

# 高野線連続立体交差事業 鉄道構造形式施工方法に 関する検討会



令和6年1月18日

# 1. 本検討会の目的

## 目的

上町断層変位に対応する鉄道構造形式について、平成29年に堺市南海高野線連続立体交差事業鉄道構造形式検討委員会より断層変位対応の基本となる鉄道構造形式の提言を頂いた。

この提言を踏まえ、施工性と高架下利用性の向上に関する検討を行い、併せて構造成立性について確認を進め、提言の主旨を踏まえて設定した鉄道構造を堺市南海高野線連続立体交差事業鉄道構造形式検討委員会の委員各位に確認して頂くことを目的とする。

## 検討メンバー

- ・ 鋤田 泰子 神戸大学大学院工学研究科 市民工学専攻 教授
- ・ 澤田 純男 京都大学防災研究所 地震防災研究部門 特任教授
- ・ 竹村 恵二 京都大学 名誉教授
- ・ 室野 剛隆 公益財団法人鉄道総合技術研究所 研究開発推進部長
- ・ 岩田 知孝 京都大学防災研究所 地震防災研究部門 教授

## 2. 高野線連続立体交差事業の経過

時期	内容
平成21年 4月	<b>新規着工準備採択の取得</b> 採択時の工法：西側仮線・直上2層高架
平成23年 3月	<b>施工方法の検討</b>
平成25年 2月	<b>上町断層の影響を考慮した鉄道構造物の構造計画の提案</b> (公財) 鉄道総合技術研究所に委託
平成27年 1月	<b>堺市南海高野線連続立体交差事業鉄道構造形式検討委員会</b> 詳細な地盤調査及び専門家における鉄道構造形式の検討
平成29年 6月	<b>鉄道構造形式検討委員会より提言</b>
▼	
令和3年 8月	都市計画決定
令和4年 3月	事業認可取得

## 2. 高野線連続立体交差事業の経過

時期	内容
令和4年度	<u>事業着手 用地買収開始</u>
令和5年度	<u>基本協定締結、鉄道工事施工業者の決定</u>
令和6年度	<u>鉄道構造物の詳細設計着手、鉄道準備工事着手</u>
令和7年度	<u>直上区間工事着手</u>
令和8年度	<u>用地買収概成</u>
令和9年度	<u>仮線区間工事着手</u>
令和19年度	<u>事業完了</u>

### 3. 堺市南海高野線連続立体交差事業鉄道構造形式の検討にかかる提言(平成29年6月)

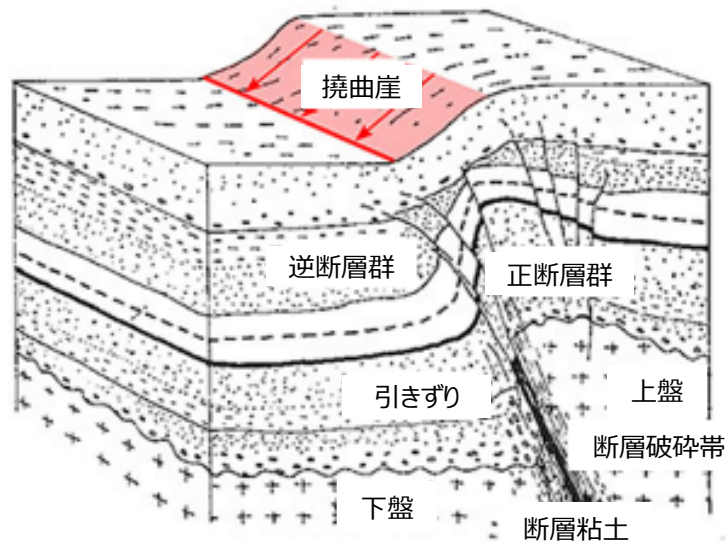
#### 委員会での検討内容



#### ○事業区間は撓曲帯に位置

上町断層重点調査結果およびボーリング調査結果を踏まえると、事業区間は撓曲帯に位置すると考えられる。

活撓曲の模式図



国土地理院「都市圏活断層図Q&A」より  
※岡田1978を一部改変

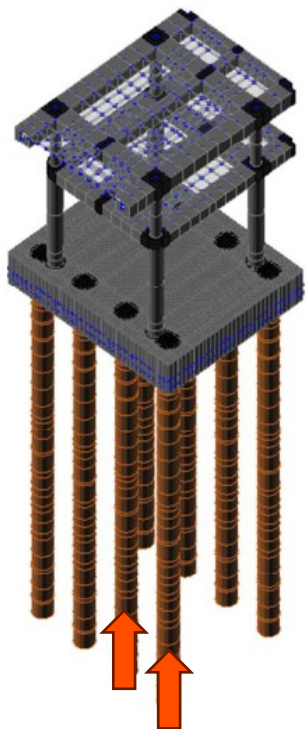
### 3. 堺市南海高野線連続立体交差事業鉄道構造形式の検討にかかる提言(平成29年6月)

## 委員会での検討内容

### ○30cm程度の断層変位量を考慮

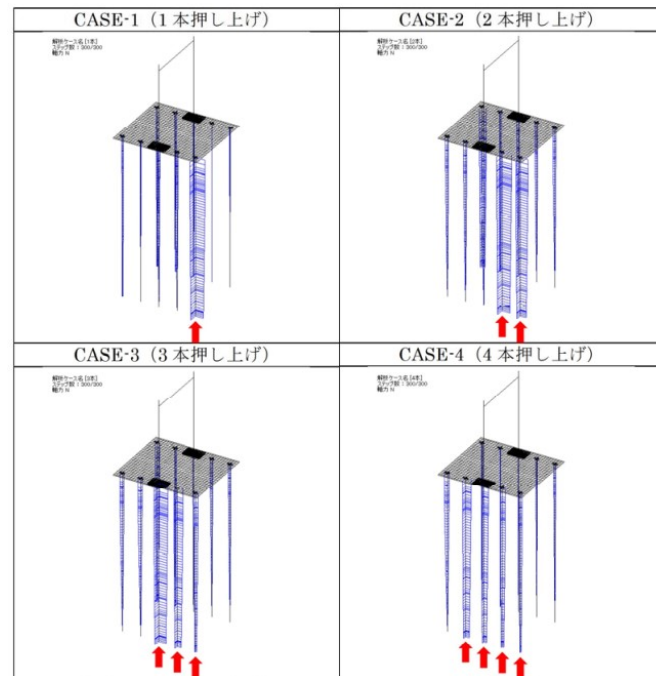
- ・ボーリング調査から最大21cmの撓曲変位量が得られた
- ・地形情報から最大26cmの撓曲変位量が得られた

国内で過去に発生した地震を踏まえ、安全側な評価となるように、**最大級の変位とし30cm程度の断層変位を考慮**することとした。



基礎杭に強制変位を与えて断層変位解析を実施  
最大変位30cmに追従できる構造形式を選定

※押上箇所は複数ケース検討し、最大条件となるものを選択



# 3. 堺市南海高野線連続立体交差事業鉄道構造形式の検討にかかる提言(平成29年6月)

## 委員会での検討内容

### ○3案の構造形式を比較検討

落橋防止、工事費の縮減、復旧性などの観点からラーメン高架橋で以下3案について、断層変位解析を行い、比較検討を実施。

基礎構造	【1案】 1柱1杭式完全支持杭	【2案】 直接基礎+地盤改良	【3案】 パイルド・ラフト基礎
概要図			
上部構造	1径間RCラーメン高架橋	3径間RCラーメン高架橋	3径間RCラーメン高架橋
評価	<ul style="list-style-type: none"> <li>・30cm程度の断層変位に抵抗できる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・30cm以上の断層変位に抵抗できる。</li> <li>・地盤改良によって経済性が劣る。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・多径間ラーメン高架橋の基礎として優れている可能性がある。</li> <li>・採用事例が無く、採用にはより詳細な検討や実験が必要になる。</li> </ul>

### 3. 堺市南海高野線連続立体交差事業鉄道構造形式の検討にかかる提言(平成29年6月)

#### 提言内容まとめ

##### ○事業化に向けた検討方針に関する提言

- ① 直上施工区間については、1柱1杭式高架橋（1径間）の採用が望ましい
- ② 直上施工区間以外で、3径間の場合は直接基礎の採用を、1径間の場合は1柱1杭式高架橋（1径間）の採用を検討すること
- ③ 直上施工区間で3径間高架橋とする場合は、パイルド・ラフト基礎の優位性を検討すること

##### ○鉄道構造形式の検討過程における特筆事項（抜粋）

事業区間は撓曲帯に位置すると考えられるため、より安全側な評価となるように、最大級の変位として30cm程度の断層変位量を考慮して鉄道構造形式の検討を行う必要がある。

1柱1杭式完全支持杭の1径間高架橋は、張出し径間の間隔が小さいと、高架下の使用性がやや落ちるため、張出し部分を長くする検討や落橋防止に留意したゲルバー桁形式の採用の検討が必要である。また、突合部が多くなることから、軌道保守に関する詳細な検討が必要となる。

堺市においては、上記の事業化に向けた検討方針を踏まえるだけでなく、事業区間が上町断層の直上にあることにも留意した地震動に対する対策も十分検討した上で、事業化に向けて取り組んでいただきたい。

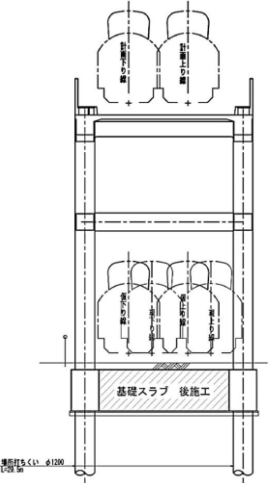
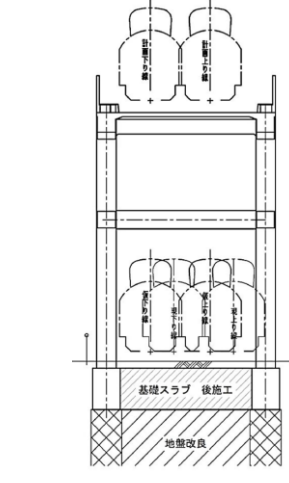
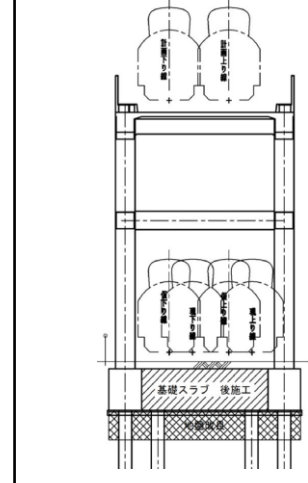
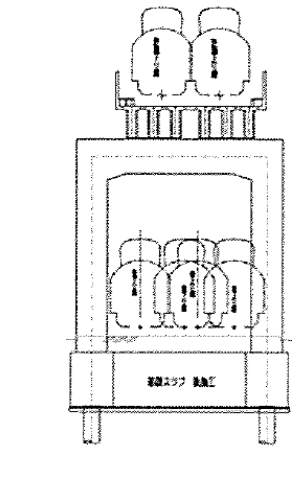


これらの提言の考え方を基に、30cm程度の断層変位量に対応し、更に施工性と高架下利用性の向上を目的として、桁形式の採用について検討を進めた。



## 4. 提言を踏まえた構造形式の検討の深度化

提言の3案に加えて、追加案として群杭式完全支持杭 橋脚桁形式に関する検討を実施。

		【提言 1案】	【提言 2案】	【提言 3案】	【追加案】
基礎構造		1柱1杭式完全支持杭	直接基礎+地盤改良	パイル・ラフト基礎	群杭式完全支持杭
上部構造		1径間RCラーメン高架橋	3径間RCラーメン高架橋	3径間RCラーメン高架橋	橋脚+桁形式
概要図					
構造性能	暫定供用時	◎	◎	◎	◎
	常時	◎	◎	◎	◎
	地震時	◎	◎	◎	◎
	断層変位時	30cm程度までの断層変位に抵抗できる	30cm程度までの断層変位に抵抗できる	今後の検証が必要	30cm程度までの断層変位に抵抗できる

## 4. 提言を踏まえた構造形式の検討の深度化

	【提言 1案】	【提言 2案】	【提言 3案】	【追加案】
基礎構造	1柱1杭式完全支持杭	直接基礎＋地盤改良	パイル・ラフト基礎	群杭式完全支持杭
上部構造	1径間RCラーメン高架橋	3径間RCラーメン高架橋	3径間RCラーメン高架橋	橋脚＋桁形式
景観性	◎ 一般的な高架協と同等	◎ 一般的な高架協と同等	◎ 一般的な高架協と同等	◎ 柱本数を減らすことができる
使用性	△ 柱本数が多く、高架下利用に制限が生じる。	△ 地盤改良次第で、完全支持杭に比べて初期沈下量が若干大きくなる可能性がある。	△ 地盤改良次第で、完全支持杭に比べて初期沈下量が若干大きくなる可能性がある。	○ 柱間隔が広くなり高架下の自由度は他案と比べて高い。
施工性	◎ 一般的な工法である。	○ 工事桁の設置が必要なため、他案に比べて施工性に劣る。	◎ 一般的な工法である。	◎ 営業線付近での施工時間の短縮ができる。
経済性	◎ 一般的な工法である。	△ 地盤改良工法や工事桁設置により工事費は増大する。	△ 地盤改良工法により工事費は増大する。	○ 1案に比べて構造物自体が大きくなるがほぼ同等。
評価	◎ 標準的な工法である。	× 営業線直下の借受など課題が多い。	× 設計基準が整備されていないなど、課題が多い。	◎ 高架下利用性、施工性等で優れている。
採用	浅香山駅部、堺東駅部	－	－	中間部 (駅部と駅部の間)

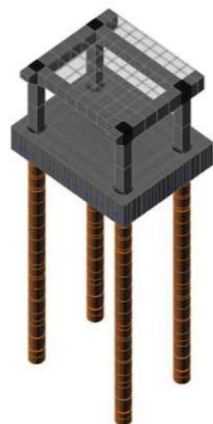
## 4. 提言を踏まえた構造形式の検討の深度化

### ○駅部における構造形式 検討の深度化の経緯

- ・駅舎機能として昇降設備等を設置をすることも考慮して、1柱1杭式完全支持杭ラーメン高架橋形式の採用を検討。
- ・駅機能（ホーム幅等）を活かした施工が可能かどうか検討が必要。

#### 浅香山駅部(仮線区間)

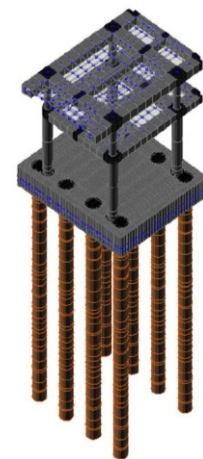
**仮線区間における施工**  
のため、施工条件の  
制約なし。



⇒ 1柱1杭式を採用

#### 堺東駅部(直上区間)

**直上区間における施工**  
のため、駅機能を活かした  
施工が可能か検討。



⇒ 群杭式を採用

## 4. 提言を踏まえた構造形式の検討の深度化

### ○中間部における構造形式 検討の深度化の経緯

- ・高架下利用性、施工性を考慮し、群杭式完全支持杭橋脚桁形式の採用を検討。
- ・ラーメン高架橋に比べて重量の大きい桁を支えるため、下部工の基礎杭の損傷が少ない構造形式の選定が必要。
- ・それぞれの上部工に対応した落橋対策が必要。

上部工の荷重が小さい箇所  
(桁長20m以下)

門型橋脚で構造が  
成立することを確認

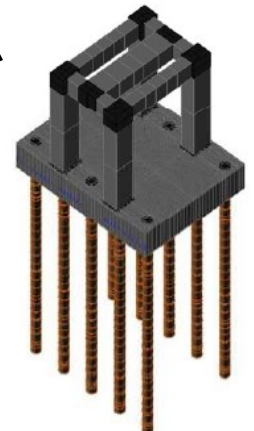
【特徴】  
桁かかり長が小さい



上部工の荷重が大きい箇所  
(桁長20m超)

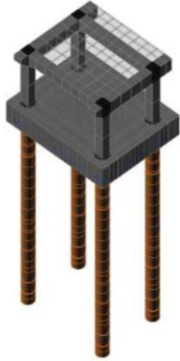
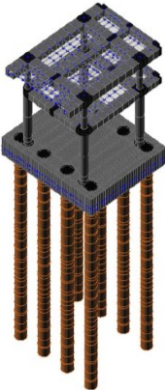
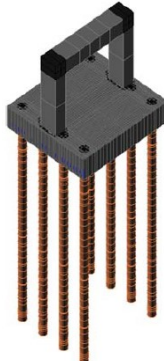
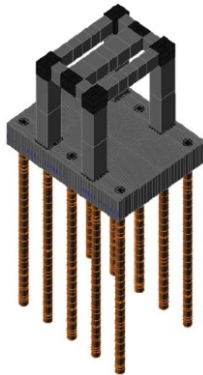
ラーメン橋脚で構造が  
成立することを確認

【特徴】  
桁かかり長が大きい



## 4. 提言を踏まえた構造形式の検討の深度化

これらの検討を踏まえ、構造ごとに以下の形式として整理した。

区間	浅香山駅部	堺東駅部	仮線区間及び直上区間 (※短部)	直上区間
基礎構造	1柱1杭式完全支持杭	群杭式完全支持杭	群杭式完全支持杭	群杭式完全支持杭
上部構造	1径間RCラーメン高架橋	1径間RCラーメン高架橋	桁式門型橋脚形式	桁式ラーメン橋脚形式
概略図				

※上部工の荷重が比較的小さい箇所

桁の落橋対策が必要であり、特に門型橋脚部は連続桁の採用を含めた落橋対策が必要である。

## 5. 桁の落橋防止策について

詳細設計にあたって、次に示す落橋対策の採用を検討する。

### (1) 連続桁構造の採用

連続桁構造により、3 箇所以上の橋脚で連続した桁を支持する（2 径間以上）ことにより落橋を防ぐ。

### (2) 桁かかり長の確保

断層変位による桁移動量以上の桁かかり長を確保することで、落橋を防ぐ。また、桁かかり長を確保することで、復旧時のジャッキスペースとして活用できるため、ジャッキアップによる桁位置の修正が容易となり、復旧性が向上する。

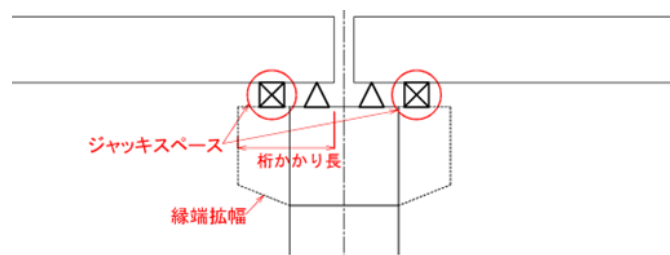


図1 桁掛かり長、ジャッキスペース確保のイメージ

## 5. 桁の落橋防止策について

### (3) 桁連結工（移動制限装置の設置）

起終点の桁、または端横桁を連結することで、地震時に対する移動を制限し、落橋を防ぐ。（図2、図3）桁連結工には、PCケーブル構造、チェーン構造等がある。桁種別、上部工反力等により最適な構造を選定する必要がある。



図2 PCケーブル構造（外側の場合）

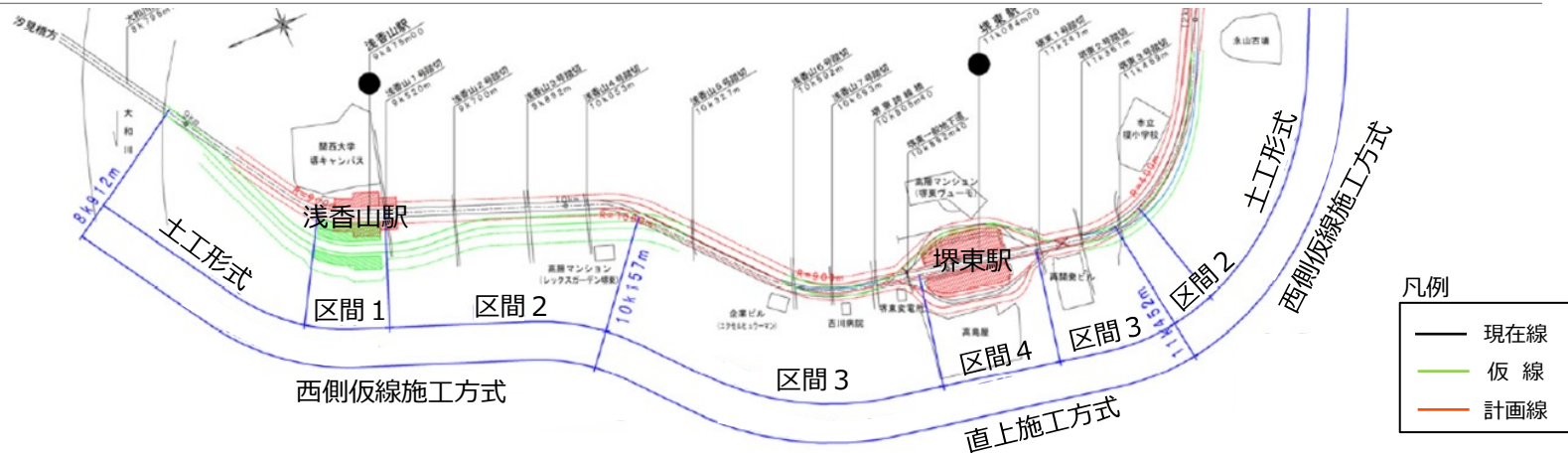


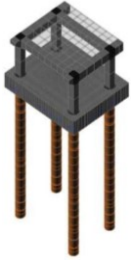

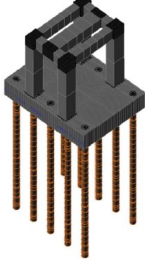
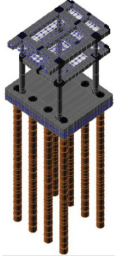
図3 チェーン構造

### (4) サイドブロックの設置

桁側面にサイドブロックを設けることで、ストッパーが破断した場合においても桁の横ずれに対する落橋を防ぐ。

# 6. まとめ



区間	【1】浅香山駅部	【2】仮線区間 及び 【3】直上区間 (短部※) ※上部工の荷重が比較的小さい箇所	【3】直上区間	【4】堺東駅部
基礎構造	1柱1杭式完全支持杭	群杭式完全支持杭	群杭式完全支持杭	群杭式完全支持杭
上部構造	1径間RCラーメン高架橋	桁式門型橋脚形式	桁式ラーメン橋脚形式	1径間RCラーメン高架橋
概略図				
落橋対策	桁かかり長の確保、 サイドブロック	連続桁、 桁かかり長の確保、 サイドブロック、桁連結工	桁かかり長の確保、 サイドブロック、 桁連結工、	桁かかり長の確保、 サイドブロック





## 6. まとめ

### 例2) 【桁式門型橋脚形式】

対応策：桁かかり長、サイドブロック、桁連結工（起終点）

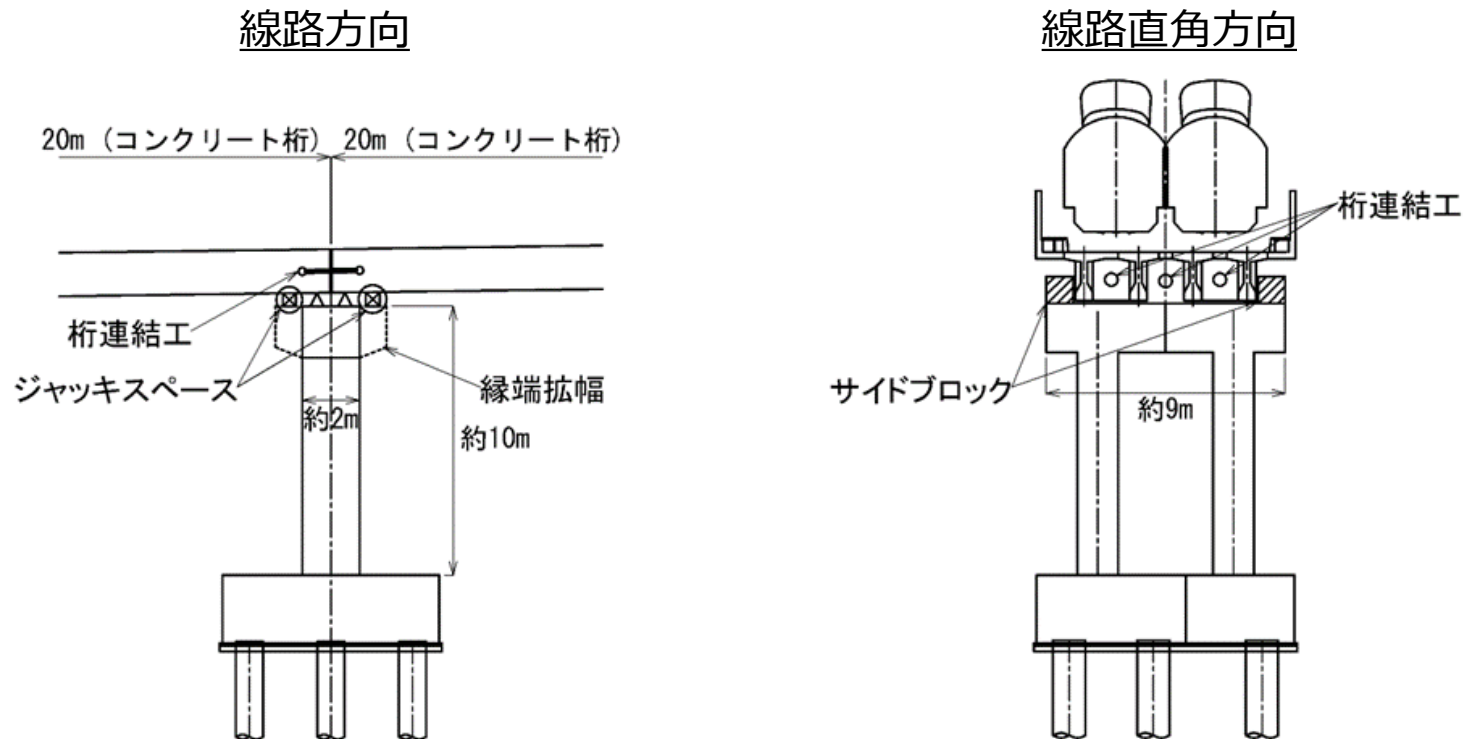


図4-1 門型橋脚+桁

## 6. まとめ

### 例3) 【桁式ラーメン橋脚形式】

対応策：桁かかり長、サイドブロック、桁連結工（端横） ジャッキスペース

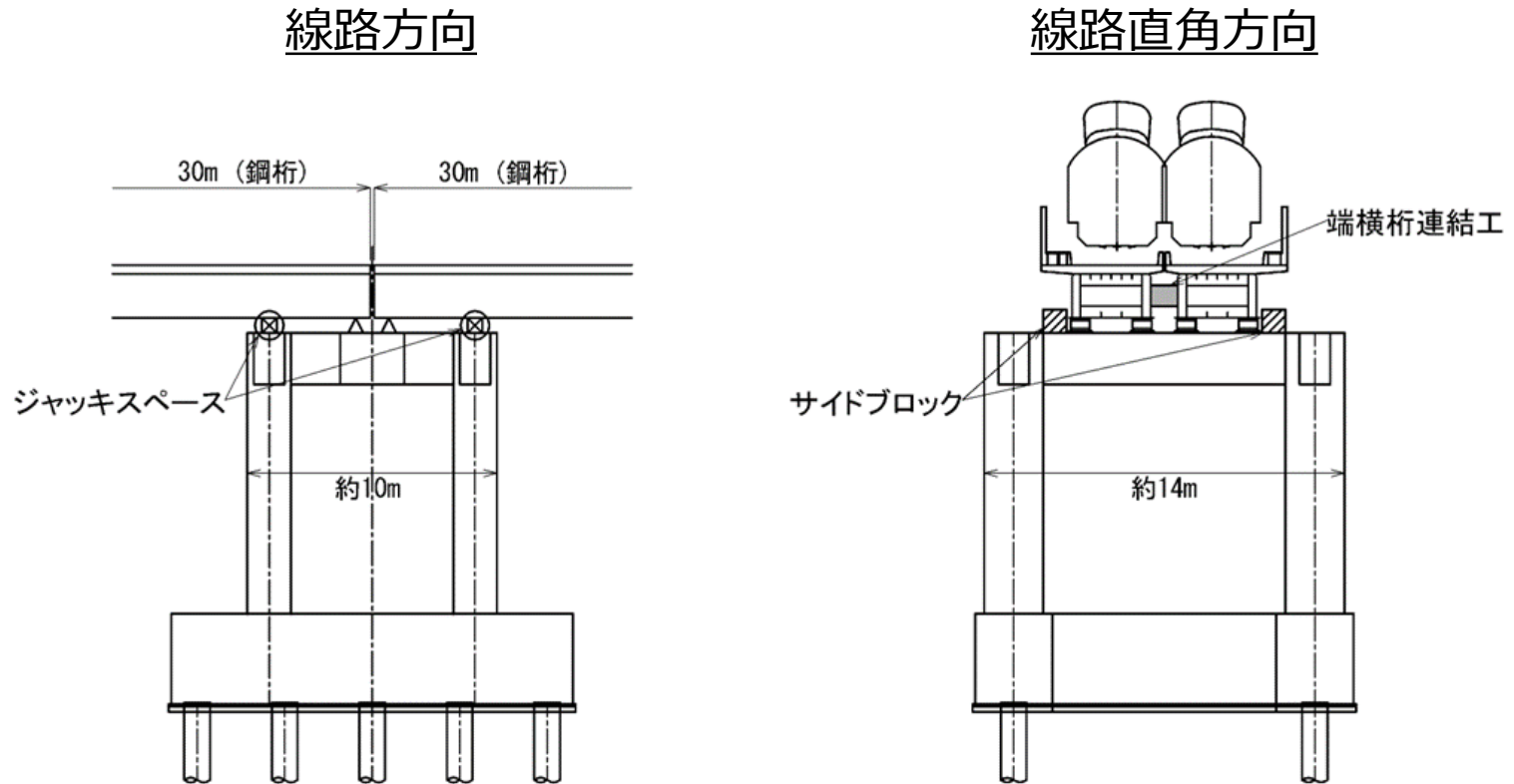


図5 ラーメン橋台+桁

## 7. 質疑応答

---

ご清聴ありがとうございました。