

## 論文・報告

# 都市部でのコンクリート高架橋の支承取替工事について

## ～（改）床組構造改築（その2）工事1－80～

Renewal Construction of a Concrete Elevated Bridge for Expressway

山岸 俊一 \*1  
Toshikazu YAMAGISHI

渡辺 智史 \*2  
Satoshi WATANABE

堀口 和広 \*3  
Kazuhiro HORIGUCHI

中西 巖 \*2  
Iwao NAKANISHI

川合 徳男 \*4  
Norio KAWAI

國武 剛 \*5  
Tsuyoshi KUNITAKE

本工事は、首都高速道路株式会社の高速2号目黒線目黒ランプ付近において、4径間連続RC上部工（横梁はPC構造）の耐震性向上を目的として支承取替工事を行う工事であり、現在も施工中である。橋脚はRCラーメン門型構造の2脚と単柱式3脚があるが、単柱式において特徴的な施工を行っている。総幅員16m程度のコンクリート上部工に対して3.0m×2.6m程度の狭い平面寸法の不安定な単柱式橋脚での施工において、ジャッキアップ用の反力盛替支柱（ベント）で上部工を支持し、4ヶ月近い長期の仮受け期間中での地震時の安全確保のために仮設材に変位制限支柱を別途設けることで、供用下での安全性を確保した。これにより既橋脚のはつりを可能とし、アンカーボルトも含めた支承に関わる全ての部材を新規部材に取替えることが可能となった。また、ジャッキダウン時には圧力センサーにより反力を管理する、新しい技術も取り入れて行っている単柱式橋脚の施工について紹介する。

キーワード：支承取替、反力盛替支柱、仮設変位制限支柱、圧力センサー

## 1. はじめに

本工事は、首都高速道路株式会社の高速2号目黒線の目黒ランプ付近において施工する、耐震性向上工事である。これは、先行して（施工期間：2004年度～2006年まで）施工完了した床版補強工事「床組構造改築工事1－80」を引継ぎ、単独交渉型にて契約した工事である。2006年12月に着工し、現在まで施工中である。

当該工区では、既設鋼製支承に老朽化、腐食による機能不全、腐食による拘束が原因と考えられるき裂等の損傷が見受けられた。本工事では、機能回復および耐震性向上を目的に、「道路橋示方書(V 耐震設計編)・同解説」(以下[道示V])に示されるタイプBのゴム支承への取替を行う。

## 2. 工事概要

工事名：（改）床組構造改築（その2）工事1－80  
工事場所：首都高速道路株式会社 高速2号目黒線  
東京都港区白金台5丁目



図1 首都高路線図による位置図

施工延長：L=93.050m（4径間）

橋梁形式：4径間連続RC2主箱桁橋

総幅員：16.1m

供用開始：1967年開通

施工工種及び内容

- ① 支承取替え
- ② 耐震性向上として落橋防止装置の設置

現在、ラーメン橋脚2脚および単柱式橋脚1脚の施工が完了し、単柱式の2脚については施工中である。

\*1 川田建設㈱ 保全事業部 課長  
\*2 川田建設㈱ 保全事業部工事課 係長  
\*3 川田建設㈱ 西日本統括支店(九州支店)事業推進部

\*4 川田建設㈱ 保全事業部技術課  
\*5 川田建設㈱ 保全事業部工事課



写真1 全景

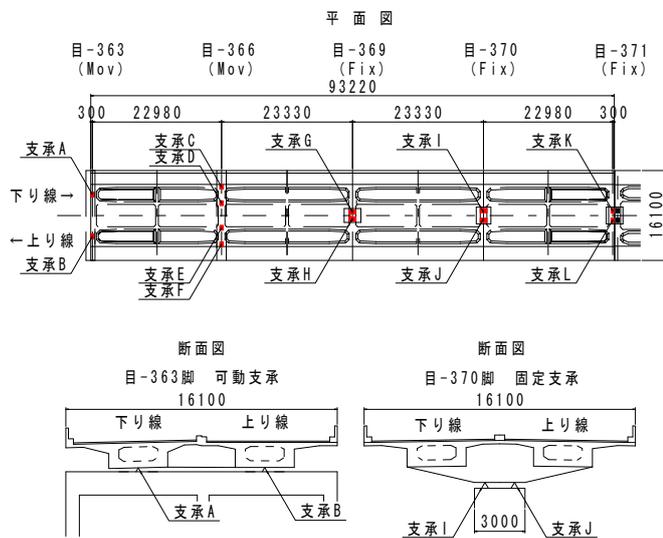


図2 コンクリート高架橋の概略図

### 3. 損傷状況について

損傷状況としては、支承に腐食とき裂（写真2,3）が見られる。き裂の主な原因は、腐食による拘束を要因とした水平力によるものではないかと考えられる。また、腐食の原因は、伸縮装置からの漏水である。固定支承においては多少の老朽化はあるものの、目立った損傷は認められなかった。



写真2 上沓サイドブロックのき裂と腐食状況（支承A）



写真3 漏水による腐食状況（支承L）

### 4. 設計概要について

本工事の設計は[道示V]に示されるタイプBのゴム支承への取替を前提として、損傷部の補修を目的に行ったが、構造形式を統一する必要性から損傷の有無に関わらず1連の支承を全てゴム支承へと取り替えることとした。

設計反力については、地震時の検討として動的解析を実施し、不安定な構造である単柱式の脚では、転倒による負反力の検討を行い、負反力防止構造を設置した。

単柱式橋脚における問題点は以下に挙げる。

- ・下部工の平面寸法が 3.0m×2.6m と非常狭小であり、十分な作業空間が確保できない。
- ・下部工は鋼板巻立てによって耐震補強済みであり、補強部材の一時撤去・復旧が必要である。
- ・建築限界と橋脚との離隔が狭く、部材の設置は困難である。
- ・二基の支承の設置間隔が 1.75m であり、横梁の張出し長さ比べて短い。このため不安定な支持である。

単柱式橋脚の一例として目-370橋脚既設構造概要を示す（図3）。

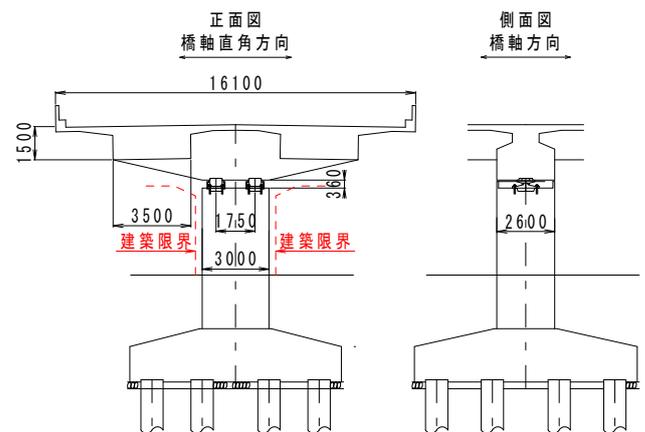


図3 目-370既設構造概要図

この問題に対して以下の方法にて問題点を解決し施工を行った。

- ・横梁を利用して橋脚周りに配置したベントを用いたジャッキアップ設備にて施工する方法を選定した。
- ・ベントを利用することにより作業空間が確保され、既設

柱部をはり新規部材を設置するなどの作業が可能となり建築限界にも影響を与えなかった。

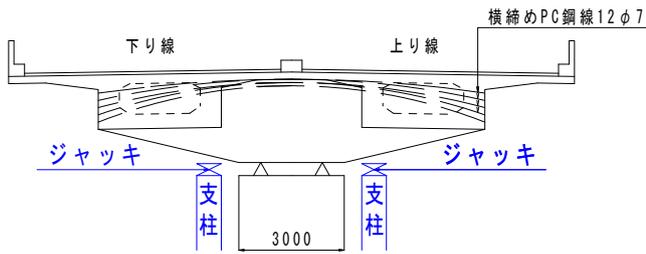


図4 ジャッキ支持点

け等の作業性にも大きく影響するため、それらの作業性も含めて検討し、図6、図7、図8に示す構造とした。

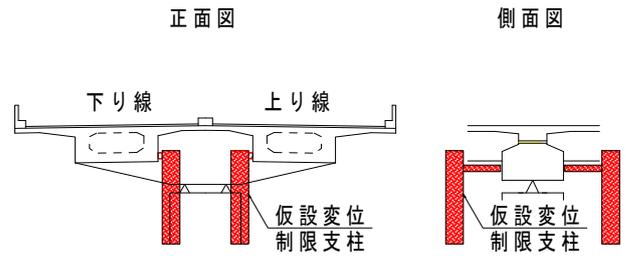


図6 仮設変位制限概要図

### 5. 設計および施工時の留意点

支承アンカーについては、既設支承のアンカーを溶接にて再利用する方法が多く行われているが、本工事では既設アンカーの使用は困難と判定し、使用しないものとして設計した。

一方、レベル2地震時の転倒による負反力については支承機能で負担せず、別途プレートで上下部を連結する(アイバー)方式により対応することとした(図5)。

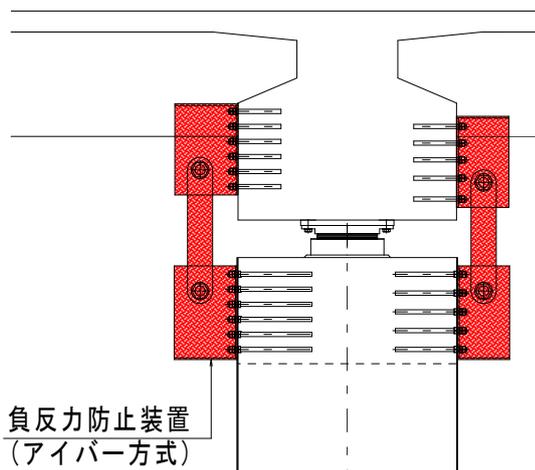


図5 目-370 負反力防止装置

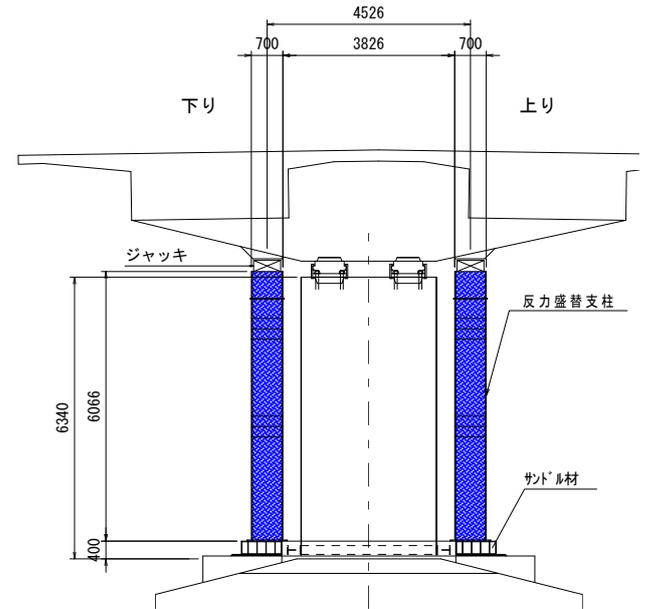


図7 反力盛替支柱(ペント)

本工事で単柱式の橋脚では、支承の間隔が狭く不安定な構造であり、支承設置後の不均等な反力は構造系に悪影響を与えるため、反力管理に圧力センサーを内蔵し支承本体で反力をリアルタイムに測定出来る機構を備えた特殊な支承を採用した。これは支承メーカー(株)川金コアテックと(株)ネクスコ東日本エンジニアリングで共同開発している反力測定システムである。一方、仮設材のペント構造としては、設置期間が長期となるため鉛直反力のみではなく地震時の水平方向に抵抗出来るよう、橋軸方向および直角方向の変位制限を目的として仮設変位制限支柱を設置することとした。設計水平力についてはレベル1地震動とし、2脚ある固定橋脚は同時施工せず、1脚ずつ施工することとした。

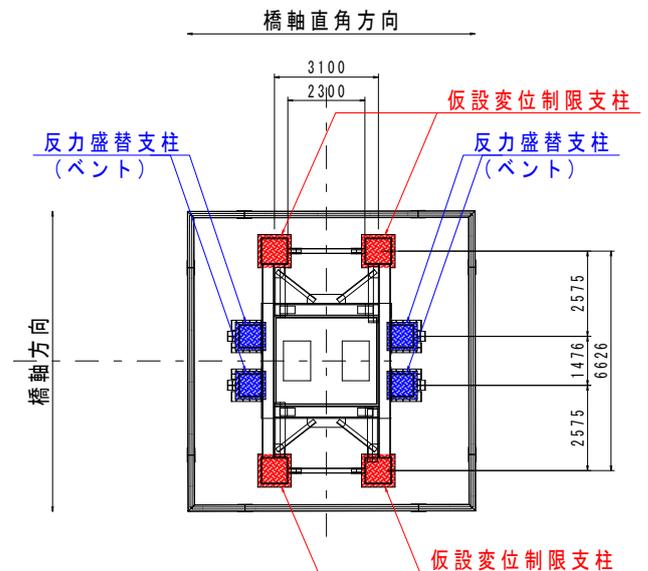


図8 仮設材平面配置図

また、反力盛替支柱や仮設変位制限支柱等の仮設材の形状については、後に続くはり作業・支承の撤去・据え付

### 6. 単柱式橋脚における支承取替の紹介

単柱橋脚における支承取替工を、目-370橋脚を例にして紹介する。以下に作業フローを示す。

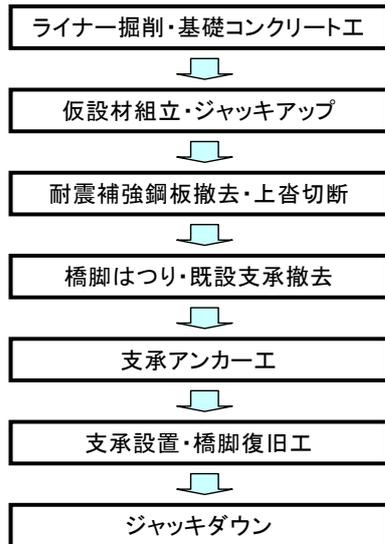


図9 作業手順フロー図

(1) 基礎コンクリート工

本橋脚の全反力は約 10,000kN と大きいため、ベント基礎としてフーチング上に基礎コンクリートを構築することとした。掘削については、規制帯の両側には一般車両が走行していたため、安全を考慮してライナー掘削を採用した。また、余裕を持った作業帯の広さを確保できなかったため、掘削幅を必要最小限とする必要があり、円形ライナーではなく矩形ライナーを採用した。



写真4 ライナー掘削



写真5 基礎コンクリート

(2) 仮設材組立

仮設材は反力盛替支柱と仮設変位制限支柱とから構成される。限られた常設作業帯の中で作業が効率的となるようにブロック分割し、13tf ラフタークレーンを使用して、建て込みを行った。



写真6 仮設材組立状況



写真7 仮設材組立完了

(3) ジャッキアップ

上部工側横梁下面がハンチ形状となっているため、ジャッキアップに先立って、横梁下面に無収縮モルタルの注入により台座を構築した。ジャッキアップは 4000kN ジャッキ4台を使用し、4本の反力盛替支柱直上にセットした。



写真8 ジャッキセット状況

また、ジャッキアップ時はジャッキポンプに付属した圧力計と共に反力盛替支柱に歪みゲージを設置し、ジャッキアップ時の反力をモニタリングすることで、反力の偏心等がないかを管理した。更に、このひずみゲージを使用して、ジャッキアップ期間中定期的に反力盛替支柱の反力に異常が無いかを確認し、安全管理にも使用した。

(4) 耐震補強鋼板撤去

既設耐震補強巻立て鋼板の撤去範囲は、必要最小限として、橋軸方向に面する起・終点側の2面のみ撤去とし、残る側面の鋼板については、橋脚はつりの際に発生するはつり殻等の飛散物養生、あるいはウォータージェット施工時の側面防護板としての役割も期待し残置した。(図10)。

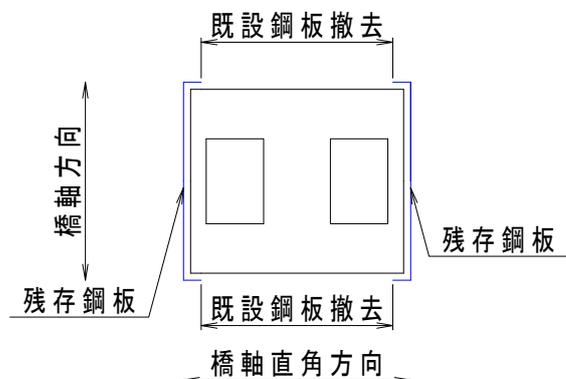


図10 鋼板撤去平面図

以下に鋼板撤去の施工手順を下記に示す。

- ① 仮固定用アンカー撤去
- ② ディスクサンダーでの切断
- ③ レバーブロックによる引き剥し



写真9 鋼板撤去状況



写真10 鋼板撤去完了

### (5) ワイヤソーによる上沓切断

上沓の撤去は、せん断キーが上部工コンクリート内に埋め込まれていたこと、上部工横梁はPC構造であったことから、はつりによる上部工の断面欠損を防ぐ目的で、ワイヤソーにより桁下で上沓を切断・撤去した。



写真11 ワイヤソー



写真12 ワイヤソー

### (6) 橋脚はつり・既設支承撤去

橋脚コンクリートのはつりは、下記の3工程に分けて行った。

- STEP-1: ウォータージェット一次はつり  
主にコンクリート表面から主鉄筋のかぶり内側程度が完全にはつり出せる300mm厚。
- STEP-2: 人力はつり・既設支承撤去  
上記STEP-1を除いた部分の主に橋脚中央部。
- STEP-3: ウォータージェット二次はつり  
側面および橋脚復旧時のコンクリート打ち継目処理を目的として、底面を100mm厚程度。

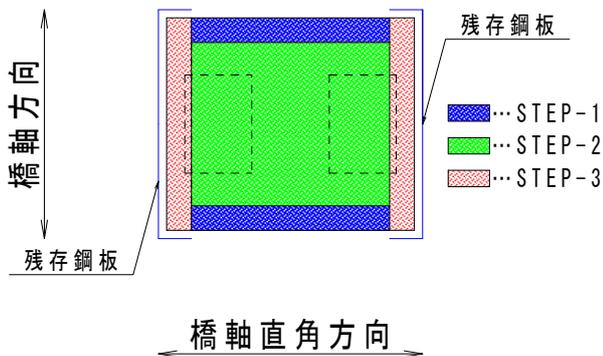


図11 橋脚はつりステップ図

上記3工程に分けた理由については、騒音対策・コスト低減・品質確保である。ウォータージェットの欠点として、作業中に発生する騒音と高いコストが挙げられる。特に騒音については、オフィスビル・マンション・幼稚園が近接している本工区においては、第三者に与える影響が大きいと判断した。一方、長所としては、狭隘な箇所での作業効率が良いこと、既設鉄筋の損傷リスクが低いこと、良好なコンクリートの打ち継ぎ面が得られるため、橋脚コンクリートの断面復旧の品質確保の面から有利であることが挙げられる。これらの長所・短所を総合的に検討した結果、前述のように施工時間を区切った工程で施工を行った。

安全対策としては、ランス棒を使用した(ハンドガン)ウォータージェット工法での災害事例が多いことから、単管パイプを利用してランス棒先端を固定することで、作業員の安全を確保するよう、安全面にも配慮した。

既設主鉄筋については、支承設置作業に支障となることから切断し、橋脚復旧時にガス圧接により復旧することとした。



写真13 橋脚はつり完了



写真14 上沓撤去状況

### (7) 支承アンカー工

橋脚コンクリートを1.2m程度はつり出したため、上部工下面からのアンカー定着が可能となった。削孔はコアボーリングで行ったが、密に配置されている既設鉄筋に損傷を与えないように、以下の手順で削孔を行った。

- ① 既設上沓撤去跡から既設鉄筋位置を目視確認
- ② 既設鉄筋を避けた位置にマーキング
- ③ 計測板にアンカー穿孔位置を転写
- ④ 既設上沓撤去跡の断面修復
- ⑤ 断面修復後、上記③の計測板からアンカーの位置を転写
- ⑥ コアボーリング・アンカー定着



写真15 コアボーリング状況

### (8) 支取設置

支取の設置にあたっては上記アンカー定着後、アンカー位置を計測板等を用いて正確に計測し、ソールプレートの製作に反映させた。

支取の設置にあたっては、橋脚はつり面に H 鋼等で架台を組み、テフロン板、ジャッキ等を用いてソールプレートを仮固定し、溶接により固定した。

その後同様の方法で、支取本体を設置した。



写真 16 ソールプレート設置



写真 17 支取設置完了

### (9) 橋脚復旧工

橋脚復旧は下記の工程で行った。

- ① 主鉄筋のガス圧接による復旧
- ② 鉄筋組立
- ③ 巻立て鋼板復旧 (溶接)
- ④ コンクリート打設

上記、①においては隣合った鉄筋の圧接継手位置がほぼ同一の断面になるため、許容値を低減して照査することで応力の検証を行った。

また、耐震補強の巻立て鋼板については、鋼板をそのまま型枠とすることで、工程の短縮を図った。



写真 18 主鉄筋ガス圧接状況



写真 19 鉄筋組立状況



写真 20 コンクリート打設

### (10) ジャッキダウン

単柱式橋脚の上部工は、上り線側・下り線側それぞれ独立したモノボックス箱桁橋を、横桁 (横梁) で繋いだ形状である。この上部工の横梁を、梁中央付近に狭い間隔 (1.7 m) で置かれた 2 基の支取で支持する構造であり、張出し長に比べて支点間隔が狭いことから、不安定な支持条件となっており、ジャッキダウン時に 2 つの支取に均等に反力が作用するか否かが懸念された。

このため、圧力センサーを用いた反力計測システムを採用し、反力をモニタリングしながらジャッキダウンを行った。

その結果、2 基の支取反力は概ね想定通りの数値となった。また、ジャッキダウン後も 1 時間程度のリアルタイムのモニタリングを行い、橋面を走行する車輦による反力の変動を観察した結果、2 基の支取の挙動が正常であることと、反力計測システムの有効性を確認できた。



写真 21 センサー設置



写真 22 反力管理

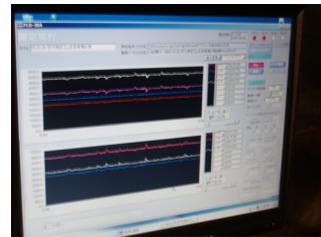


写真 23 反力管理モニター



写真 24 現状

## 7. おわりに

今回ここで紹介した方法は、制約条件の多い支取取替工に対する 1 つの施工例として今後の参考になるのではないかと考える。

一方、本工事は現在 (原稿執筆時点) も継続中であり、今後も安全第一で施工を進めていく所存であります。

最後に、首都高速道路株式会社の関係各位のご理解、指導とこの施工に参加して頂いている方々の協力に感謝の意を表し、今後も変わらぬご指導ご協力をお願いしたく、報告のおわりとさせていただきます。