

# 供用中の道路上の架設における留意点 —第三者被害事故防止に向けて—

鵜飼 昌一

日本橋梁建設協会 架設小委員会



# 第33回 鋼構造基礎講座

## 供用中の道路上の架設における留意点 — 第三者被害事故防止に向けて —

平成29年 10月26日

一般社団法人 日本橋梁建設協会  
技術委員会 架設小委員会



# 本日の説明内容

- 橋梁架設工事について（災害状況と取組）
- 第三者被害につながる事故例の紹介
- 第三者被害事故防止に向けて
- 事故防止対策の取り組み具体例
- より一層の安全性と品質の向上に向けて



# 橋梁架設工事について

(災害状況と取組)

# 橋梁架設工事について（1）

橋梁架設工事では、高所作業が主となり  
墜落転落、飛来落下、倒壊崩壊の事故  
を発生させる危険性が最も高い

特に市街地や、道路・鉄道との交差・近接  
での仮設構造物に係わる事故は第三者  
被害につながる重大災害の恐れがある

## 橋梁架設工事について（2）

工事現場周辺の状況、採用される橋梁形式や架設工法等は極めて多様であり、同じ条件の現場は二つとしてない

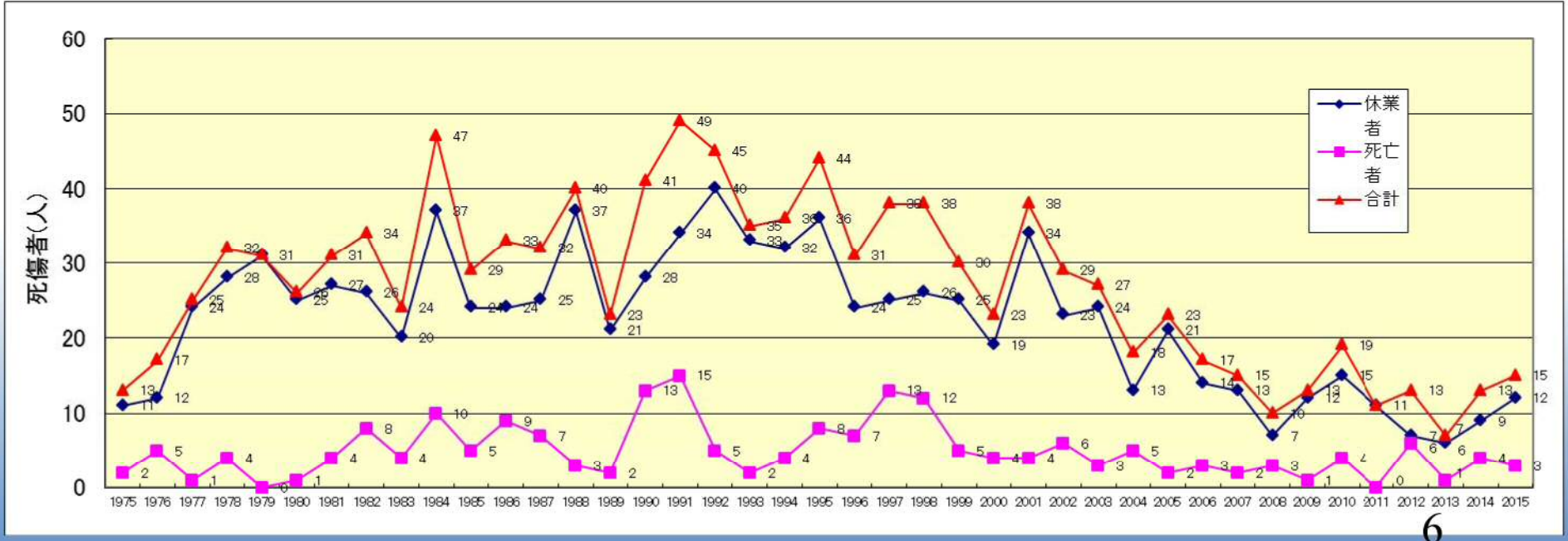
各現場において、採用すべき安全対策も細部にわたれば、それぞれの現場ごとに検討・立案し確実に実行する必要がある

# 災害発生状況

度数率の推移(H16年以降)

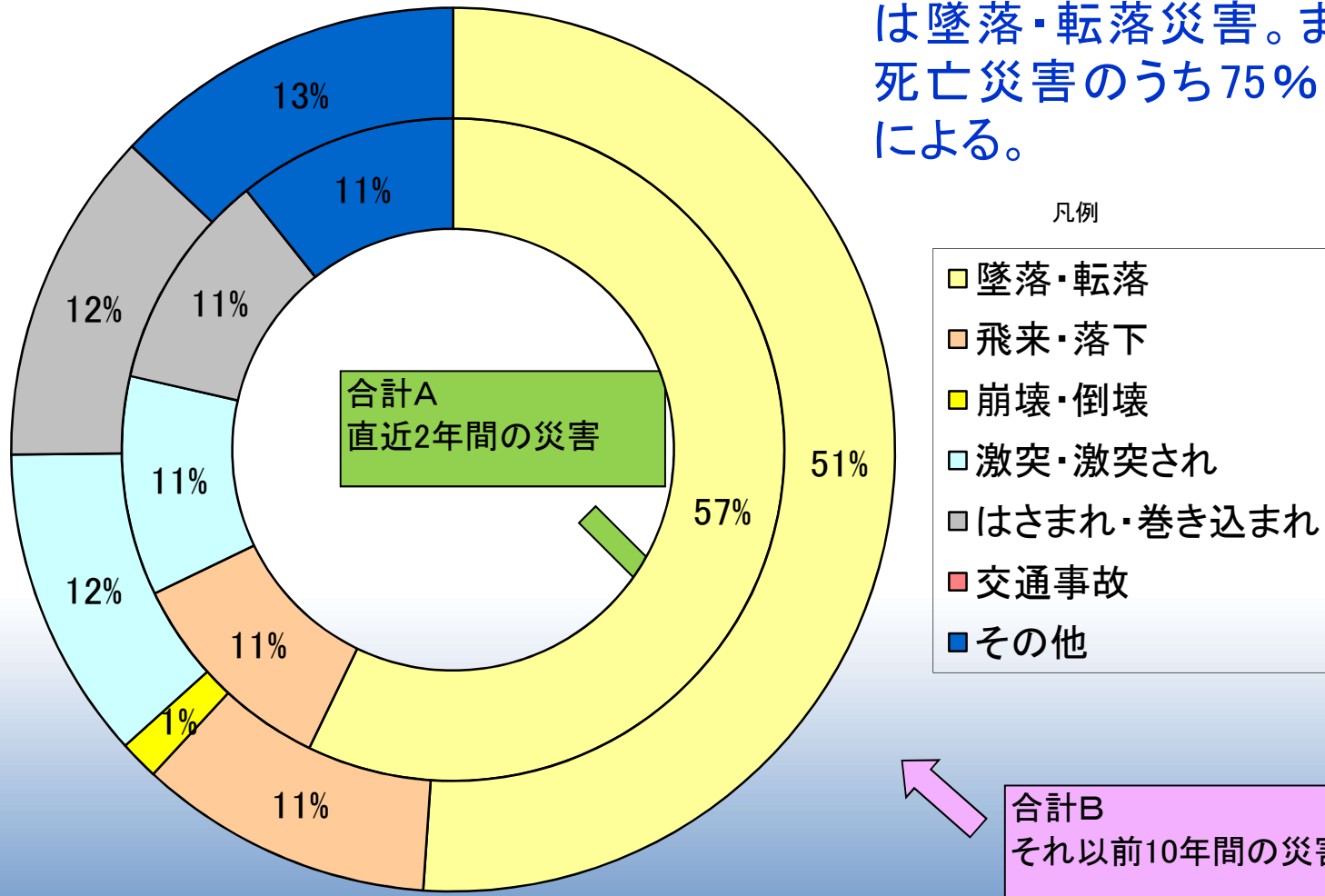


年別災害発生件数の推移(過去41年)



# 事故の型別発生状況(死亡+休業)

休業4日以上の災害の半数は墜落・転落災害。また、全死亡災害のうち75%は墜落による。

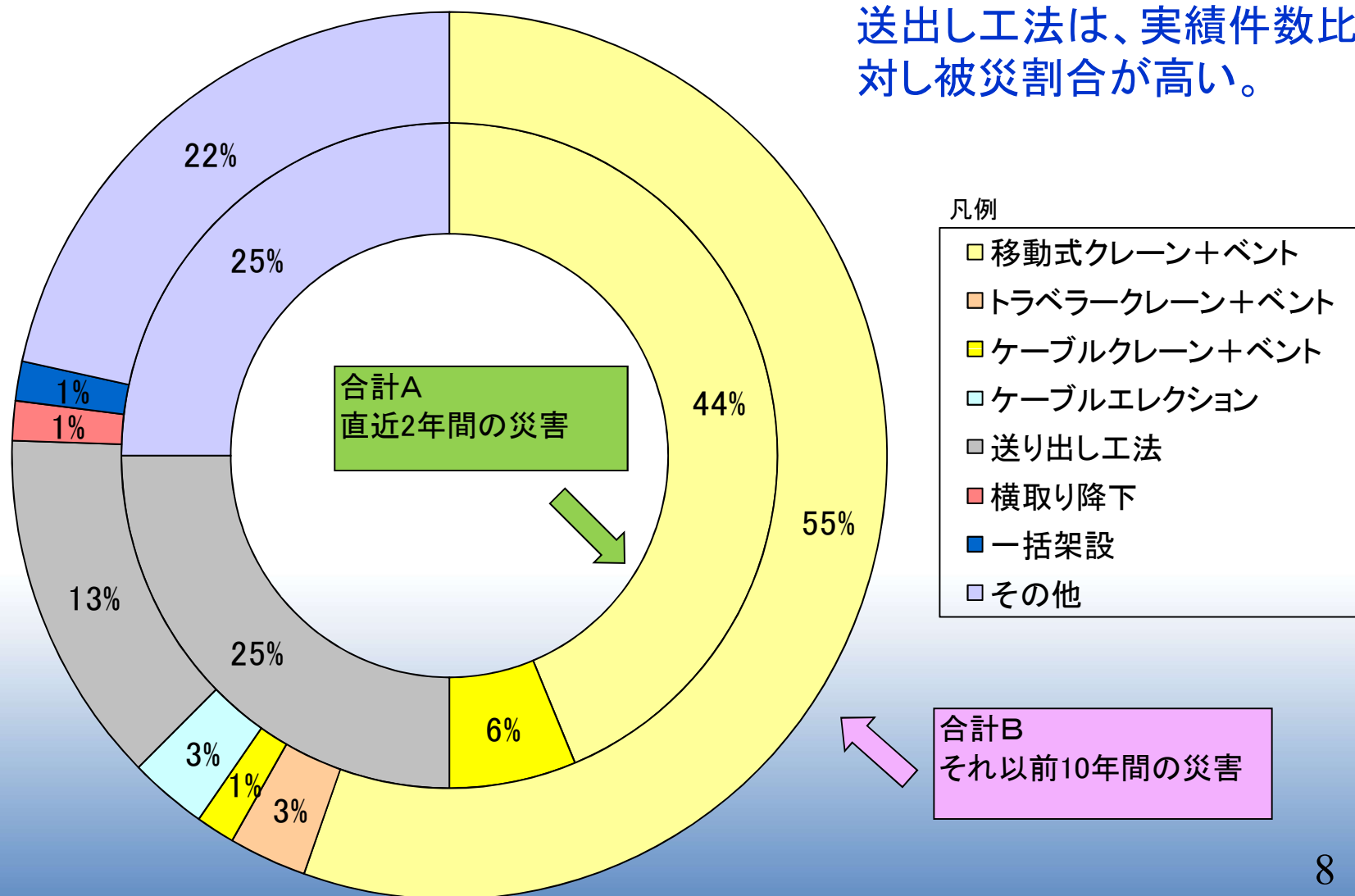


合計B  
それ以前10年間の災害



# 工法別発生状況(死亡+休業)

クレーンベント工法で半数が被災。  
 送出し工法は、実績件数比に対し被災割合が高い。



- 凡例
- 移動式クレーン+ベント
  - トラベラークレーン+ベント
  - ケーブルクレーン+ベント
  - ケーブルエレクション
  - 送り出し工法
  - 横取り降下
  - 一括架設
  - その他

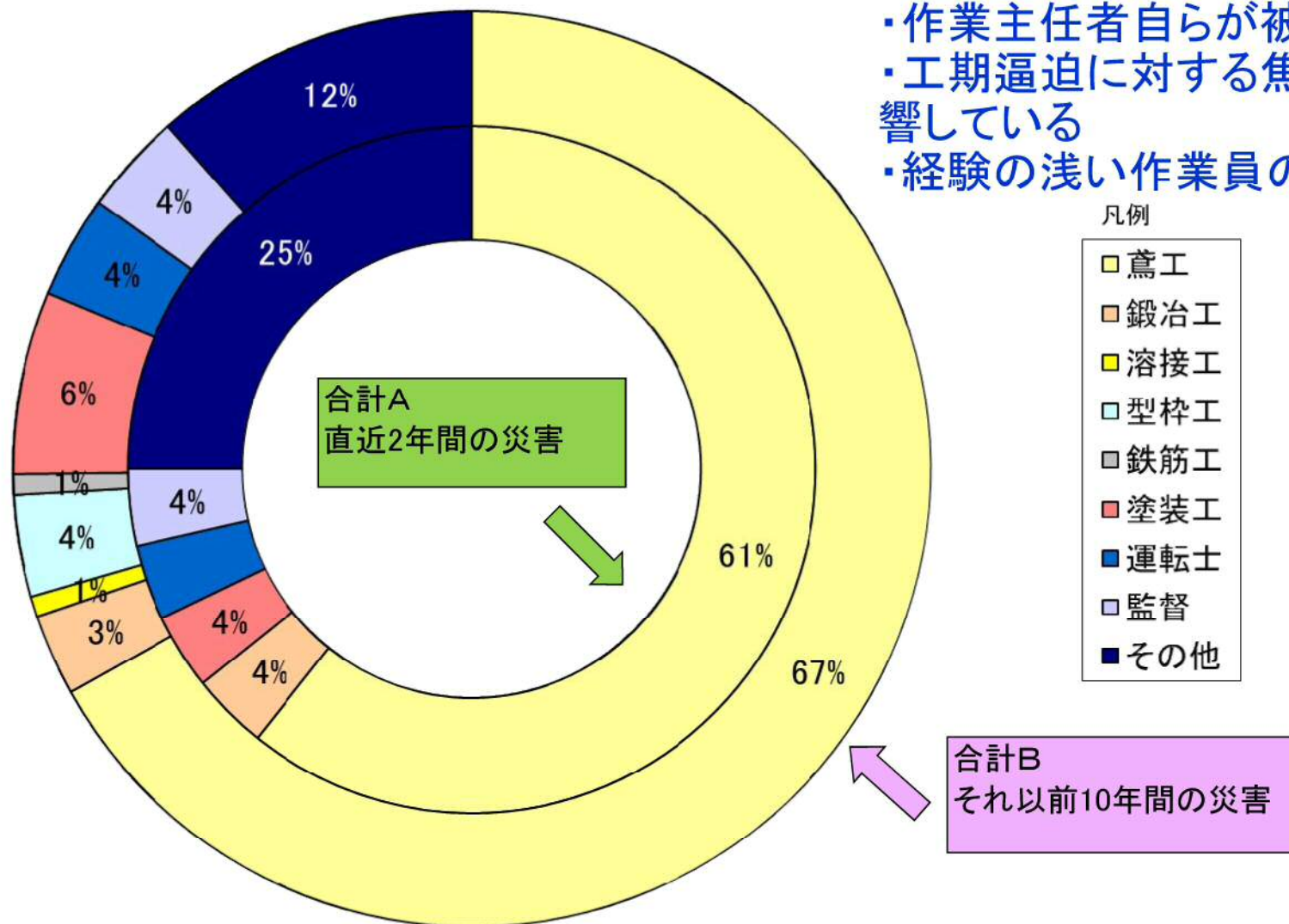
合計B  
 それ以前10年間の災害

# 職種別発生状況(死亡+休業)

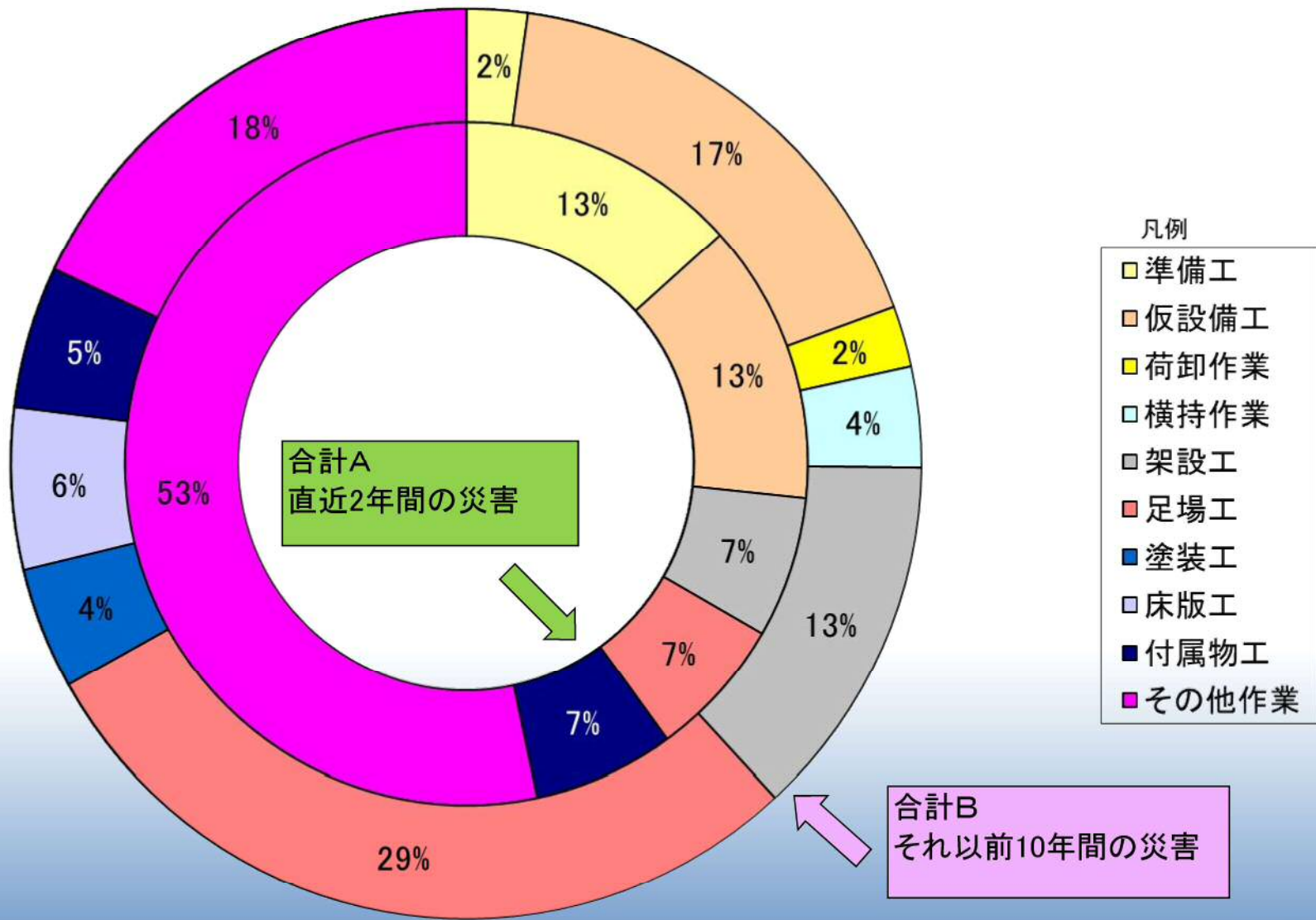
鳶工(橋梁特殊工)の被災割合が半数を超えている。

近年の特徴

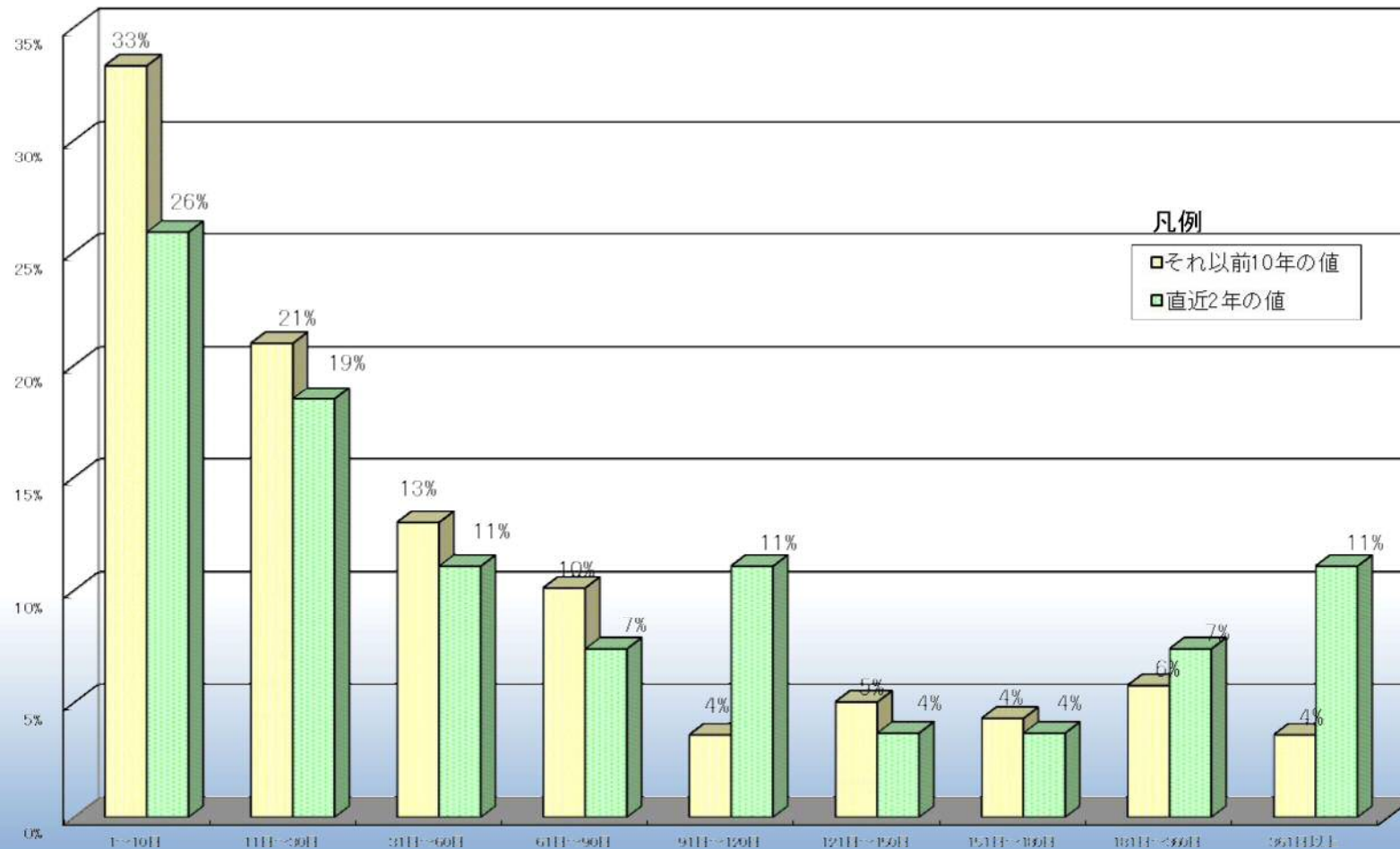
- ・作業主任者自らが被災
- ・工期逼迫に対する焦りが影響している
- ・経験の浅い作業員の被災



# 作業別発生状況(死亡+休業)




# 就労期間別発生状況(死亡+休業)



# 橋建協の安全に対する取組事例

- 1 休業災害を分析「**わかりやすい災害事例集**」の整備
- 2 要請・自主パトロールは、**目的・重点項目を決め**実施
- 3 「**安全衛生Q&A**」「**安全施工マニュアル集**」の発行
- 4 「**安全衛生講座(工事計画コース)**」の講習実施
- 5 「**登録橋梁基幹技能者**」の確保・育成
- 6 「**墜落災害撲滅**に向けた**統一行動**」を展開  
(所長決意表明、作業主任者職務と識別、作業手順書周知)
- 7 ハーネス型安全帯の導入推進
- 8 「**工事等事故防止対策における好事例集**」の整備



# 橋梁架設工事での第三者被害 につながる事故例

## 事故事例(1) 桁架設用の大型クレーンが転倒



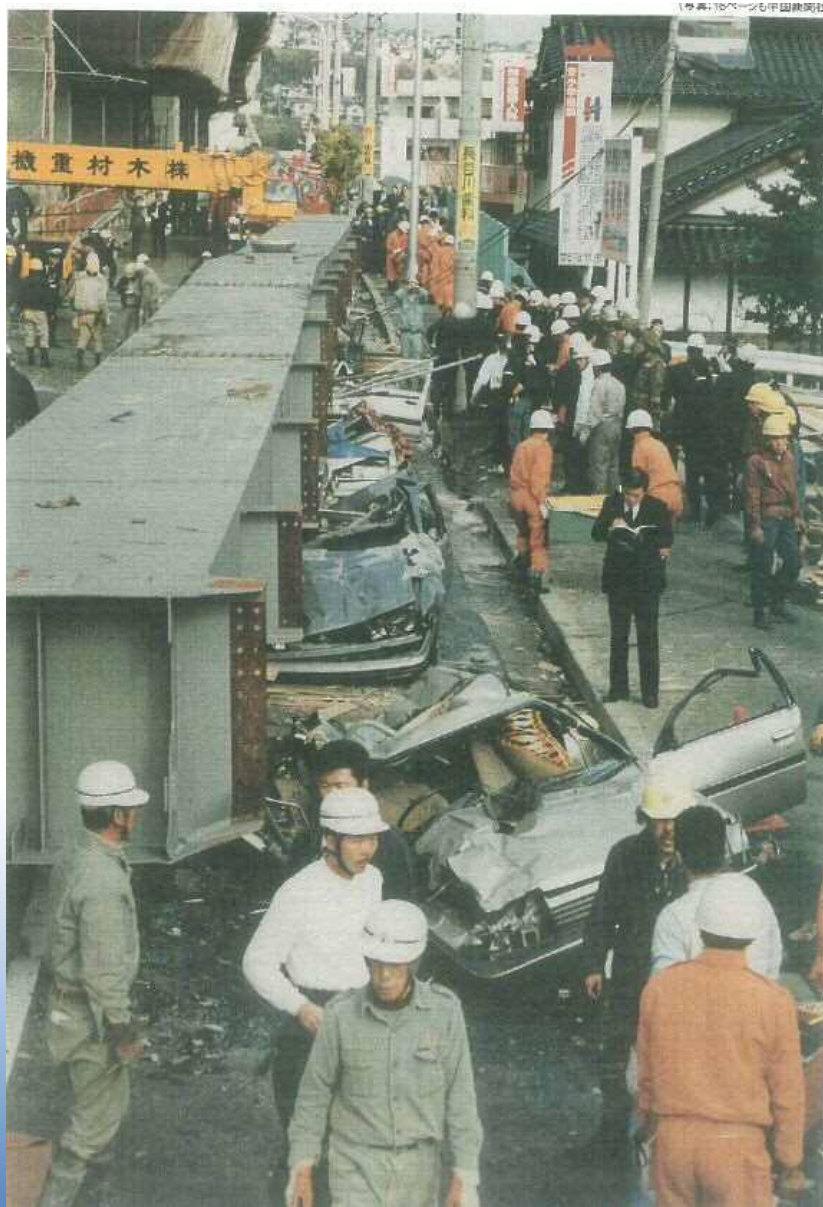
地耐力が不足しておりパンチング破壊現象が発生<sup>14</sup>

## 事故事例(2) 突風にあおられ、横倒れ状態となった。





## 事故事例(3) 横取り工法での桁落下事故



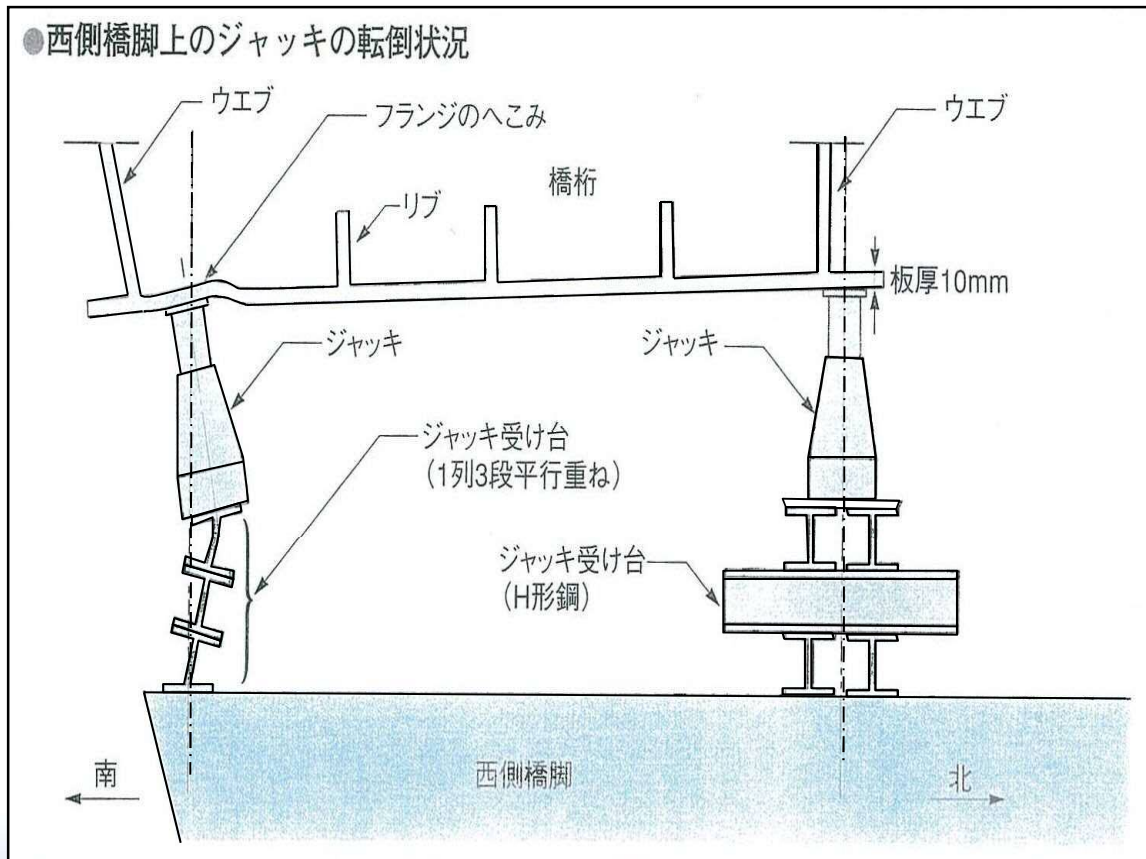
発生日時

平成3年3月14日

概要

横取り作業を終えて降下させる作業中に、橋桁(63m,60t)が

落下し、直下の信号待ちで停車していた11台の自動車を直撃し作業員5名と乗用車に乗車していた10名が死亡、8名が重軽傷を負った。



## 問題点

- ① サンドル材(仮受架台)ではなくH形鋼
- ② 荷重受点の誤り
- ③ サンドル材の組み方が不正

## 事故事例(4) 送出し工法での手延べ桁落下事故



発生日時

平成9年9月2日

概要

高速道路を通行止めし、送り出し工法で架設していた際、中間部の台車を盛替えるためにジャッキアップしようとしたところ、ジャッキが上昇せず、再ジャッキダウンさせようとしたところ、先端の台車が横方向にずれて作業員3名が死亡、3名が重軽傷を負った。

# 事故事例(5) 斜吊り工法

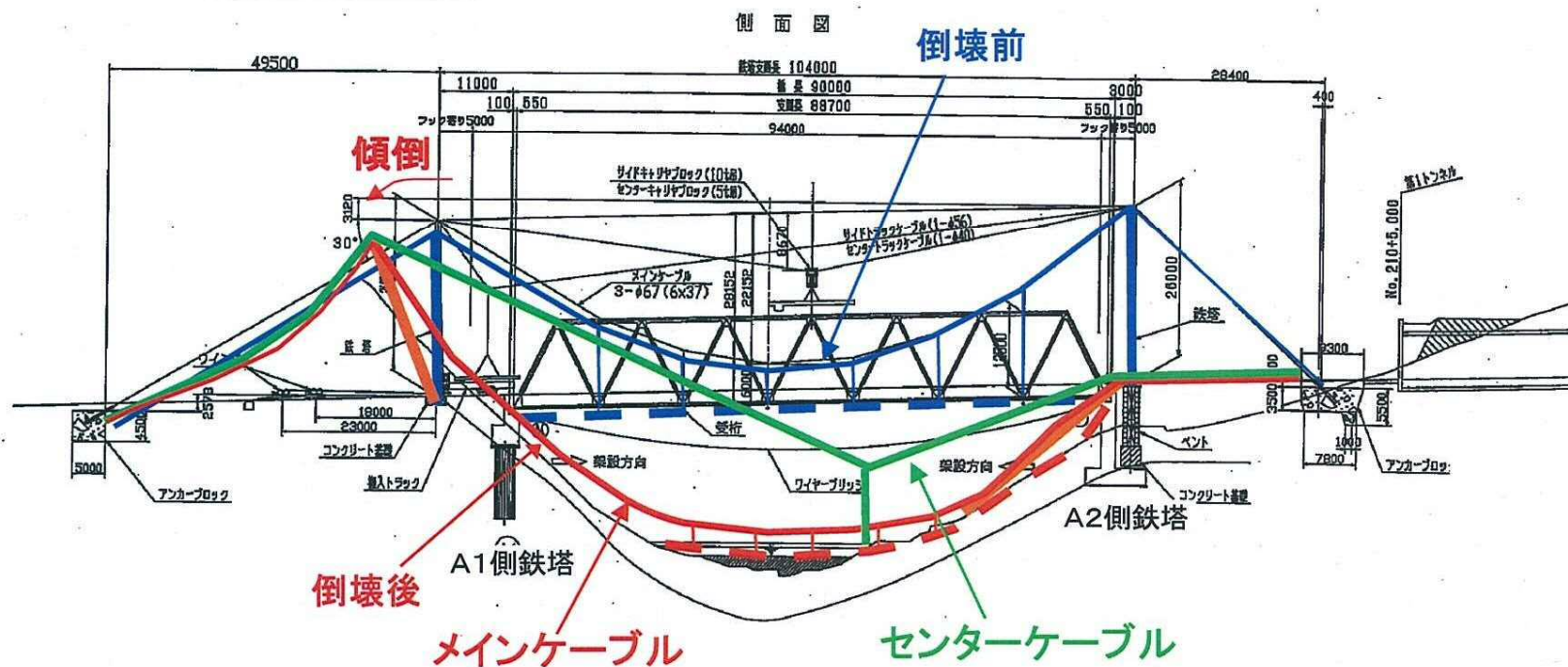
山陽自動車道(尾道)のアーチライズが落下



斜吊りワイヤーのクリップ止めの不具合 19

# 事故事例(6) 直吊り工法

倒壊後の状況図



# 事故例 JR営業線上の桁落下(物損) (7)

平成17年6月9日の夜発生

床版撤去作業期間の夜に桁が座屈、列車が突入



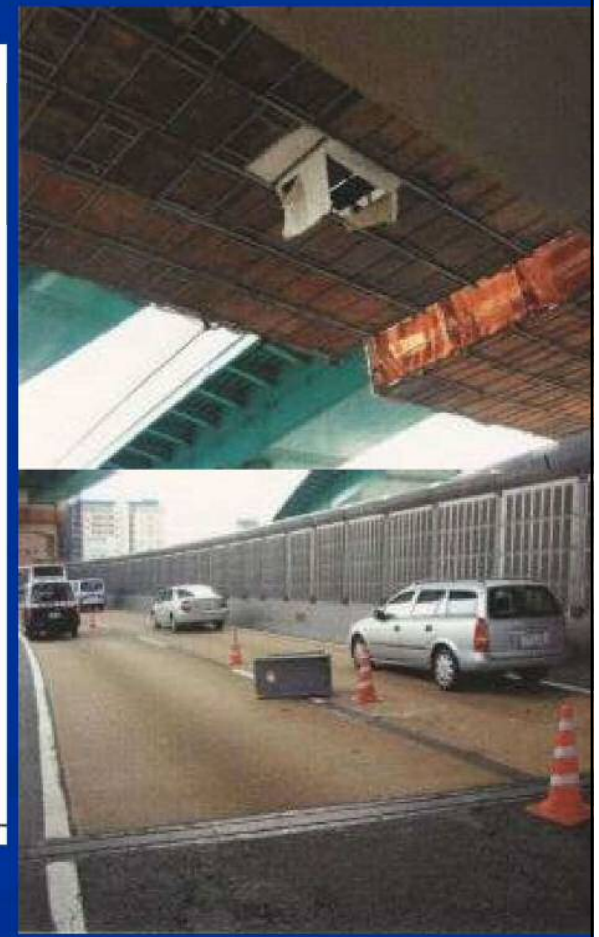
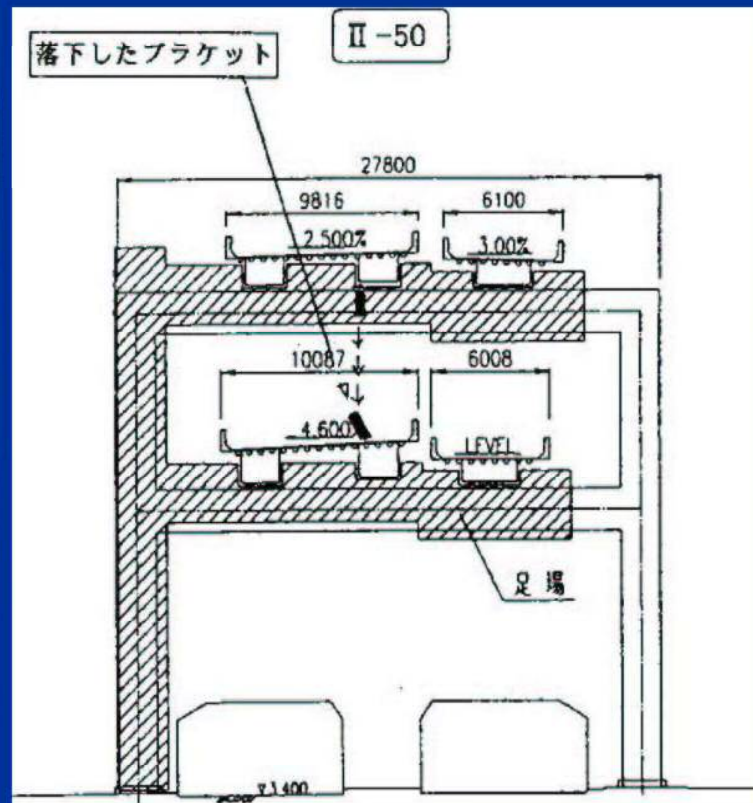
JR線が3週間運休になった

# 桁下に仮吊していた部材が下面道路に落下

事故例(8)

平成17年7月27日発生

桁下の仮吊り補強部材(720kg)が足場吊りチェーンの破断により落下し、走行中の車を破損させた



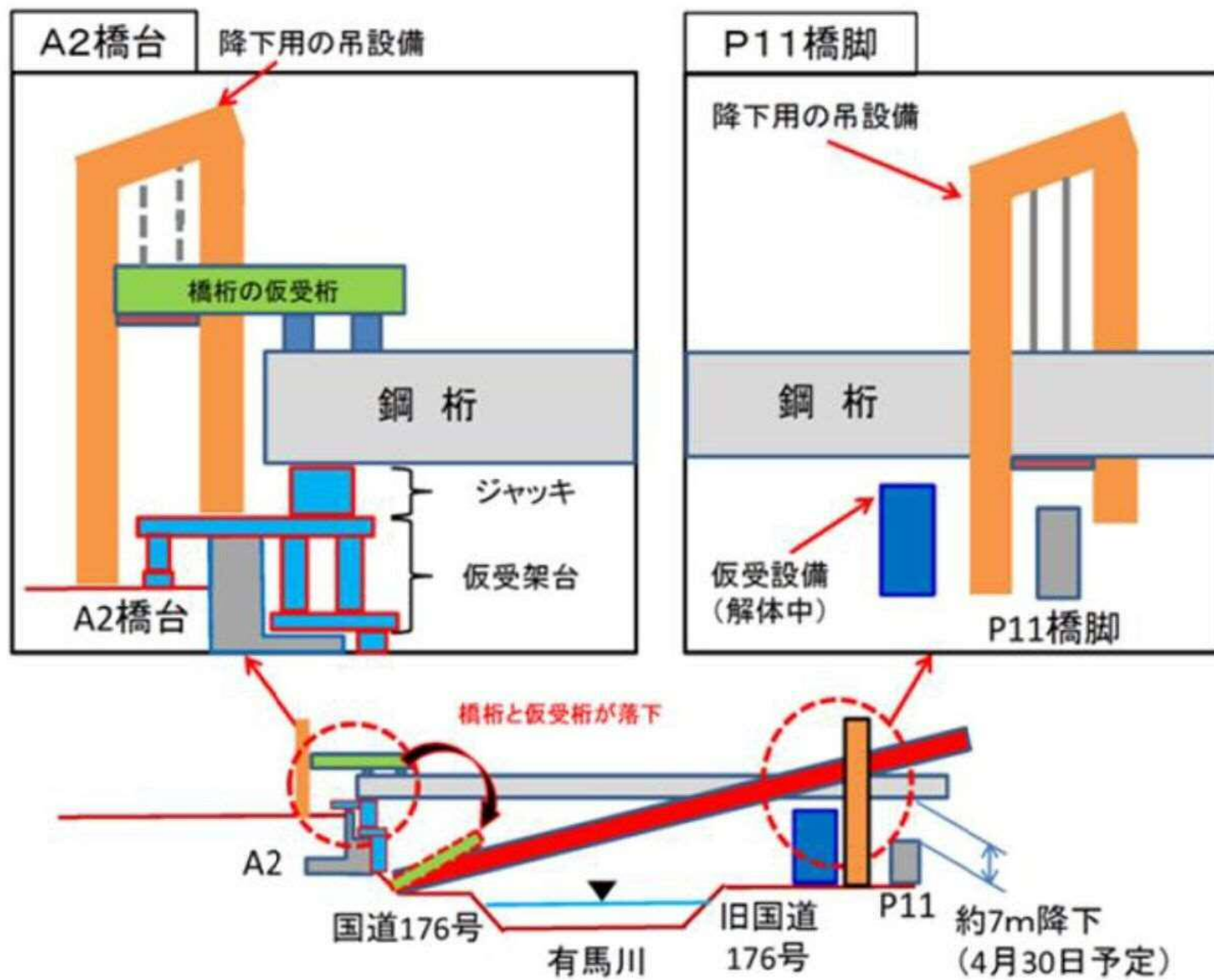
## 事件事例(9) 送出し工法(桁降下作業)



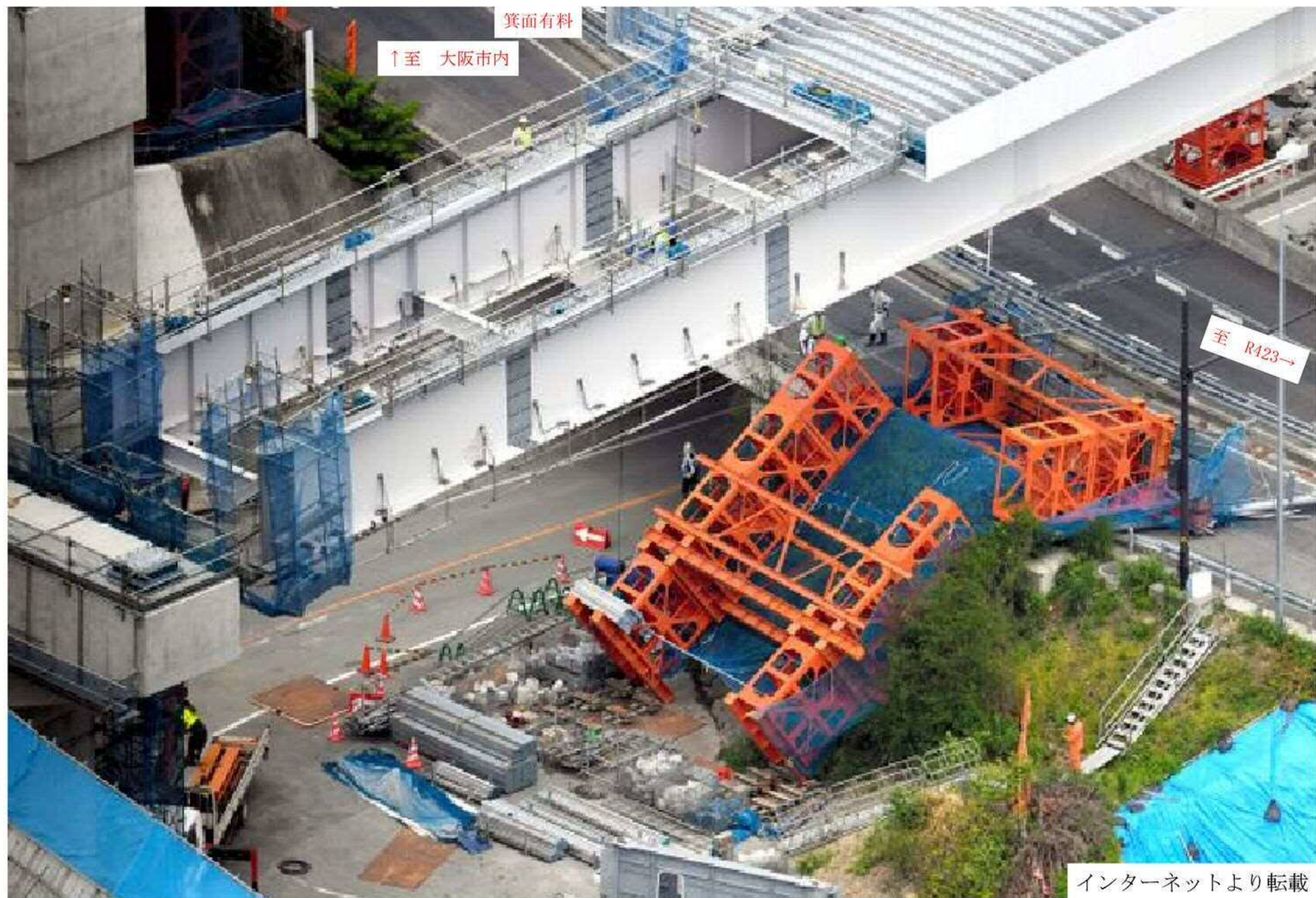
新名神高速道路工事現場で落下した橋桁（中央手前）＝神戸市北区で2016年4月22日午後5時15



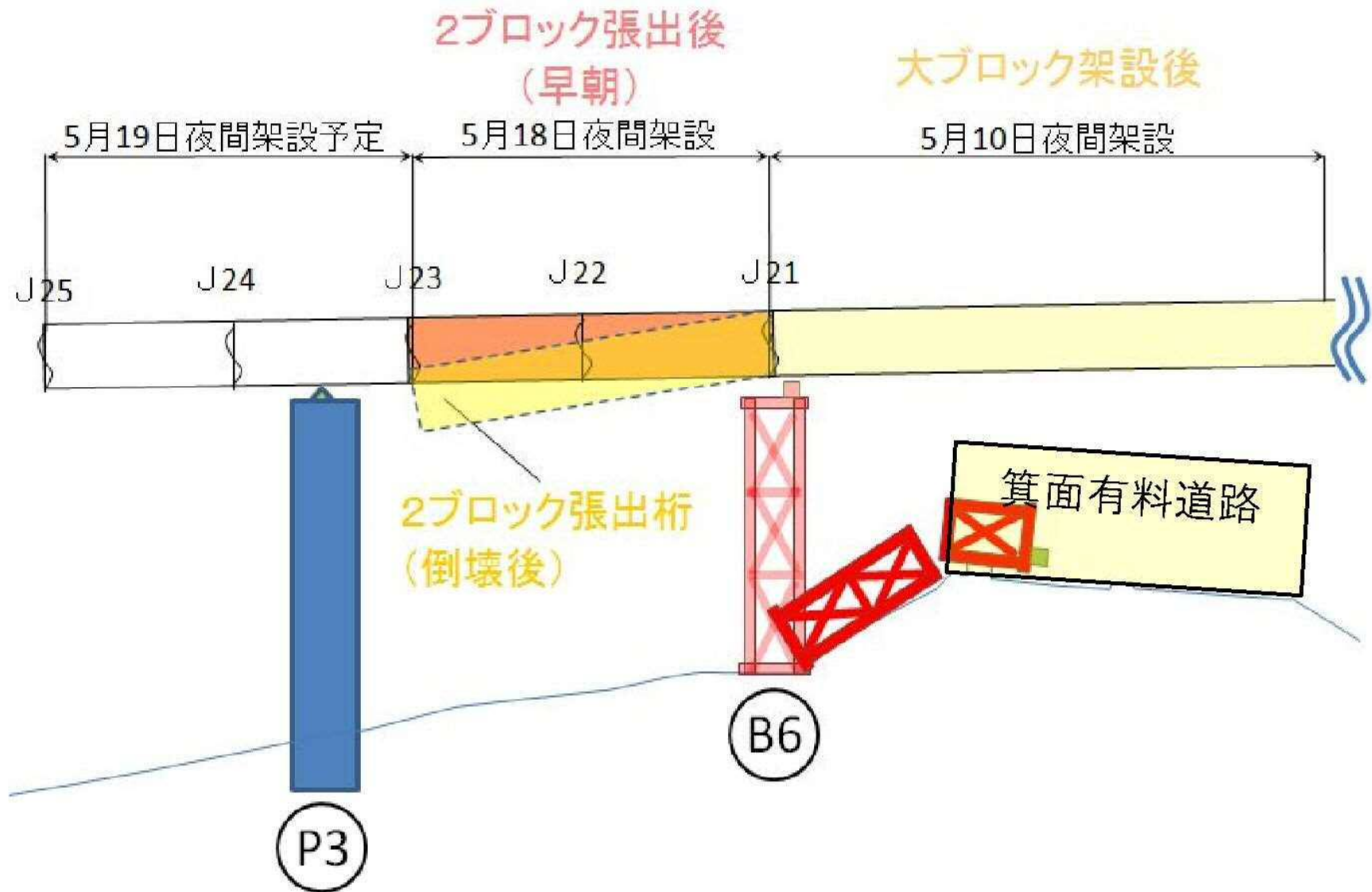
# 《事故状況(イメージ)》



# 事件事例(10) ベント工法(一括架設)



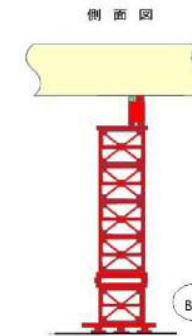
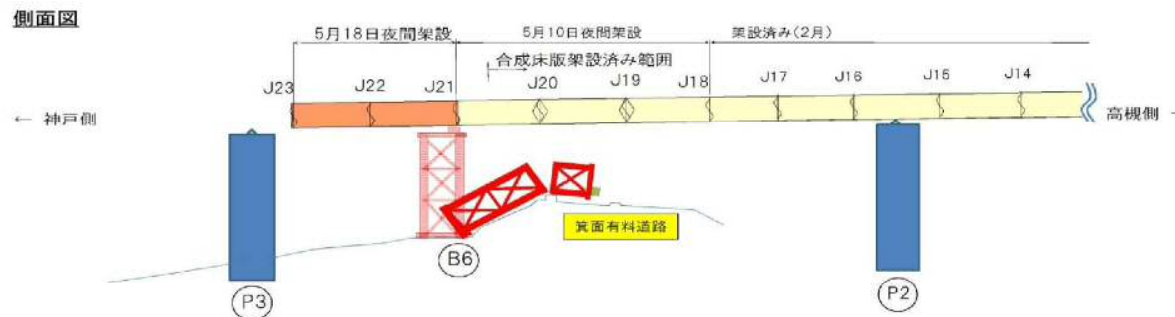
# 《事故状況(イメージ)》



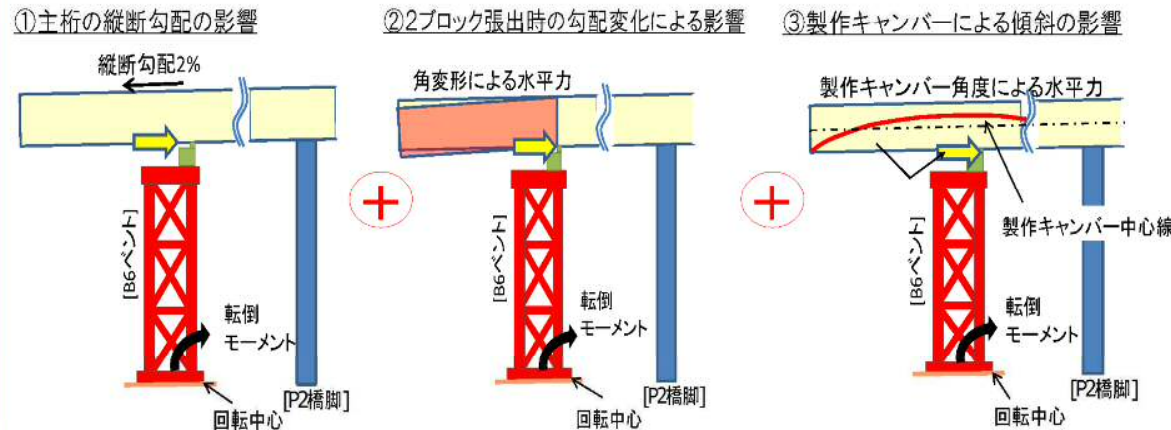
### 3. 事故発生メカニズム(3)

#### ■ 余野川橋ベント転倒事故の発生メカニズム

- ベント上のサドル位置が重心から「極端に偏心」しており、抵抗モーメントが小さくなっていた
- 張出架設終了後(5/19早朝)の気温上昇に伴う主桁の温度変形により、勾配変化の増分に加え、鉛直反力も増加したため、転倒モーメントが大きく増加し転倒

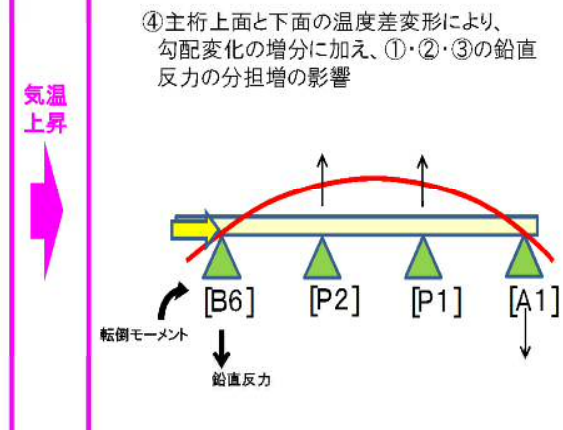


5/18夜間架設完了時 ⇒ ①・②・③(安全率1.2)



(照査は、①・②のみ考慮(安全率2.0))

5/19転倒時 ⇒ ①・②・③+④(安全率1.0)





# 第三者被害事故防止にむけて

# NEXCO 再発防止（抜粋）（1）

## 有馬川橋「橋桁落下」の事故原因からの再発防止 〈仮設構造物に関する配慮（ハード）〉

- ① 仮設構造物の基礎の安定及び変位に関して、地耐力の調査を行った上で、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こと
- ② 吊下げ方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（対策例）鉛直方向には安全サンドル、水平方向には再度ストッパー等のフェールセーフを実施
- ③ 吊り方式を採用する場合は、安全性の高い直吊りを基本とすること

# NEXCO 再発防止（抜粋）（2）

## 〈 施工管理に関する配慮（ソフト）〉

- ① 架設作業は進捗とともに荷重状態が変わってくるため、作業段階ごとに計測管理項目（変位、倒れ、反力など）とその管理基準の設定、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すること
- ② 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

# NEXCO 再発防止（抜粋）（3）

余野川橋「ベント転倒」の事故原因からの再発防止

- ① 原則として、偏心のない構造を計画すること
- ② 偏心の有無に関らず、橋軸方向及び橋軸直角方向に対するベントの安定照査を行うこと

（安定照査にあたって）個々の現場条件を踏まえて、鋼構造架設設計施工指針（土木学会）等を参考に照査を実施

- ③ 第三者被害につながる可能性のある箇所においては、偏心の有無に関らずフェールセーフを講じること

（対策例）ベントと近接橋脚の連結、ベント転倒防止ワイヤーの設置、主桁とベントワイヤーによる連結等



# 国土交通省 道路局 高速道路課長 からの事務連絡（1）

供用中の道路上の橋梁架設工事に伴う安全確保について（平成28年6月20日付け 国道高 第52号）

1. **橋梁架設に係る仮設構造物**（基礎部分を含む。以下単に「仮設構造物」という。）については、設計及び施工の各段階で、工事の条件を踏まえ適切な荷重を設定したうえで、**支持、転倒、滑動等**に対して安全であることを十分に確認すること。

# 国土交通省 道路局 高速道路課長 からの事務連絡（2）

2. 仮設構造物については、その変位など安全管理上必要な項目について常時計測を行うとともに計測結果を十分に確認すること。なお、変状が認められた場合には、直ちに架設作業を中止するとともに、**その影響範囲について、道路の通行規制を行う**こと。

# 国土交通省 道路局 高速道路課長 からの事務連絡 (3)

3. 一層の安全確保を図るため、橋桁が橋台又は橋脚への据え付けを完了していない状態で供用中の道路上空に架かっている場合には、当該橋桁の移動を行わない期間においても、関係機関と協議し、その影響範囲について、道路の通行規制を行うこと。

ただし、落下防止のために当該橋桁を固定している場合はその限りでない。(仮設構造物への固定は効果的な方法が取りまとめられるまで対象としない。)

◎ (橋建協) 橋梁架設工事における安全対策の基本的  
考え方(要旨)

## ◎ (橋建協) 橋梁架設工事における安全対策の基本的考え方(要旨1)

### 1. 適切な安全対策

- ① 道路・鉄道など 現場諸条件 に応じた対策立案
- ② その効果の適切な 検証方法 (点検・測定) の採用

### 2. 安全対策

- ① 広範囲にリスクを想定、リスクの重大性 等勘案
- ② フェールセーフ機能 を含めた高度・重層的な対策検討
- ③ 発注者と 情報共有

### 3. 施工計画書記載

- ① 上記の安全対策を明記 ⇒ 発注者との共有
- ② 点検方法、管理値、対応策 を具体的に記載
- ③ 工事の 進捗・段階に応じた検証、見直し の実施<sub>36</sub>

## ◎(橋建協)橋梁架設工事における安全対策の基本的考え方(要旨2)

### 4. 点検結果等の管理

- ① 記録者、日時と併せてその都度記録  
⇒ 安全対策の実効性確認、日常安全管理に活用
- ② 異常事象の確認後の緊急措置の事前設定  
⇒ 発注者を含めて関係者間で共有

### 5. 上記対策等の共有と実行

- ① 受注会社、一次、二次下請け会社での安全対策の共有化
- ② 分担、役割に応じた取り組みの確実な実行

# 国交省 事務連絡を受けて（1項）

適切な荷重を設定したうえで、**支持、転倒、滑動等**に対して安全であることを十分に確認すること。

## ① 個別要因に起因する荷重の抽出

支間長等の長大化（荷重の増大化）に伴う影響値

例）縦断勾配、製作そり、施工時のたわみ等による水平分力、鋼桁上下間の温度差による水平荷重など

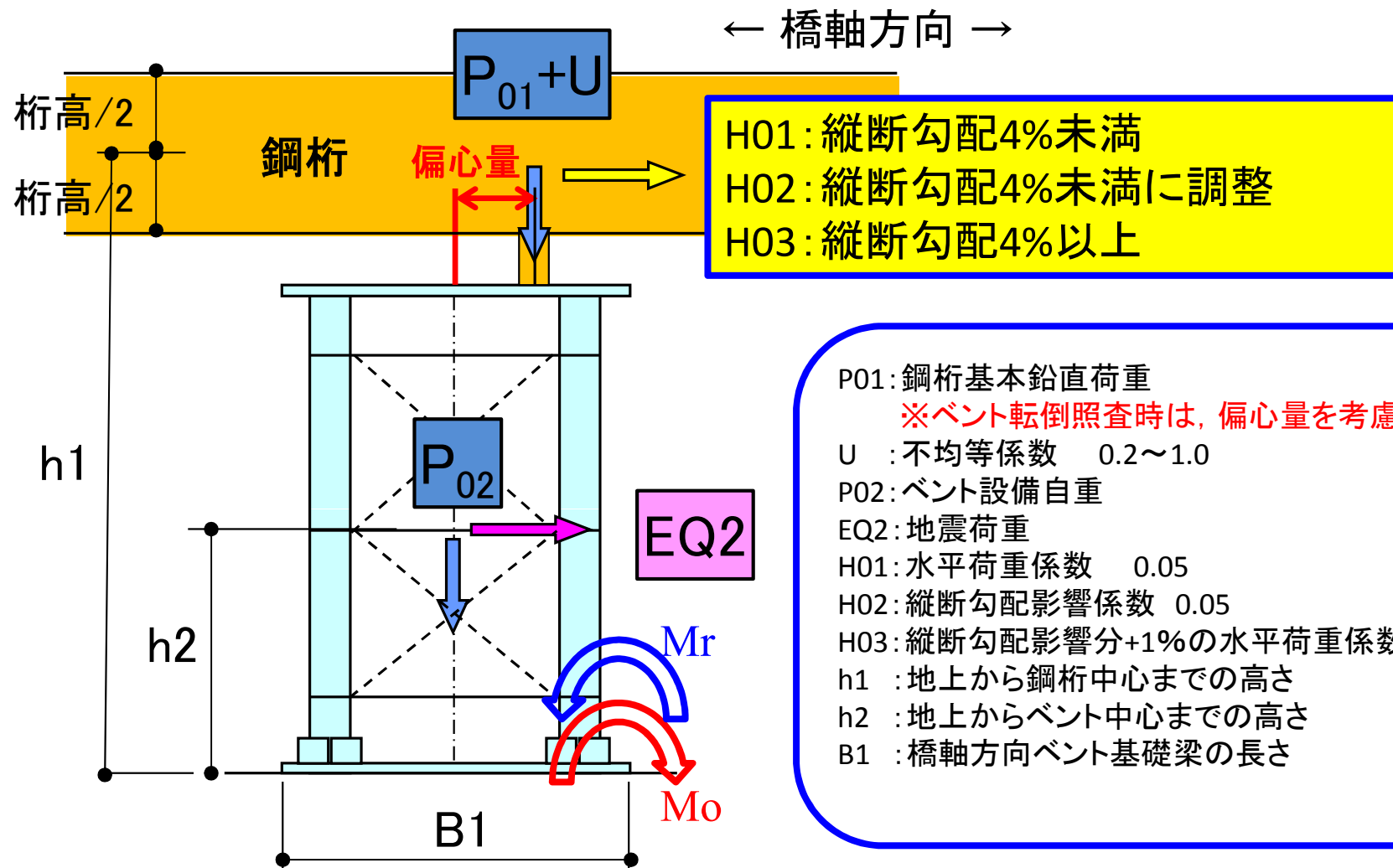
## ② 橋軸方向の照査水平荷重の適用

橋軸方向にも、鉛直荷重の5%の照査水平荷重を考慮する。

## ③ 第三者被害に及ぶ恐れがある場合には、フェールセーフ措置を実施する。

## ④ 橋桁の支持位置はベント等の重心から偏心させないことを基本とする。

## 橋桁支持時



抵抗モーメント ( $M_r$ ) =  $(P_{01}+U) \times (B_1/2 - \text{偏心量 } e) + P_{02} \times B_1/2$

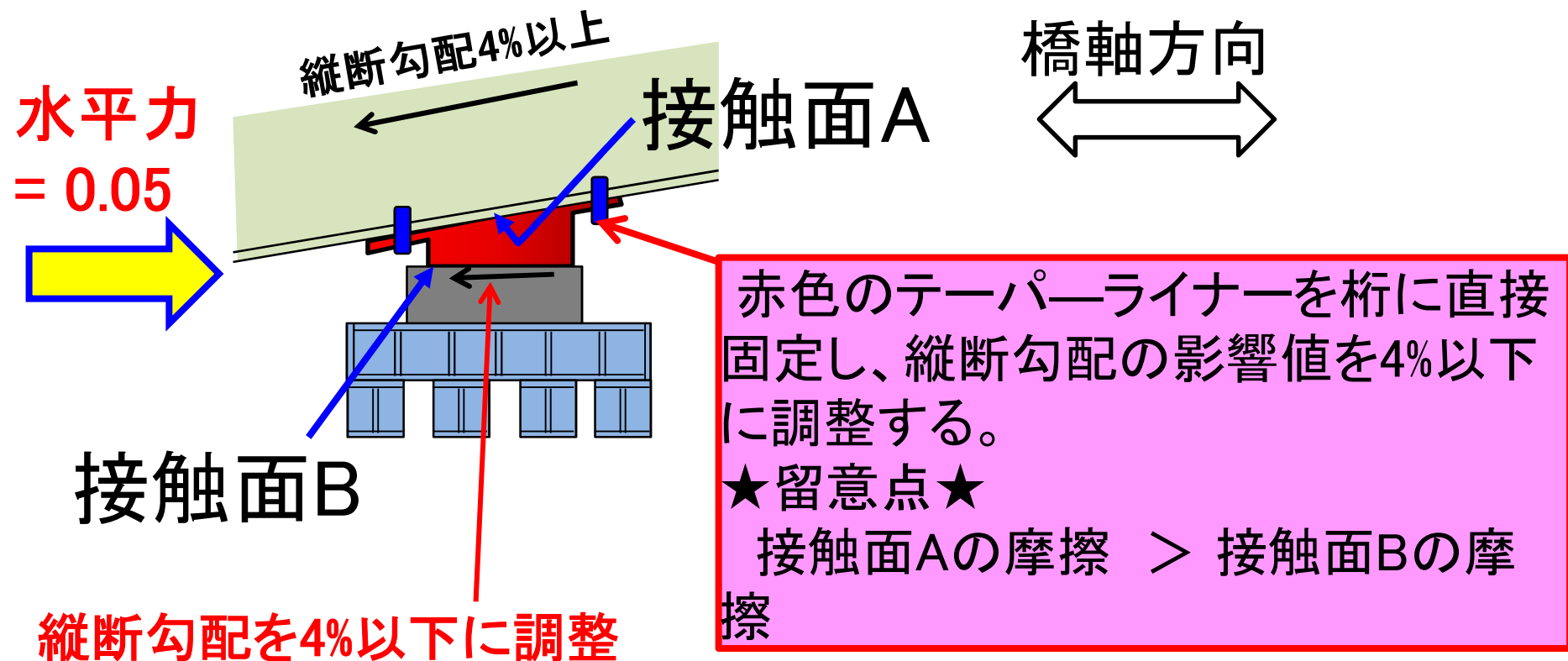
転倒モーメント ( $M_o$ ) =  $H(01 \sim H03) \times h_1 + EQ2 \times h_2$

抵抗モーメント ( $M_r$ ) / 転倒モーメント ( $M_o$ )  $\geq 1.2$  を確保する



# 橋軸方向安定性照査に用いる水平荷重

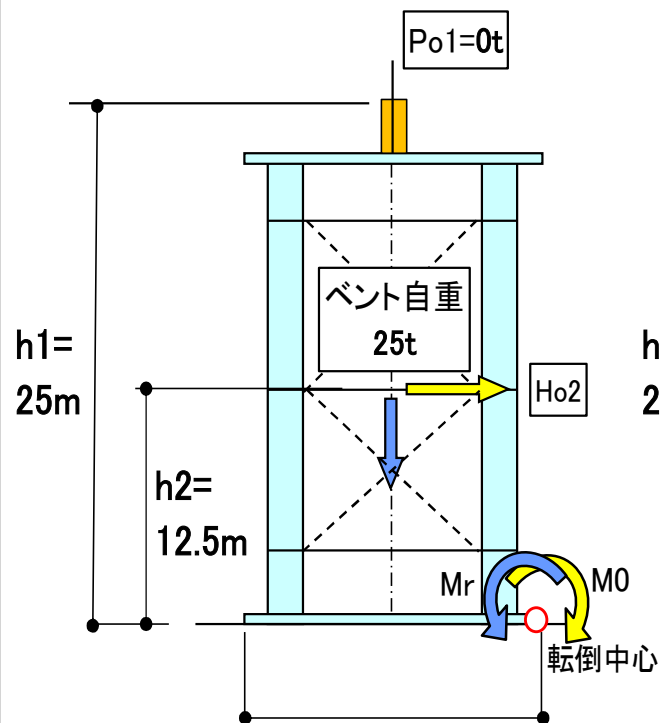
縦断勾配4%以上の橋梁に対しては、対象橋梁の縦断勾配+1%分の水平力を考慮 又は、下図に示す対策を実施して水平力を「0.05」見込み、橋軸方向におけるベントの安定性照査を実施する。



# 橋軸方向における安定性照査時の注意事項

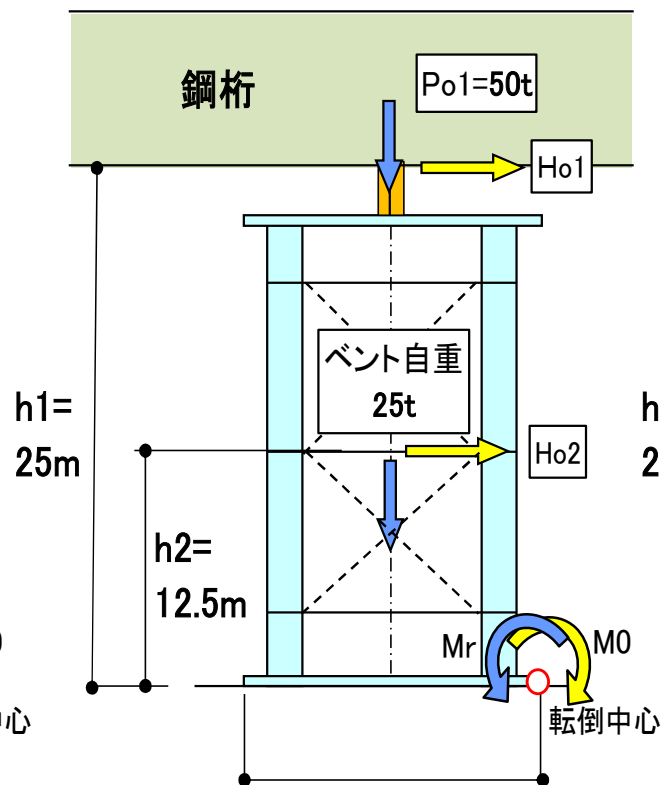
41

ケース①  
桁架設前のベント自立状態



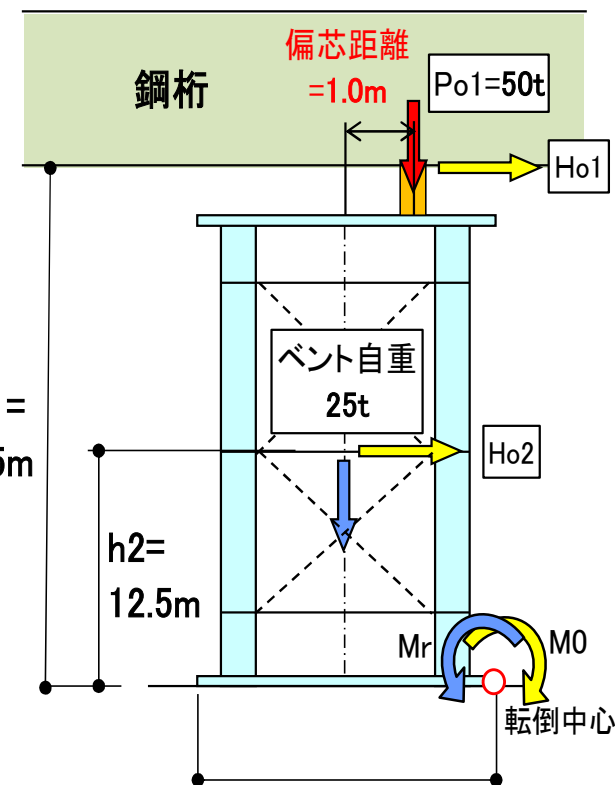
転倒安全率1.2以上を確保  
するための基礎幅=4.0m必要

ケース②  
ベント受点偏芯なし



転倒安全率1.2以上を確保  
するための基礎幅=3.4m必要

ケース③  
ベント受点偏芯あり(1.0m偏芯)

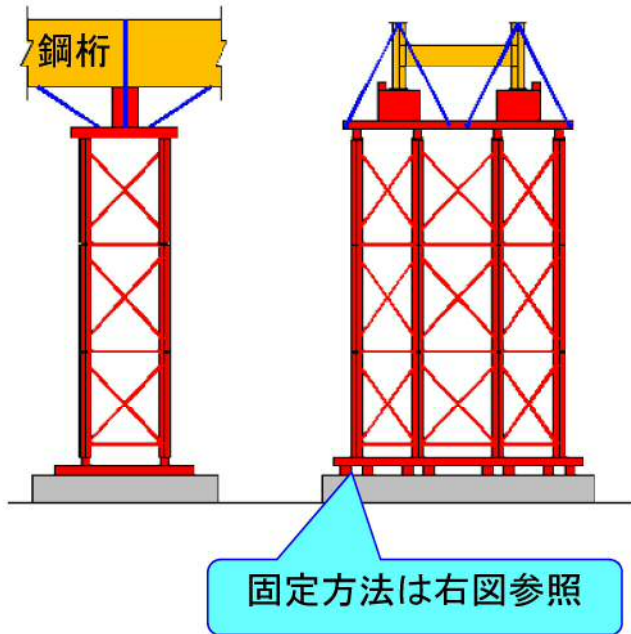


転倒安全率1.2以上を確保  
するための基礎幅=5.0m必要

- ・フリースタANDING状態の安定性照査を必ず実施
- ・ベント受点の偏芯(偏載荷重)の影響は大きい

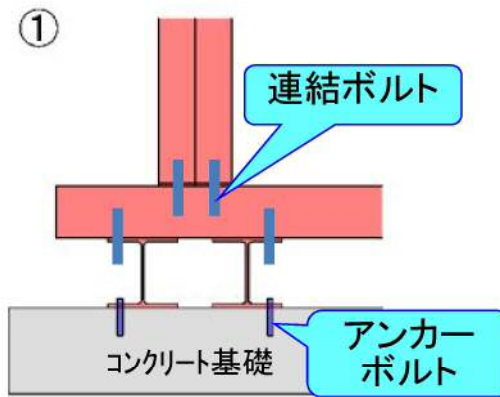
図-1 ベント等と基礎の一体化による安全向上対策事例

ベント全体図

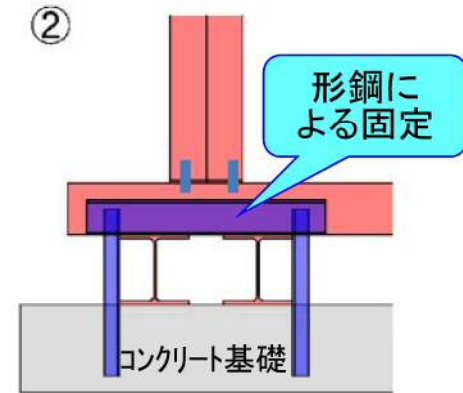


・コンクリート基礎との固定方法

アンカーボルト方式

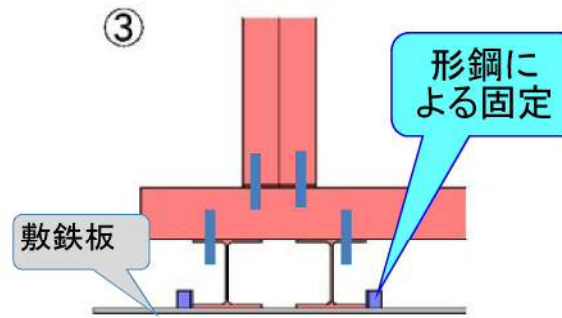


形鋼使用方式



・鉄板基礎との固定方法

形鋼使用方式



・杭基礎との固定方法

ボルト使用方式

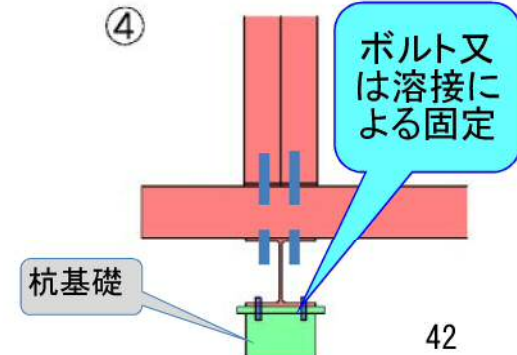
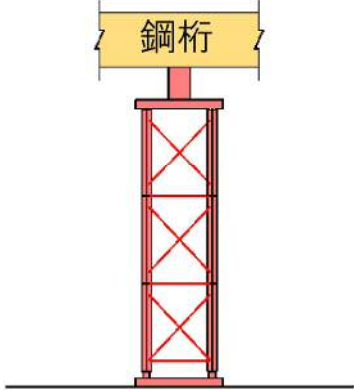
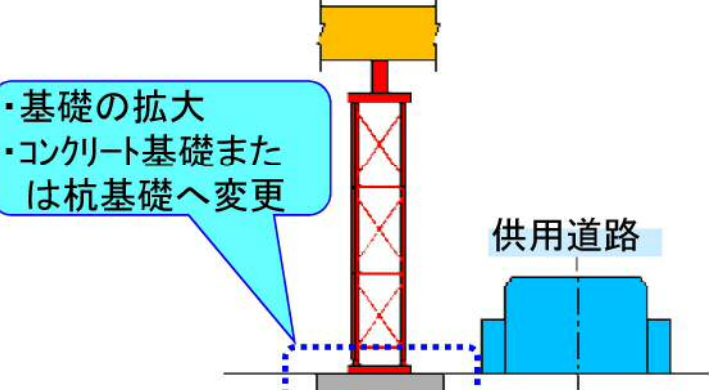
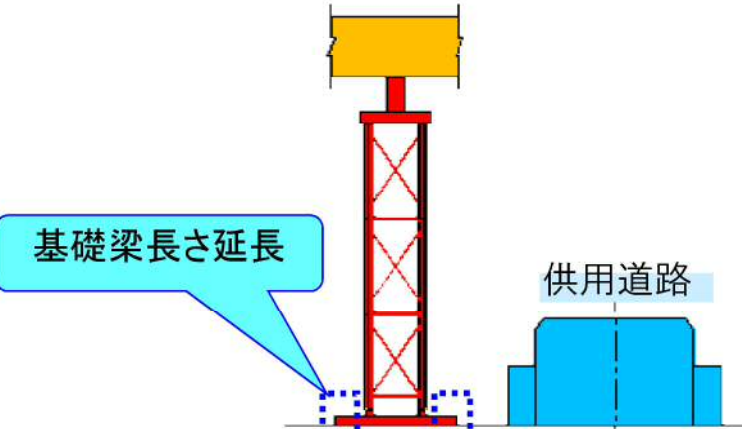
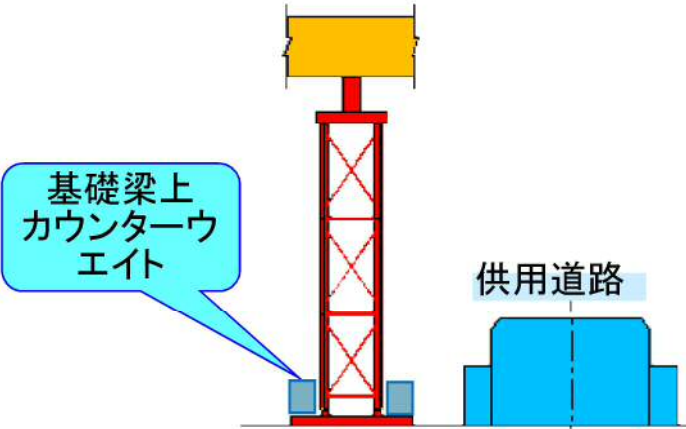


図-2 ベント等と基礎の支持・転倒・滑動に対する安全対策の事例

<p>&lt;①&gt; 標準的なベント設備</p>	<p>&lt;②&gt; ベント基礎面積の拡幅 支持・転倒の安全性向上</p>
	
<p>&lt;③&gt; ベント基礎梁長さの延長 支持・転倒の安全性向上</p>	<p>&lt;④&gt; カウンタウエイトの設置 転倒の安全性向上</p>
	

## 国交省 事務連絡を受けて（2項）

その変位など安全管理上必要な項目について  
**常時計測を行う**とともに計測結果を十分に確認する。

- ① 点検する部位、変状の抽出
- ② 点検の頻度部位の決定  
（目視点検・定時点検・常時監視）
- ③ 点検・計測方法の選定
- ④ 管理値（指標）の設定
- ⑤ 異常時体制・行動計画の策定（迅速な対応）
- ⑥ 発注者、元請、協力会社の情報共有

## 国交省 事務連絡を受けて（2項）

その変位など安全管理上必要な項目について  
**常時計測を行う**とともに計測結果を十分に確認する。

### ① 点検する部位、変状の抽出

例えば

- ・ 地盤の状態  
（地割れ・沈下・雨水等による洗掘等の有無）
- ・ ベント等の基礎部分の健全性  
（異常な沈下量、不等沈下、軟弱地盤等）
- ・ 仮設構造物梁部材の健全性  
（異常なたわみ、横倒れ座屈・支点の座屈等の有無）
- ・ 仮設構造物柱部材の健全性  
（全体座屈、局部座屈、偏心荷重等による傾き）

# 国交省 事務連絡を受けて（2項）

## ② 点検の頻度部位の決定（目視点検・定時点検・常時監視）

- ・ 毎日の始業時のほか、新たな載荷状態の開始後における変化について、**目視点検**を行う。

- ・ 健全性が損なわれた場合に、仮設構造物全体の倒壊や桁の落下等に繋がる部位については、**常時計測**を実施する。

(1) 毎日、数値計測を行い、その**結果を記録**する。

(2) 作業中止や交通規制を要請すべき管理値をあらかじめ、設定しておき、**発注者と請負者で共有**する。

例) ・ベント等の基礎部分の沈下量（不等沈下の有無を確認できる箇所数）

・ベント等の柱部材の傾斜（最上部と最下部の水平距離等）

### ③ 点検・計測方法の選定

(日常点検実施事例)



(a) センサーによる計測



(b) 赤色灯による警報装置



(c) 下げ振りによる計測(全景)



(d) 下げ振りによる計測(詳細)



# 国交省 事務連絡を受けて（2項）

## ④ 管理値（指標）の設定

倒壊と繋がる高リスク事項については、管理値超過の可否を常時監視体制で監視し、超過時は直ちに、現場責任者にその情報が届く体制を整える。

例） ・ベント等の柱部材の傾斜

## 国交省 事務連絡を受けて（2項）

### ⑤ 異常時体制・行動計画の策定（迅速な対応）

- （1） 判断する指標をあらかじめ検討しておく。
- （2） とるべき対策（補強、荷重の除去、工法変更等）の基本的方針を定めておく。
- （3） 架設工事の中止、交通規制の要請をするなど、第三者、作業員等の労働災害の発生防止等のための行動計画をあらかじめ定めておく。

## 国交省 事務連絡を受けて（3項）

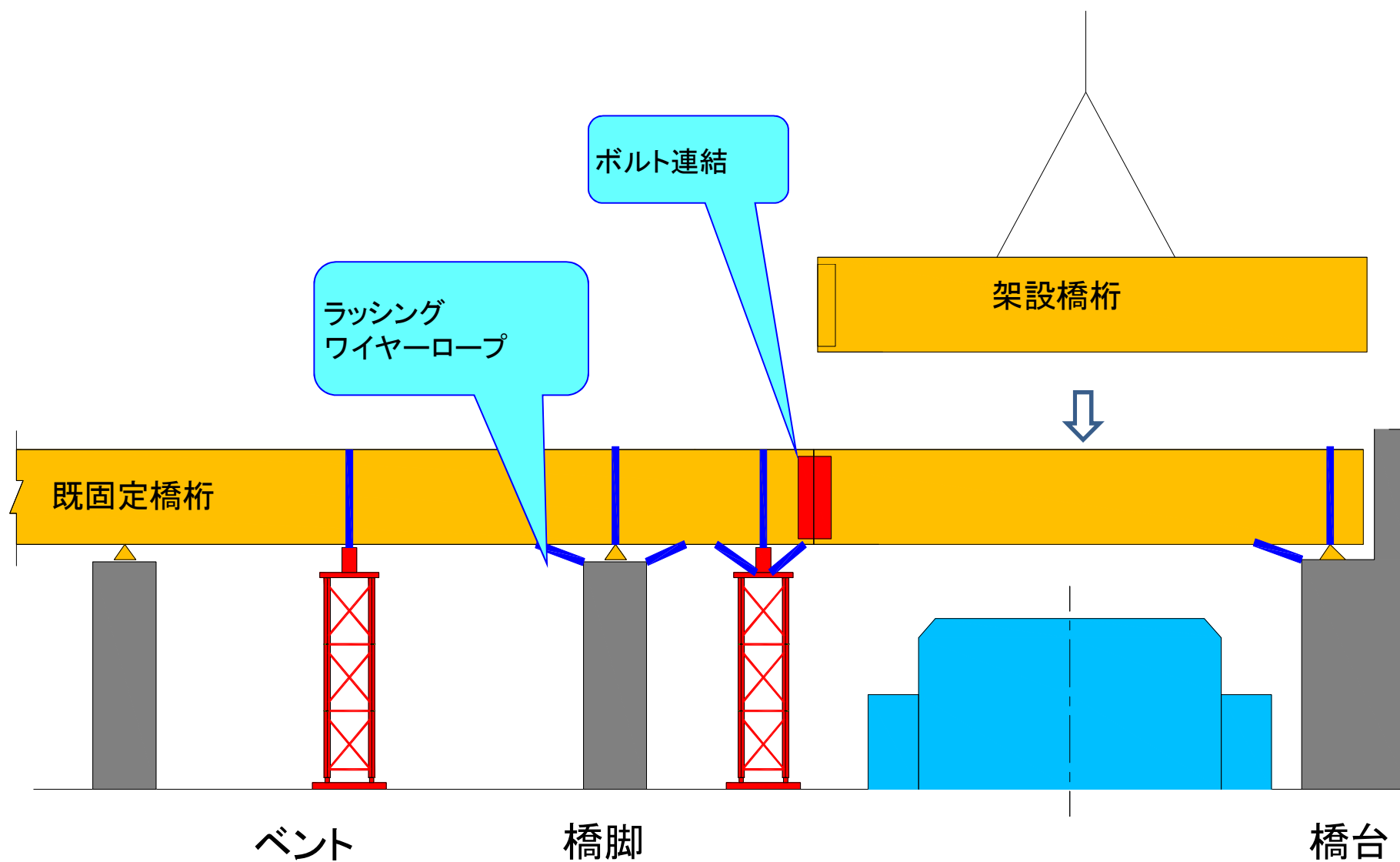
一層の安全確保を図るため、橋桁が橋台又は橋脚への据え付けを完了していない状態で（中略）落下防止のために当該橋桁を固定している場合はその限りでない。

供用中の道路の上空の架設橋桁は、水平・鉛直方向の移動を行わない時間帯においては、落下防止のため、橋台・橋脚、または、これらに既に据付完了、あるいは、固定済みの橋桁や、ベント等に適切に固定する。

上記ができない場合は、通行規制を実施。

# 既固定橋桁と架設橋桁の連結による固定

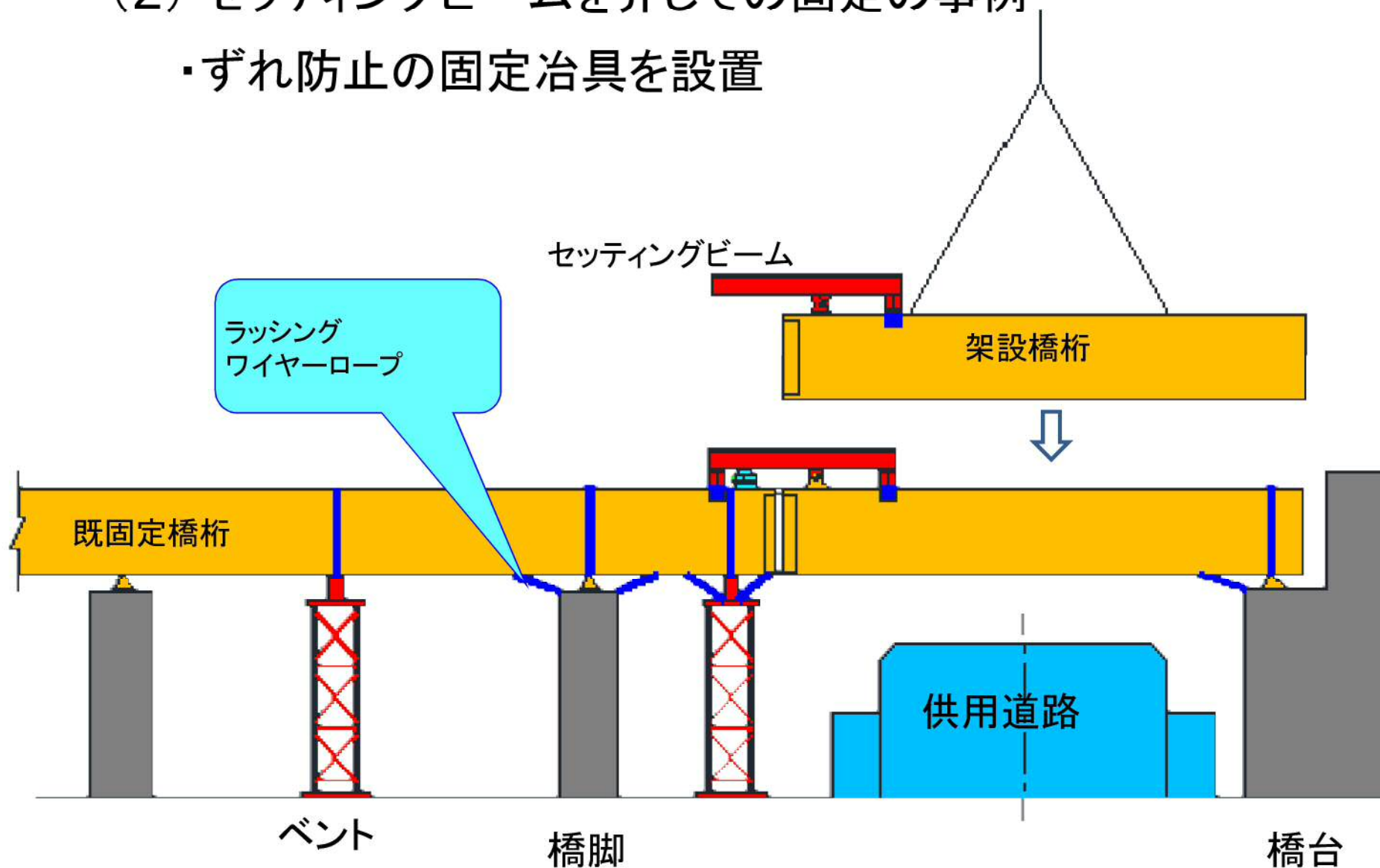
(1) ボルトによる固定の事例(継手部をボルトで連結)



# 既固定橋桁と架設橋桁の連結による固定

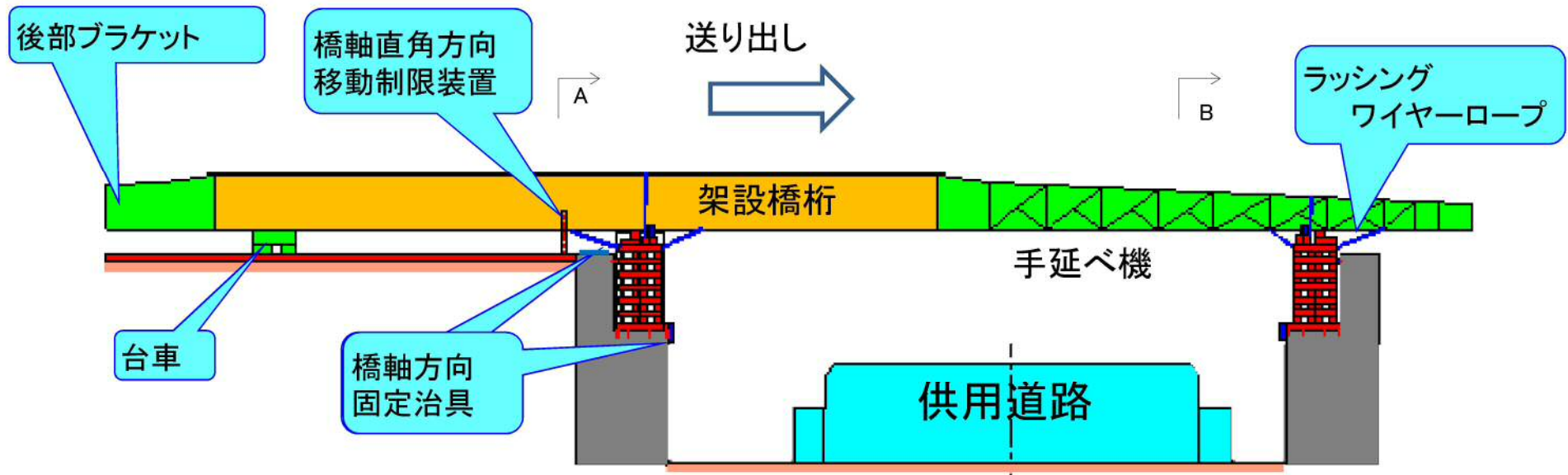
## (2) セッティングビームを介しての固定の事例

- ・ずれ防止の固定治具を設置

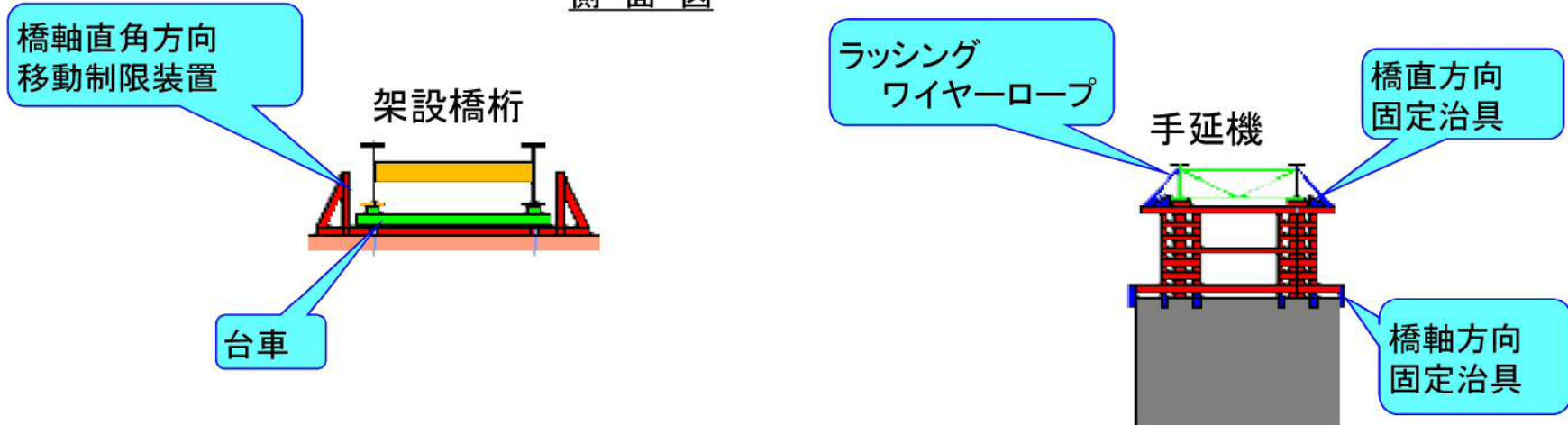


# 既固定（橋台）と架設橋桁の連結による固定

## (3) 手延べ送り出しでの固定状況



側面図



# 国交省 事務連絡を受けて ( 3項( )内の対応 )

・・・(略)・・・道路の通行規制を行うこと。ただし  
(仮設構造物への固定は効果的な方法がまとめられる  
まで、対象としない。)



基本的に通行規制



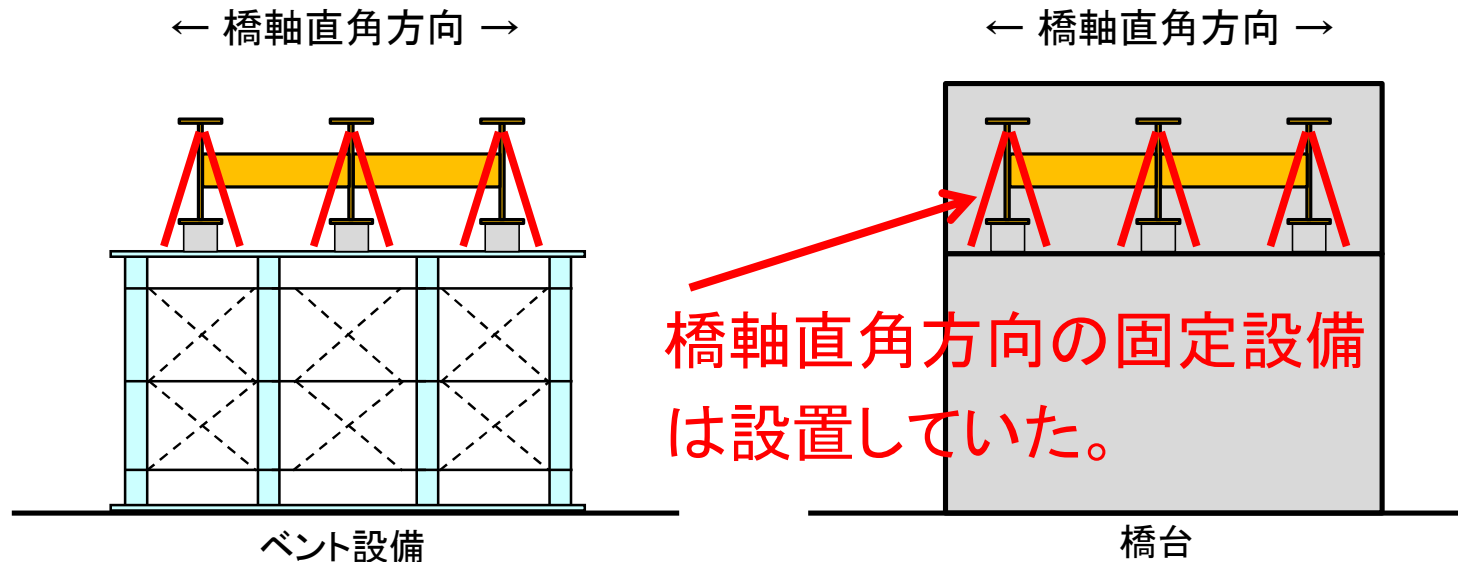
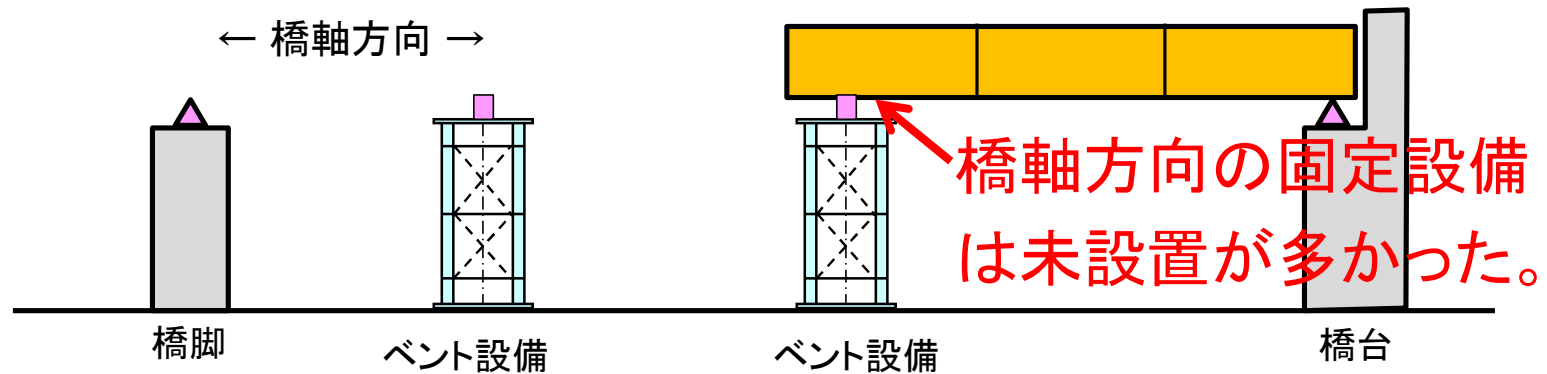
仮設構造物の安全性の確保の提言(検討中)



(通行規制の解除へ)

# これまでの橋桁固定設備の考え方

- 固定設備の明確な照査手法が定まっておらず、照査手法にバラツキがあった。

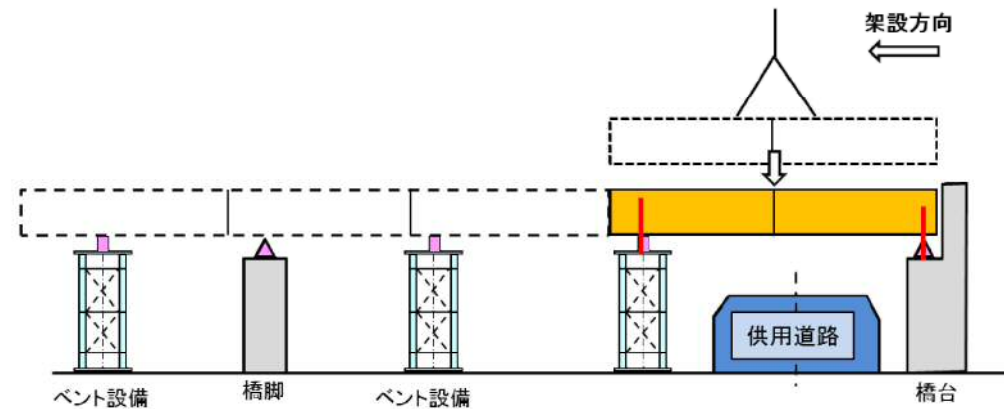




# ＜現状の施工方法比較 1＞

## 従来の工法

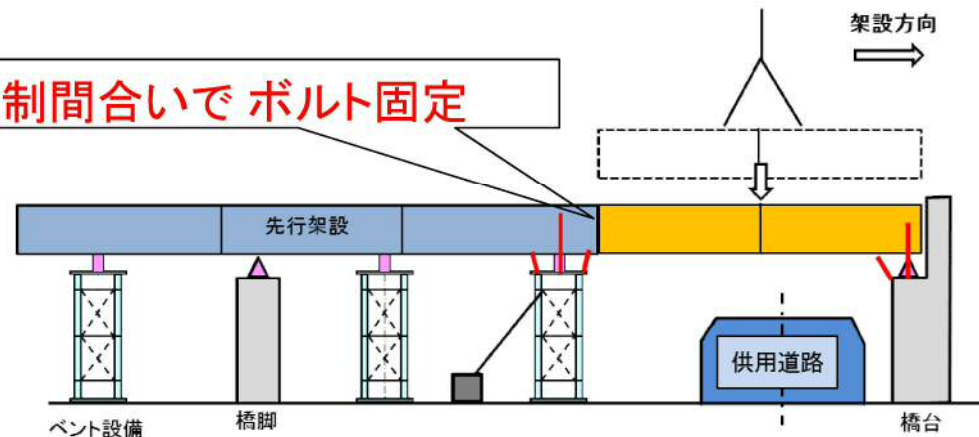
供用道路規制  
解除 不可



## 現在の工法

供用道路規制  
解除 可能

規制間合いでボルト固定

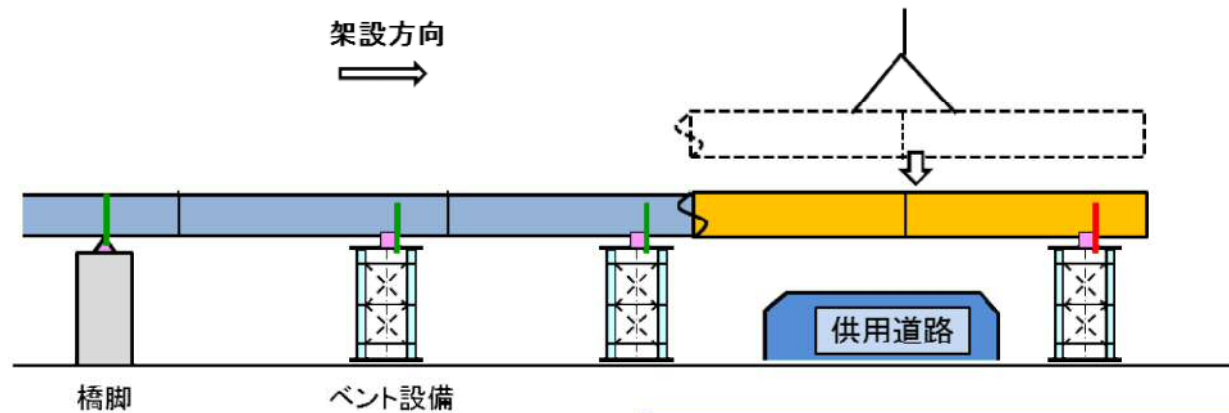


課題点：工法としての難易度が上がり架設に要する時間も長くなる。大型の桁や多主桁の場合、必要架設日数増となる。  
⇒生活環境に与える影響が大きい。

## <現状の施工方法比較 2>

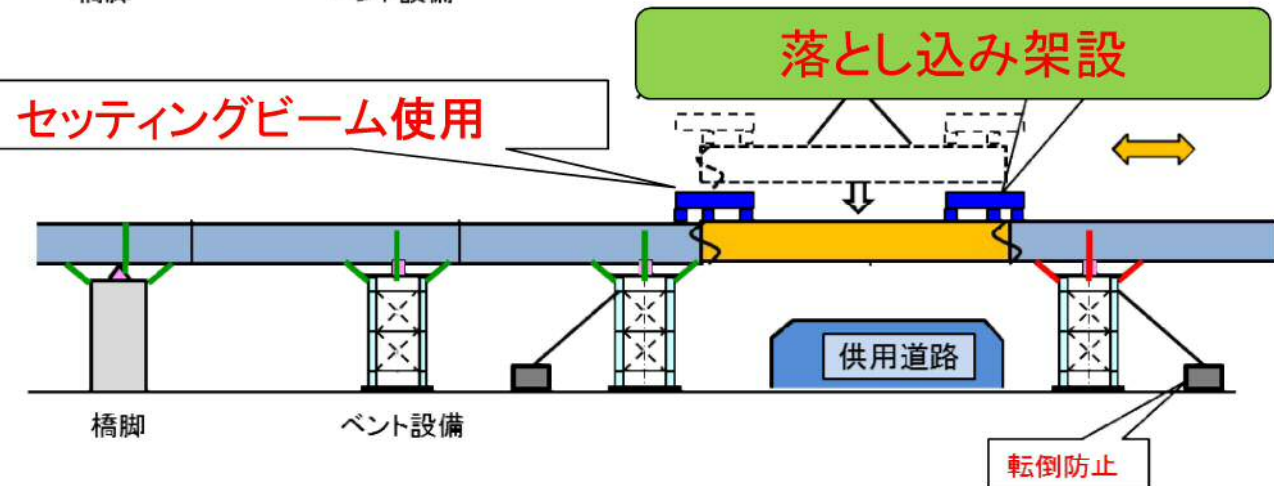
### 従来の工法

供用道路規制  
解除 不可



### 現在の工法

供用道路規制  
解除 可能

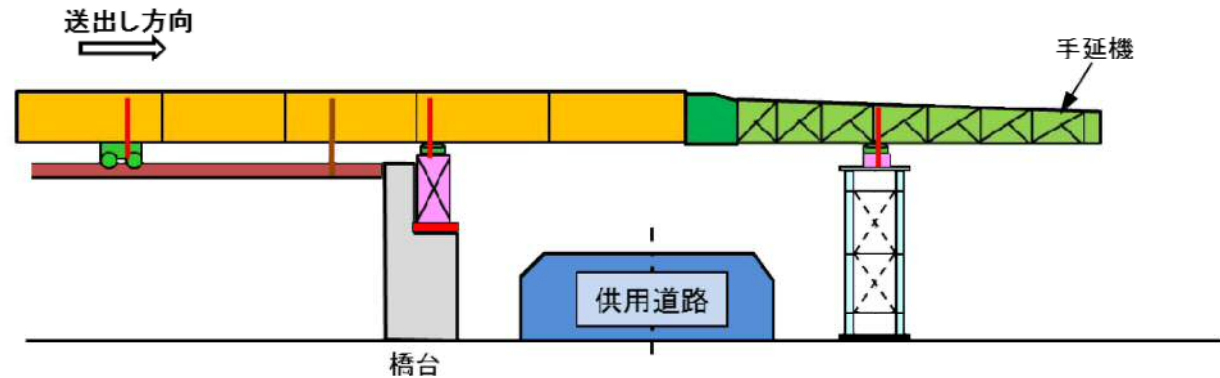


課題点：工法としての難易度が上がり架設に要する時間も長くなる。先行架設桁のセットバックなど移動が必要。  
⇒生活環境に与える影響が大きい。立体ラーメン橋では困難

## <現状の施工方法比較 3>

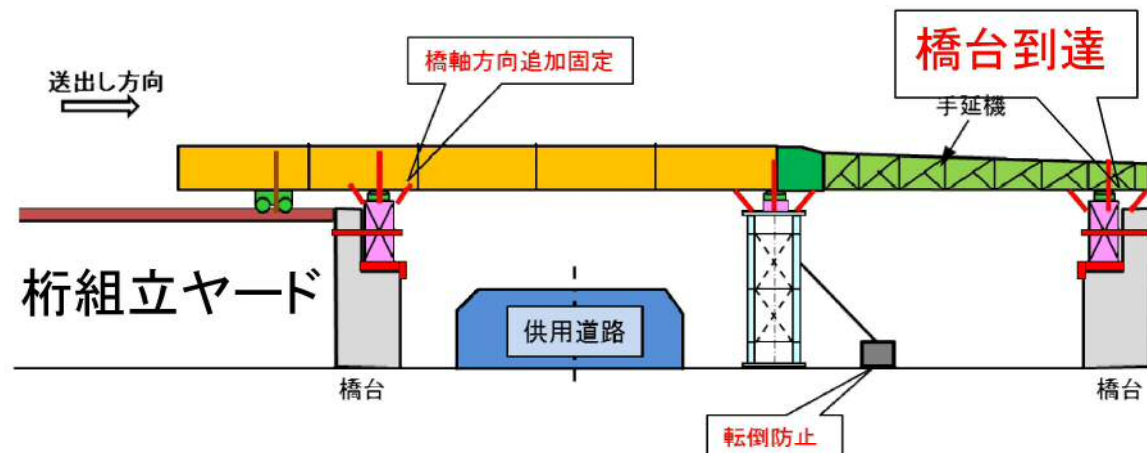
### 従来の工法

供用道路規制  
解除 不可



### 現在の工法

供用道路規制  
解除 可能



課題点: 送り出し量が長くなるので送りだしの速度を大幅に上げるか、規制時間を長くする必要がある。  
⇒ 桁組立ヤードが短い場合施工できない。

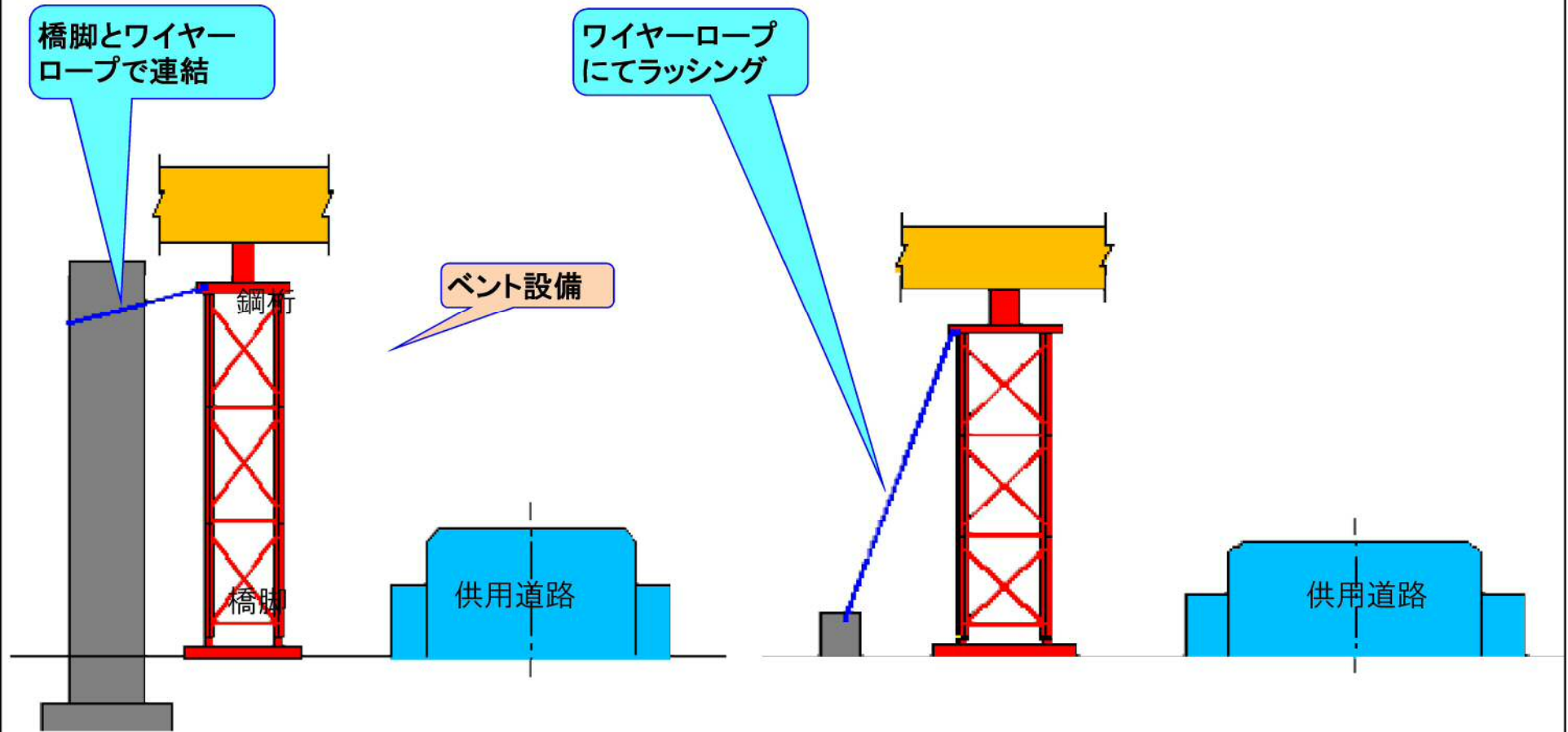


# 事故防止対策の取り組み 具体例

# ベント設備のフェールセーフ設置例

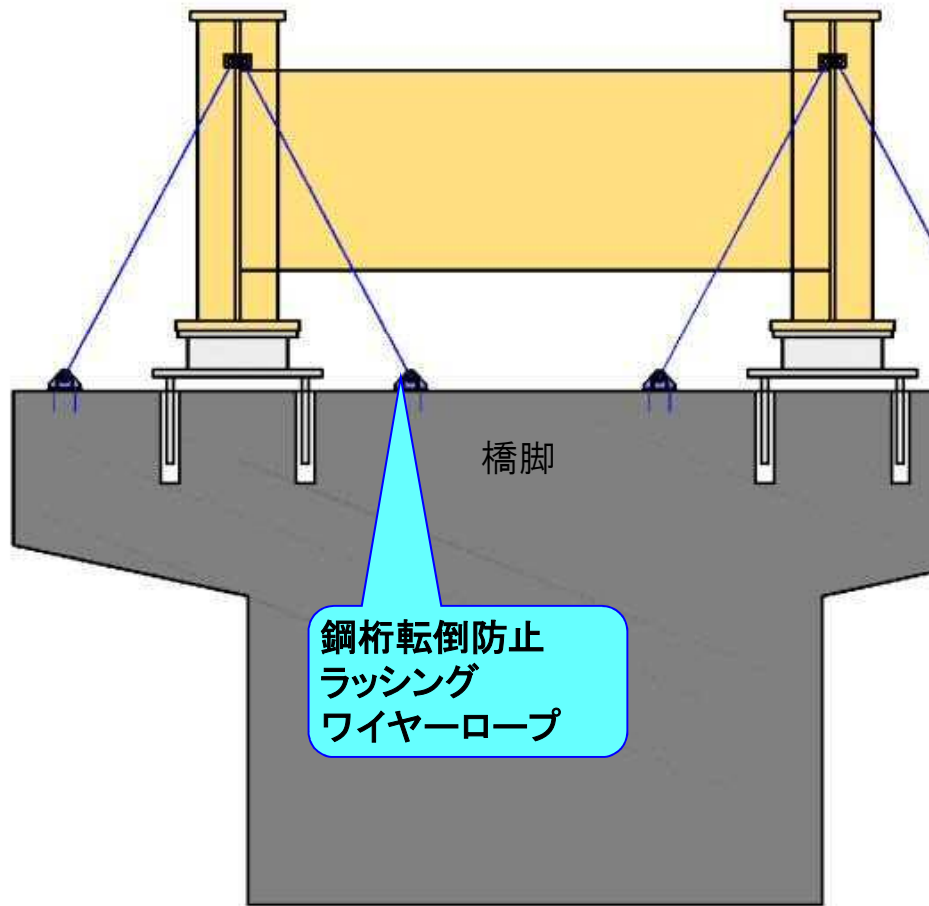
＜①＞近接橋脚にワイヤーロープで連結  
転倒の安全性向上

＜②＞カウンターウェイトの設置  
転倒の安全性向上

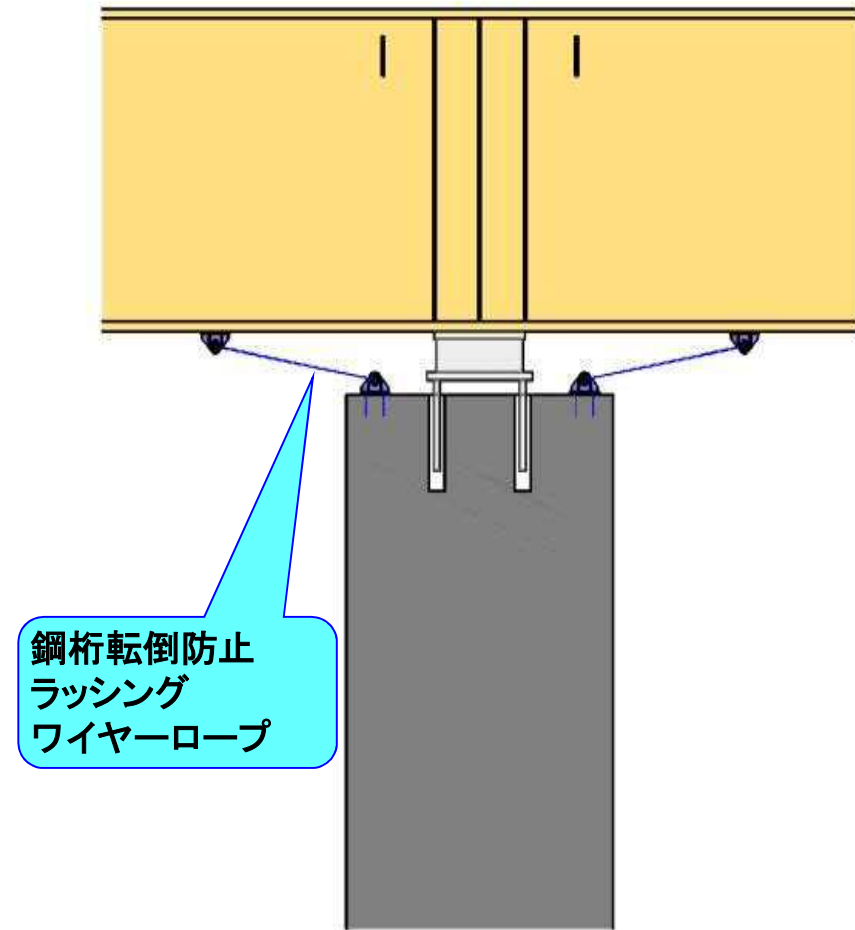


# 橋脚・橋台上での固定の事例

断面図(橋直方向)

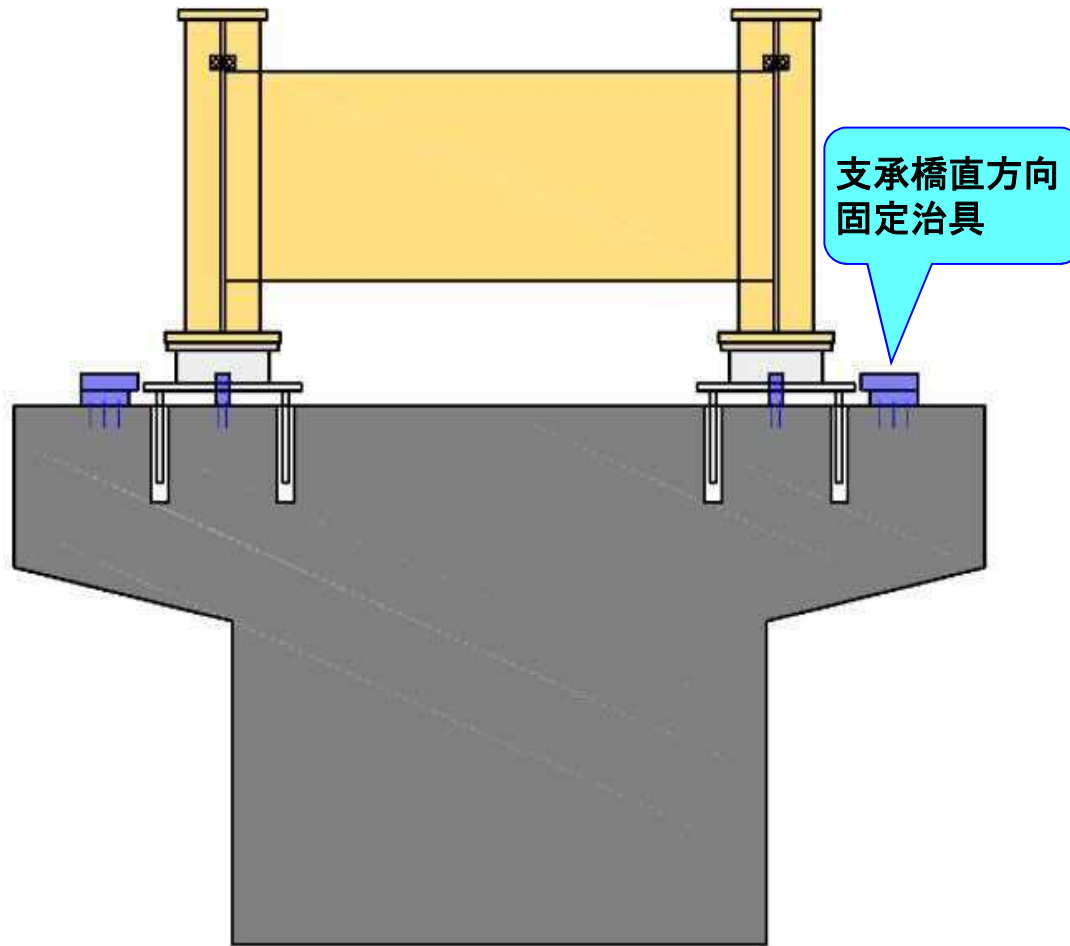


側面図(橋軸方向)

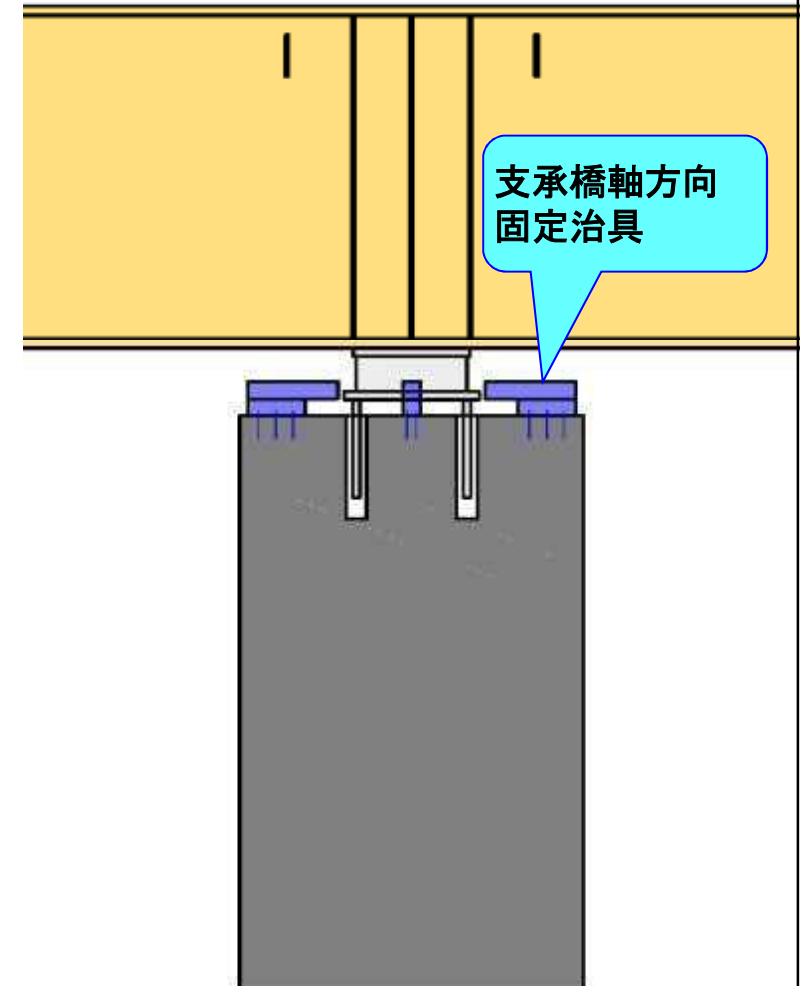


# 橋脚・橋台上での固定の事例

断面図(橋直方向)



側面図(橋軸方向)



# サンドル等を介しての固定の事例（送出し設備，降下設備など）

断面図(橋直方向)

側面図(橋軸方向)

ラッシング  
ワイヤーロープ

鋼桁

橋直方向  
固定治具

橋脚

橋軸直角方向  
固定治具

ラッシング  
ワイヤーロープ

橋軸方向  
固定治具

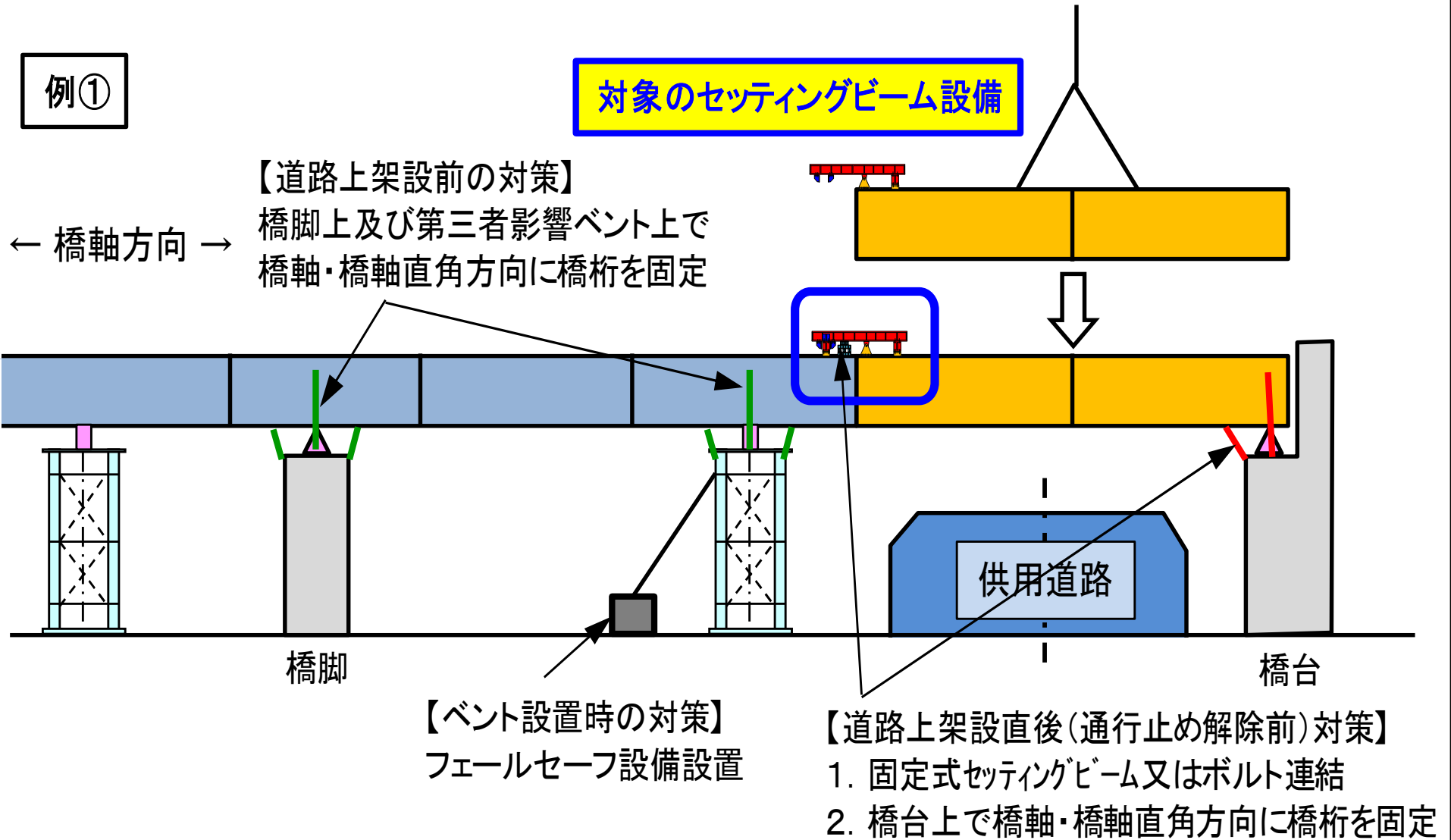
アンカーボルト



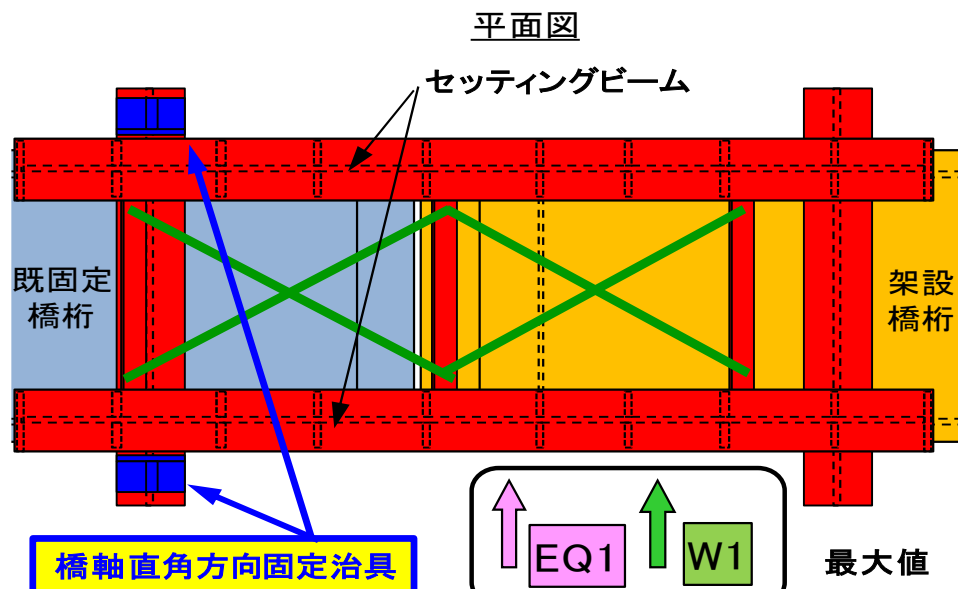
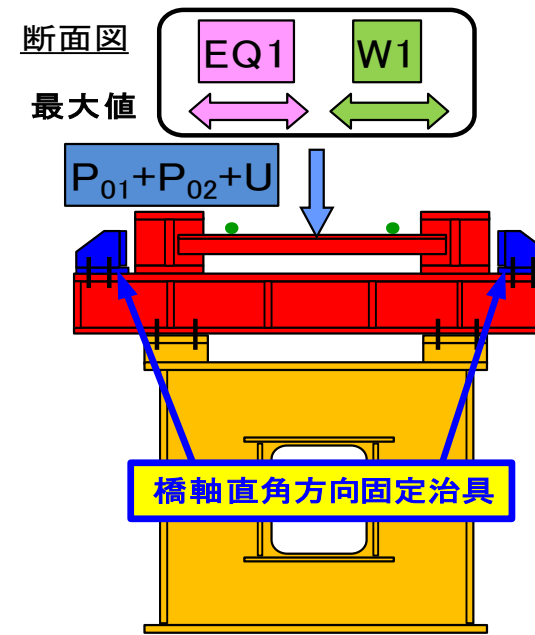
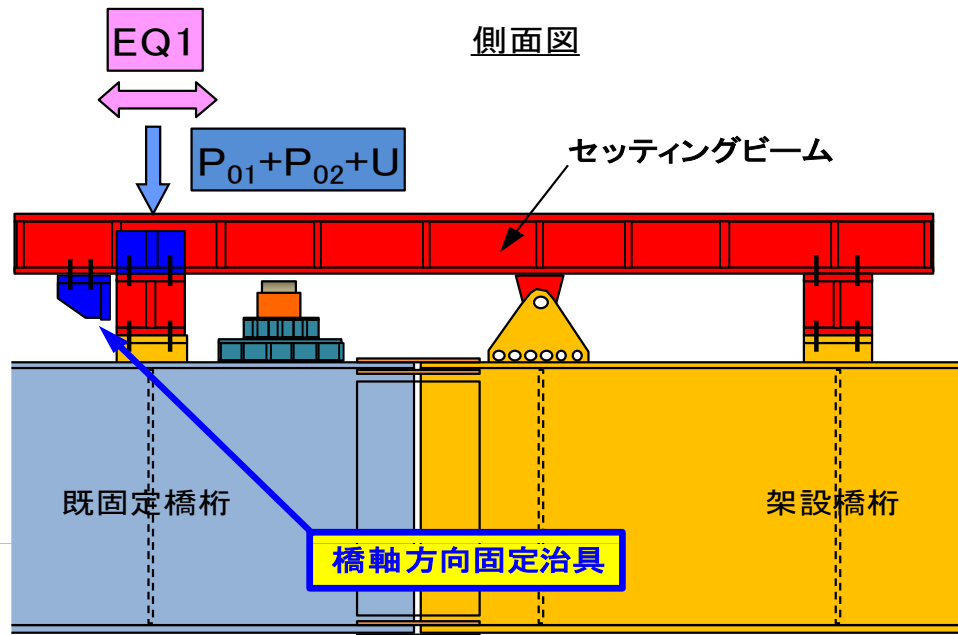
# セッティングビームと橋桁の固定状況

例①

対象のセッティングビーム設備



# セッティングビームと橋桁の固定状況




| : ボルト固定箇所を示す

- $P_{01}+P_{02}+U$  : 鋼桁基本鉛直荷重  
+ 仮設備自重  
+ 不均等荷重
- W1 : 風荷重
- EQ1 :  $P_{01}+U$ に設計水平震度の  
1/2を乗じた水平集中荷重

## セッティングビームの安全確保対策まとめ

- ① セッティングビームは**水平力に抵抗**できる構造とする
- ② 固定設備を設置する。固定設備は、橋軸及び橋軸直角方向の両方向に設置する。
- ③ 橋軸方向の橋桁固定設備は、気温変化の影響による橋桁の**伸縮量を把握し、対応可能な遊間を設ける。**



# より一層の安全性と品質の向上 に向けて

# 会員会社への聞取り結果からの課題

- ① 作業時間が長くなりがち、所定時間内に終了できないリスクが高まる。
- ② 施工方法の難易度が上り、技量不足による、事故発生リスクや品質不良発生リスクが高まる。
- ③ 各工種単位では、安全性が向上するものの、工種増加やトータル作業時間の増加により、トータルリスクは必ず低下しない。
- ④ 送出し速度の上昇による、施工時不具合発生リスクが高まる傾向にある。

## 橋建協の昨年6月の高速道路課長通達を踏まえた結果と問題意識

- ① 現在、会員会社は、慎重に工事を進めている。最近、足場からの墜落・転落災害は発生しているが、仮設構造物に係わる事故は、通達を厳格に適用し緊張感を持って行っているので、これまで発生していない。
- ② 通達を踏まえ会員向けに示した事故防止対策資料は、これに基づき実施しておれば2件の事故は発生していなかったと言える内容となっている。

# 最後に

- ベント設備の信頼性が、大きく損なわれた事故でしたが、鋼橋は、ベント架設が全体の80%を占めており、これまでの鋼橋の架設の歴史を振り返ってもベント設備は切り離せないものです。
- PC橋との選定比較でも、今後の事を考えれば大きな問題となるので、どうしても信頼を回復する必要があると考え、丁寧な説明や講習会・意見交換会などの広報活動を進めております。



ご清聴有難うございました

一般社団法人日本橋梁建設協会

