

論文・報告

名古屋高速道路新洲崎工区改築事業

～都市高速道路における既設改築を伴う出入口追加設置工事の実施設計～

Reconstruction Project of Nagoya Expressway Shinsuzaki Construction Section

岩井 学 *1
Iwai Manabu

三好 一高 *1
MIYOSHI Kazutaka

王 俊傑 *2
OU Shunketsu

田淵 航*3
TABUCHI Kou

新洲崎工区改築事業は、リニア中央新幹線の開業を見据えて名古屋駅と名古屋高速道路のアクセス性を強化するために、名古屋駅東側と都心環状線および高速 2 号東山線を接続する計 4 本の出入り口ランプを増設する事業である¹⁾。川田工業㈱は、このうち鋼製橋脚 13 基と上部工 2 連の実施設計を行った。本稿では、既設高速や河川との交差に加え、移設不可能な地下埋設物などから多くの制約を受ける立地条件のもと、詳細設計において検討した事項について紹介する。

キーワード：改築事業、かぎ型橋脚、SBHS500、隅角部、フェールセーフ

1. はじめに

本業務は、都市内の幹線道路上にある既設高速道路に対して、名古屋駅に向けた入口 2 本（北行 ON ランプ、東行 ON ランプ）と出口 2 本（北行 OFF ランプ、西行 OFF ランプ）の計 4 本、延長約 3.5km の増設を行う工事の実施設計業務である¹⁾。このうち、川田工業㈱（以下、当社）では東行 ON ランプ、西行 OFF ランプの、鋼製橋脚 13 基と上部工 2 連の詳細設計と施工計画を行った。

当該橋梁は、名古屋高速都心環状線と東山線の 2 層構造である既設高速や、街路交差点、河川などの交差条件に加え、地下には移設不可能な埋設物が多く存在する立地条件のもとに計画する必要がある、橋脚位置の決定に際して多くの制約を受けた。この結果、鋼製橋脚には、

柱高・梁長がともに大きな逆 L 型橋脚や、逆 L 型の梁先端に柱を有するかぎ型橋脚など、特殊な形状のものが多くあり、上部工は最大支間長が 100m を超える不等径間配置となっている。

このため、本業務では、特殊形状の橋脚が分担する荷重を低減して橋梁全体の構造安定性を高めるとともに、上部工のモーメントバランス改善と負反力に対する検討を行った。さらに、柱と上部工支持点の偏心量が大きい橋脚に対しては、隅角部の板厚低減による溶接性、施工性の向上や、平成 29 年道示により設けられた構造設計上の配慮事項としてのフェールセーフ機能の付与などについても検討し、詳細設計に反映している。

また、施工計画においては、橋梁区間のすべてが街路、既設高速の上空または近接施工であることに加え、街路規制を伴う限られたヤード内での施工となることを踏まえ、多くの検討を実施したうえで施工手順や施工工法を選定している。本稿では、これらの検討事項のうち、主に橋梁設計に関する内容について報告する。

2. 業務概要

本業務の概要を表 1 に示す。

表 1 業務概要

業務名	市道高速1号他新洲崎工区改築事業（実施設計）
設計箇所	名古屋市市中村区駅南2丁目地内から 名古屋市中区大須2丁目地内まで
発注者	名古屋高速道路公社
受注者	大林・大豊・矢作・川田・MMB・宮地・瀧上・駒ハルJV

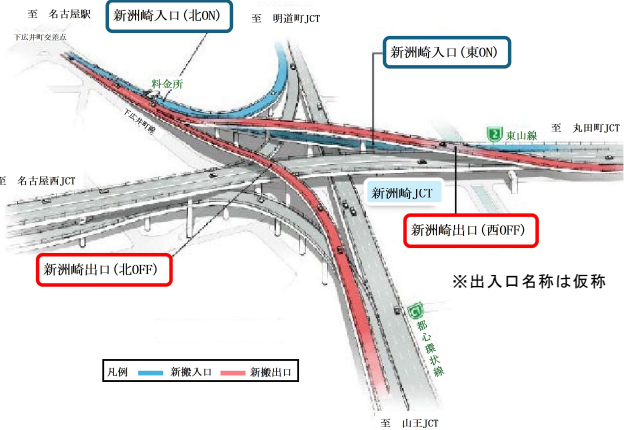


図 1 新洲崎 JCT の概要

*1 川田工業㈱技術統括部東京技術部東京技術課 主幹
*2 川田工業㈱技術統括部東京技術部東京技術課 主任
*3 川田工業㈱技術統括部東京技術部東京技術課

3. 橋梁概要

当社が担当した橋梁の概要を表 2 および図 2 に示す。

表 2 橋梁諸元

上部構造	橋梁名称	東行ONランプ										西行OFFランプ									
	橋梁形式	9径間連続鋼床版1主桁桁橋										9径間連続鋼床版1主桁桁橋									
	橋長 (m)	594.1										598.6									
	支間長 (m)	36.0+45.1+91.8+49.2+110.0+64.0+72.0+66.0+58.2										35.5+47.0+96.1+87.2+100.8+51.0+55.0+66.1+58.0									
	総幅員 (有効幅員) (m)	6.500~7.250 (5.500~6.250)										6.500~7.250 (5.500~6.250)									
	平面線形	R=150m~A55~R150m~R=∞~R=400m~R=∞~R=800m~R=∞~R=800m										R=150m~R=∞~R=400m~R=∞~R=500m~R=∞~R=500m									
	縦断勾配	8.00%/VCL=40m/2.495%/VCL=100m\3.041%/VCL=40m\6.000%										8.00%/VCL=40m/2.495%/VCL=100m\3.041%/VCL=40m\6.000%									
下部構造	横断勾配	2.00%~6.00% (片勾配)										-2.00%~6.00% (片勾配)									
	本体重量 (t)	2,007.9										2,114.3									
	橋脚名称	東ON1 (西OFF12)	東ON2 (西OFF11)	東ON3 (西OFF10)	東ON4 (西OFF9)	東ON5	東ON6	東ON7	東ON8	東ON9	東ON10	西OFF8	西OFF7	西OFF6	西OFF5	西OFF3	西OFF2				
	橋脚種別	鋼	鋼	鋼	鋼	鋼	鋼	鋼	鋼	RC	RC	鋼	鋼	鋼	鋼	鋼	鋼				
	橋脚形式	門型	かぎ型	かぎ型	門型	逆L型	逆L型	逆L型	単柱	T型	T型	逆L型	かぎ型	逆L型	逆L型	逆L型	逆L型				
下部構造	上・下部接続形式	支承	剛結	剛結	剛結	剛結	剛結	剛結	剛結	支承	支承	剛結	剛結	剛結	剛結	剛結	剛結				
	アンカー形式	AF	AF	AF	AF	AF	AF	直定	AF	—	—	AF	AF	AF	AF	AF	AF				
	基礎形式	鋼管杭	ケーソン	ケーソン	鋼管SC杭	鋼管SC杭	鋼管杭	鋼管杭	場所打ち杭	場所打ち杭	場所打ち杭	ケーソン	鋼管杭	場所打ち杭	場所打ち杭	鋼管杭	鋼管杭				
	本体重量(アンカー含む) (t)	373.3	482.8	729.3	449.6	229.3	188.3	114.5	132.4	—	—	466.3	537.4	174.2	199.0	121.0	119.7				

注1) 部は、当社設計範囲外

注2) 東ON1～東ON4橋脚は、東行ONランプ、西行OFFランプの上部工をともに支持している。

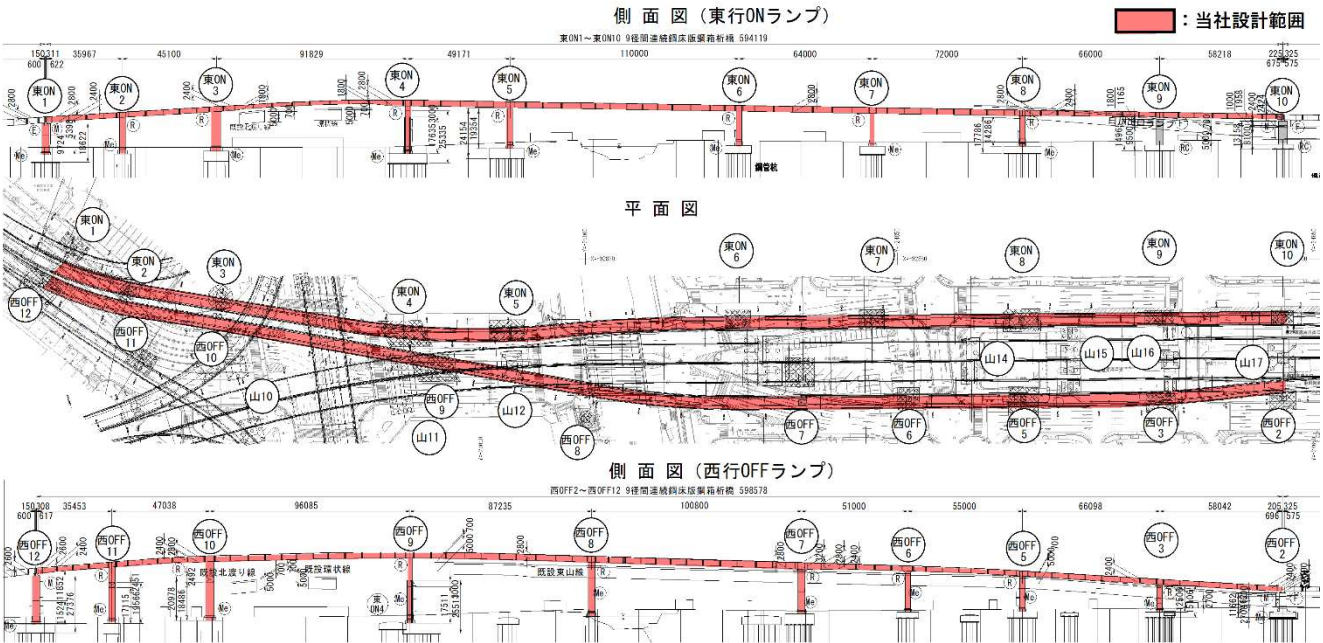


図 2 橋梁一般図

4. 詳細設計における検討事項

(1) 上部工の連続径間数

東行 ON ランプ、西行 OFF ランプともに、伸縮量などを考慮した標準的な橋長 200m 程度の連続桁橋として計画した場合、交差条件などの制約より、支間割がアンバランスなものとなる。

表 2 東行 ON ランプの支間割 (橋長 200m 程度とした場合)

	構造形式	橋長 (支間割) (m)
東ON1～5	4径間連続鋼床版桁橋	228.0 (43.0+44.0+44.6+56.4)
東ON5～7	2径間連続鋼床版桁橋	170.0 (110.0+60.0)
東ON7～10	3径間連続RC床版鋼桁橋	201.0 (76.0+66.0+59.0)

一般的に、連続桁橋の支間長は側径間を短く、中央径間を長くして最大曲げモーメントを小さくした方が、上部工の鋼材厚は薄くなり経済的な断面構成とすること

とができる。しかし、上記の支間割では、最長スパンである東 ON5～6 (渡河部、支間長 110m) が側径間部に位置しているため、東 ON5～6 間の支間中央部、東 ON6 の中間支点部で主桁下フランジの板厚が 80mm (SM490Y) を超え、不経済な断面構成となる。

さらに、隣接径間の東 ON7 上には負反力が生じるため、桁内コンクリート充填などのカウンターウェイトによる負反力対策が必要となるが、これを採用する場合、維持管理性の低下ばかりでなく、上部工死荷重の増加に伴う地震時慣性力の増大により、下部工や基礎への悪影響が懸念される。このため、東 ON1～10 を 9 径間連続桁とし、上部工曲げモーメントバランスの改善と負反力に対する検討を行った (図 3)。また、西

行 OFF ランプについても、同様の検討結果から 9 径間連続桁を採用した。

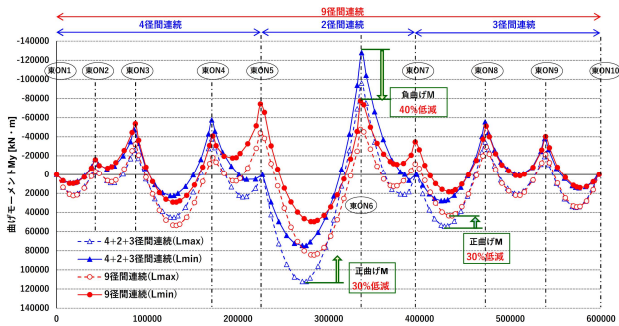


図3 連続化による上部工曲げモーメントバランスの改善

(2) 上下部接続条件

本橋の上下部接続条件は、以下の①～③を初期条件としつつ、地震時における各橋脚の荷重分担バランスの改善、近接する既設高速との離隔を踏まえた構造成立性、基礎への影響などを検討したうえで決定した。

①支承受け構造を基本とする。

②かぎ型橋脚については、本業務で国内実績を調査した限りでは、過去に支承受け構造が採用された実績がなく、また、本橋のかぎ型橋脚は柱高が 20m 程度以上と大きいこともあり、耐震性および冗長性を確保する観点から剛結構造を採用する。

③既設橋梁を跨ぐ高橋脚には、耐震性および冗長性を確保する観点から剛結構造を採用する。

上記の初期条件（図 4）とした場合、地震時における橋軸方向の荷重分担が、かぎ型橋脚である東 ON3 に極端に偏る結果となった（図 6 の①）。また、支承受け構造とした東 ON7, 8 橋脚上では、横荷重による負反力の発生を防止するためのアウトリガー設置により、橋脚梁部と既設高速との十分な離隔を確保することができなかった（図 7）。このため、橋脚の種別（鋼または RC）も含めた様々なケースで上下部接続条件を検討し、地震時における各橋脚の荷重分担バランスの均一化（図 6 の②）と構造成立（図 8）を実現できる接続条件（図 5）を決定した。

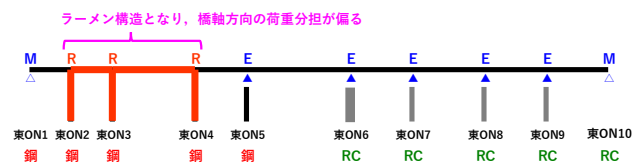


図4 支承受けを基本とした接続条件（東行 ON ランプ）

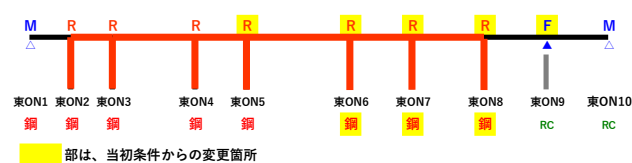


図5 採用した接続条件（東行 ON ランプ）



図6 各橋脚の橋軸方向荷重分担（東行 ON ランプ）

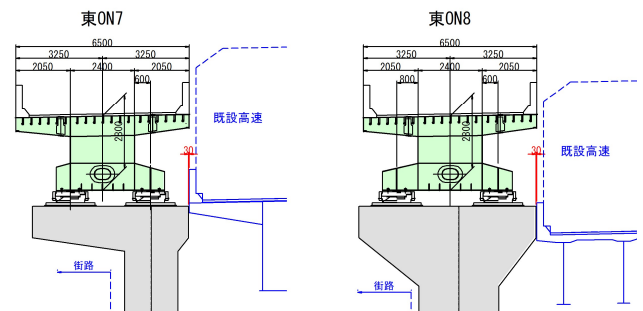


図7 既設高速との離隔（初期の接続条件）

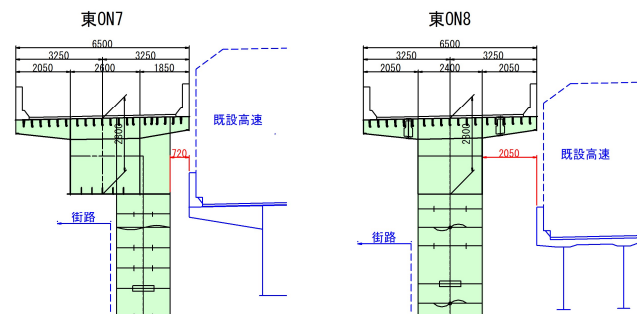


図8 既設高速との離隔（採用した接続条件）

西行 OFF ランプについても、同様の検討結果から中間橋脚は全て剛結構造を採用した。

(3) 隅角部の板厚低減

本橋では、横梁が長く、柱と上部工の偏心量が多い橋脚などで隅角部が厚板となり、溶接性、施工性の低下が懸念された。そこで、隅角部の板厚低減を目的として、平成 29 年道示（以下、道示）に規定化された SBHS500 材の採用を検討した。SBHS500 材を用いた隅角部の弾塑性挙動に関するデータは調査した限りではなく、道示にも降伏比の高い当該鋼材を隅角部に採用する際は、実験等により十分検討を行い、慎重に評価する必要がある旨が記載されている。このことから、SBHS500 材を用いた隅角部の耐荷力実験を行い、耐荷性能、応力伝達機構について十分な検証を行ったうえで実橋への採用を決定した²⁾。

また、フィレットを有する鋼製橋脚隅角部の疲労耐久性は、既往実験により従来鋼である SM490 材については確認されているが、SBHS500 材を隅角部に使

用した場合の疲労耐久性は明らかになっていない。このため、既往実験と同等の応力範囲および載荷回数にて疲労実験（図 9）を行い、既往実験と同等以上の疲労耐久性を有することを確認した^{3)~5)}。

(4) 特殊形状を有する橋脚のフェールセーフ機能

西 OFF7 橋脚位置には、街路および移設困難な大口径の地下埋設物があり、上部工の直下に橋脚基礎を配置することができなかった。このため、既設橋脚が配置されている中央分離帯側に橋脚基礎を配置する計画とした。さらに、橋脚基礎の上空には既設上部工があり、これを避けるために偏心量が大きいかぎ型橋脚を採用した。（図 10）。

当該橋脚の柱基部は、上部工の偏心荷重により、一部のアンカーボルトに常に引張力が作用する構造となる。このため、橋脚形状の特殊性も鑑み、道示に設けられた構造設計上の配慮事項にあるフェールセーフの概念⁶⁾の試みとして、アンカーフレームの角部にフェールセーフアンカーを配置する構造を採用した。フェールセーフアンカーは、橋軸直角方向（橋脚面内方向）に着目し、アンカーボルトとハカマ部との間にスペーサーを設けることで、引張側のアンカーボルトが何らかの要因で損傷した後に引張力を分担する機構とした（図 11）。

また、常時偏心荷重の低減による柱・隅角部断面の合理化、既設橋脚との形状的な連続性、有事の際の仮受け部材としての機能性などに配慮して、新設上部工とは逆側に既設上部工の荷重を受けない横梁を設置した（図 10）。この横梁の上面に維持管理用マンホールを設置することで、特殊形状であるかぎ型橋脚の構造上重要な部位（隅角部や梁・柱中空部）への開口を避けたうえで、既設上部工検査路とのアクセスを可能とし、維持管理性の向上を図った。

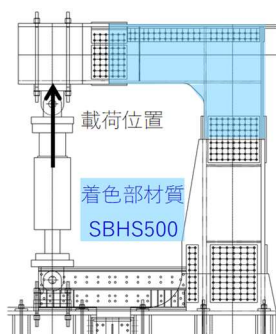


図 9 疲労実験概要図

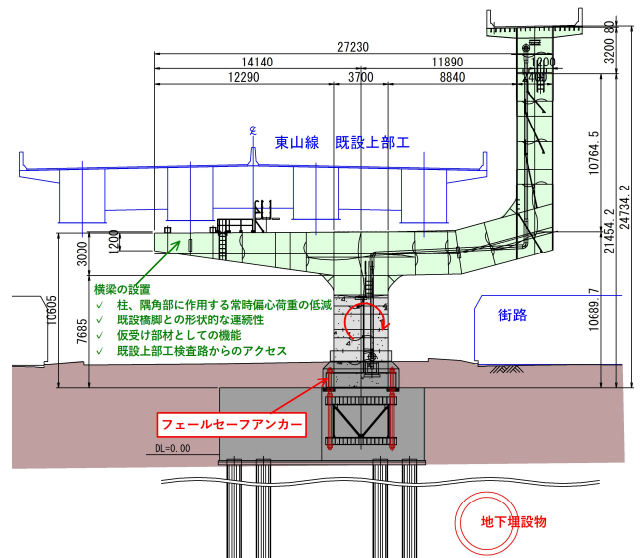


図 10 偏心量が大きいかぎ型橋脚（西 OFF7）

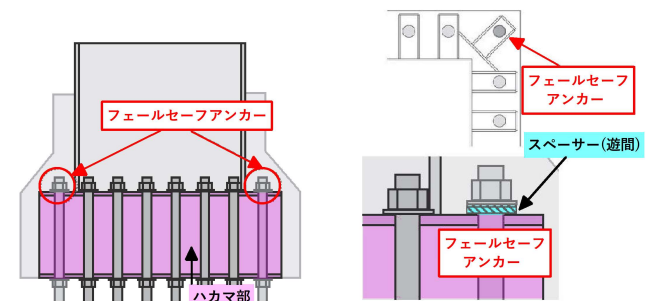
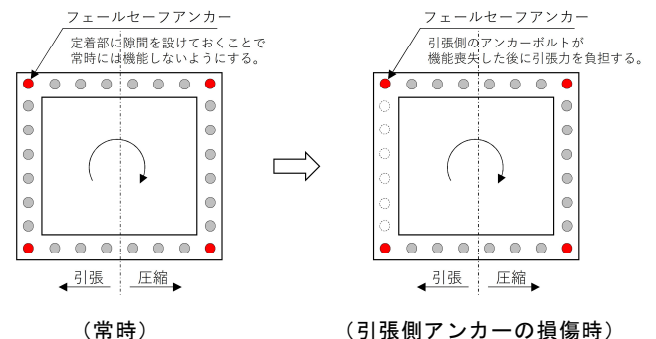


図 11 フェールセーフアンカーの概要

(5) 耐震設計

本橋の耐震設計は、道示 V（耐震設計編）に従い時刻歴応答解析を用いた動的照査により行うことを基本としたが、動的照査に先立ち、以下の①、②を目的として地震時保有水平耐力の照査を実施し、鋼製橋脚の断面構成、柱基部のコンクリート充填高さ、アンカー部および基礎の設計作用力を決定している（図 12）。
①橋脚設計における初期断面の設定を精度よく実施すること
②橋脚設計において柱基部の塑性化を前提としているが、かぎ型橋脚の梁・柱中空部など構造上重要な部位に対して、柱基部が終局に至るまでの間も弾性応答に留まることを確認すること

また、動的解析について、本橋には東行 ON ランプと西行 OFF ランプをとともに剛結支持する橋脚や、柱と上部工の偏心量が大きい橋脚もあることに加え、最小 $R=150\text{m}$ の平面曲線や、最小約 60° の斜角を有しているため、地震時には三次元的な複雑な挙動を示すことが考えられた。このため、全体系の動的解析は、橋脚間の相互作用による荷重分担変化、軸力変動、上部工および鋼製橋脚のねじりなどの橋梁全体における複雑な挙動を再現できるファイバーモデル（図 13）を用いて行い、鋼製橋脚の設計においては垂直ひずみに加えせん断ひずみも考慮して評価した。

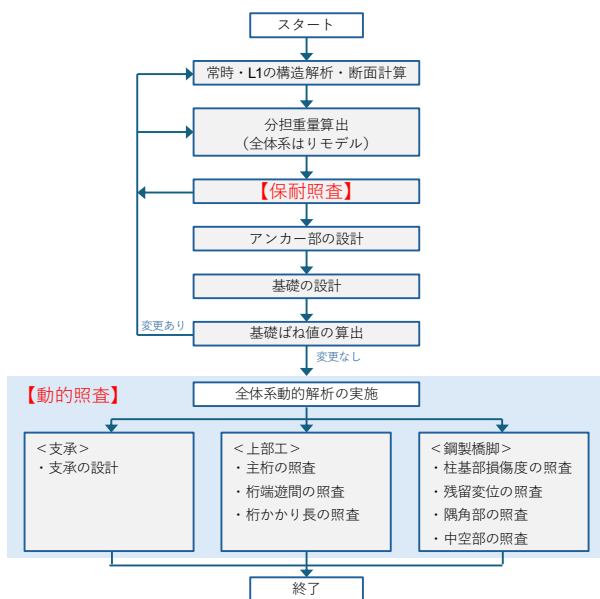


図 12 耐震設計フロー

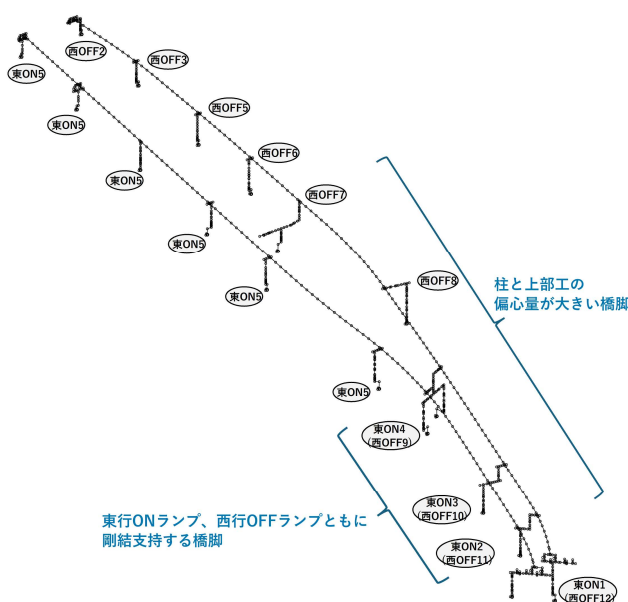


図 13 全体系動的解析モデル

5. おわりに

本稿では、新洲崎地区改築事業の実施設計業務において、当社で行った設計、検討事項の中から代表的な内容について報告した。

本業務を進めるにあたり、名古屋高速道路公社の方々をはじめ、多くの方々からのご指導、ご助言を賜りました。関係各位に心よりお礼申し上げます。

参考文献

- 1) 大門，新美，山本，森下，前田，溝江：都市高速道路の出入口追加設置工事における ECI 方式を活用した実施設計—名古屋高速道路新洲崎工区改築事業—，橋梁と基礎（2025.6）
- 2) 大門，森下，渡邊，丸山，小野：SBHS500 を用いたフィレットを有する鋼製橋脚隅角部のフランジの応力低減効果に関する実験，第 25 回橋梁等の耐震設計シンポジウム（2022.7）
- 3) 瀬谷，阪野，穴見，判治，段下，平野：SBHS500 を用いた鋼製橋脚隅角部の疲労耐久性に関する実験的検討，土木学会第 77 回年次学術講演会（2022.9）
- 4) 井口，田淵，段下，穴見，判治，瀬谷：SBHS500 を用いた鋼製橋脚隅角部の疲労耐久性に関する実験的検討（その 2），土木学会第 78 回年次学術講演会（2023.9）
- 5) 井口，田淵，段下，穴見，判治，瀬谷：SBHS500 を用いた鋼製橋脚隅角部の疲労耐久性に関する実験的検討（その 2），土木学会第 78 回年次学術講演会（2023.9）
- 6) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説（Ⅰ～Ⅴ）（2017.11）