

中央環状新宿線の既設橋梁との接続  
 Connecting Works of Central Circular Shinjuku Route and Existing Viaducts

臼井恒夫\*  
 Tsuneo USUI

ABSTRACT The Central Circular Shinjuku Route of Metropolitan Expressway, which almost consists of only tunnel structure (Yamate tunnel), is connected to three viaduct routes, the No.3 Sibuya Route, the No.4 Shinjuku Route and the No.5 Ikebukuro Route at the Oohashi JCT, the Nishi-shinjuku JCT and the Kumanochou JCT, respectively. In this report, summary of construction works or methods are reported concerning remodeling of existing bridge piers, addition of new piers and installation of new superstructures, executed when those new JCT structures are connected to existing viaducts.

KEYWORDS : 鋼構造,改築  
 steel structures, remodeling

1. はじめに

首都高速中央環状線は、都心から半径約 8km、総延長約 47km の第 2 種第 2 級の自動車専用道路で、このうちの中央環状新宿線(渋谷～新宿～池袋)は、西側に位置し、東京都目黒区青葉台四丁目を起点に板橋区熊野町を終点とする延長約 11km の区間である。

中央環状新宿線は、ほぼ全線がトンネル構造(山手トンネル)であるが、すでに供用中の高架構造の首都高速 3 号渋谷線、4 号新宿線、5 号池袋線と接続するため、それぞれ大橋・西新宿・熊野町(高松地区高架橋)のジャンクション部で高架構造となっている。このうち、4 号新宿線(西新宿 JCT)から 5 号池袋線(熊野町 JCT)間の延長 6.7km の区間は、平成 19 年 12 月に開通した(図-1)。

本稿では、平成 21 年度内の開通を目標として建設中である 3 号渋谷線接続部の大橋ジャンクション橋梁区間の概要を中心として、さらに、既に通済みの西新宿ジャンクション及び高松地区高架橋において実施された既設橋梁との接続部の構造事例を報告する。

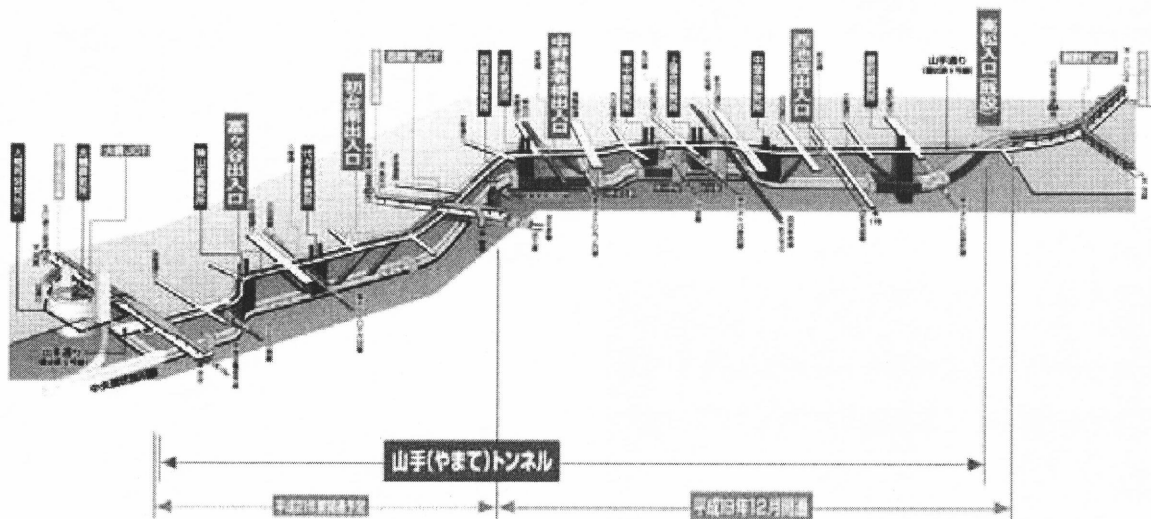


図-1 中央環状新宿線の概要

\*首都高速道路(株) 東京建設局 設計グループ(〒160-0023 東京都新宿区西新宿 6-6-2)

## 2. 大橋ジャンクションの概要

大橋ジャンクションは、目黒区大橋一丁目に位置し、建設中のトンネル構造の中央環状線と高速 3 号渋谷線を接続するもので、山手通り内の本線トンネルから分岐し、国道 246 号内に位置する地下約 36mの連結路トンネルと地上約 35mの 3 号渋谷線の高架部を接続するため、1周約 400mのループを 2 回転する構造となっている(図-2)。

現在のジャンクション形態は、大橋地区に永住を希望される地権者の方が多いことや旧計画での街の地域分断や環境に対する影響が懸念されたことなどから、平成 11 年に都市計画変更を実施したものであり、東京都施行の市街地再開発事業を中心に東京都、目黒区、首都高速道路㈱が一体となって周辺の街づくり、高速道路整備を進めている。

都市計画決定当初の旧計画では、中央環状線の本線トンネルから分岐した連結路トンネルの坑口が、大橋地区で 3 号渋谷線と直交する位置となっており、高架構造で既設 3 号渋谷線の下を通過し高架構造のまま 1 周のループを描き、目黒川付近で 3 号渋谷線の双方向に分岐する計画であった(図-3)。

大橋付近の 3 号渋谷線の高架部は、昭和 46 年(1971)のしゅん功であるが、当時の設計において、旧計画を前提とした荷重を考慮することや、連結路の接続部となる拡幅の実施、上下線分離の段違い構造など、将来対応がなされていた。

しかし、計画変更によりループの周回方向が逆転し、中央環状線連結路側の分岐箇所が当初の目黒川付近から都心方に変更となり、当初に比べ縦横断勾配が厳しくなるとともに、特に 3 号渋谷線との都心側接続部は、分岐箇所が移動したことで、3 号渋谷線建設当時に対応済みの拡幅部よりも、さらに都心側への拡幅が必要となった。

また、環境対策としてループ地上部も RC 躯体で覆蓋化すると共に、橋梁上の一部区間も覆蓋化することとなった。なお、ループ屋上部分は、目黒区の公園として整備し一般に開放する予定である(図-4)。

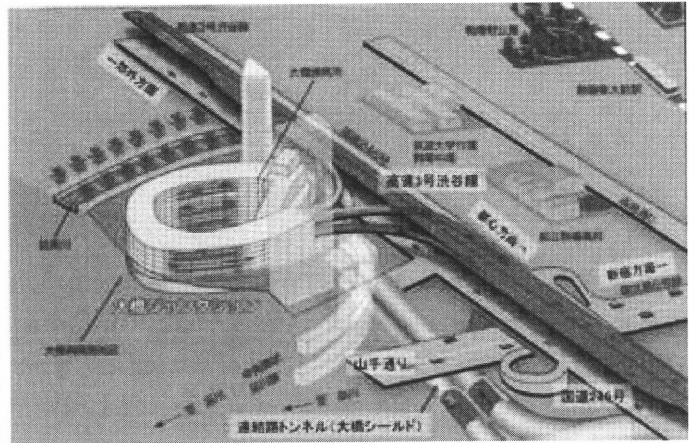


図-2 大橋 JCT 概要



図-3 当初都市計画決定時の大橋 JCT



図-4 大橋 JCT のイメージ

### 3. 大橋ジャンクションの橋梁

大橋ジャンクションの橋梁部は、新設単独部の橋梁と既設 3 号渋谷線を拡幅し一体構造となる橋梁に大別される(図-5)。

新設の橋梁は、鋼床版の箱桁又は鉄桁であり、A・B・D連結路の新設橋梁は、曲率が大きく、縦横断勾配が厳しい曲線橋となっている。

一方の既設橋拡幅区間もまた、既設橋脚に対して荷重を軽減するため、新設する拡幅部分は鋼床版形式を採用している。既設橋は、支間長の大きい目黒川上と山手通り上を除き RC 床版であるが、走行車両の安全対策として、既設 RC 床版と新設鋼床版を孔あき鋼板ジベルにより剛結合し縦目地をなくしている。

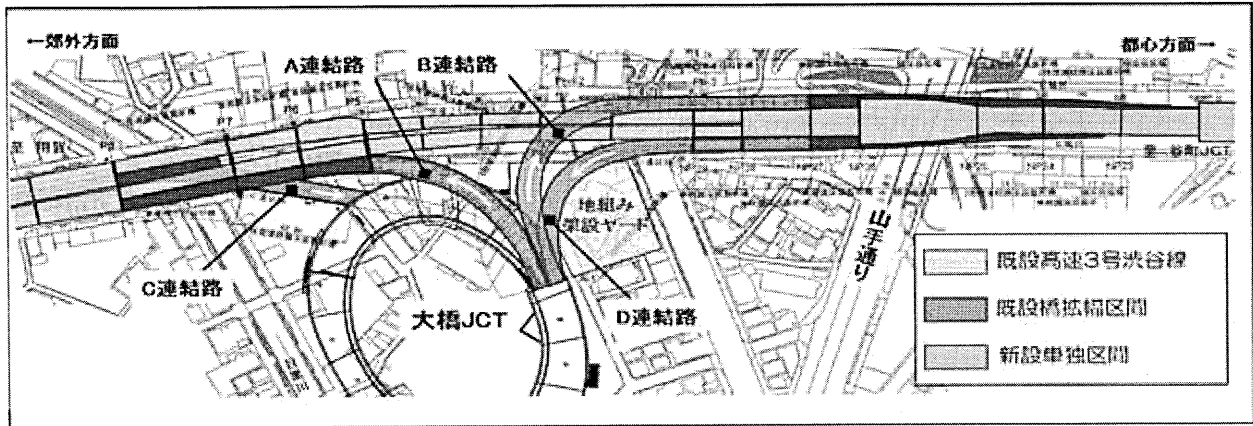


図-5 大橋 JCT 平面図

### 4. 大橋ジャンクションの新設橋梁部

新設橋梁は、A連結路の 2 径間 1 連、B 連結路の 4 径間 1 連、D連結路の 3 径間 1 連の連続鋼床版箱桁と C 連結路の 2 径間連続鋼床版鉄桁 1 連、D連結路の単純鋼床版鉄桁 2 連で構成されるが、ここでは、B・D連結路で一体化した二層立体ラーメン構造と 3 号渋谷線の高速通行止めを伴う架設の概要を報告する。

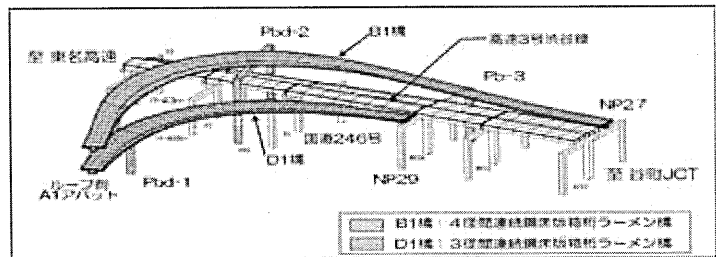


図-6 B1・D1橋鳥瞰図

#### 4.1 B・D連結路の二層立体ラーメン構造

##### (1) B1・D1 橋の構造概要

都心方向サービスのB・D連結路のうち、B1橋とD1橋は、Pbd-1 橋脚と 3 号渋谷線を跨ぐ Pbd-2 橋脚によって、一体化した曲率の大きな二層立体ラーメン構造となっている(図-6,7)。Pbd-1 橋脚は、再開発ビル 1-1 棟と大橋ループ躯体との間に位置し用地条件の制約があったこと。また、国道 246 号の歩道内に位置する Pbd-2 橋脚と Pb-3 橋脚は、歩道幅員を確保する必要から、いずれも橋脚の柱断面が小さく、変形が大きな構造系となっている(表-1)。

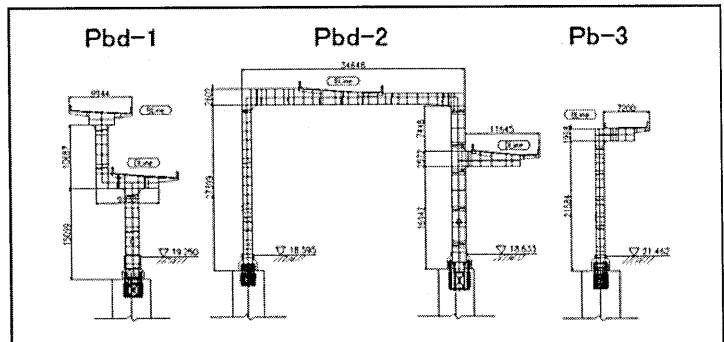


図-7 橋脚断面図

表-1 B1・D1橋の諸元

	B連結路	D連結路
道路規格	ランプ規格連絡路(設計速度40km/h)	ランプ規格連絡路(設計速度40km/h)
構造形式	4径間連続鋼床版箱桁ラーメン橋	3径間連続鋼床版箱桁ラーメン橋
橋長	226.464m	132.415m
支間長	34.1m+64.8m+72.0m+52.7m	32.8m+40.3m+57.4m
総幅員	7.20m~12.15m	7.20m~10.45m
曲率半径	R=43.0m	R=48.0m
鋼製橋脚	【Pbd-1橋脚】T型橋脚 【Pbd-2橋脚】門型橋脚 【Pb-3橋脚】逆L型橋脚	柱断面: □-2.0m×2.0m 柱断面: □-1.4m×1.7m、○-φ2.0m 柱断面: □-1.3m×2.8m

## (2) B1 橋のループアバット側の端支点構造

B1橋のループ躯体アバット側の端支点部の設計条件を表-2に示す。

アバット側の端支点構造は、曲線桁による常時負反力を低減するため、アウトリガー構造を採用し、張出し幅は隣接するA連結路等の制約条件下で最大限に大きくした。アウトリガーは片側張出しが一般的であるが、B1橋では負反力が非常に大きいため、死荷重の偏載効果より、偶力による負反力の低減効果を期待し、両支点間隔を広げる両側張出しとした。

しかし、B1橋はアウトリガー構造を採用しても、活荷重が偏載した場合に74kNの負反力が発生するため、カウンターウェイトにて対処することとした。カウンターウェイトの材料は、比重が大きい鉄粉を採用して充填スペースを小さくする配慮をした。

鉛直支承は、レベル2地震時の大きな移動量(686mm)に追随する必要があり、鋼製スライド沓(密閉ゴム支承板支承 BP-B)を採用した。また、常時に大きな水平力が発生するため、通常の機能一体型の支承で、サイドブロックにて拘束する支承では、支承が損傷することから、水平力支持機能を分離しアバット部に RC 反力壁を設け、縦置きした鋼製スライド沓を水平支承として設置する構造とした。端支点部の主桁は、下フランジを大きく切り欠き、縦置き水平支承の設置スペースを設けた(図-8、写真-1)。

表-2 B1 橋アバット側  
端支点の設計条件

		B連結路・A1側	
鉛直反力 (+)	D	630 kN	
	D+L MAX (衝撃あり)	1223 kN	
	EQ L2(0°)	1471 kN	
	D+L MIN (衝撃あり)	5 kN (-74kN)*	
水平反力	EQ L2(135°)	-1298 kN	
	D+L+W MIN (衝撃あり)	1024 kN	
移動量 (橋軸方向)	EQ L2(0°)	2061 kN	
	D+W MAX	103 mm	
	EQ L2(90°)	686 mm	

※( )はカウンターウェイト載荷前

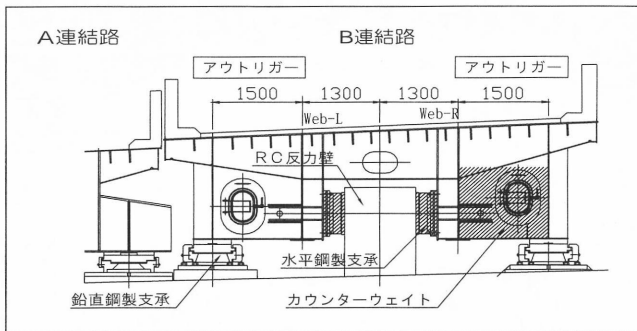


図-8 アバット側端支点構造(B1 橋)



写真-1 アバット部の水平支承

### 4.2 高速通行止めを伴うB連結路の架設

3号渋谷線を跨ぐB連結路では、高速の通行止めを伴う夜間架設を2009年1月から4月の間に計4回実施した(写真-2)。通行止めをして架設する部材は、ループ東側で地組みを行い、裏面吸音板も設置した上で、大ブロック架設を行った。3号渋谷線は東名高速と接続し深夜でも交通量が多いことから、1週間において最も交通量が少なくなる月曜日の深夜1時から5時の間で通行止めを実施した。



第2回通行止め 2009年2月16日

写真-2 高速3号渋谷線の通行止めを伴う架設状況

## 5. 大橋ジャンクションの既設橋拡幅部

既設橋拡幅部は、都心側のB・D連結路の拡幅が狭小な箇所を除き、基本的に既設桁の両側又は片側に新たに鋼床版箱桁又は鋼床版鉄桁を架設し、既設桁と接続している。

既設橋脚の補強は、不足する断面を補うため高力ボルト接合による当て板補強を実施し、特に隅角部には、応力集中を軽減するため突出付きの当て板を実施している(写真-3)。

ここでは、郊外側拡幅部の新設桁架設と都心側拡幅部の中間橋脚増設について概要を報告する。



写真-3 橋脚補強当て板

### 5.1 郊外側拡幅部の新設桁架設概要

既設3号渋谷線は、国道246号上空をほぼ専有する状況となっており、郊外側拡幅部の特に目黒川上空の新設桁架設にあたっては、ループ躯体工事や再開発ビル1-2棟工事が実施中であったことや首都高の池尻入口が近接していることなどの制約が多く、特殊な架設を行った(写真-4)。

#### (1) C連結路の主桁空中接続架設

目黒川上のC連結路拡幅桁は、国道246号の上り車線側から下り車線側へと横断する曲線桁であったこと、国道246号が目黒川を渡る橋梁上であったことから、国道内へのベント設置が困難であった。

さらに、再開発ビル1-2棟工事が着工しており、直近での作業ヤード確保や大型クレーンの使用が困難であった。

そこで、大橋ループ部の北5ブロックが地上付近まで構築された時点で、躯体スラブ上を地組みヤードとして使用し、目黒川上空の1径間を2つのブロック(約25mと約35m)に分けて地組みを行い、それぞれ、多軸台車にて架設地点まで運搬し、その2つのブロックをジャッキアップし、高所作業車を用いて、空中で接続を行った(図-9,写真-5)。



写真-4 大橋 JCT 全景(2009年3月撮影)

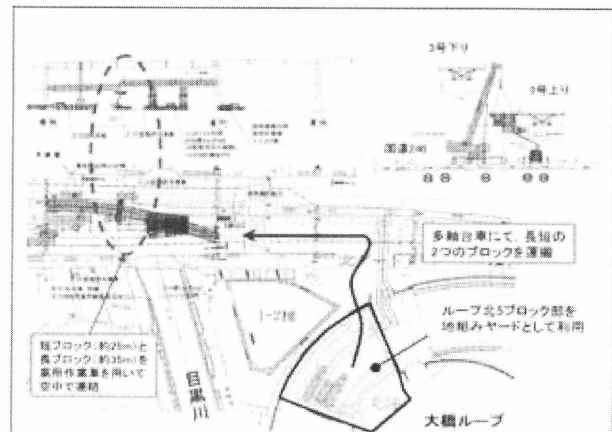


図-9 C 連結路架設計画

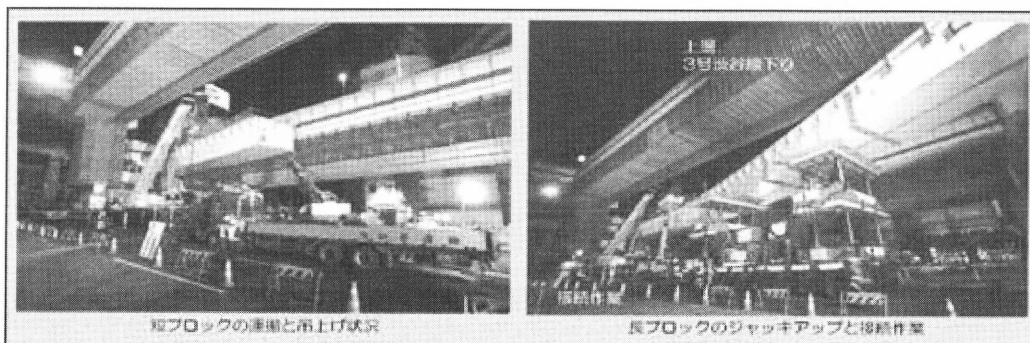


写真-5 C連結路のジャッキアップ架設

## (2) A連結路の送出し架設

目黒川上のA連結路拡幅桁も、C連結路と同様にベント設置や作業ヤードの確保等に制約があったため、目黒川上空以外の拡幅桁の架設を先行し、そこに軌条・台車設備を設置し、新設桁上から郊外方向へと送出し架設を行った。

送出し作業は、手延べ機や桁の直下となる国道246号下り線を車線規制する必要があったことから、夜間作業となった(図-10,写真-6)。

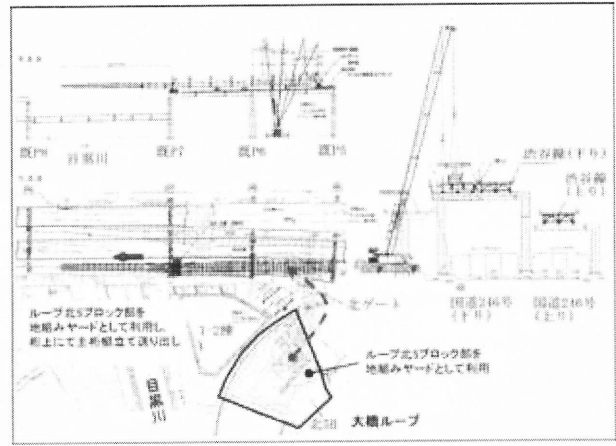


図-10 A連結路の架設計画

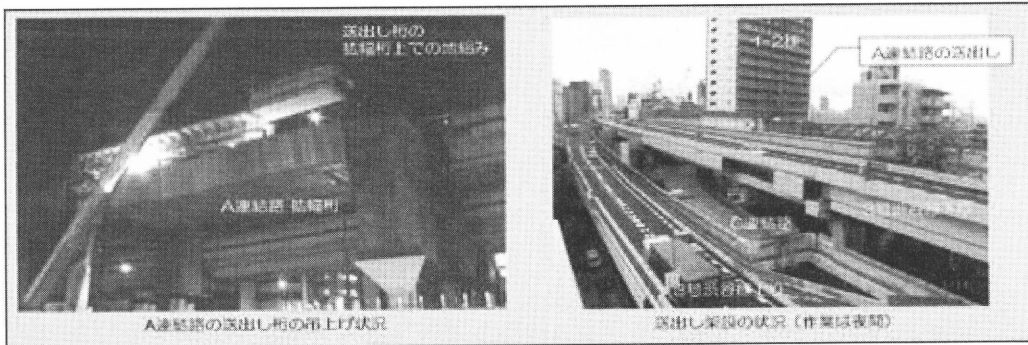


写真-6 A連結路の送出し架設

## 5.2 都心側拡幅部での中間橋脚の増設

都心側拡幅部の NP23 から NP25 の範囲では、既設橋脚への影響を軽減するため、既設橋脚の中間に新設橋脚を増設している。ここでは、その概要を報告する。

### (1) 既設構造の概要と制約条件

NP23 から NP25 の上部工2連は、昭和46年しゅん功の単純RC床版合成I桁〔支間長:40m(NP23-24), 34m(NP24-25)〕で、床組構造改築工事で縦桁の増設による床版補強が実施されている(図-11)。

また、3基の橋脚は、国道246号の中央分離帯に位置するT形の鋼橋脚で、橋脚耐震性向上工事において、柱部へのコンクリート充填による耐震補強が実施されている。

今回の拡幅部では、先述のとおり、既設RC床版と新設の鋼床版とを剛結合し、縦目地を設置しないこととしている。これにより、拡幅の一体化によって既設橋脚で負担する上部工重量が増加するが、既設T形橋脚には、コンクリートが充填されていて、橋脚基部の補強は困難な状況であり、新たに橋脚を増設する必要があった。しかし、当該区間には、国道246号が山手通りを跨ぐ大坂橋の橋台があること、既設橋脚基礎の両側に共同溝や東急田園都市線の地下構造物があり、新たに橋脚を増設するとした場合、国道246号の中央分離帯部以外は困難であったため、既設橋脚の中間にT形の鋼橋脚を新設することとなった(図-12)。

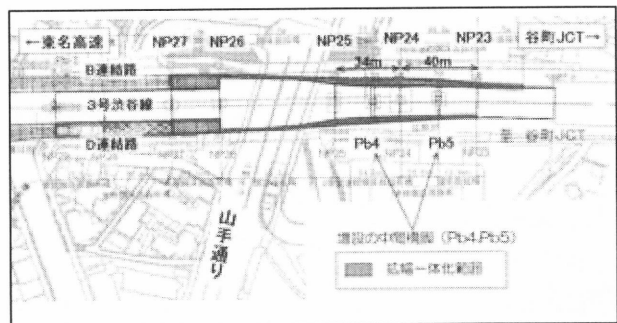


図-11 都心側拡幅部平面図

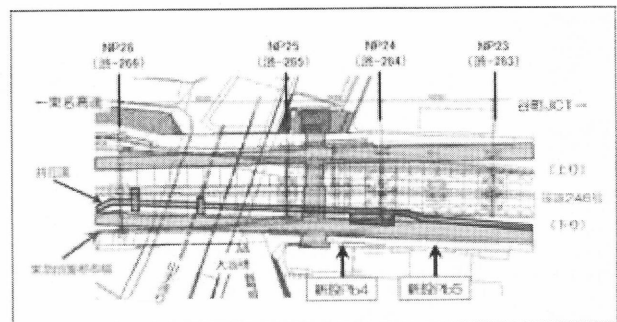


図-12 地下構造物の状況

の両側に共同溝や東急田園都市線の地下構造物があり、新たに橋脚を増設するとした場合、国道246号の中央分離帯部以外は困難であったため、既設橋脚の中間にT形の鋼橋脚を新設することとなった(図-12)。

## (2) 拡幅部の構造

### i) 支点条件

既設桁の2連は、いずれもNP24上が固定、他方が可動となっている。当初検討段階では、中間橋脚を増設し既設橋脚への地震時水平力の軽減を目標とし、中間橋脚上で既設桁にも支点を設け2径間化し、既設固定支承及び中間増設支承をゴム支承として、上部工を弾性支持することで、地震時水平力の分散を検討していた(図-13)。

しかし、NP23では既設の床版遊間が40mm(20℃)、桁遊間85mm(20℃)と非常に小さく、レベル1地震時(相対変位:141mm)でも衝突が発生することから、ゴム支承での地震時水平力分散は不可能であった。

また、新設桁に加え既設桁も含めた拡幅後の全体系を2径間化することも検討したが、中間橋脚上での負曲げにより既設RC床版の上面にひび割れが発生するとの検討結果であり、RC床版上面の補強も困難であったことから、中間橋脚では、新設桁のみを鉛直支持することとした。

最終的に中間橋脚では、常時に新設桁部を鉛直支持し、地震時には慣性力を分担するためのストッパーを設置することとした(図-14)。

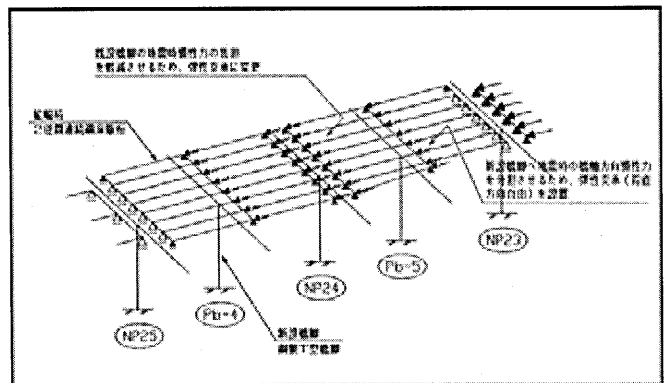


図-13 当初検討段階の支点条件

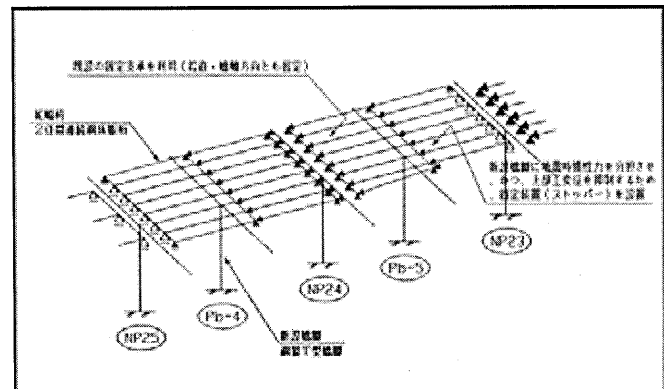


図-14 拡幅後(完成系)の支点条件

### ii) 中間橋脚上のストッパー構造

中間橋脚 Pb-4 の横梁断面を図-15 に、既設桁と中間橋脚間に設置するストッパー構造を図-16 に示す。

ストッパーは、中間橋脚上の既設主桁下フランジ部にボルト接合で下向きの突起部材、橋脚横梁上に上向きの突起部材を設け、橋軸方向及び橋軸直角方向を拘束し、鉛直方向は自由としている。

また、上下突起の橋軸方向、橋軸直角方向の遊間を共に10mmとして、活荷重等による桁の振動により、部材が損傷しないよう配慮した。

中間橋脚上が完全固定(遊間0mm)でないことにより、既設固定橋脚のNP24が先行して変形するが、NP24に10mmの強制変位を与えた場合でも、基部に発生する応力は20MPaと小さく、それ以上の変形に対しては、中間橋脚が桁を拘束し地震時慣性力を分担する構造とすることで地震時の対応を行った。

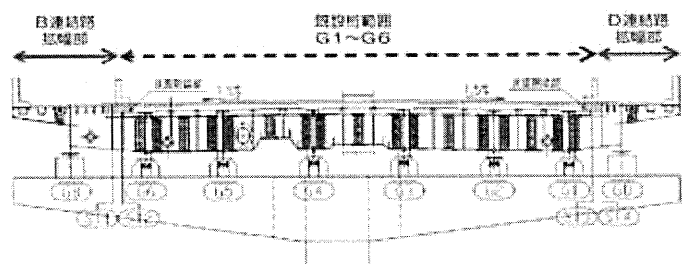


図-15 新設T形橋脚(Pb-4)横梁断面

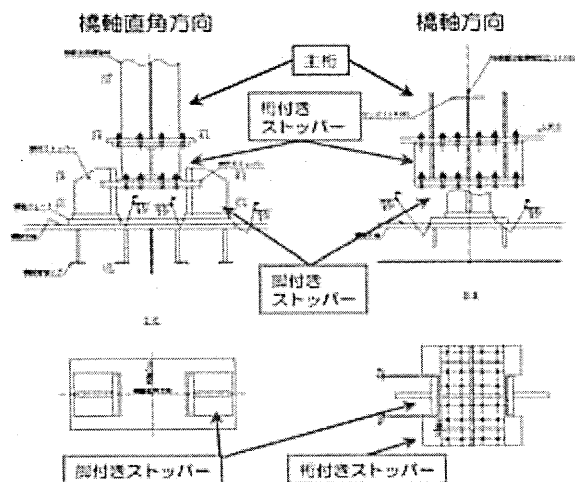


図-16 ストッパー構造

## 6. 先行開通区間の既設橋梁接続部

中央環状新宿線のうち先行して開通した区間では、西新宿ジャンクションにて4号新宿線と高松地区高架橋にて5号池袋線の既設橋梁と接続している。ここでは、改築事例をごく簡単に報告する。詳しい設計・施工内容は、文献1)を参考にして頂きたい。

### 6.1 西新宿ジャンクション

中央環状新宿線と既供用の4号新宿線との接続部の西新宿ジャンクションは、郊外方向サービスとして、国道20号(甲州街道)と環状6号線(山手通り)が交差する初台交差点上で、4号新宿線からY字分岐する構造となっている(図-17)。既設4号新宿線との接続部では、新設拡幅桁を支持するため、既設T形橋脚3基を3柱式の門型ラーメン橋脚に改造している(図-18,19)。

また、現地の制約から門型への改造ができず、拡幅桁と既設桁との支間割りを合わせるできない範囲では、既設T形脚の両側に横梁を増設し、両者に鉛直逆向きのジャッキ力を導入しての応力改善や既設桁に対しては、外ケーブル工法による応力改善などの対策を行っている(図-20)。

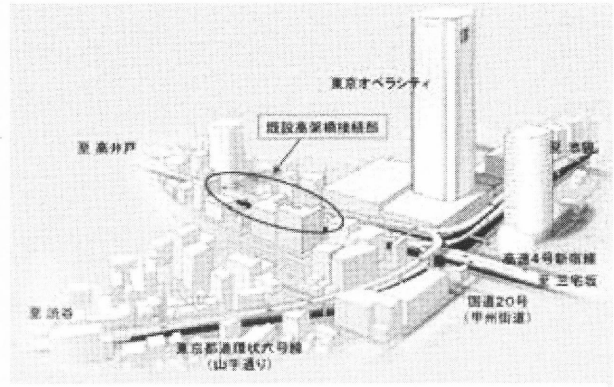


図-17 西新宿 JCT 鳥瞰図

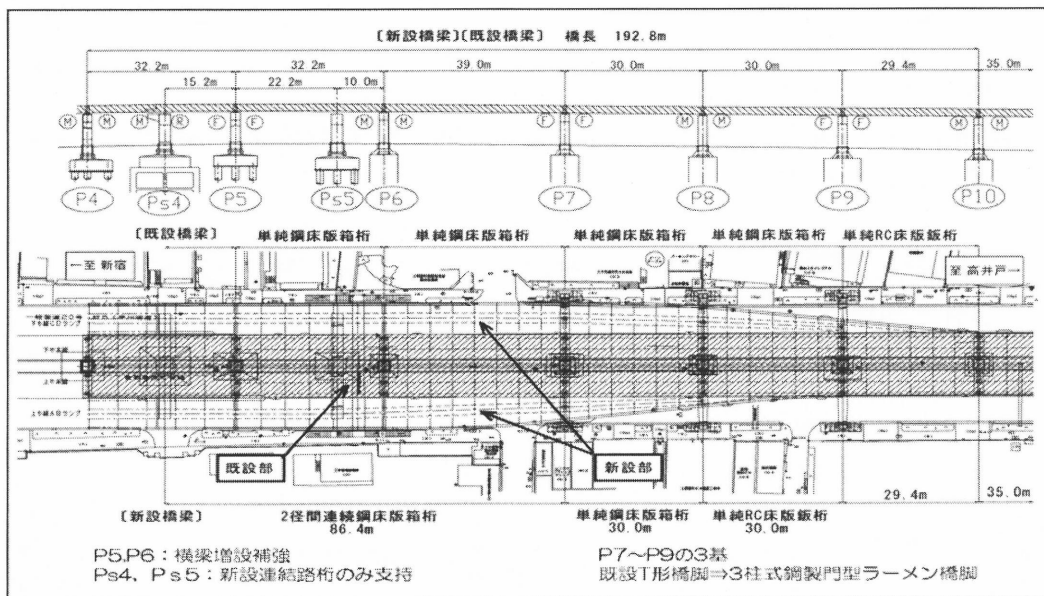


図-18 西新宿 JCT 既設接続部一般図

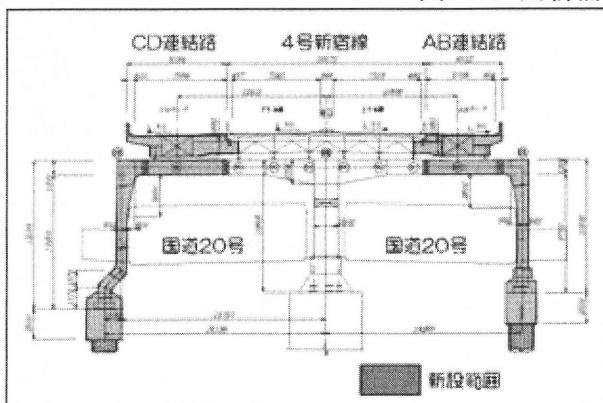


図-19 門型ラーメン橋脚への改造

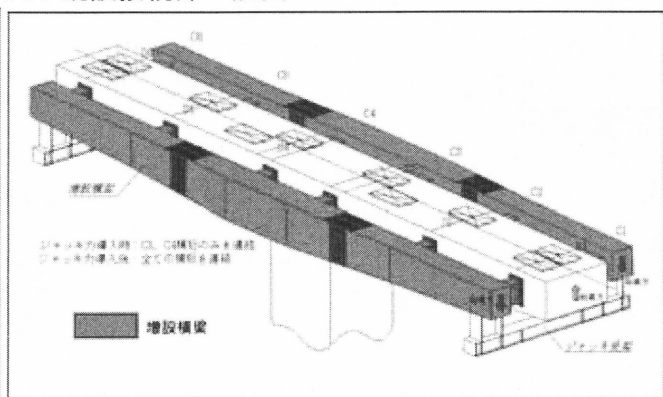


図-20 既設 T 形橋脚の横梁増設



## 6.2 高松地区高架橋

中央環状線と5号池袋線は、熊野町ジャンクションで接続するが、高松地区高架橋は、5号池袋線の一部として、昭和55年より供用していた旧高松出口ランプ橋を撤去し、既設鋼橋脚に対して補強および新規橋脚部材の設置などの改造を行い、新設の本線桁を架設している(図-21,22)。

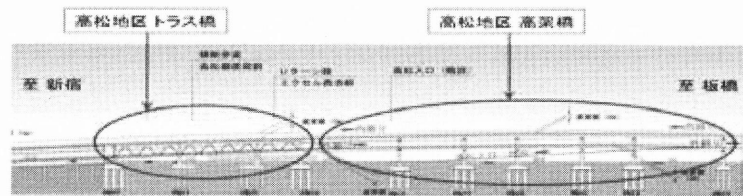


図-21 高松地区の高架橋側面図

特に既設桁撤去や新設桁の架設にあたっては、全ての作業が営業中の高松入口並びに山手通りの規制を伴うことから、半断面(コの字)に分割した既設鋼床版箱桁の一括撤去や新しい形式の降下装置を用いて新設桁の送出し架設の効率化を用い、規制日数の最小化を図っている(図-23,24)。

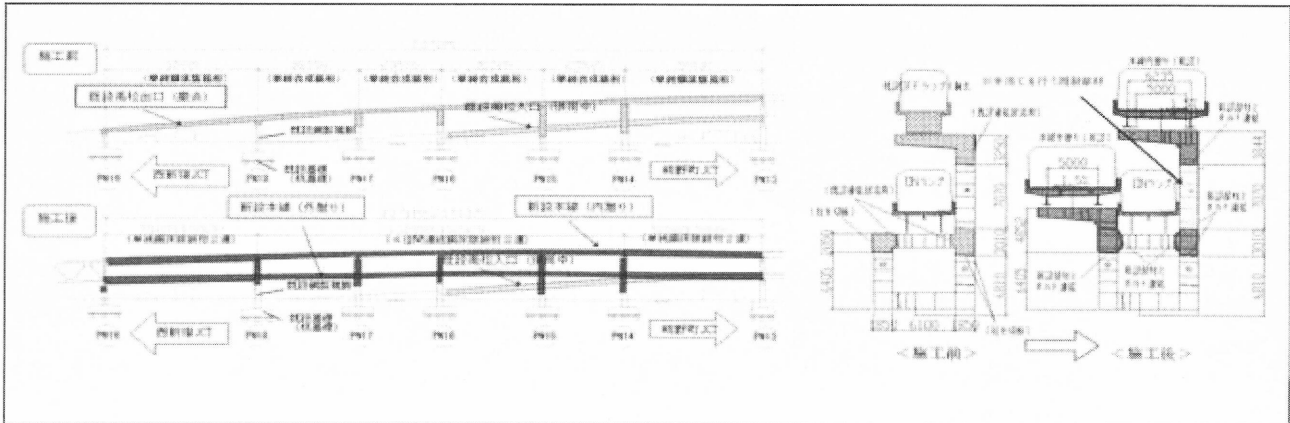


図-22 高松地区高架橋の構造変更概要



図-23 既設箱桁の撤去状況



図-24 送出し架設での新たな降下装置

## 7. おわりに

本稿では、中央環状新宿線と既設橋梁3路線との接続部について、その概要を報告した。

接続部の設計の面では、新設荷重による影響以外に、既設橋梁の完成後の車両大型化対応の縦桁増設工事や環境対策の遮音壁・裏面吸音板工事などによる死荷重増加の影響も踏まえ、拡幅前の現況状態の把握をした上での補強量決定や補強工法選定が必要なこと、既設部材の製作・架設誤差の現地確認と設計図面への反映が必要なことなど、一般の新設部に比べ多くの労力がかけている。また、施工の面では、施工ヤードや施工時間の制約条件が多いが、これまでの様々な工夫により対処してきている。

今回報告の3箇所の接続部うち、未供用の大橋ジャンクションも、平成21年度内の開通に向け鋭意工事中であり、今秋には、架設工事がほぼ完了し、橋面工事を開始する予定である。

### 参考文献

- 1) 木暮深, 並川賢治, 他: 橋梁と基礎 小特集 首都高速中央環状線(新宿~池袋), 株式会社建設図書, 2008年1月号