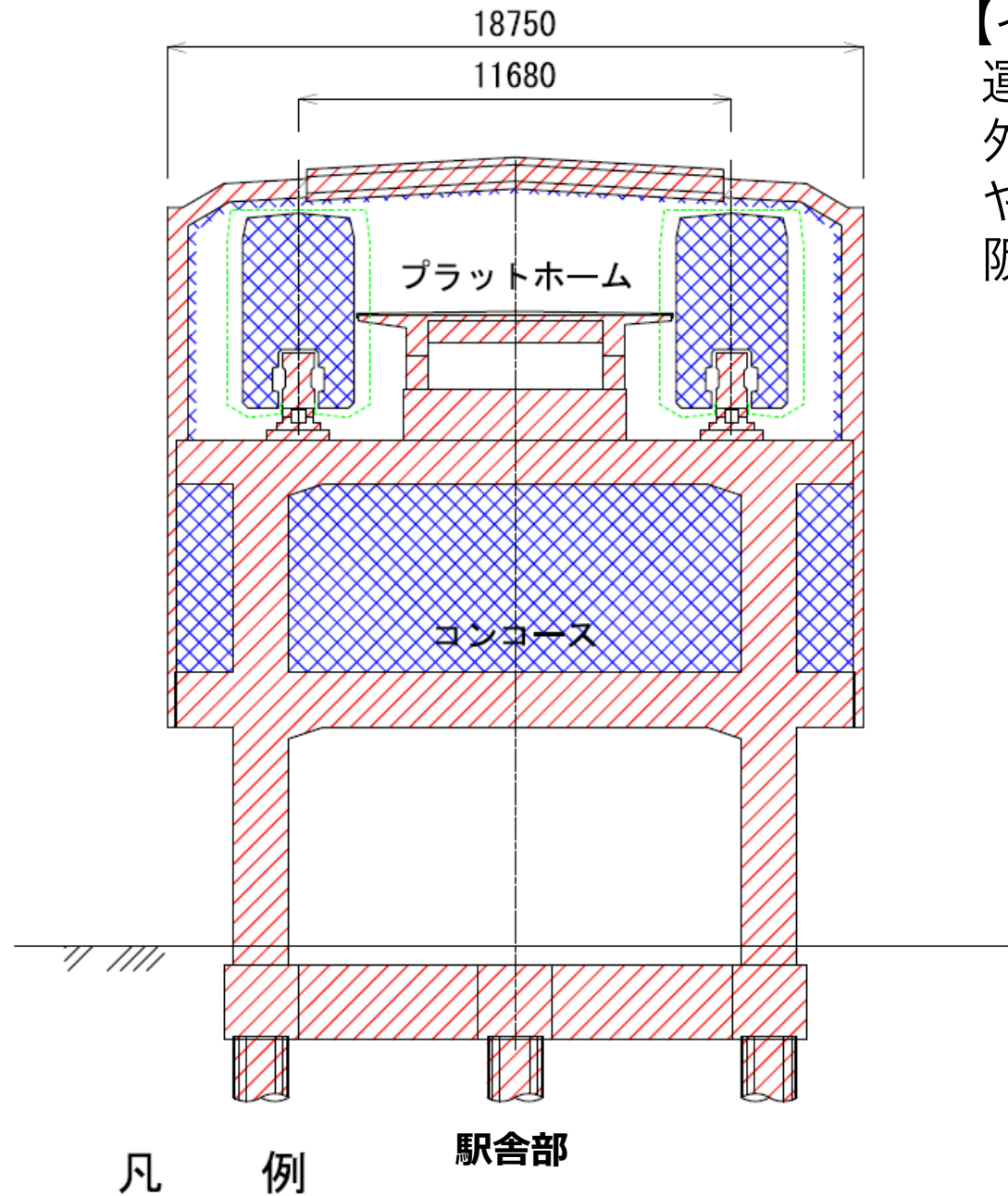


## 【インフラ部】

大阪モノレールは道路交通の補助的機関として、道路交通の一部を分担し、支柱や桁及び駅舎の基本構造物（インフラ部）を道路構造物として、道路管理者（大阪府）が建設

## 【インフラ外部】

運行に必要な、車両や信号システムなど（インフラ外部）の建設とモノレールの運行・経営は、大阪府や民間企業などが出資し設立した第三セクター（大阪高速鉄道株式会社）が実施



建築限界

インフラ部

インフラ外部

・・・軌道桁、支柱、駅舎の骨格を形成する屋根、壁、柱等、階段、EV、ES（都市局補助事業）  
 ・・・車両、電車線、信号通信、駅舎内装、駅務機器等

提供：大阪高速鉄道株式会社





# 大阪モノレール



2018年6月19日撮影





# 大阪モノレール



2018年6月19日撮影





# 大阪モノレール



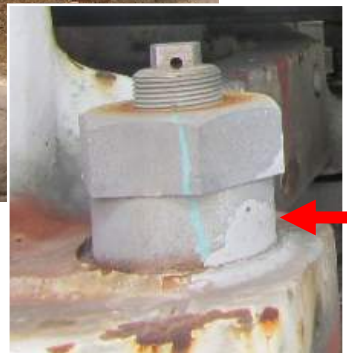
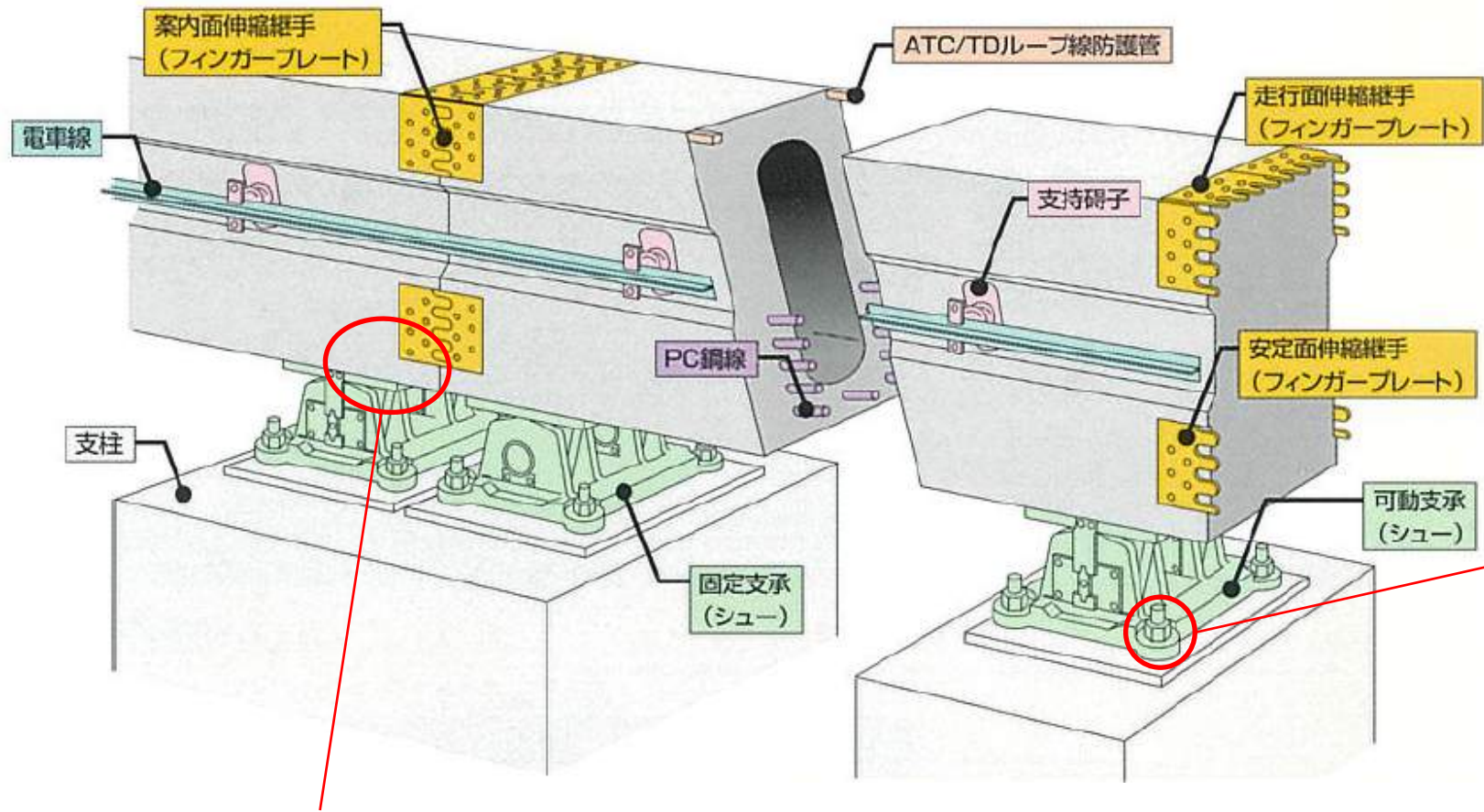
- 2018年6月21日，土木学会関西支部調査団が，大阪高速鉄道株式会社を訪問し，大阪モノレールの被災状況について説明を受けた。





# 被災状況（軌道桁・支承等）

## ■PC軌道桁概要



支承  
アンカーボルト  
緩衝材の変形  
健全な状態



桁側面欠損



桁下面欠損



軌道点検状況

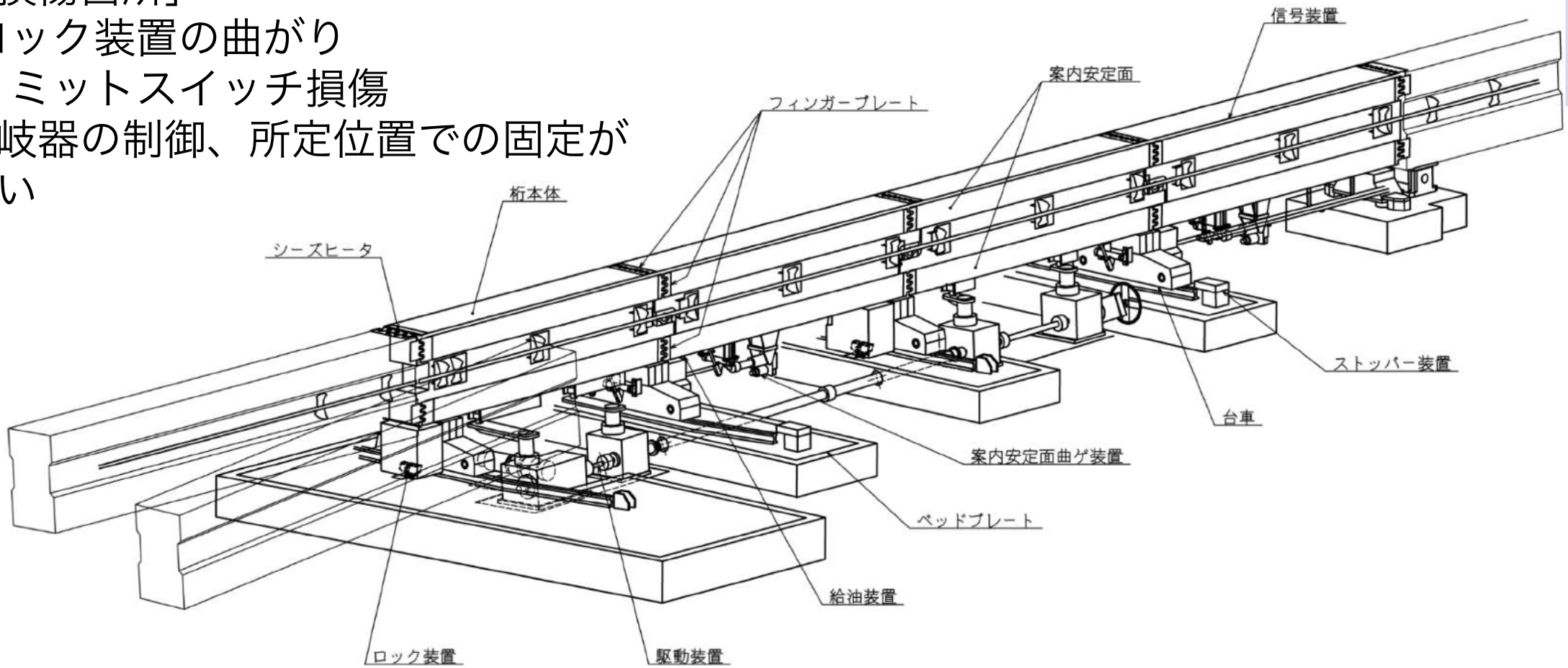
提供：大阪高速鉄道株式会社



# 被災状況 (分岐器)

## [主な損傷箇所]

- ① ロック装置の曲がり
  - ② リミットスイッチ損傷
- 分岐器の制御、所定位置での固定ができない



## ① ロックシリンダ破損



## ② リミットスイッチ損傷

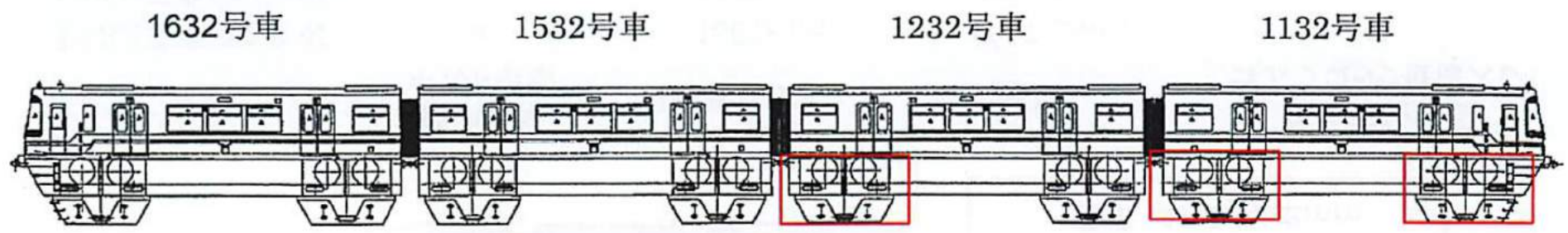


※上図は1モータ アーム式分岐器 (損傷したものと異なります)



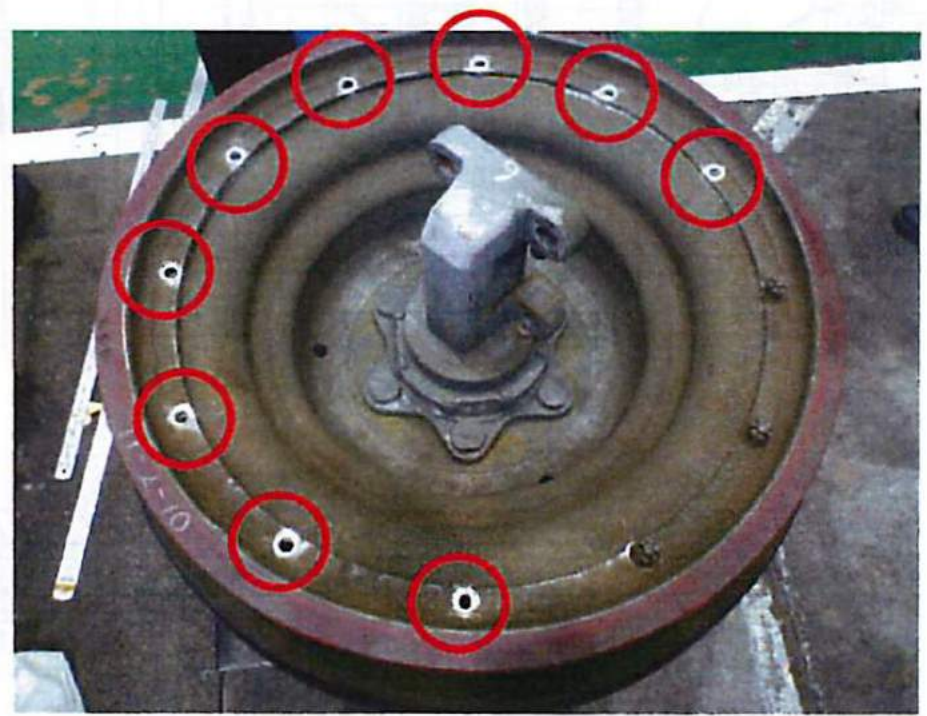
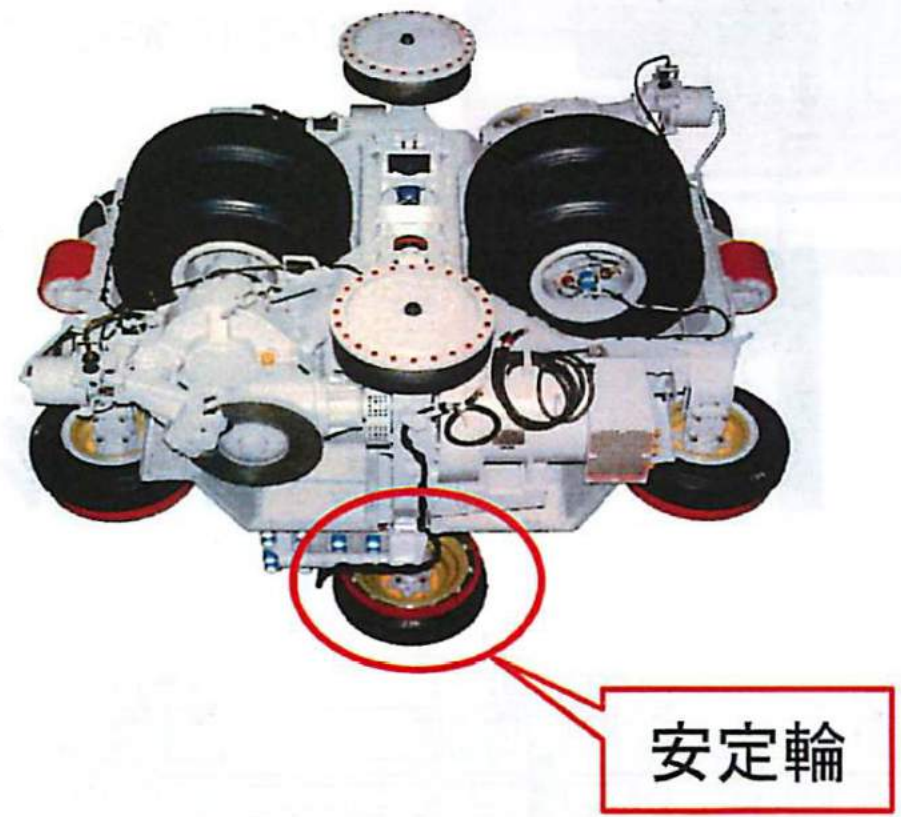


# 被災状況（車両の安定輪補助車輪取付ボルトの破断）



## 安定輪補助車輪取付ボルト破断箇所

|        |      |        |
|--------|------|--------|
| 1232号車 | 第1台車 | 1本/12本 |
| 1132号車 | 第1台車 | 8本/12本 |
| 1132号車 | 第2台車 | 9本/12本 |



1132号車 第2台車の安定輪補助車輪

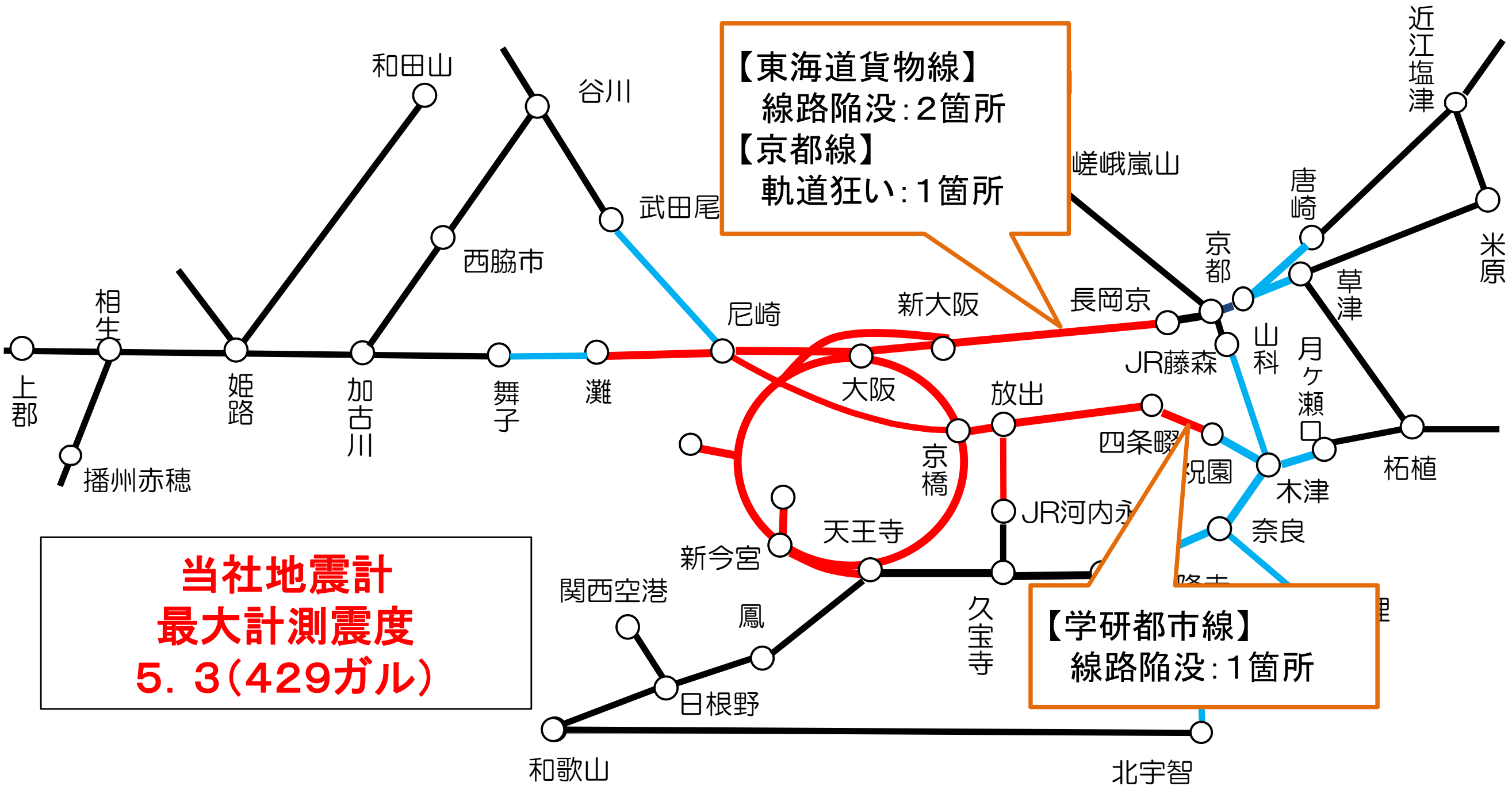


# 大阪モノレール

- 土木構造物は軽微な被害に留まったものの、分岐器の故障により運行再開の妨げとなっている。分岐器は本線・支線の分岐だけでなく、駅舎内での上下線入れ替え（Uターン）や軌道桁の点検に用いる工作車の出動にも使われるが、これらを直ちに機能させることができなくなった。
- 工作車も軌道桁を走行するため、停車中のモノレールが障害となる。また、工作車はバッテリーにより稼働し、電源を落としたのち、停車中のモノレールの区間まで点検を終わると、いったん工作車を車庫までバックさせ、電源を投入してモノレールを走らせ、車庫にも戻す作業を繰り返すことになる。
- モノレールは路線下に道路が走っており、不十分な点検でモノレールを走らせると渋滞中の道路にモノを落下させる可能性がある。工作車が走れない状況では、路線下から遠方目視による確認をせざるを得ず、渋滞のために思うように点検を行うことができなかった。



# JR西日本在来線施設の主な被害状況





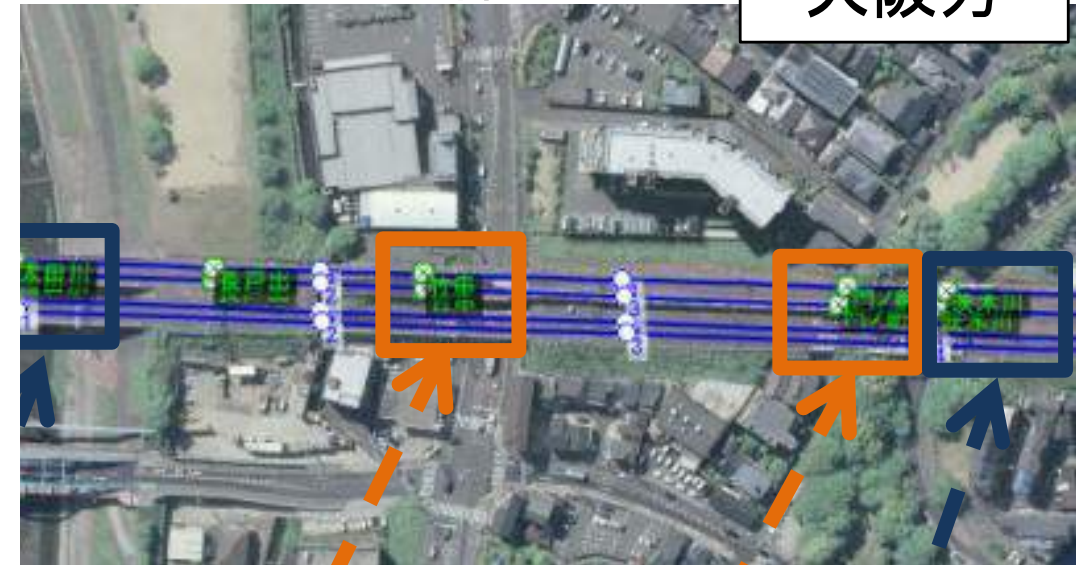
# 京都線 高槻～茨木間 軌道狂い

京都方

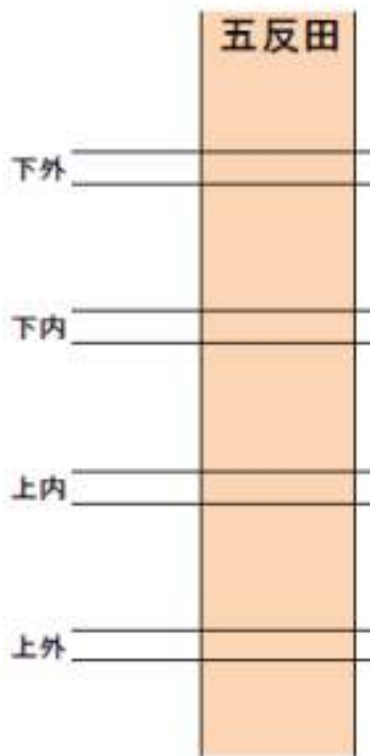


大阪方

西日本旅客鉄道株式会社



- 土工を含め様々な形式の区間が連続し、その接続部で揺れが異なっていたと考えられる。当初竹串のあたりで軌道変状を認めためたため補修を行い、目視で異常を確認できるところはなくなったので運行再開された。



H鋼埋込桁



鉄桁

鉄桁

レンガアーチ橋  
鉄桁

トラス桁

五反田

竹串

門の前

茨木川

JR総持寺駅



# 東海道新幹線 (茨木—高槻間)



2018年6月19日撮影

- 東海旅客鉄道(株)管理
- 強い地震動が観測された茨木—高槻間の新幹線高架橋沿いに移動しながら、目視で確認。
- 耐震補強がなされ、特に被害は見受けられなかった。



# 東海道新幹線 (茨木-高槻間)



2018年6月19日撮影





# 山陽新幹線 (新大阪)



- 東海旅客鉄道(株)管理
- 新大阪駅から少し西に進んだ国道176号を越える跨道橋において、桁の変位制限装置の取付部が破損，コンクリートが落下している報告があった。

2018年6月18日

<https://twitter.com/MzbAnd> より写真転載



# 山陽新幹線 (新大阪)

2018年6月22日撮影





# 山陽新幹線 (新大阪)



2018年6月22日撮影

斜角が  
大きな跨道橋





# 山陽新幹線 (新大阪)



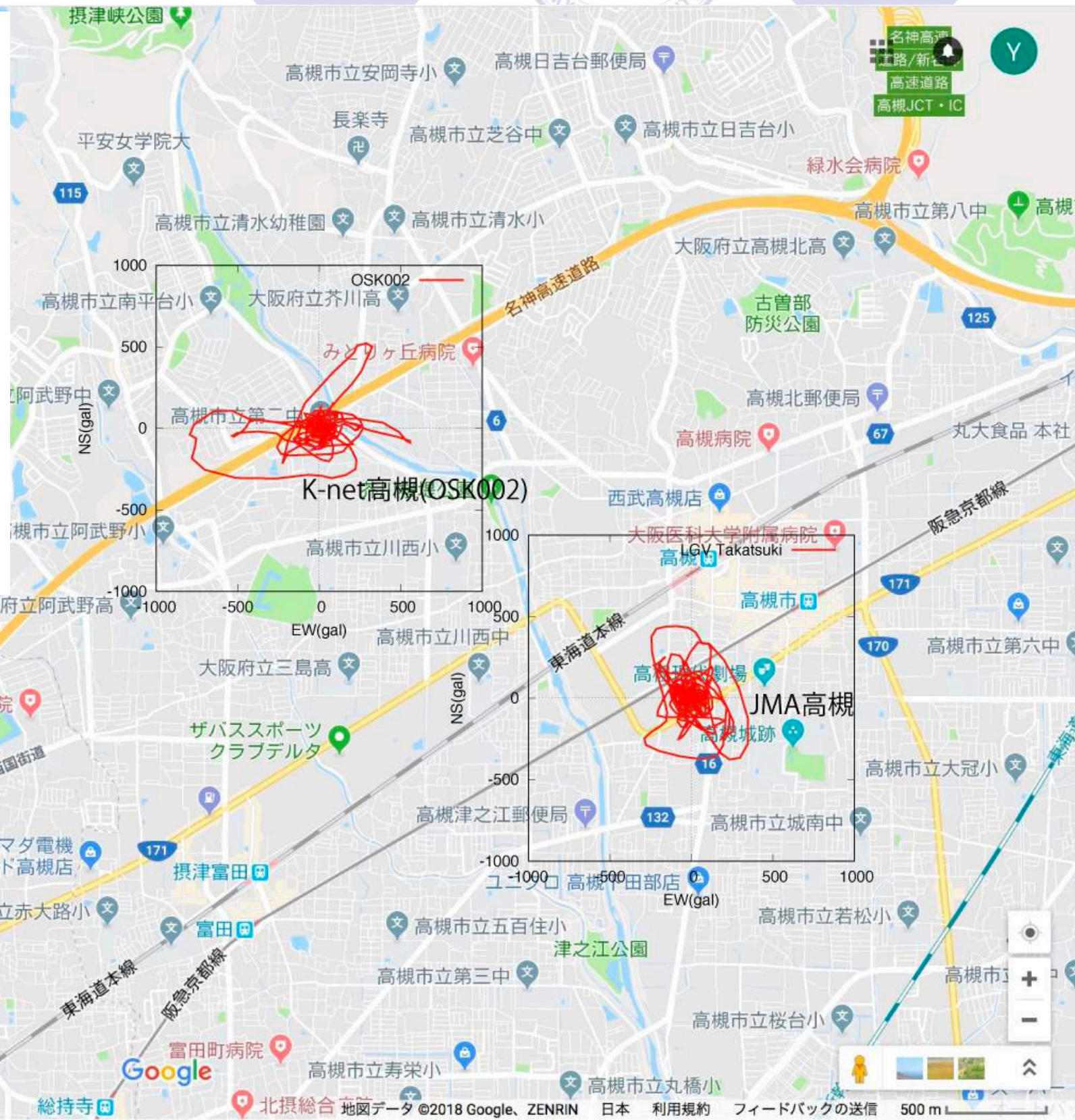
2018年6月22日撮影





# 名神高速道路 (茨木—高槻間)

- 震度6弱を観測したK-net高槻の近傍を走っており，強震動域にあると考えられる。
- 茨木—高槻間は土工区間が多いが，一部高架橋区間もある。





# 名神高速道路（茨木一高槻間）

- 名神開業時に鉛直力のみを支持するロッカー橋脚が建設されており、その後拡幅時に橋脚が追加されている。



2018年6月19日撮影



# 名神高速道路（茨木—高槻間）

- 耐震補強として、高架橋端部橋脚の支承部がゴム支承＋ダンパーが設置され、橋軸直角方向に変位制限装置が設置されている。



2018年6月19日撮影



# 名神高速道路 (茨木一高槻間)

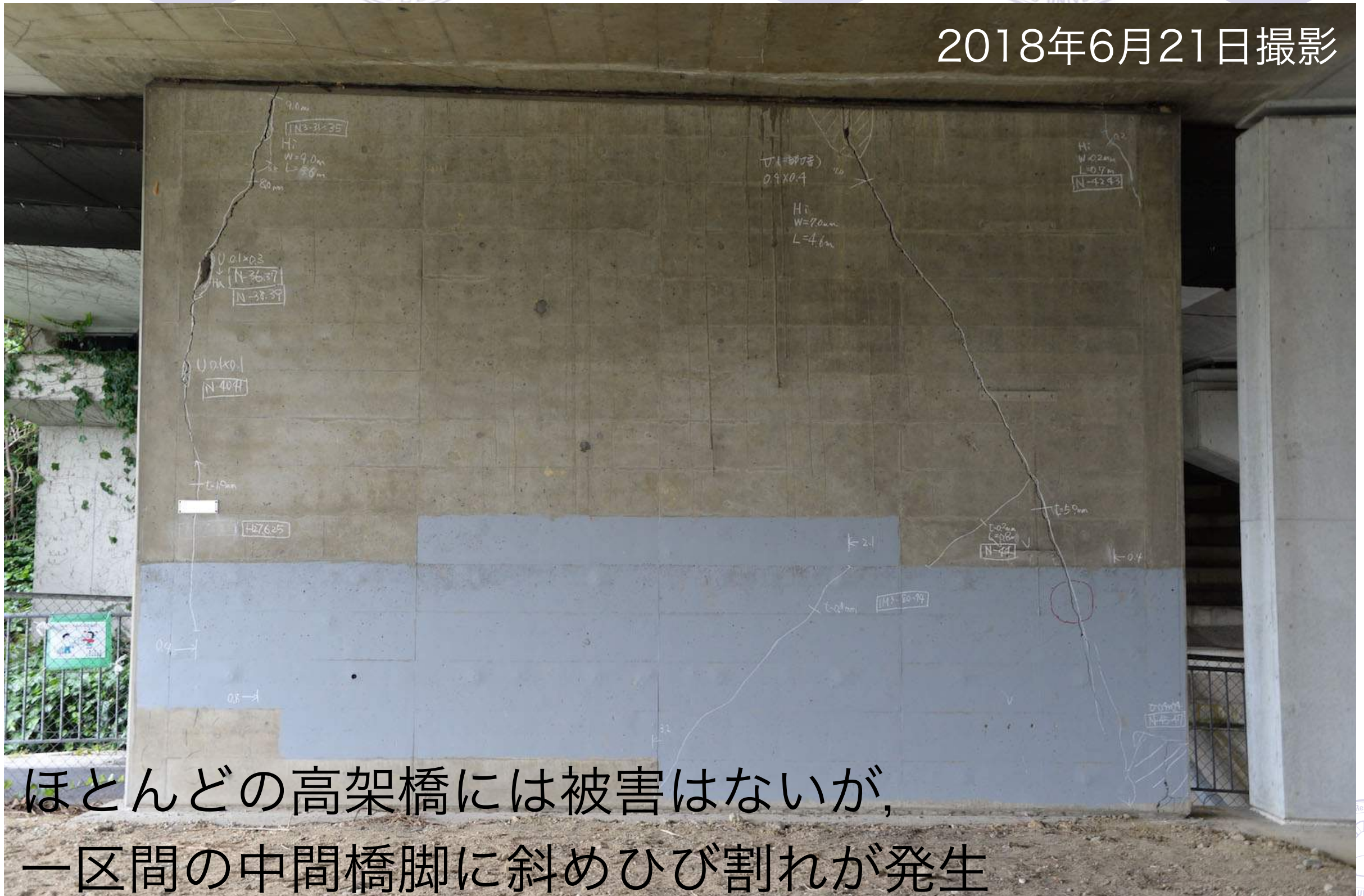
2018年6月21日撮影

- 中間橋脚部では開業時の橋脚に加え、その後桁の拡幅が行われ、当初橋脚の両側に橋脚が追加されている。



# 名神高速道路 (茨木一高槻間)

2018年6月21日撮影



ほとんどの高架橋には被害はないが、  
一区間の中間橋脚に斜めひび割れが発生



# 名神高速道路（茨木一高槻間）



- 拡幅部の橋脚は無被害のため、鉛直支持能力が直ちに失われる可能性は小さいものの、7月11日に再度現地を訪問した際には、桁の鉛直支持のためのベントが設置されていた。



# 阪神高速道路

- 特に被害なし。13:00に交通解放。
- 13時前に技術者からの情報として、阪神高速道路が設置している地震観測点のうち、「震度5強を記録した豊中と守口の観測点の加速度応答スペクトルは確認したが、0.3秒前後が卓越しており、土木構造物への影響は限定的と考えられる」と連絡を受けた。



# 調査内容のまとめと今後の課題 (道路・鉄道被害)

- 震度6弱，5強の地震に対し，土木構造物そのものの被害は少ない。道路・鉄道構造物の多くが耐震診断，補強済みであり，その効果が発揮されたといえる。
- 一方，大阪モノレールの事例では，土木構造物に大きな被害はないが，機械や車両が被災し，長い運行休止につながった。モノレールの特殊課題もあるが，東日本大震災において東北新幹線でも鉄道高架橋は軽微な損傷であったが，電化柱などの付属物の損傷が運行再開を妨げた事例もある。土木構造物が損傷しなくなると，その付属物に大きな力が発生することになり，土木構造物の応答を踏まえた付属物の耐震設計を見直す必要がある。
- 土木構造物の被害が少なかったにも関わらず，道路の通行止め，鉄道の運行休止が長かったことをどう考えるか？近年，設計での想定を越える地震動に対し，土木構造物が備えるべき性能（危機耐性）が活発に議論されているが，土木構造物が被害がなかったとしても，土木構造物が提供する機能（道路・鉄道）の損失を最小とするため，土木構造物として何ができるか，議論を続けることが重要である。

