



新 名 神 高 速 道 路  
有馬川橋橋桁落下事故に関する技術検討委員会  
＜中間とりまとめ＞

ブリーフィング資料

平成 28 年 6 月

西日本高速道路株式会社



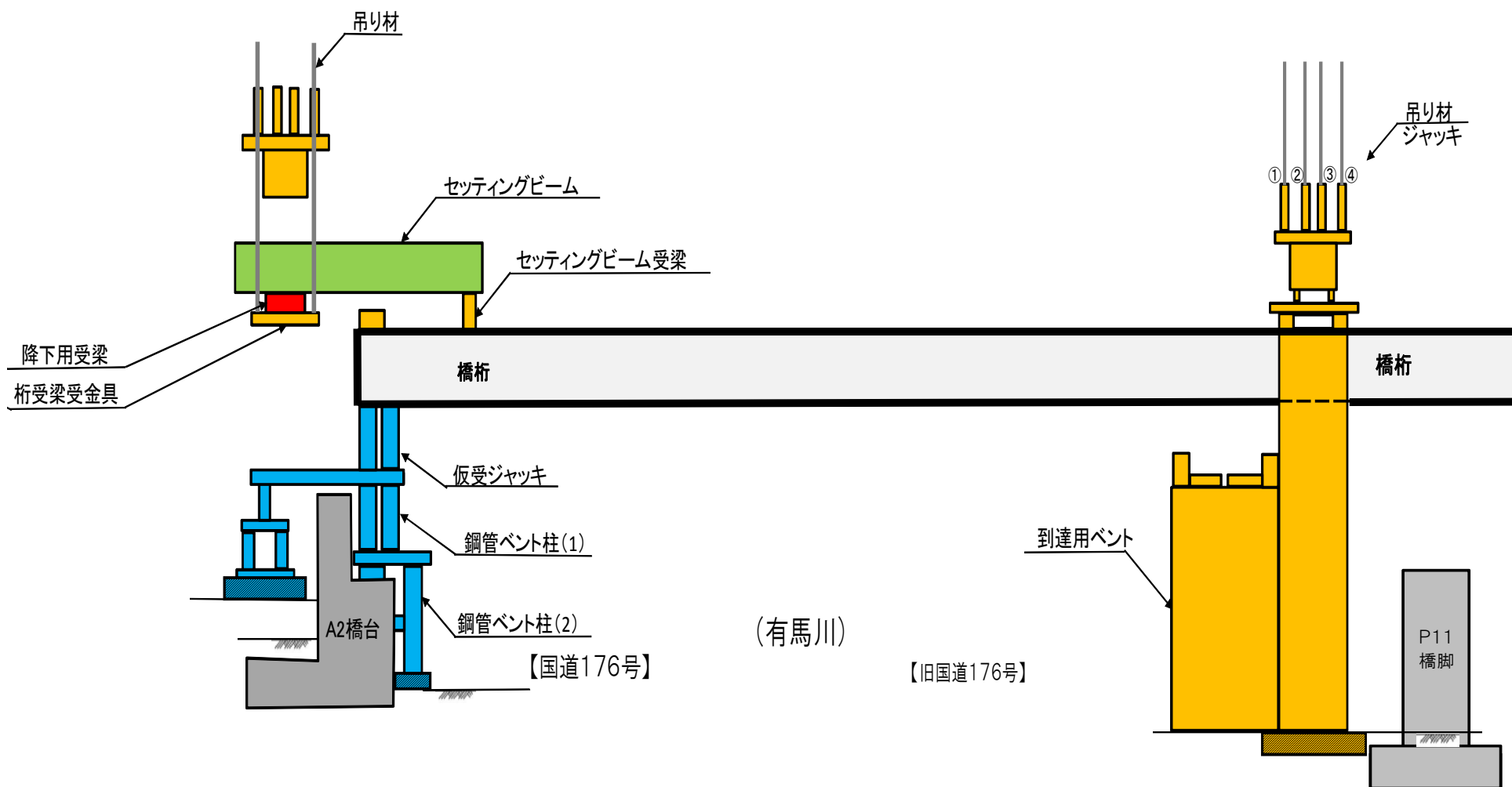
## 側面図

A2側

P11側

(西側)

(東側)



# 設備名称図

## 【上り線:A2橋台側】

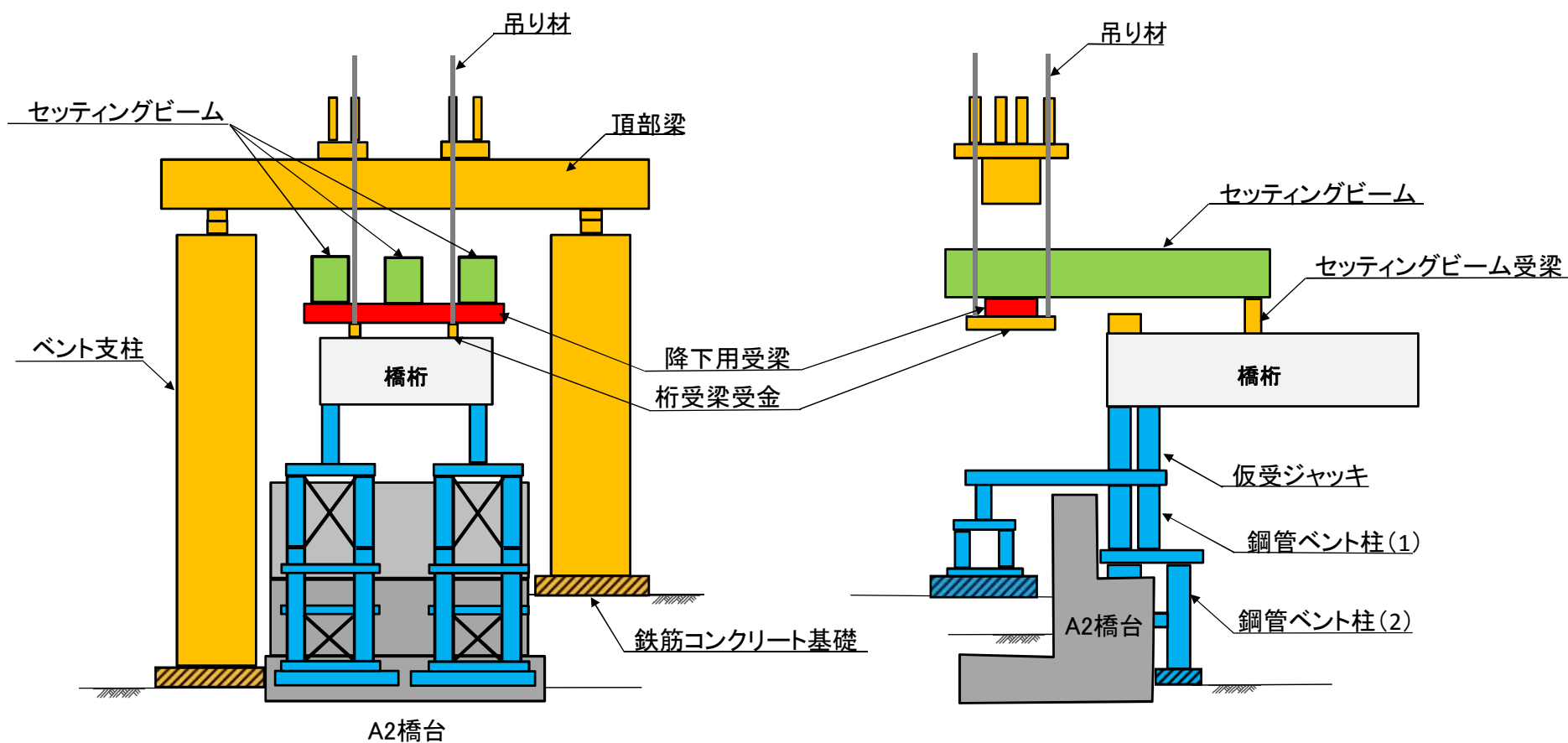
正面図

側面図

←西宮側(南側)

三田側(北側)→

P11橋脚側(東側)→



# 設備名称図

【上り線:P11橋脚側】

正面図

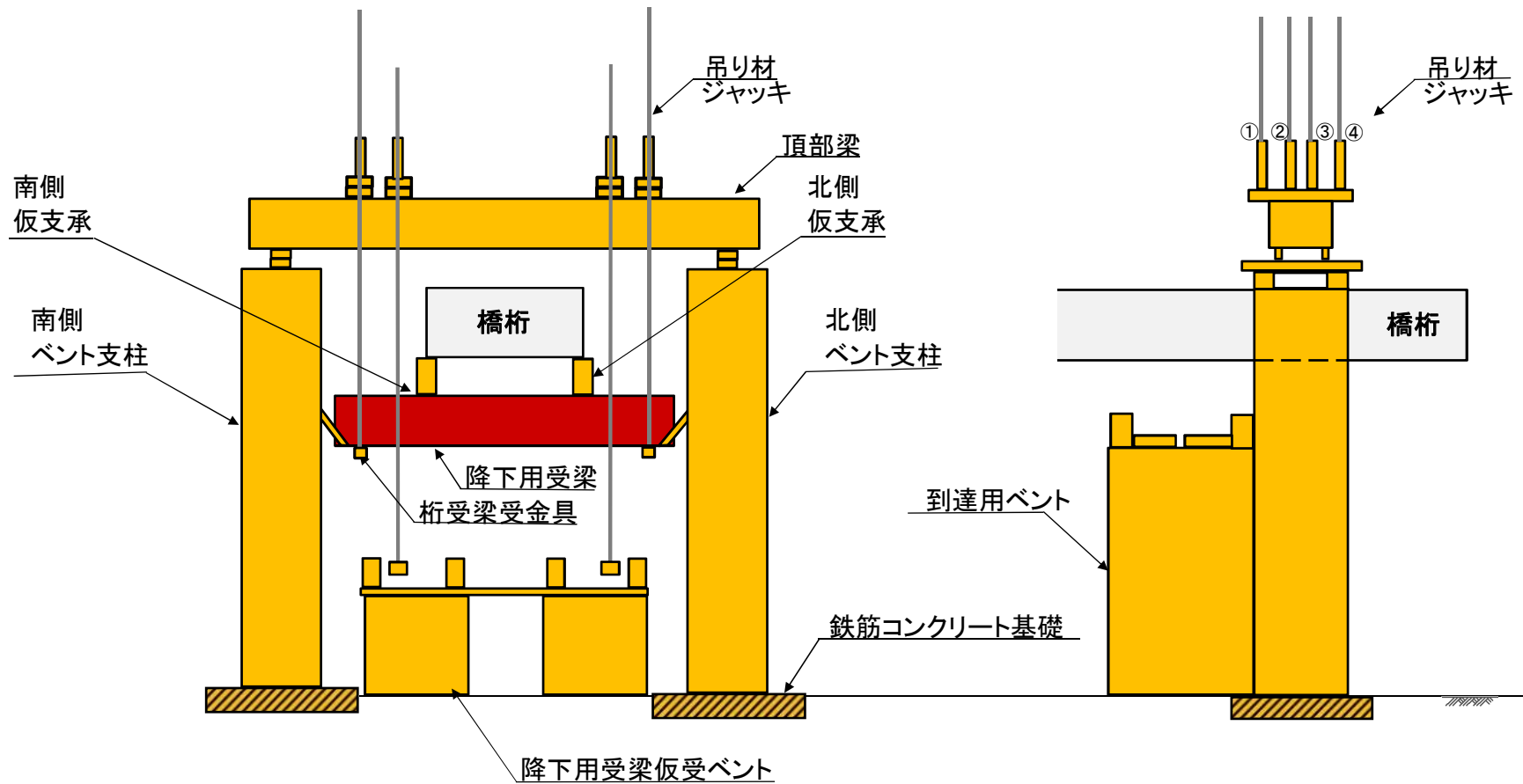
側面図

←西宮側(南側)

三田側(北側)→

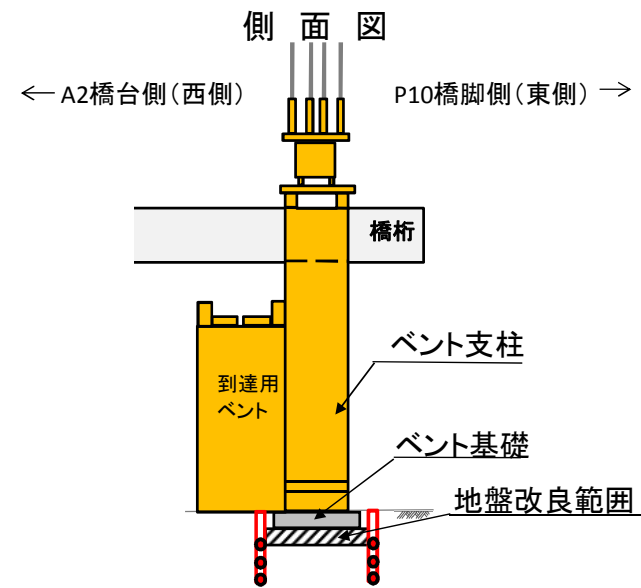
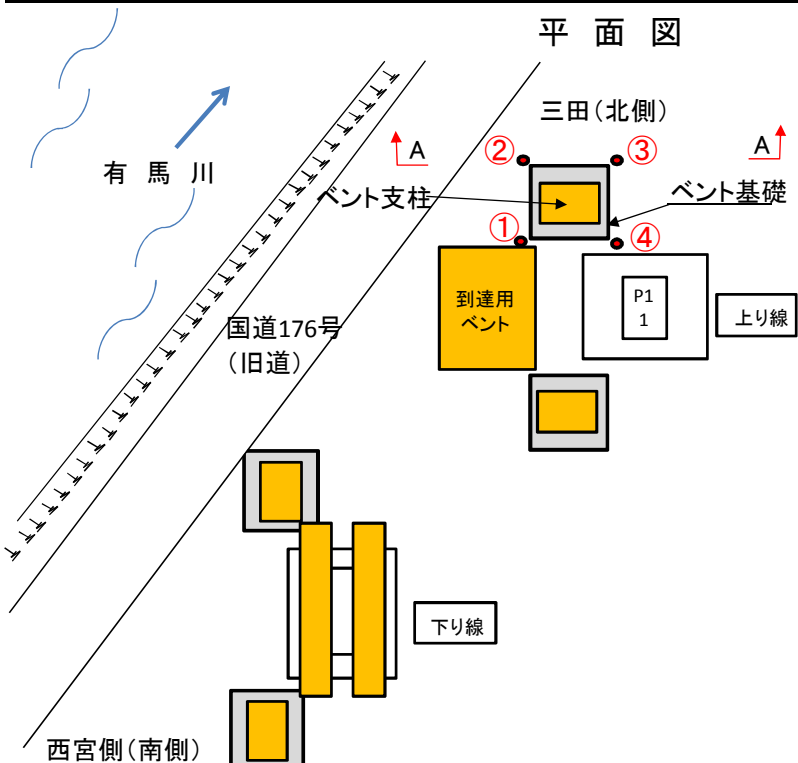
←A2橋台側(西側)

P10橋脚側(東側)→



# 確認事項 ①(地盤状態の確認)

- 改良した地盤の下に強度が低く、変形しやすい層があったことから、結果的に不等沈下が発生しやすい状態であった



◇地盤調査の結果から、FEM解析により算出

[沈下量]

荷重 (kN/m <sup>2</sup> )	コンクリート基礎有馬川側 下端部沈下量 (mm)	コンクリート基礎陸側 下端部沈下量 (mm)	コンクリート基礎 不等沈下量 (mm)	現地沈下量 (mm)
147	74.0	54.0	20.0	25.0

<基礎に作用する荷重>

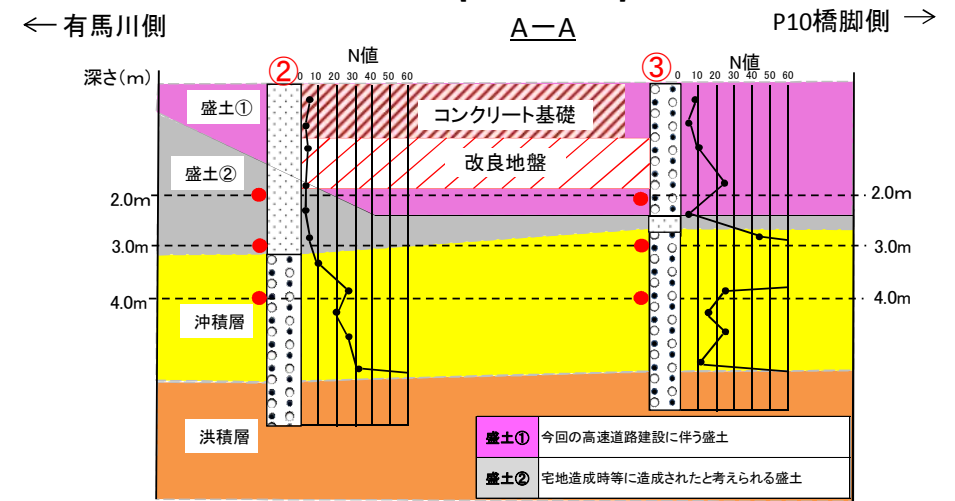
<解析結果>

<実測結果(4/21)>



基礎部の有馬川側の沈下量と陸側の沈下量が違うため、不等沈下となった

[土質断面図]

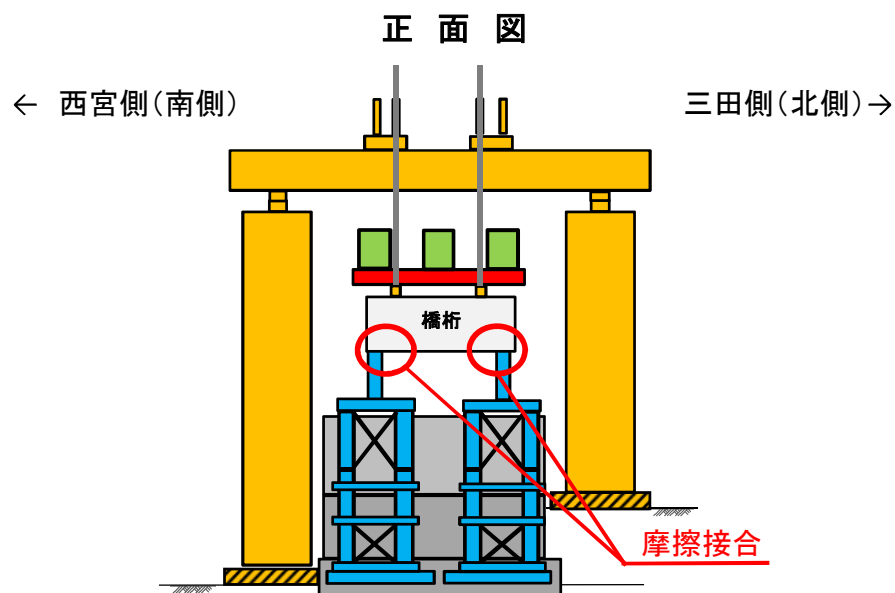


改良した地盤の下に強度が低く、変形しやすい層があることが分かった

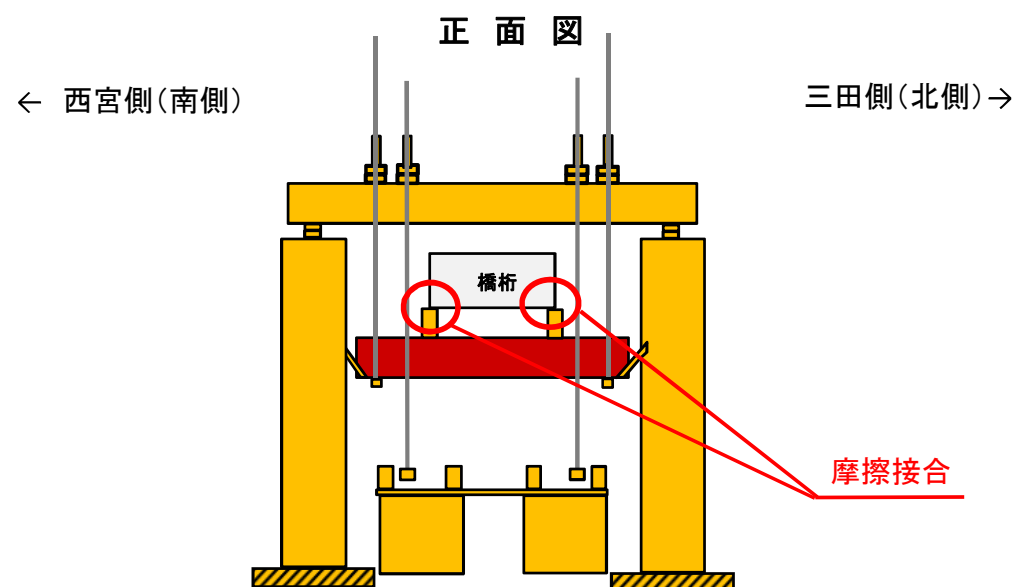
## 確認事項 ②(摩擦係数の確認)

- 実物の試料が入手できなかったため、同種の試験片を用いた小型再現実験を行った
- その結果、摩擦係数は、接合面の組み合わせにより、0.05~0.24と変動の大きいことが分かった
- 実物がどのような状態であったか不明であるが、若干の揺動によって不安定になる可能性があった

【事故発生時 各部の固定状況(上り線:A2橋台側)】



【事故発生時 各部の固定状況(上り線:P11橋脚側)】

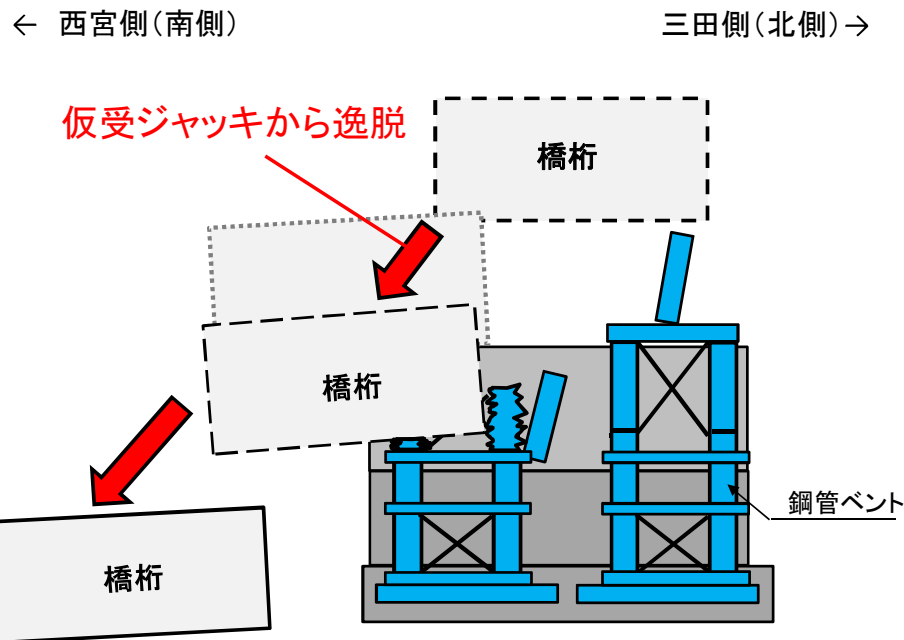


# 確認事項 ③(A2・P11部材の耐荷力解析)

- A2鋼管ベントとP11受梁はともに橋桁の荷重を直接受けて損傷したのではなく、橋桁が落下した衝撃により損傷

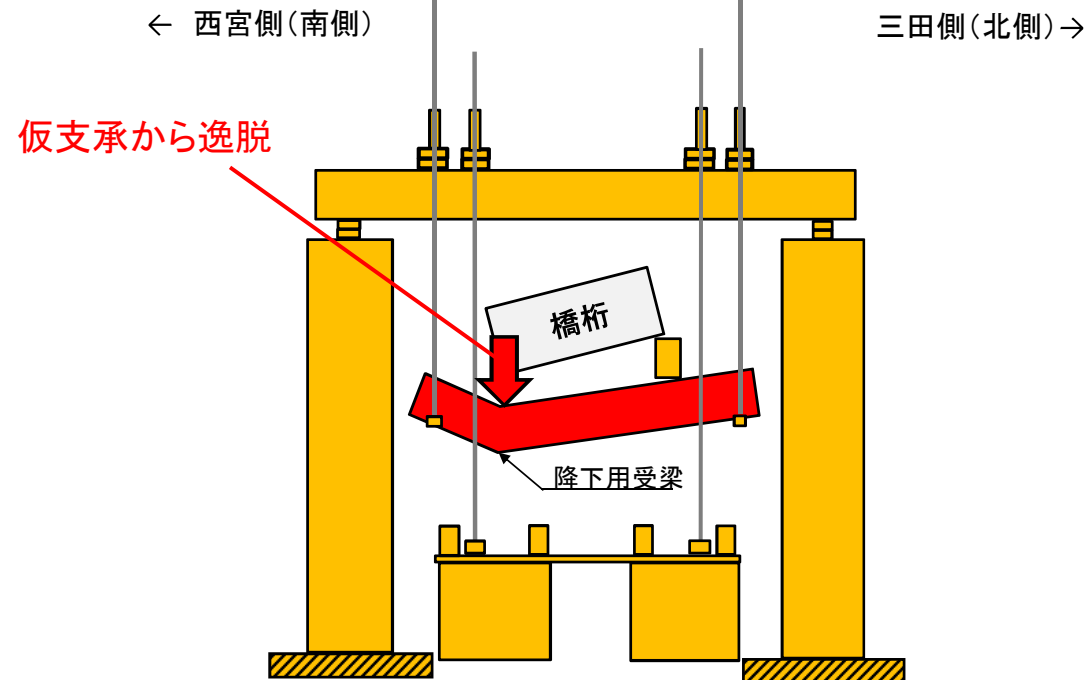
【上り線:A2橋台側】

正面図



【上り線:P11橋脚側】

正面図



＜A2橋台鋼管ベントおよびP11橋脚降下用受梁に関する安定性計算＞

- A2側鋼管ベント : A2側鋼管ベントは橋桁上載荷重による損傷ではなく、落下のような大きな衝撃荷重により損傷したことが推測できた
- P11橋脚降下用受梁 : P11側降下用受梁は仮支承位置で静的荷重が作用して生じた損傷ではなく、大きな荷重が作用しないと損傷しないことから、仮支承から橋桁が逸脱、落下したことによる衝撃荷重により損傷したことが推測できた

静的荷重だけでは、損傷しない  
橋桁が落下した衝撃により、損傷が発生



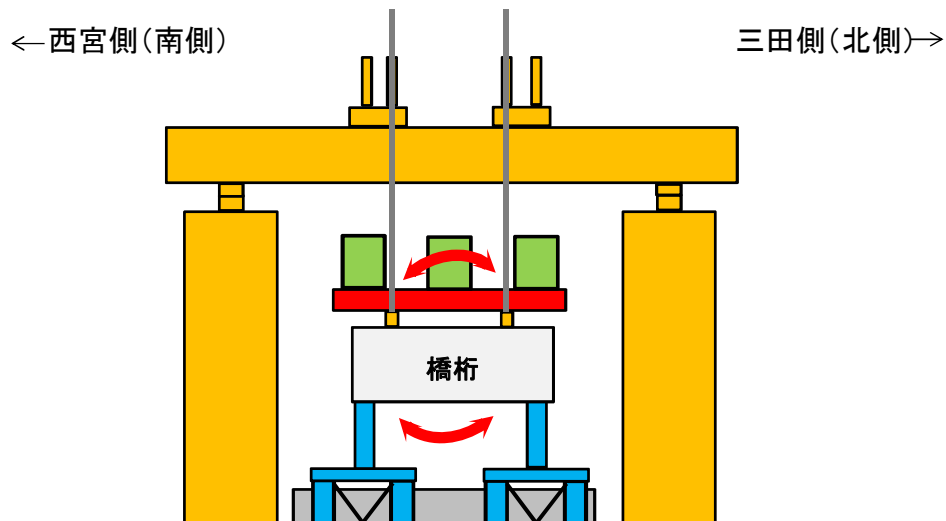
# 確認事項④（画像解析による落下挙動の分析）

- 全体をとらえた画像がなくA2側、P11側どちらが先に動き出したかは特定できないが、ほぼ同時に落下
- 落下前に橋桁が3秒程度揺動運動を起こした
- 落下が大きく2段階で発生した

## 【橋桁の挙動】

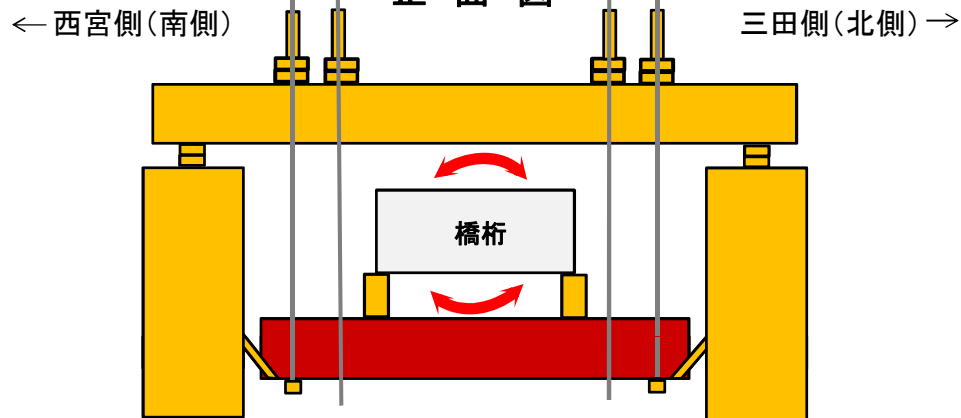
[A2橋脚側]

正面図

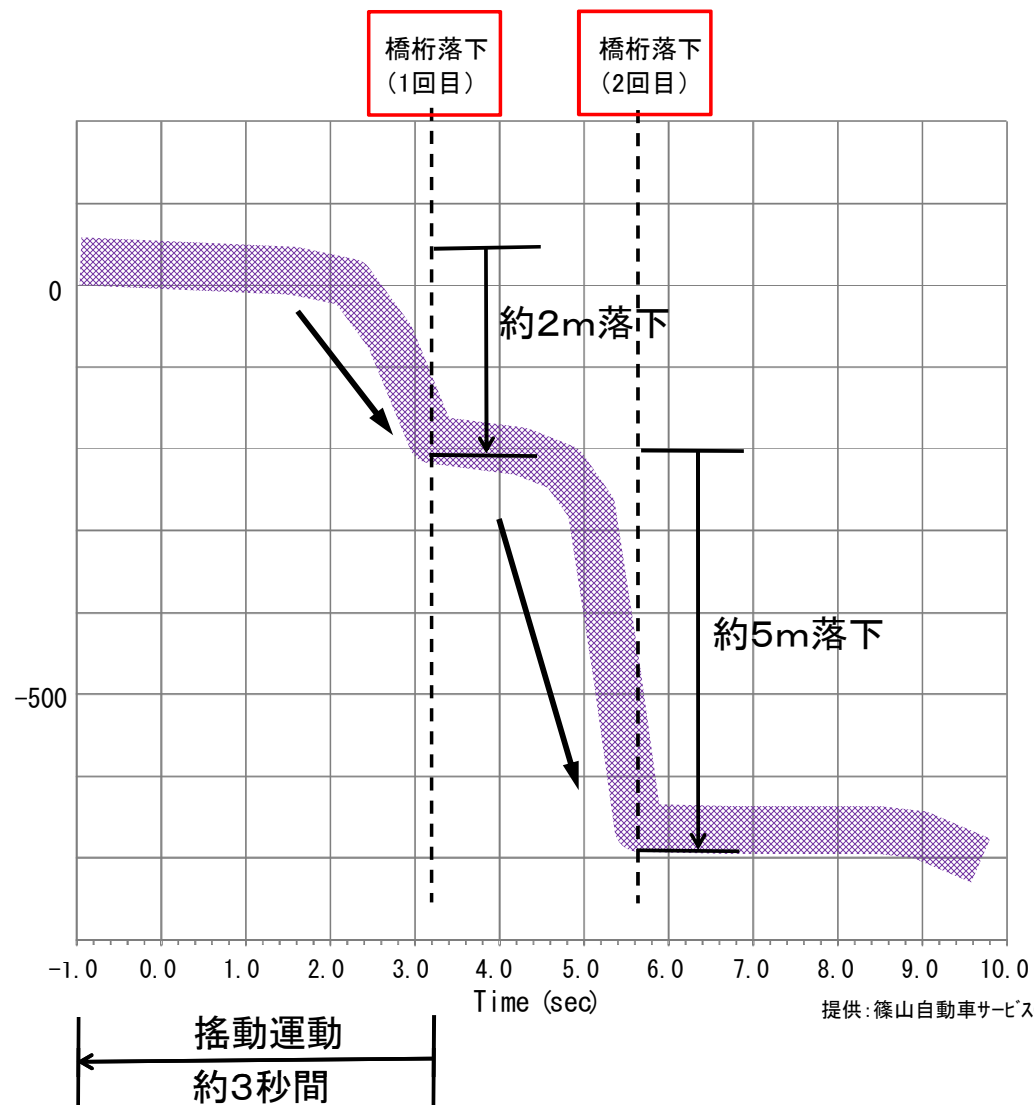


[P11]

正面図



## 【橋桁の挙動グラフ(落下距離):主桁中央付近】

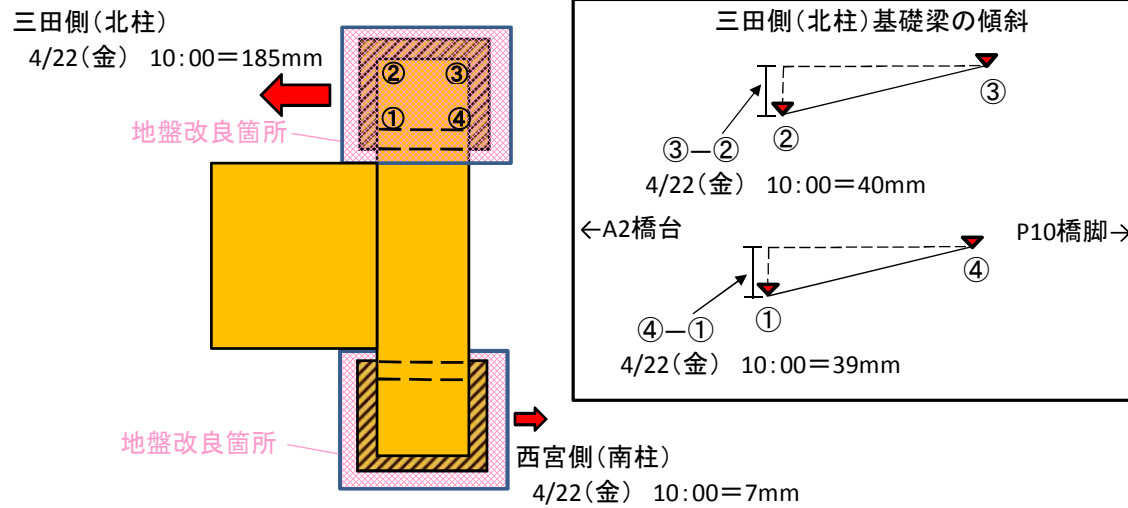


# 主な事故原因

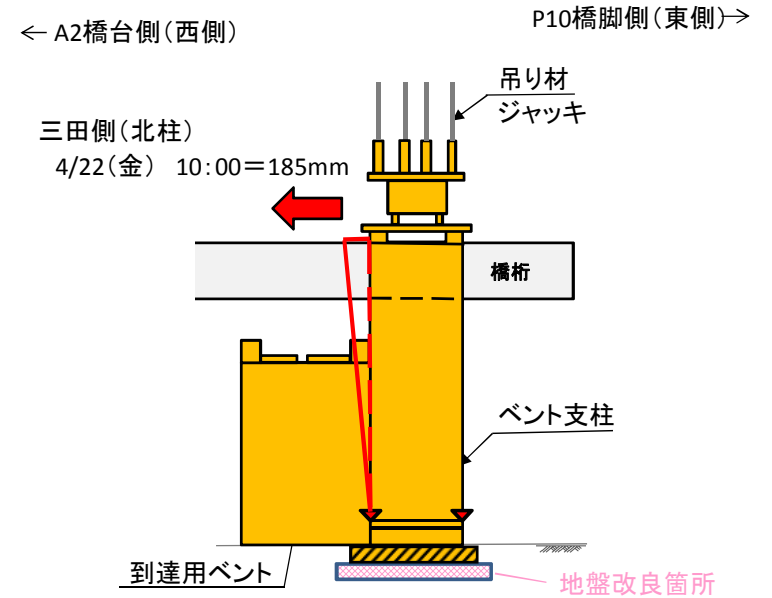
- ベント基礎部に不等沈下が生じ、ベント支柱の傾斜が進行したこと

【上り線：P11橋脚側】

平面図

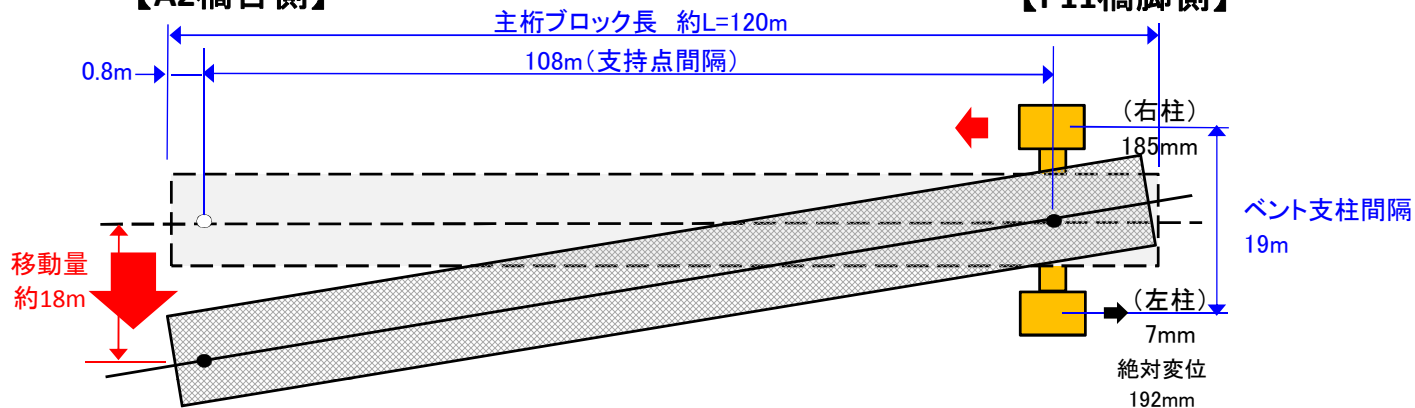


側面図



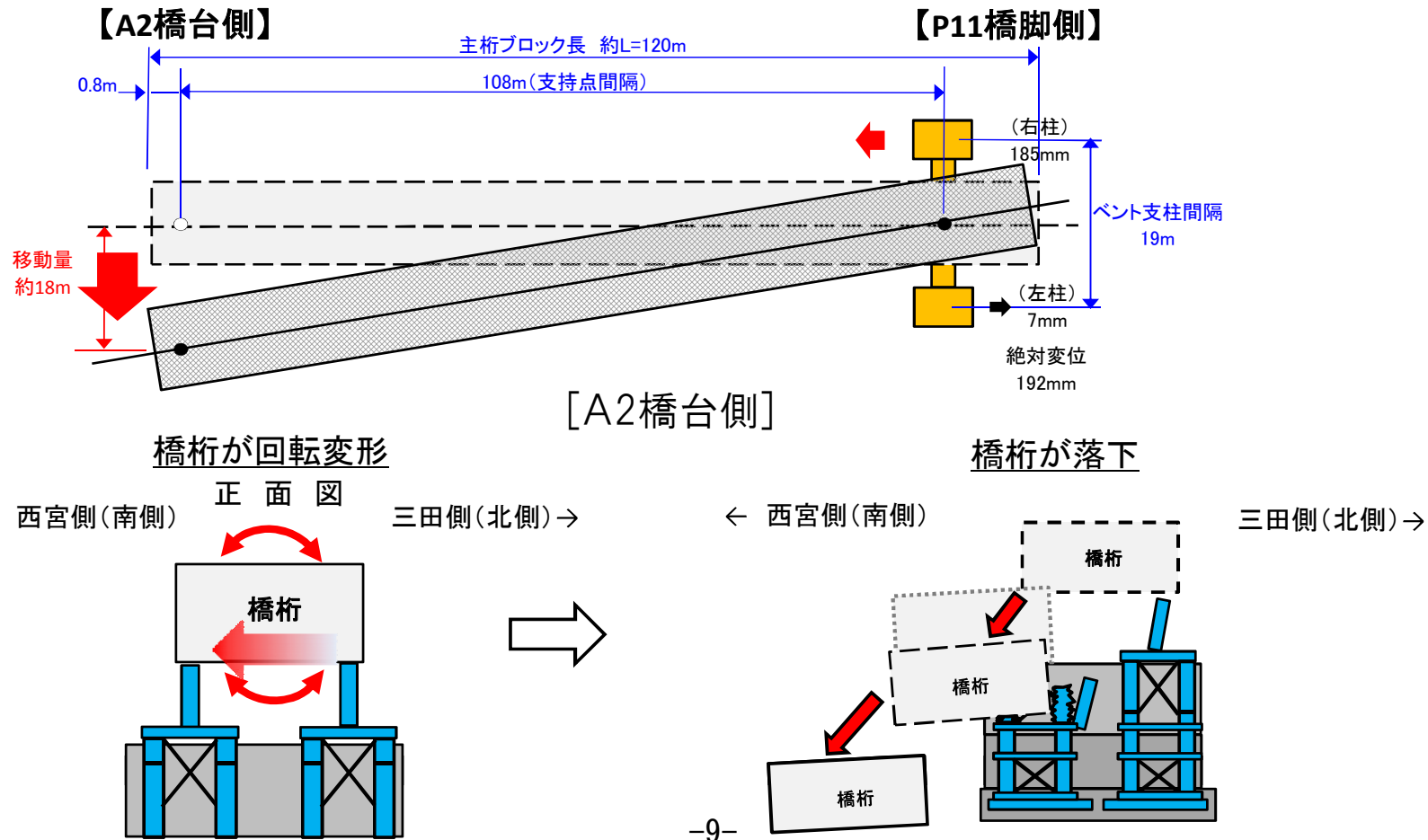
【A2橋台側】

【P11橋脚側】



# A2側メカニズム

- ① P11側のベント傾斜が進行したことにより、橋桁がA2側に押される水平力が生じていた
- ② A2側は仮受ジャッキ2基のみで支持されていたため、水平方向の安定性が損なわれ、結果的に北側A2仮受ジャッキから橋桁が逸脱し、反力バランスが崩れ、橋桁全体が揺動し始めた
- ③ ビデオ画像分析から、橋桁が落下するまで約3秒ほどこのような挙動を示していることが確認できている
- ④ 橋桁が南側に移動したことにより、南側A2仮受ジャッキから逸脱したため、橋桁は落下し、その衝撃で鋼管ベント柱が圧壊し、A2橋台の橋座へ一旦落下  
(P11側においては橋桁が降下用受梁に一旦落下)
- ⑤ その後A2側では国道176号上に南側へ18mずれて落下  
(P11側では到達用ベントに落下)

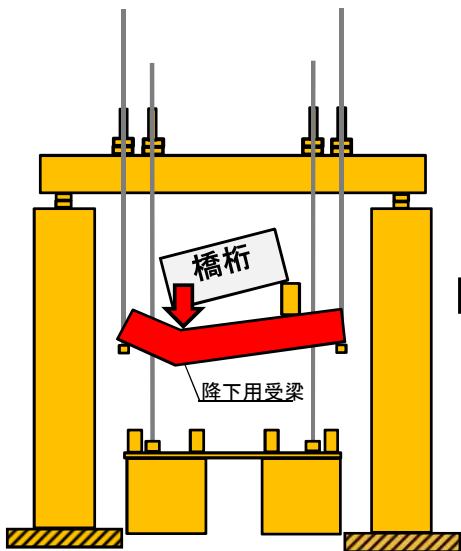


# P11側メカニズム

- ① P11側のベント傾斜が進行したことにより、橋桁がA2側に押される水平力が生じていた
- ② P11側は仮支承2基のみで支持されていたため、水平方向の安定性が損なわれ、結果的にP11側の橋桁は南側仮支承から逸脱した、  
②'あるいは、北側仮支承と橋桁との接地面に局所的な大きな力が加わり、下フランジが変形したことにより、
- ③ 橋桁の反力バランスが崩れ、橋桁全体が揺動し始め、橋桁が降下用受梁に一旦落下  
(A2側ではA2橋台の橋座へ一旦落下)
- ④ この落下によりP11側では降下用受梁が大きく変形し降下用受梁受金具からすり落ちたため、橋桁はさらにP11到達用ベントへ落下  
(A2側では国道176号上へ南側に約18mずれて落下)

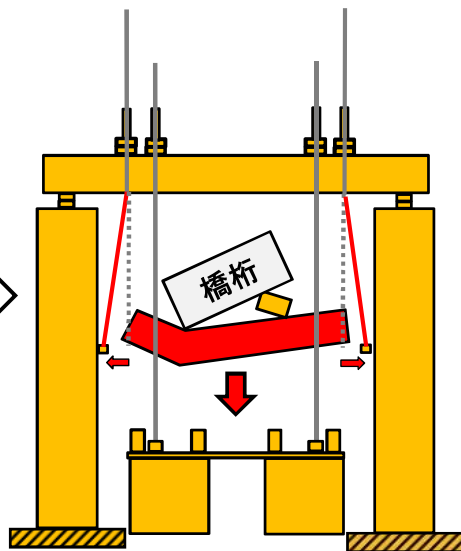
## 橋桁が落下

←西宮側(南側)                      三田側(北側)→



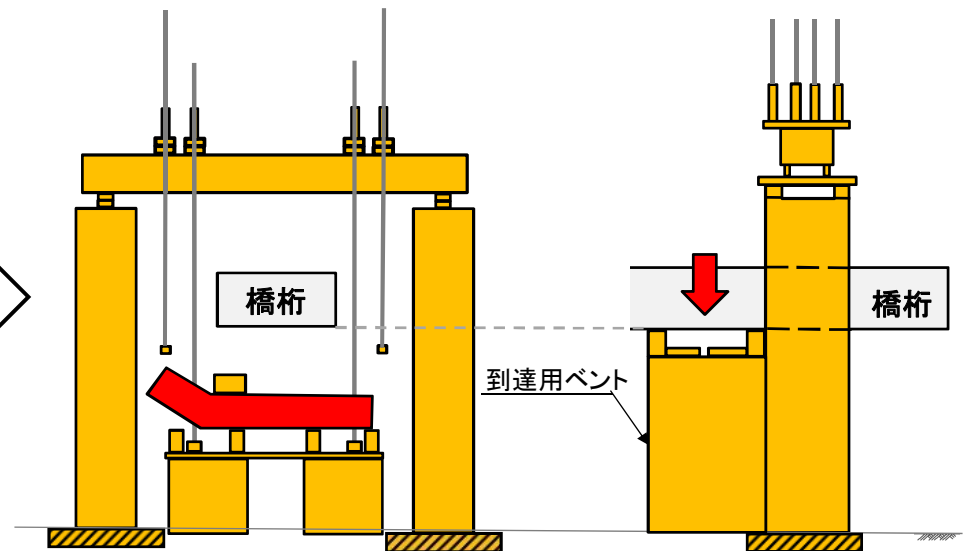
## 降下用受梁が脱落

←西宮側(南側)                      三田側(北側)→



## 橋桁が到達用ベントに落下

←西宮側(南側)                      三田側(北側)→                      ←A2橋台側(西側)                      P10橋脚側(東側)→

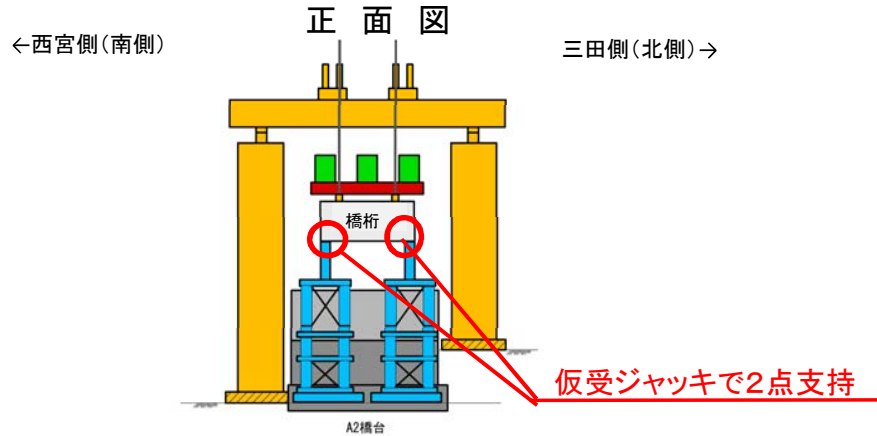


# 橋桁の落下を防げなかった要因

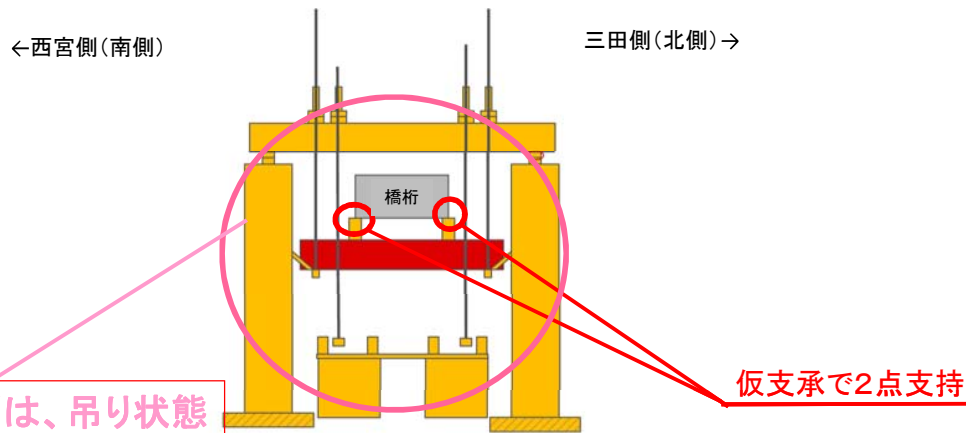
- P11側が吊状態となった時、A2側は仮受ジャッキ2基、P11側は仮支承2基で支持  
⇒ 若干の揺動が発生すると一気に不安定化
- これら一連の作業に関して、橋桁及び基礎部を含めた仮設構造物の状態(変位、傾きなど)について計測や監視が行われていなかった
- P11側ベント支柱が進行性のある傾斜をしていたにもかかわらず、P11側到達用ベントのジャッキを解体した

## 【A2、P11の支持状況】

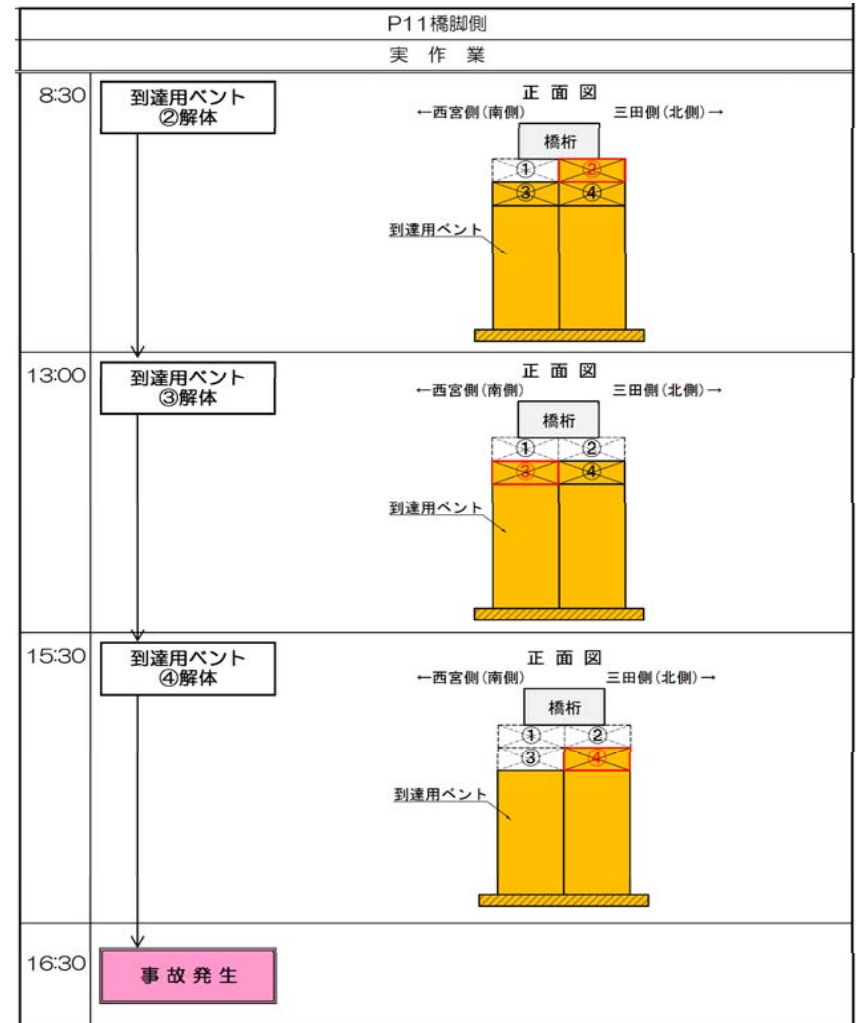
支持状況(上り線:A2橋台側)



支持状況(上り線:P11橋脚側)



## <橋桁落下事故当日の作業状況(時系列)>



# 再発防止《仮設構造物に関する配慮》

- 仮設構造物(今回はベント支柱)の基礎の安定及び変位に関して、地耐力の調査を行ったうえで、必要な対策を講じるとともに、その対策された効果の確認を行う
- 吊り下げ式による降下を行う場合において、一時的に片吊り状態となる場合にあっては十分な安全対策を講じること(具体的な安全対策)
  - ・吊り支持側の仮設構造物の安全性が確認されるまで、吊り支持移行前の支持状態を維持
  - ・支持側では、鉛直方向に安全サンドルなどの設置、水平方向にはサイドストッパーの設置など
- 吊り方式は直吊り方式を基本とする

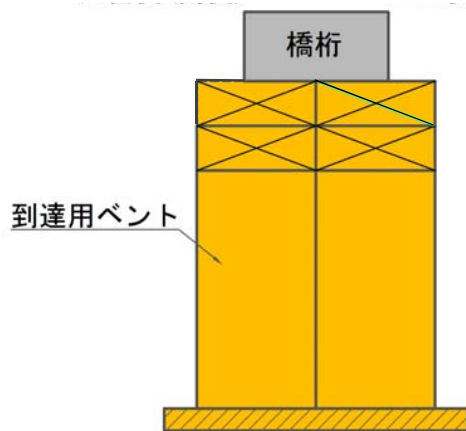
## 【吊り支持側】

(今回は、P11側)

### 正面図

←西宮側(南側)

三田側(北側)→



※安全性が確認されるまで、吊り支持移行前の支持状態(今回は到達ベント支持)を維持

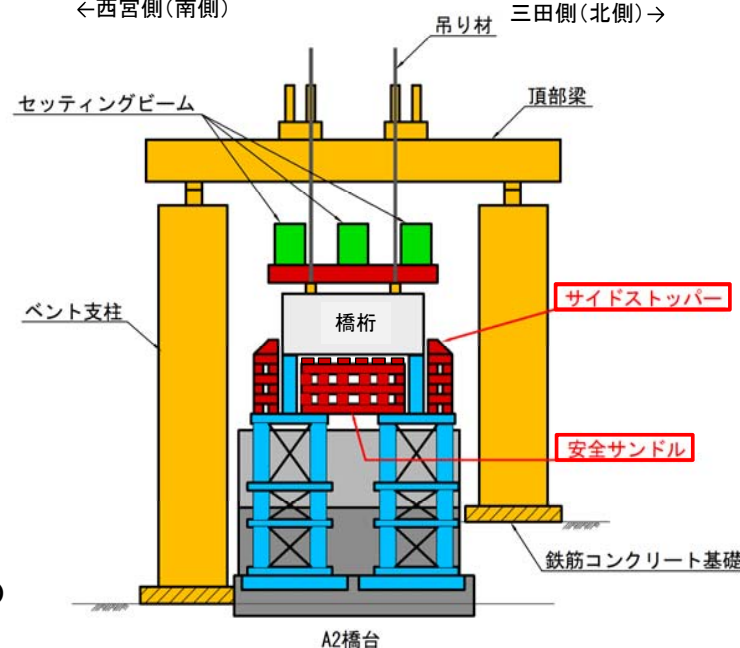
## 【支持側】

(今回は、A2側)

### 正面図

←西宮側(南側)

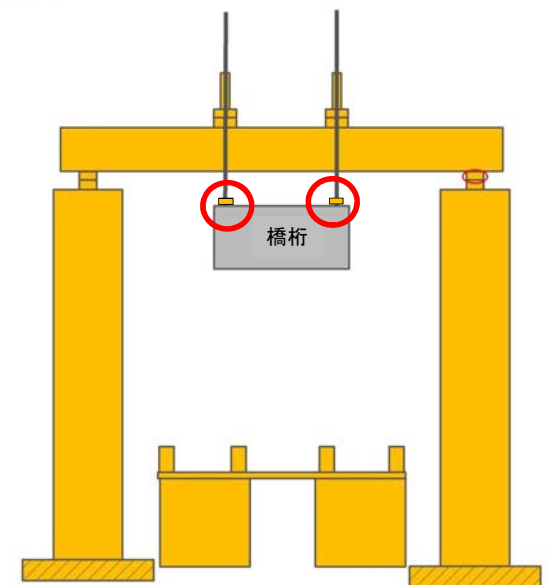
三田側(北側)→



## 【直吊り方式を基本】

### 直吊り方式

### 正面図



## 再発防止《施工管理に関する配慮》

- ◇ 架設作業は進捗とともに荷重状態が変わってくる。このため、作業段階毎に計測管理項目（変位、倒れ、反力など）とその管理基準値の設定、計測頻度とその記録方法、計測値が管理基準値を超過した場合の対処方法などについて事前に計画
- ◇ 計測管理項目には橋桁、仮設部材に加え仮設構造物の基礎部など大きな荷重がかかる地盤の状態についても含めること

### 1. 指摘を反映した施工計画を立案し、再発防止を徹底すること

- ⇒ P11側の降下用ベントは基礎が変状しているため再使用はしないこととし、P11側に新たなベント支柱を設置する場合において、今回調査した基礎部の地盤調査結果からより深い層まで改良が必要ながわかったため、基礎形式として杭基礎形式の選定などが考えられる
- ⇒ 片吊り状態とする前には、A2側とP11側の両方の降下用準備が完了し安全対策を行ってから、片吊り状態に移行すること
- ⇒ 当初の降下方式は、吊り下げ方式であったが、サンドル設備による降下方法の採用も含め、降下方式を検討

### 2. 作業段階毎の変状を計測記録し、管理基準値との管理を行うこと

- ⇒ 送り出し完了後 → 降下用ベント荷重移行前 → 荷重移行時(片吊り状態) → 荷重移行後といった作業段階毎に、ベント基礎の高さ・不等沈下(変位)やベントの傾斜(倒れ)、ジャッキ反力、橋桁の高さ(変位)などを計測記録
- ⇒ 管理基準値の範囲内であることを確認
- ⇒ それらの情報を工事関係者で共有する

### 3. 送り出し完了から降下作業完了までの期間中は、特に橋桁落下に対するフェールセーフを講じること

- ⇒ 橋桁とA2橋台及びP11橋脚をPC鋼棒や鋼製ブラケットなどにより直接固定する