

鋼方杖ラーメン橋の耐震補強
 —横浜横須賀道路 田浦第二高架橋—

SEISMIC RETROFIT OF STEEL STRUTTED RIGID FRAME BRIDGE
 —TAURA NO.2 VIADUCT ON YOKOHAMA-YOKOSUKA ROAD—

平野 勝彦* 小田 優介**
 Katsuhiko HIRANO and Yusuke ODA

ABSTRACT Yokohama-Yokosuka road is a fully-access-controlled highway that connects Miura Peninsula area and Yokohama city as bypass road for National Highway 16, and is an important road that is required to function as an emergency transportation route in a times of disaster. Taura No.2 viaduct, which is a part of Yokohama-Yokosuka road, is a road bridge consisting of a steel strutted rigid frame continuous box girder bridges. This paper presents the results seismic retrofit design and works for this steel rigid strutted frame continuous box girder bridge.

KEYWORDS: 鋼方杖ラーメン橋, 鋼構造物, 耐震補強

Steel rigid strutted frame bridge, steel structure, seismic retrofit

1. はじめに

横浜横須賀道路は、一般国道 16 号のバイパス道路として三浦半島地域と横浜市を結ぶ自動車専用道路であり、災害時には緊急輸送路としての機能を発揮することが求められる重要な路線である。田浦第二高架橋は、横須賀インターチェンジに近接した神奈川県横須賀市田浦町の山峡を跨ぐ鋼方杖ラーメン式連続箱桁橋と鋼連続鈹桁橋、RC 連続中空床版橋で構成される道路橋である。本稿では、田浦第二高架橋のうち鋼方杖ラーメン式連続箱桁橋（以下、「本橋」という。）に対する耐震性能照査および耐震性能確保のための耐震補強設計の内容を報告するとともに、耐震補強工事の施工計画の立案にあたり、架橋環境や工事中にも確保が必要な交通機能等の条件を踏まえた施工上の課題に対して講じた施工内容や、工程管理および施工精度確保のために行った施工上の工夫についても合わせて報告する。

表－1 既設橋の構造概要

上り線					
橋脚・橋台	P3	P4	P5	P6	A2
上部工	鋼4径間連続方杖ラーメン箱桁橋				
支承	鋼製ピボット ローラー沓	鋼製ピボット沓 (橋脚基部)	鋼製ピボット沓 (橋脚基部)	鋼製ピボット ローラー沓	鋼製ピボット ローラー沓
	可動	固定	固定	可動	可動
下部工	RCラーメン橋脚	鋼製橋脚	鋼製橋脚	RCラーメン橋脚	RC逆T式橋台
基礎工	深礎杭基礎	直接基礎	直接基礎	深礎杭基礎	直接基礎
下り線					
橋脚・橋台	P6	P7	P8	A2	
上部工	鋼3径間連続方杖ラーメン箱桁橋				
支承	鋼製ピボット ローラー沓	鋼製ピボット沓 (橋脚基部)	鋼製ピボット沓 (橋脚基部)	鋼製ピボット ローラー沓	
	可動	固定	固定	可動	
下部工	RC壁式橋脚	鋼製橋脚	鋼製橋脚	RC逆T式橋台	
基礎工	直接基礎	直接基礎	直接基礎	直接基礎	

2. 既設橋梁の概要

既設橋一般図および構造概要を表－1，図－2に示す。本橋は、上下線分離の一方方向2車線を有する鋼方杖ラーメン構造であり、上り線は橋長 175.37mで4径間、下り線は橋長 175.45mで3径間の連続箱桁橋である。

*東日本高速道路（株） 関東支社 建設事業部 構造技術課 課長代理
 (〒330-0854 埼玉県さいたま市大宮区桜木町 1-11-20)
 **東日本高速道路（株） 関東支社 つくば工事事務所 つくば工事区
 (〒305-0882 茨城県つくば市みどりの中央 8-1)

上下線ともに1984(昭和59)年に供用し、以降、耐震補強工事までに37年が経過していた。上部構造は、2主桁桁であり、上り線は方杖ラーメン構造を形成する3径間に加えて連続桁形式の側径間を有している。なお、建設当初の設計基準は下部構造が昭和48年道路橋示方書(以下、「道示」という。), 上部構造が昭和55年道示を適用している。

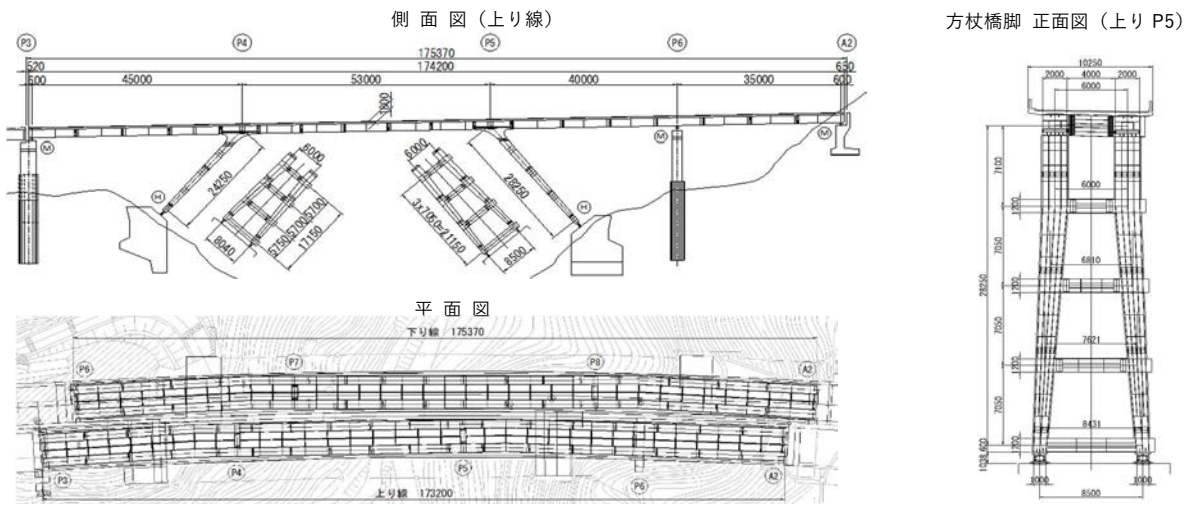
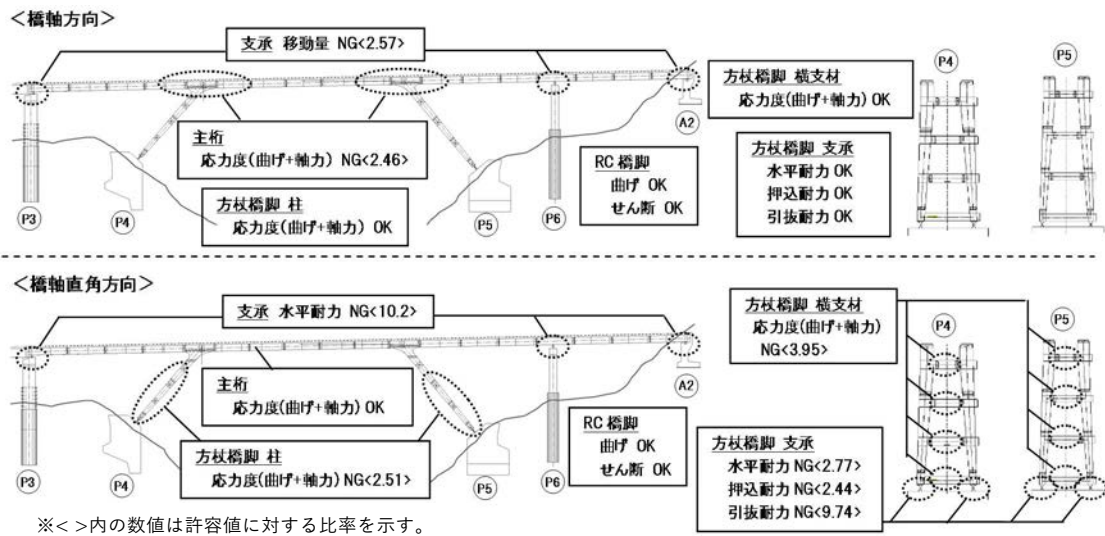


図-1 既設橋一般図

3. 耐震補強設計

3.1 現況の耐震性能結果²⁾

本橋のレベル2(L2)地震動に対する現況構造の耐震性能照査結果を図-2に示す。橋軸方向、橋軸直角方向の加振に対し、表-2に示す内容の照査を満足しない結果であった。



※<>内の数値は許容値に対する比率を示す。

図-2 既設橋に対する耐震性能照査結果

表-2 現況の耐震性能照査を満足しない部位

加震方向	部位	照査結果
橋軸方向	主桁	許容応力度の超過
	支承 (RC橋台・RC橋脚部)	許容移動量の超過
	桁遊間	移動量が桁遊間を超過
橋軸直角方向	方杖橋脚	許容応力度の超過
	支承 (方杖橋脚基部)	水平力・押込み・引抜きに対する耐力超過
	支承 (RC橋台・RC橋脚部)	水平力に対する耐力超過
	上下線の離隔	高欄相互の衝突

表-3 各部材の目標とする限界状態と評価指標

部材	限界状態	評価指標	許容値
主桁・横桁	力学的特性が弾性域を越えない限界の状態	応力度	H24道路橋示方書に規定される許容応力度 (割増係数1.7)
方杖橋脚・横支材			
既設支承・取替支承 (鋼部材)	エネルギー吸収が確保できる限界の状態	ゴムのひずみ	250%
取替支承 (高減衰積層ゴム)			
制震デバイス	確保できる限界の状態	軸力	降伏軸力
RC橋脚	損傷の修復を容易にできる限界の状態	曲率	許容曲率 $\phi_a = \frac{\phi_u - \phi_{y0}}{\alpha}$
既設可動支承	可動機能が確保できる限界の状態	移動量	許容移動量
主構造相互の離隔	相互に衝突しない状態	移動量	桁遊間 上下線の離隔

3.2 目標とする耐震性能²⁾

目標とする耐震性能は、既設橋梁であることを踏まえ、既設橋の耐震補強設計に関する技術資料¹⁾を参考に設定することとし、既設橋脚の塑性化を許容する対象は比較的復旧が容易であるRC橋脚のみとし、復旧が困難と想定される方杖橋脚については地震時応答を弾性領域内に留めることとした(表-3)。なお、耐震性能照査は時刻歴応答解析により行い、考慮する地震動は平成24年道示のタイプI・タイプIIの標準波形とした。

3.3 補強工法検討の着目点²⁾

(1) 橋軸方向

前述の照査結果より、橋軸方向の補強方針として橋梁全体の変形を抑制することが必要と考えられた。この具体的な対策案としては、支承を免震支承に取り替える方法と、ダンパー等の制震デバイスによる変位抑制が考えられたが、既設支承がL2地震動に対して設計されたものではなく、かつ橋軸直角方向の地震時水平力に対して支承部耐力を超過することから、免震支承に取り替えることを基本とした。

(2) 橋軸直角方向

橋軸直角方向の照査結果で方杖橋脚の塑性化が生じた要因の1つは、橋梁の固有周期が比較的短く、橋梁全体の応答加速度が大きくなることであった。固有周期が比較的短い要因は、方杖橋脚の横支材が箱断面構造であるため、橋脚全体の剛性が高いことが寄与していると考えられた。また、橋脚の剛性が高いことで方杖橋脚のロッキング挙動が卓越し、その影響により方杖橋脚基部の支承に生じる押込み・引抜き力が増大する結果が導かれているものと推測された。特に引抜き力は死荷重を大きく上回る力が作用し、上沓と下沓の固定キャップやアンカー部における耐力超過が顕著であった。

橋軸直角方向の補強方針として、方杖橋脚基部の支承取替は、支承規模が大きいだけでなく常時高い軸力が作用していること、更には支承取替の施工の確実性を考慮すると困難であると想定された。また、支承部全体をコンクリートで巻き立てる工法も考えられるが、橋脚基部が回転方向に剛になることにより、橋脚本体を含む方杖橋脚基部の応答を更に増加させてしまう懸念があった。

以上のことから、橋軸直角方向の合理的な補強方針として方杖橋脚の剛性を低減する必要があると考えた。一方で、方杖橋脚の剛性を低減しつつも常時に対する既存の耐震性能を担保するため、その両者を満足するような構造の立案が課題となった。

3.4 補強工法の検討結果²⁾

前節の着目点を踏まえて補強工法の検討は、表-4に示す対策に着目して検討を進めた。方杖橋脚の橋軸直角方向の対策は、横支材の剛な箱断面からI形断面に取り替えることで、橋脚全体の剛性を低減させることとした。ただし、この対策のみでは剛性が過小になり、常時およびレベル1(L1)地震時の照査を満足しないことから、座屈拘束ブレースを利用して橋脚の抵抗特性を作用の大きさに応じて変化させるために、横支材を剛性の低いものに取り替えることとした。既設の方杖橋脚構造はフィーレンディール状の構造でL1地震等の水平力に抵抗しており、材片数の低減や景観性の向上を期待して採用されたと考えられる。一方で、横支材取替と座屈拘束ブレース設置を組み合わせた対策工法(以下、「本対策工法」という。)は、常時・L1地震時にはトラス状の横組で抵抗し、L2地震時には単柱に近い構造で地震時応答を低減することとなる。これは、L2地震動に対する耐震性能確保という新たな課題を含めて最小限の補強規模で性能を付与した結果である。なお、横支材を箱断面のまま座屈拘束ブレースを設置する案も検討したが、橋脚内の相対変形が小さく効果が限定的であった。

表-4 補強検討にあたり着目した補強工法

対象部材	橋軸方向の対策	橋軸直角方向の対策
支承(RC橋脚・橋台)	支承取替(免震)	支承取替(免震)
方杖橋脚	-	横支材取替 (箱断面→I断面)
		座屈拘束ブレース設置

これらの対策により、橋軸直角方向地震時の橋梁全体の応答は大きく低減され（図-3）、方杖橋脚基部の支承応答は対策前の50%以下となった（図-4）。その結果、橋軸方向、橋軸直角方向ともに方杖橋脚基部支承の引抜きを除く既設部材の照査を満足した（図-5）。引抜きに対しては既設支承の設計荷重が小さく支承耐力の超過が避けられなかったため、引抜き力に対する支承の固定機能を補完する構造として、各橋脚基部にPCケーブルを設置することとした。また、上下線それぞれの主桁の橋軸直角方向変位が小さくなり、両者の高欄相互の衝突も生じない結果となった。

表-5 常時・L1地震時およびL2地震時に対する採用工法の特性

	座屈拘束ブレース設置	横支材取替	横支材取替+座屈拘束ブレース (本対策工法)
概要図			
常時・L1地震時	○ 補強前に部材を追加するため常時・L1地震時の性能は向上する。	× 横支材の剛性が小さく常時・L1地震時の性能が補強前に対して低下する。	○ 座屈拘束ブレースが塑性部材として挙動するため常時・L1地震時の性能は補強前と同等である。
L2地震時	△ 横支材の剛性が高く、座屈拘束ブレースの制震効果が発揮されにくい。	△ 橋脚の剛性が小さくなることで橋脚柱の応答は低減されるが変形が過大になる。	○ ブレースの塑性化により橋脚の剛性を低減しつつエネルギー吸収することで橋脚の応答が低減される。

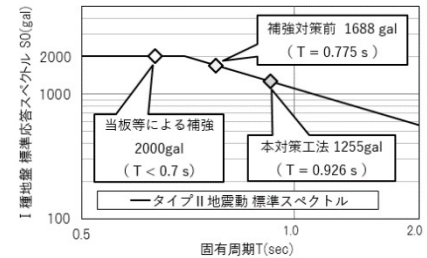


図-3 補強対策前後の標準応答加速度

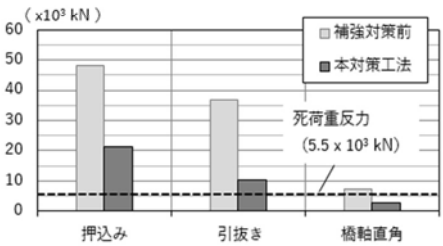


図-4 補強対策前後の方杖橋脚支承反力

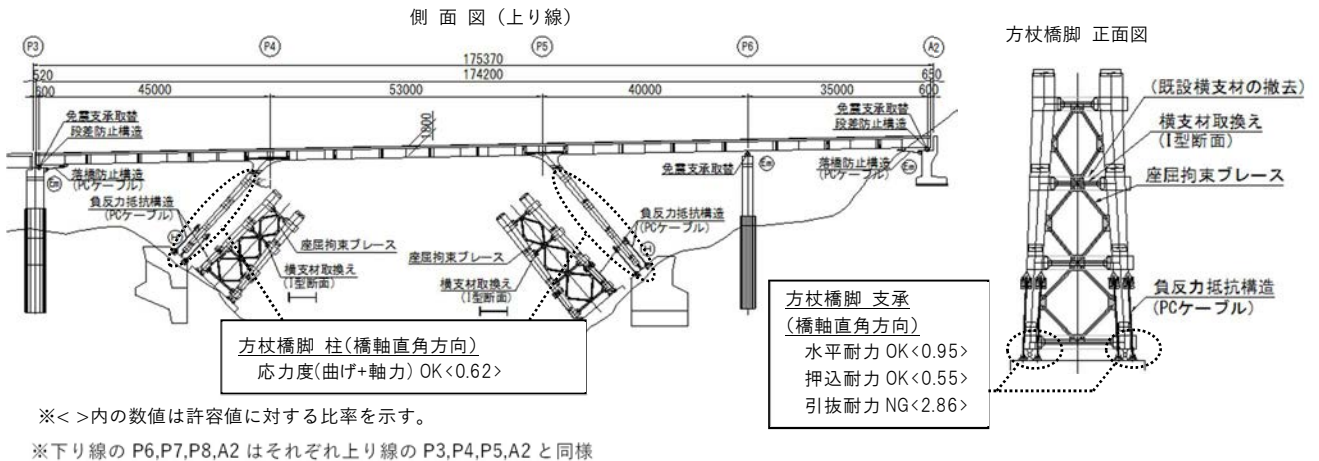


図-5 補強一般図および補強対策後の既設部材照査結果

耐震補強工法の比較検討結果を表-6に示す。他の工法に対し、主として構造的・施工性・経済性に優れていたことから本工法（案3）を補強工法として採用した。概算では対案に対して工事費が20～30%程度少なくなる結果となった。

表－6 耐震補強工法の比較

		案1	案2	案3
		ブレース設置+当て板補強+グラウンドアンカー	当て板補強+グラウンドアンカー	横支材取替+座屈拘束ブレース+PCケーブル
方杖橋脚の補強概要		<p>ブレース・ガゼット (H断面 8本/脚)</p> <p>当て板補強 (t=22~25mm)</p> <p>メナーゼンジ+グラウンドアンカー (19xφ12.7 L=17m 32本/脚)</p>	<p>当て板補強 (t=22~50mm)</p> <p>メナーゼンジ+グラウンドアンカー (19xφ12.7 L=17m 22本/脚)</p>	<p>横支材交換 (箱断面→I断面 4本/脚)</p> <p>座屈拘束ブレース (上:Py=1100kN 下:Py=1500kN 12本/脚)</p> <p>PCケーブル (Py=3667kN 8本/脚)</p>
構造性	方杖橋脚	×	×	○
	方杖橋脚 支承	×	×	○
施工性	方杖橋脚	×	×	○
	方杖橋脚 支承	×	×	○
維持管理性	方杖橋脚	△	△	○
	方杖橋脚 支承	△	△	○
経済性	方杖橋脚	×	△	○
	方杖橋脚 支承	×	△	○
工費比率		1.00	0.85	0.69
採否		× 構造性・施工性・経済性等が劣るため不採用	× 構造性・施工性・経済性等が劣るため不採用	◎ (本対策工法) 構造性・施工性・経済性に優れるため採用

4. 施工

4.1 施工計画立案時に生じた施工上の課題と課題解決³⁾

(1) 路線特性に応じた工事实施上の課題

横浜横須賀道路（以下、「横横道」という。）は、三浦半島地域の基幹交通軸であり、本橋の位置する区間は、上下線合わせて 47,000（台/日）を超える断面交通量を有している。そのため、工事に伴って交通規制を長時間実施するような社会的影響の大きい施工方法を計画することができず、平時の交通機能を確保しながら耐震補強工事を行う施工計画の立案が課題となった。

(2) 各施工段階で生じた課題と課題解決の概要

具体的な施工計画を策定するにあたり、(1) で生じた工事实施上の課題を解決し、円滑かつ確実に耐震補強工事を進めるために、各施工段階で懸念される個々の課題を抽出した。以下にその課題と対応の概要を示す。なお、これらの課題を解決するために立案した施工計画の詳細については、次節以降に示す。

1) 日々の車線規制を伴わない工事用道路の計画

本橋の架橋環境は、急峻な谷地に位置しており、一般道から桁下の施工地点に到達することができない。そのため、横横道から施工地点に到達するための工事用道路を計画する必要があった。工事用道路は、横横道における常時の交通規制を伴わない構造であることを条件とし、工事に伴う日々の通勤車両や資機材運搬車両などが横横道の交通機能に影響を与えないように配慮して計画を立案した。

2) 急峻な谷地形で工事を実施するための仮設備計画

平地部に位置する一般的な橋梁の耐震補強工事では、高所作業車や油圧クレーン等の施工機械を施工箇所近傍まで乗り入れて、各種の補強工事を実施されることが多い。しかしながら、本橋が位置する急峻な谷地では施工機械が施工地点まで近接することができず、一般的な施工方法を選択できない現場条件であった。そのため、現地条件を踏まえつつ、交通規制を伴わない耐震補強工事を可能とする仮設備の設置・解体計画を立案した。

3) 施工時安全性・施工性の検討

本橋における方杖橋脚の横支材取替や支承取替は、既設橋梁の部材取替を行う工種である。部材取替の施工期間中は一時的に既設部材が撤去された状態が発生するが、路線特性上、部材取替に伴う本線の通行止めを行わずに横横道の交通機能を確保させながら施工を行う必要があった。そのため、施工時の構造安定性を重視した施工ステップを検討した。

4.2 日々の車線規制を伴わない工事用道路の計画³⁾

(1) 起点側工事用道路

起点側（A1側）の工事用道路は、横横道（下り線）の路肩に進入用出入口を造成し、建設当時の工事用道路（以下、「旧工事用道路」という。）を再利用する計画とした。旧工事用道路は、建設当時から年月が経過しており、当時の原型を留めていなかった。そのため、ヤード内の伐木と表土のすき取りを行い、砕石路盤 12 cm と加熱アスファルト 5 cm の敷設によって旧工事用道路を復旧した（図-6、図-7）。これにより、起点側において資機材搬入出を行うための動線の確保と、桁端橋脚（上り線 P3 橋脚、下り線 P6 橋脚）の施工地点に進入する場合の交通規制が不要となる施工が可能となった。一方で、谷地の中でも最も急峻な場所に位置する方杖橋脚（上り線 P4 橋脚、下り線 P7 橋脚）への近接は、工事用道路からも不可能であるため、後述する足場計画と仮設クレーン設備計画を併用して別途検討することとした。

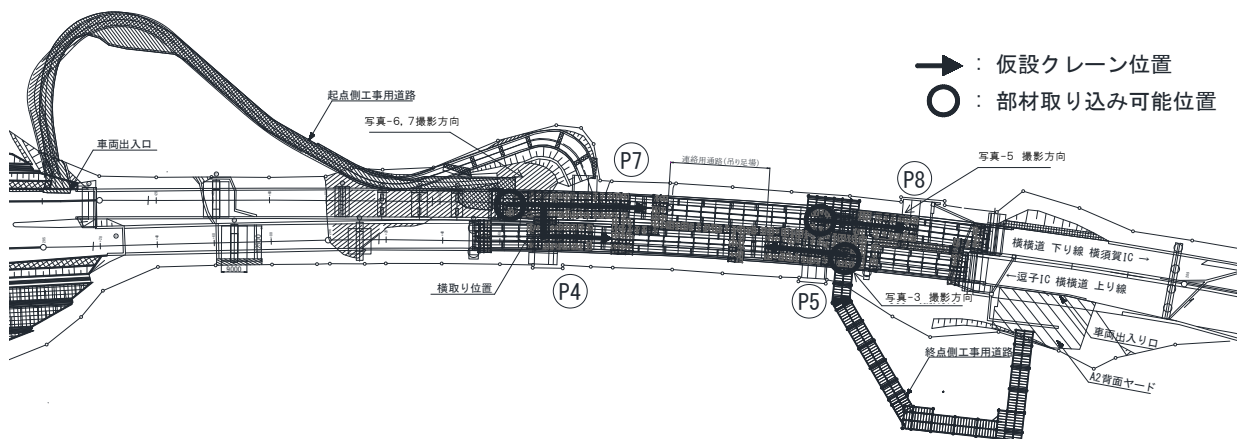


図-6 工事用道路全体図・吊り足場および仮設クレーン設備配置図

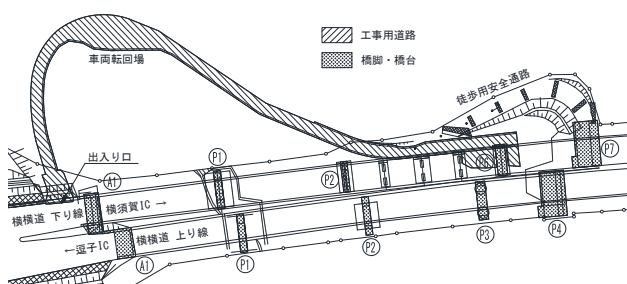


図-7 起点側工事用道路

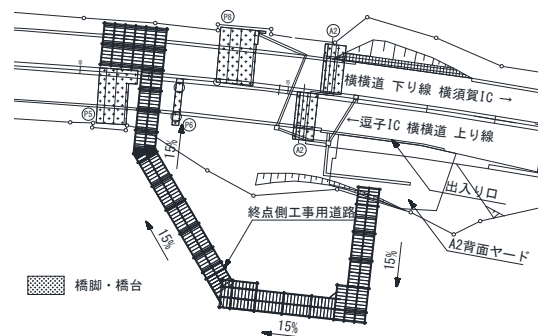


図-8 終点側工事用道路

(2) 終点側工事用道路

終点側（A2側）では、横横道（上り線）から進入できる出入口を A2 背面ヤードに造成することとし、A2 背面ヤードから方杖橋脚基部までは 25m 程度の高低差があることから、下り勾配の仮設栈橋を計画した。仮設栈橋は、路面勾配 15% の下り勾配として方杖橋脚付近まで最短で到達できる路面線形として計画した（図-8）。更に、仮設栈橋の終点部分には構造高さ 30m 程度の作業構台（写真-1

1)を谷地に構築して、耐震補強工事で必要となる補強部材の荷取りスペースを確保した(写真-2)。



写真-1 仮設栈橋

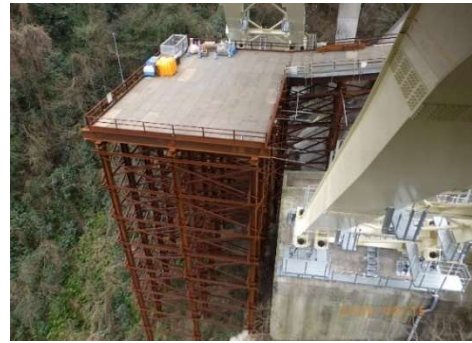


写真-2 作業構台

4.3 急峻な谷地形で工事を実施するための仮設備計画

(1) 急峻な谷地形での足場設置・解体計画

上部構造に取り付ける吊り足場の組立・解体では、高所作業車を用いた施工方法が一般的であるが、本橋のような急峻な地形で高所作業車を使用することはできない。また、一般的な単管吊り足場の組立・解体には熟練技術を要するだけでなく、墜落・転落の危険性を伴う。そのため、本工事では、身を乗り出さずに張出し施工が可能なパネル式吊り足場を採用して足場の組立・解体時の施工安全性を高めた(図-9)。なお、足場の組立・解体に必要な資材は、工事用道路から供給することで横横道の車線規制を伴わずに吊り足場を組立・解体する計画とした。

一方、起終点の工事用道路は谷地を挟んで分断されることとなり、工事用道路間の連絡は横横道を経由した車両移動が必要となる。そこで鋼方杖ラーメン箱桁橋の中央支間部に連絡通路用の吊り足場を設置して工事用道路間の徒歩移動や小資機材の足場上運搬ができる足場配置として施工効率を高めた(図-6)。

方杖橋脚部の吊り足場は、上部構造の吊り足場と同様にパネル式吊り足場を設置する計画とし、足場施工時の墜落・転落に対する安全性を更に向上させるため、先行安全ネットを設置した(写真-3)。

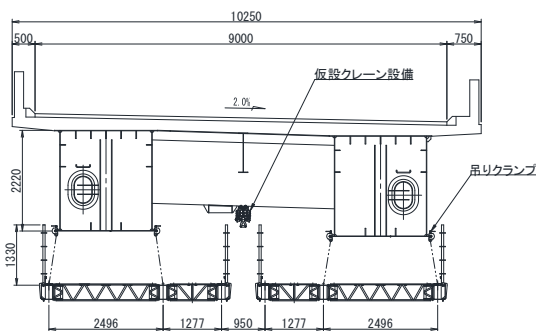


図-9 上部構造用パネル式足場断面図



写真-3 方杖橋脚部の足場と安全ネット

(2) 仮設クレーン設備の計画

工事に必要な補強部材等の取り付け部近傍までの搬入は、一般的に横横道の交通規制を行い、交通規制内からクレーンにて荷下ろしすることが考えられる。しかし、この搬入方法の場合、日々の交通規制を伴うため、横横道の交通機能に影響を与えてしまうことになる。そこで、本工事における補強部材等の取り付け部近傍までの搬入は、整備した工事用道路から行うこととし、交通規制を伴うことなく工事を実施する仮設クレーン設備(以下、「仮設クレーン」という。)を計画した(図-6)。この仮設クレーンは、上部構造の横桁に設置した走行用軌条レールと、2.8t吊り電動トロリーおよび電動チェーンブロックで構成される設備である(写真-4)。この仮設クレーンを方杖橋脚基部の直上にそれぞれ1セット設置し、工事用道路から搬入した耐震補強部材を方杖橋脚部の補強地点まで縦取り運

搬できる計画とした（写真－５，６）。なお，図－６に示すとおり，P4 橋脚への縦取り運搬途中で橋軸直角方向への部材横取りが必要となる。直角方向への部材横取りにあたり，地形条件の影響で部材の地上への仮置きはできないため，仮設クレーンに部材を玉掛けした状態で，横取り用のチェーンブロックに部材を吊り変えながら部材を横取り運搬した。その際，吊り足場を２層構造にして安全に玉掛作業を行えるように計画した（図－１０）。



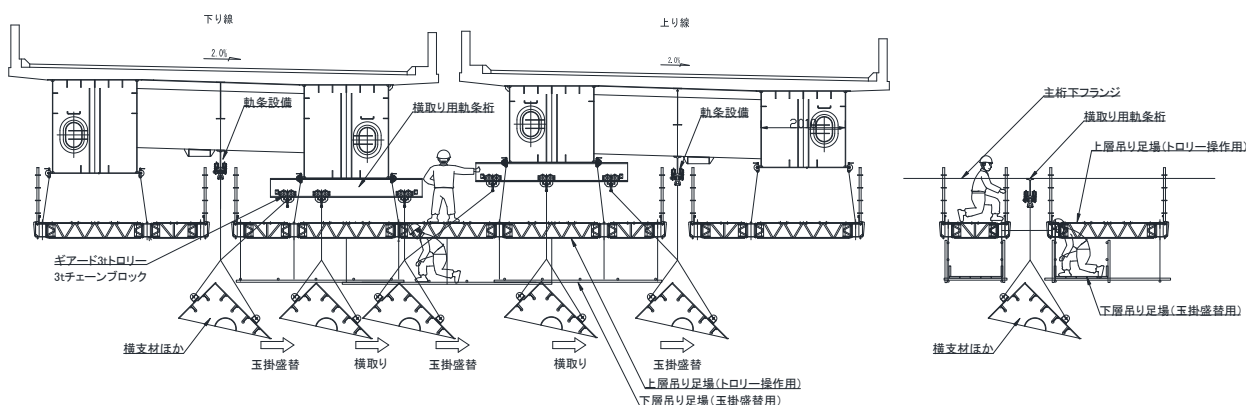
写真－４ 仮設クレーン



写真－５ 仮設クレーンによる縦取り運搬(終点側)



写真－６ 仮設クレーンによる横取り運搬(起点側)



(a) 橋軸直角方向への横取り運搬断面図

(b) 横取り運搬位置における２層構造の吊り足場

図－１０ 仮設クレーンによる横取り運搬の詳細

4.4 方杖橋脚部の施工時安全性・施工性の検討

(1) 構造安定性を確保するための施工ステップの検討²⁾

本対策工法は，施工段階において一時的に横支材の撤去が生じるため，常時・L1 地震時の構造安定性を照査するとともに，L2 地震時における影響が小さいような施工手順を検討した（図－１１）。施工手順は，横支材を下端から順に取り替える案１と，上端から順に取り替える案２を検討案とした。

常時・L1 地震時の照査は，各施工ステップに対して静的骨組解析を実施し，各案ともに照査を満足

することを確認した。なお、施工中も道路機能を低下させないために施工時の許容値割増は考慮していない。

L2地震時の照査は、常時・L1地震時の解析において曲げモーメントが卓越するステップに対し、時刻歴応答解析を実施した。その結果、案1では橋脚下端側、案2では橋脚上端側の応答増加率が大きくなったが、案1では橋脚下端の応答が許容値を超過するのに対し、案2では許容値内であった。(図-12)。このことから横支材の取替は、案2の上段の横支材取替後に座屈拘束ブレースを設置、次段の横支材取替および座屈拘束ブレースの設置を行う段階的な補強ステップを採用した。

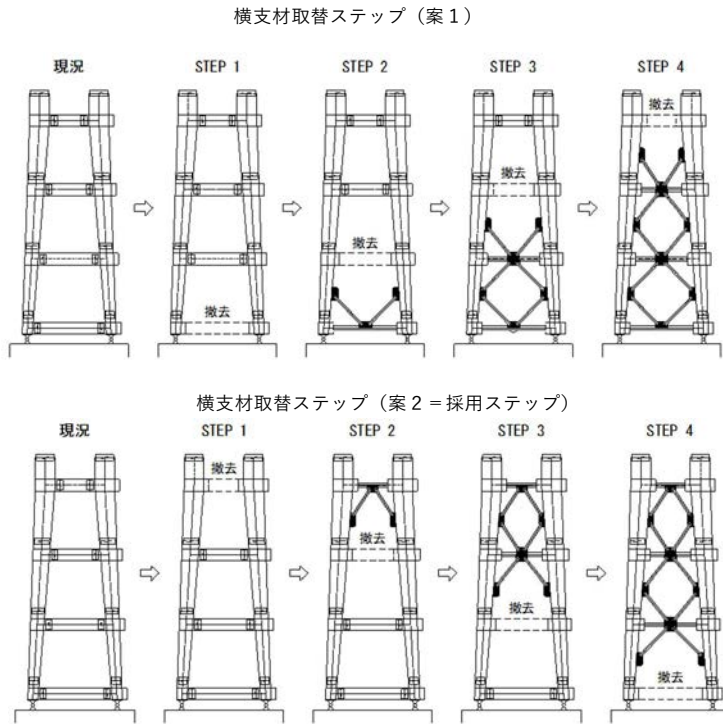


図-11 横支材取替ステップ

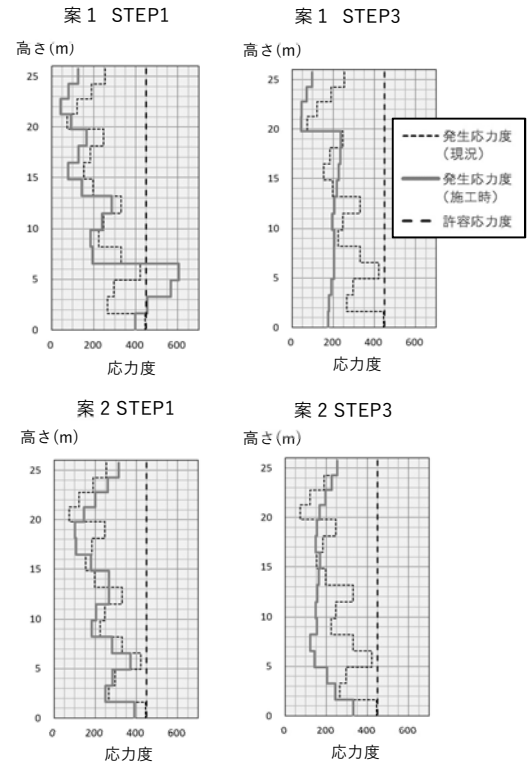


図-12 横支材取替時の橋脚応答 (直角方向 L2 地震時)

(2) 横支材取替工の施工計画³⁾

既設横支材の撤去は、仮設クレーンにて玉掛後に高力ボルト撤去と既設横支材の水平ガス溶断によって上下2分割撤去とした(写真-7, 8)。撤去した部材の仮設クレーンで縦取り運搬して工事用道路から場外に搬出することで、交通規制を伴うことなく撤去を実施した(写真-5, 6)。撤去時は、横支材位置における橋脚変位と動的解析結果との差異を確認しながら慎重に施工した。横支材の撤去後、箱桁形状の既設横支材の仕口部に複数枚のガセットプレートを取り付けてI形状の仕口に再構築を行い、新設横支材を仮設クレーンにて架設して部材取替を行った(写真-9)。

(3) 座屈拘束ブレースの施工計画³⁾

方杖橋脚に座屈拘束ブレースを設置するためのガセットプレートは、既設橋脚の寸法誤差を吸収できる2分割構造とし、取り付け精度を高めるために添接板の一部に現地孔明け箇所を設けた(図-13)。

(4) 負反力対策構造の施工計画³⁾

負反力対策構造の部材重心位置は、横支材や座屈拘束ブレースと異なり、仮設クレーンから大きく離れている。そのため、上部構造の下フランジに軌条H鋼を取り付け、主桁間に取り付けした仮設クレーンで運搬した補強部材を主桁下フランジに取り付けた軌条H鋼を用いて部材横取りして所定位置

に据付した（図-14）。



写真-7 既設横支材の撤去状況



写真-8 既設横支材の上下分割撤去



写真-9 新設横支材の仕口構造

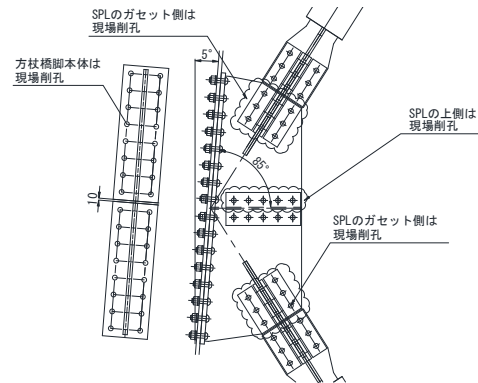


図-13 2分割構造としたガセットプレート

5. まとめ

本稿では、国内事例の少ない比較的橋長の長い鋼方杖ラーメン橋に対して災害時の緊急輸送路としての機能を確保させるために耐震補強対策の方針検討を行い、その具現化のための耐震補強設計と様々な課題に対する課題解決に取り組んだ施工計画を紹介した。道路における震災対策として緊急輸送路の耐震補強の加速化が進む中、本稿が同様の耐震補強設計・工事における一助になれば幸いである。

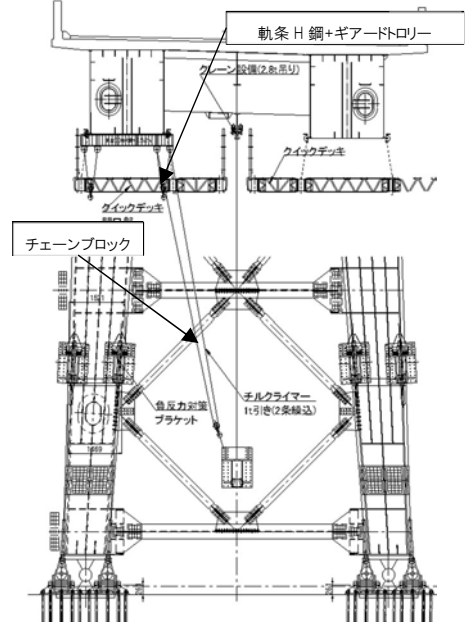


写真-14 負反力対策構造の架設概要 (ブラケット設置時)

参考文献

- 1) 国土交通省国土技術政策総合研究所, (独) 土木研究所: 国総研資料 第700号 土研資料 第4244号 既設橋の耐震補強設計に関する技術資料, 2012
- 2) 平野勝彦他: 鋼方杖ラーメン橋の耐震補強設計, 橋梁と基礎, vol. 55, No. 11, pp. 35-44, 2021
- 3) 澤田信之他: 交通機能を確保しながら実施した鋼方杖ラーメン橋の耐震補強工事, 橋梁と基礎, Vol. 55, No. 12, pp. 31-36, 2021