

中央線重層化

—横移動後PC鋼材によりラーメン構造化する高架橋の設計・施工—

石橋 忠良*1, 中山 弥須夫*2, 細川 泰明*3, 上田 文彦*4, 下大藪 浩*5

1. はじめに

東京駅付近中央線重層化工事は、長野新幹線の東京駅乗り入れに伴い、東京・神田駅間の中央線を高架化する工事である(図-1)。中央線新設高架橋は、すでに平成7年7月から仮線用として、平成8年11月から本設用として供用を開始している。

この新中央線は、東京駅構内を出て呉服橋Bv・常盤橋Bv間で34/1000の勾配で下り始め、日本橋川橋梁の手前で既設レンガアーチ高架橋に取りつく線形となっている(図-2)。新設高架橋のうち、アプローチ部は、高架ホーム端部から日本橋川橋梁までの約675mの高架区間である。この高架橋は、呉服橋Bvおよびそのラーメン橋台を除き、4~10径間のラーメン構造で構成される(図-3)。ラーメン

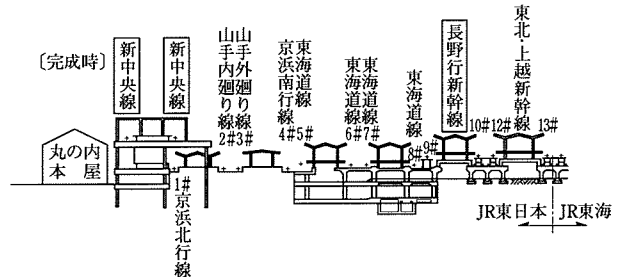


図-1 東京駅概要

を構成している桁は、非合成鋼桁の常盤橋Bvを除き4種類のスパン(17m, 19m, 21m, 27m)からなっており、いずれも外ケーブルと内ケーブルを併用したPRC桁である。本高架橋の主な特徴を以下に示す。

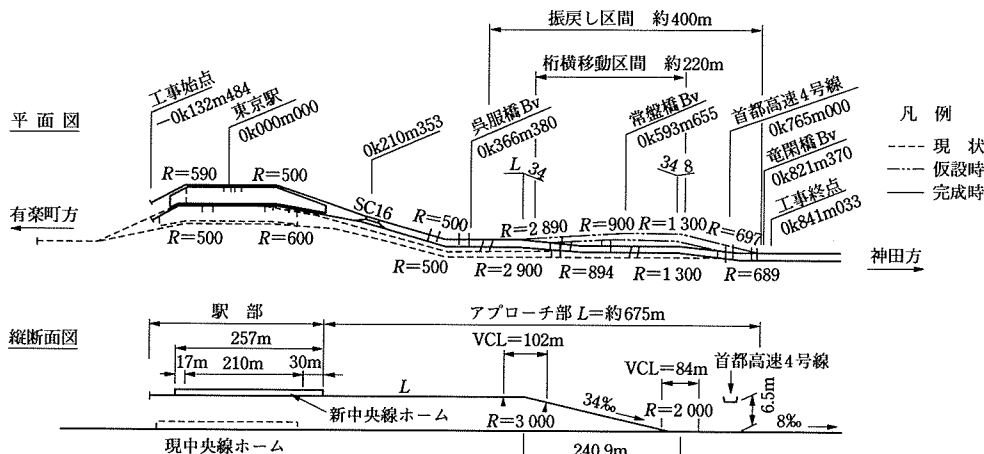


図-2 中央線配線図

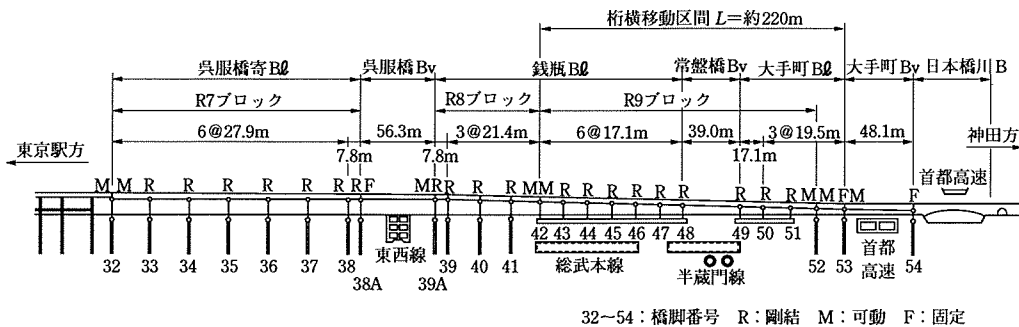


図-3 アプローチ部高架橋概要

*1 Tadayoshi ISHIBASHI: 東日本旅客鉄道(株) 建設工事部 担当部長
 *2 Yasuo NAKAYAMA: 東日本旅客鉄道(株) 建設工事部 構造技術センター
 *3 Yasuaki HOSOKAWA: 東日本旅客鉄道(株) 東京工事事務所 ターミナル第2課 係長
 *4 Fumihiko UEDA: 東日本旅客鉄道(株) 東京工事事務所 ターミナル第1課 係長
 *5 Hiroshi SHIMOOZONO: 東日本旅客鉄道(株) 東京工事事務所 工事第2課

- 1) 景観設計を行った。
- 2) 供用中(約17ヶ月)の桁11連(10連のPRC桁と1連の鋼桁)を短時間で横移動する。
- 3) 供用中の桁と橋脚とを連結ケーブルにより剛結し、ラーメン構造とする。

高架橋の設計・施工については、本誌上りですすでに報告している。本文では、平成8年11月に行った桁11連を一括して横移動する工事および平成8年12月～同9年3月に行われたラーメン構造化工事の設計・施工について報告する。

2. 工事概要

2.1 景観設計²⁾

図-4は、アプローチ部の高架橋の完成予想図である。本高架橋は、首都東京の表玄関である東京駅丸の内側に構築されることから、周辺の景観との調和を考慮することを目的とし、景観検討委員会(委員長・篠原修東京大学教授)を設け、検討を行った。この結果、道路側の柱はエンタシス形状の鋼管巻きRC柱とし、桁は曲面形状を組合わせた箱型桁とした。



図-4 アプローチ部完成予想図

2.2 振戻し

アプローチ部の新設高架橋は、施工時に旧中央線の建築限界に支障しないように、道路上空を縦断占有する必要がある。事前の道路管理者との協議により、道路上空の縦断占有面積を極力少なくする条件で工事を許可された経緯があり、中央線の最終線形では鉄道用地内に極力振り戻すことが必要となった。当初、仮設桁を用いた施工方法を考えていたが、経済性、施工性の点から本設桁を架設し、線路の振戻しにあわせて桁の横移動を行う施工方法を採用した。このため、図-3に示す42番の柱から53番の柱までの仮橋脚上の桁11連は、約1年半単純桁として供用した後、鉄道用地側へ横移動され、そのまま本設用として供用することとなる。また、横移動の際、軌道・電気設備も桁と同時に移動できる構造とした。

なお、横移動区間の高架橋は、図-5に示すように桁と橋脚とを連結ケーブルを用いてつなぎ、最終的にラーメン構造となる。これは、道路側の柱は歩車道路間に造られる

ため細くしたこと、道路側の柱は1層であるが線路側の柱は2層であることから、このままでは地震時にねじれを生じることから、ねじれの生じないラーメン構造とした。

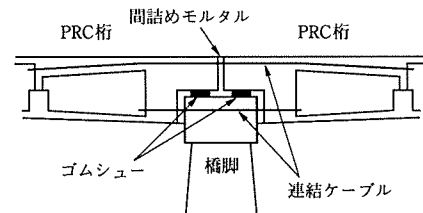


図-5 ラーメン構造化概要

2.3 施工順序

図-6は、横移動区間の高架橋の施工順序を示したものである。新設高架橋は、新中央線用の上層部と新京浜東北線用の中層部からなる。

(ステップ1) 歩道と車道の一部を占有し工事用の用地を確保する。旧中央線の軌道を仮設の工事桁上に受け替えた後に、旧中央線下の既設レンガアーチ高架橋を取り壊す。

(ステップ2) 新設高架橋は、図-6(ステップ3)の断面図に示すように上層部を支える2本の柱と中層部を支える1本の柱からなり、中間の柱は上層部と中層部の2層を支えることとなる。新設橋脚が旧中央線の建築限界に支障することから、工事を二期に分けて行う。

一期工事では、道路側の本設柱と仮設柱を旧中央線の建築限界外に構築した後、PRC桁10連と鋼桁を架設することで上層部の高架橋を構築し、中央線を新設高架橋上へ切り換える。続いて、中間の本設柱の一部と線路下の本設柱から中層部を構築し、工事桁の撤去後、京浜東北線・山手線をこの中層部上へ順次切り換える。

(ステップ3) 二期工事では、一期工事で構築した中層部を支える中間の本設柱上に上層部を支える本設柱を継ぎ足し、先に構築した上層部の橋脚とつなぐことで、本設の橋脚を完成させる。続いて、桁を線路側に横移動することにより中央線の振戻しを行う。その後、連結ケーブルにより桁と橋脚とを一体化し、ラーメン構造とする。仮設柱を撤去した後、道路・歩道の復旧を行い、完成となる。

本文では、平成7年7月から平成9年3月にかけて施工を行った(ステップ3)について報告する。

3. PRC桁の概要

図-7は、横移動空間のPRC桁のうち、スパン17mの桁について一般図を示したものである。この区間の高架橋は、現地での作業性、工期、工事費を勘案し、図-3に示すように42番柱から48番柱および49番柱から50番柱までの箱型PRC桁(スパン17m)はプレキャストブロック工法とし、

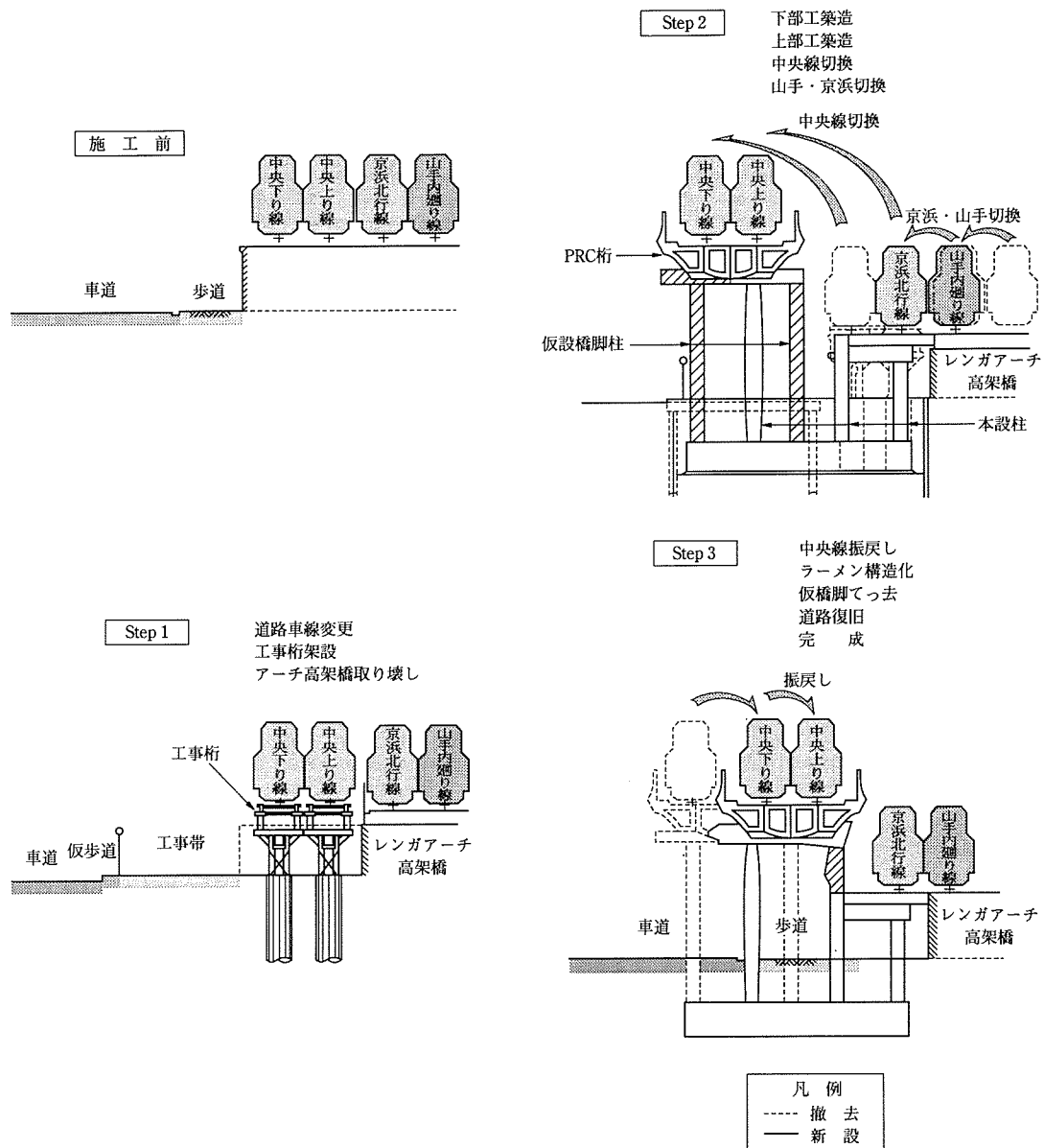


図-6 横移動区間施工順序図

50番柱～53番柱までの箱型PRC桁（スパン19m）は場所打ち施工とした。

スパン17mのPRC桁は、4つのプレキャストU形桁とこの桁同士を一体化するための現場打ち上スラブからなり、主方向はPRC構造、横方向はRC構造とする。この桁は、プレキャスト桁を運搬する際の重量制約から部材厚さを15cmとしたため、シングルストランドのみを桁断面内に配置し、上スラブ打設後不足するプレストレスを外ケーブルにより導入する構造とした。この桁は横移動後橋脚と剛結されラーメン構造化されるが、42番の柱上のみゲルバー構造となる。

スパン19mのPRC桁は、断面は2ボックスからなっており、スパン17mと同様に主方向はPRC構造、横方向はRC構造としている。この桁も横移動後ラーメン構造化されるが、52番柱上はゲルバー構造となり、52～53番柱間の桁は

横移動後の本線時も単純桁のまま供用される。

4. 横移動工事

4.1 工事概要

今回、横移動を行う施工延長は約220mで、横移動を行うPRC桁10連および非合成鋼桁1連の計11連である。表-1は、横移動を行う桁の諸元と移動量を示したものである。最大重量は鋼桁が840.7tf、PRC桁が538.3tf、最大移動量は約6.6mである。

図-8は横移動工事の施工フローを示したものである。横移動工事では、供用中の中央線を一時運休して施工を行わなくてはならないため、列車運行への影響を極力小さくする必要がある。このため、軌道・電気工事を含めた全工程を約22時間とし、桁横移動時間を3時間30分程度と設定した。最終的には、中央線を最終列車から翌日の午後11時

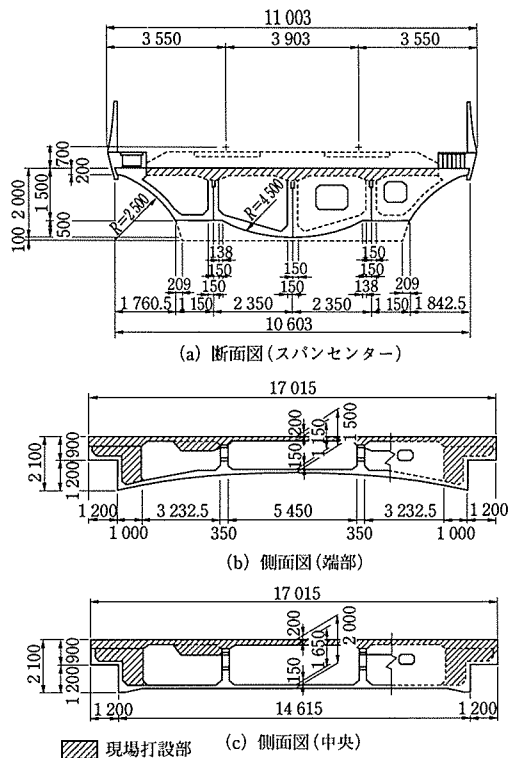


図-7 構造一般図(スパン17m)

表-1 桁諸元

橋脚No.	桁No.	桁種別	桁長(m)	スパン(m)	桁重量(tf)	移動量(m)
P42	1	PRC桁	17.0	15.8	538.0	2.39
P43	2	PRC桁	17.0	15.8	538.0	3.19
P44	3	PRC桁	17.0	15.8	538.0	4.13
P45	4	PRC桁	17.0	15.8	538.0	5.35
P46	5	PRC桁	17.0	15.8	538.0	6.03
P47	6	PRC桁	17.0	15.8	538.3	6.59
P48	7	鋼桁	38.9	37.8	840.7	6.64
P49	8	PRC桁	17.0	15.8	522.1	6.21
P50	9	PRC桁	19.4	15.2	581.3	6.02
P51	10	PRC桁	19.4	15.2	581.3	5.95
P52	11	PRC桁	19.4	15.2	581.3	5.94

まで運休し、工事を行うこととした。なお、図中の「線路閉鎖間合い」とは、ある区間に列車が入りできないようにしている時間をいい、「キ電停止間合い」とは、ある区間のキ電線に電気を送らない時間をいう。

振戻し工事全体の施工時間を考慮した場合、レールおよび電気設備(信号通信ケーブル、トロリー線等)の切断を伴わない方法が望まれる。桁上のレールを切断しないためには、レールを締結している装置ごとマクラギから外し、レールと路盤コンクリートとの間に設置した山形鋼でレールをマクラギから浮かせることにより桁との縁を切り、山形鋼上をレールが滑る構造とした(写真-1)。しかし、レールを破線しないこと、また信号通信ケーブル、トロリー線等は余長に限られることから、隣り合う桁の移動量の相対差を小さく保っておく必要が生じた。そこで、図

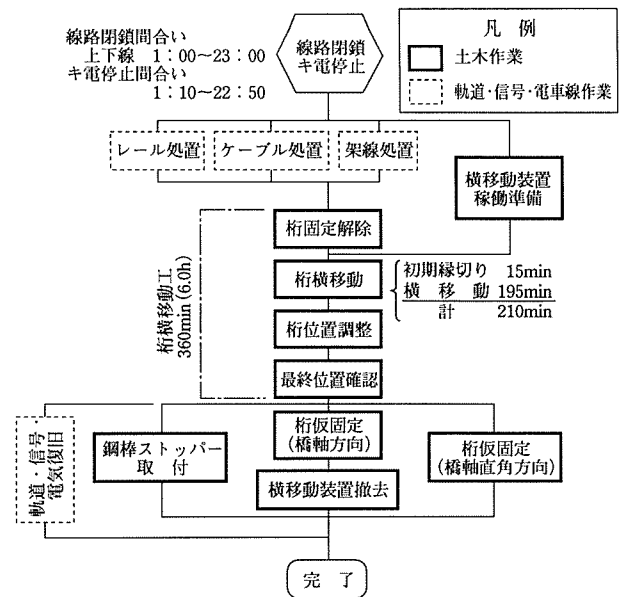


図-8 桁横移動工事フロー

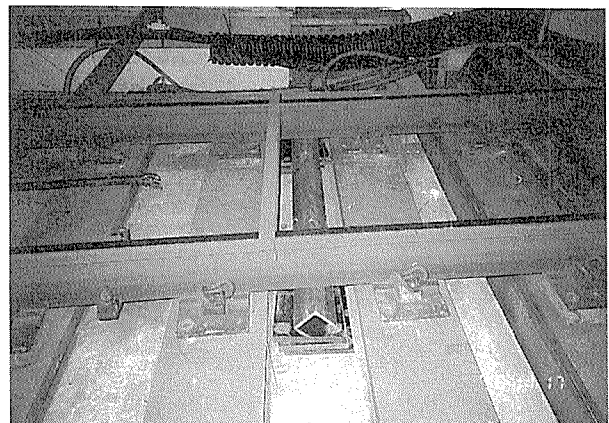


写真-1 レール状況

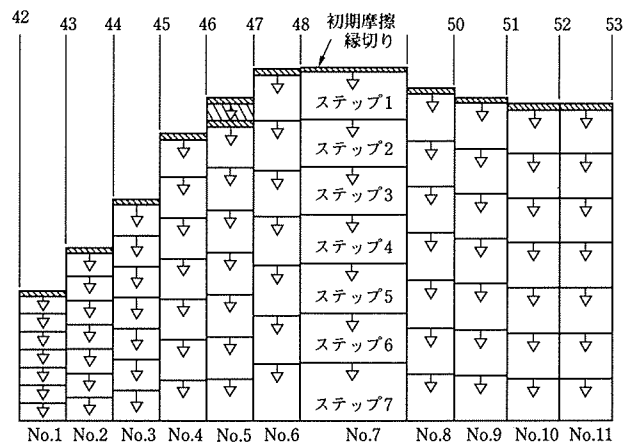


図-9 桁横移動ステップ管理概念図

-9に示すように各桁の移動量を7ステップに等分し、各ステップで全桁の移動量が所定の値に達したことを確認してから次のステップに進むステップ管理方式を採用した。

4.2 横移動設備

図-10は、横移動設備の概念図を示したものである。ジャッキ荷重と桁移動量を1箇所制御するシステムを用いて11連の桁を同時に移動するため、移動には連続移動が可能な重量物連続移設用油圧ジャッキ（ダブルツインジャッキ）を採用した（写真-2）。このジャッキの特徴

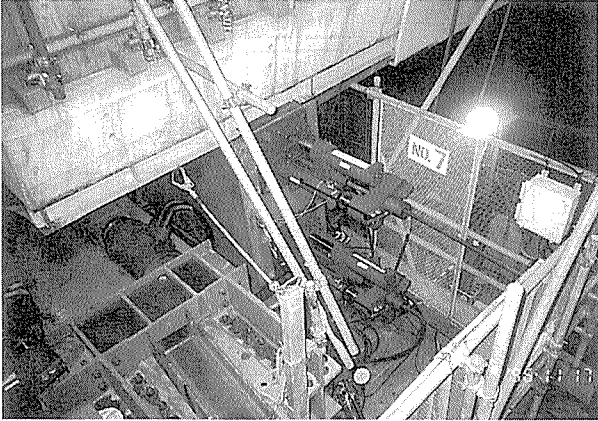


写真-2 ダブルツインジャッキ

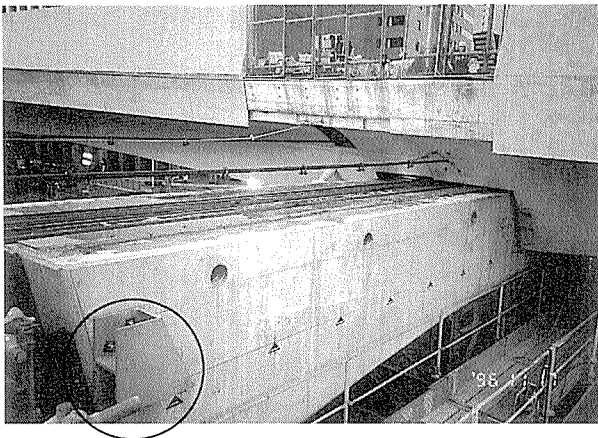


写真-3 横移動時ストッパー

は、2つのシリンダーを交互に作動させることにより、連続的に所定の位置まで横移動させることができる点である。

横移動は、横ばりの線路側端部に取り付けられた反力ブラケットにPCストランド（ $\phi 27.6\text{mm}$ ）を固定し、桁端部の道路側側面に設置したダブルツインジャッキでPCストランドをたぐり寄せながら行う。また、横移動時、微調整をしなくても桁が所定の位置に収まるように、あらかじめ上層横ばりの線路側端部に鋼製ストッパー（写真-3）を取り付け、桁がそのストッパーに達した時点で移動を終了することとした。

図-11(a)は横移動における滑り設備を示したものであり、滑りレール上を支承が移動する構造とした。滑りレールは、25mm厚の鋼板上に5mm厚の鏡面仕上げされたステンレス板を溶接した構造とし、上層横ばり上に設置した。桁支点部に設置した支承は35mm厚のゴムシューとし、下面に1mm厚のテフロン加工を施した。つまり、滑りレール上を支承が移動する構造とした。

図-11(b)はガイドの構造を示したものである。ガイド

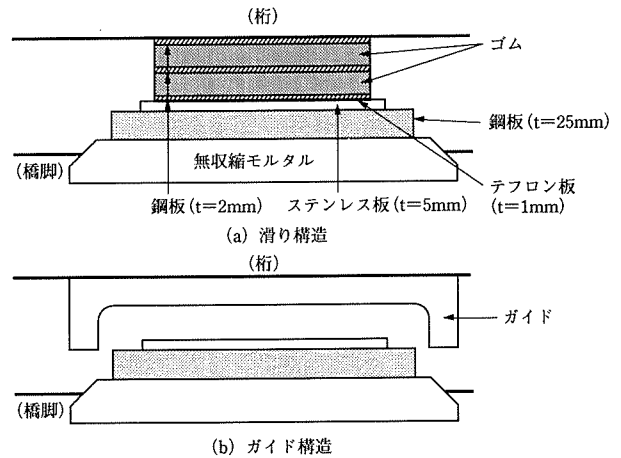


図-11 滑り設備

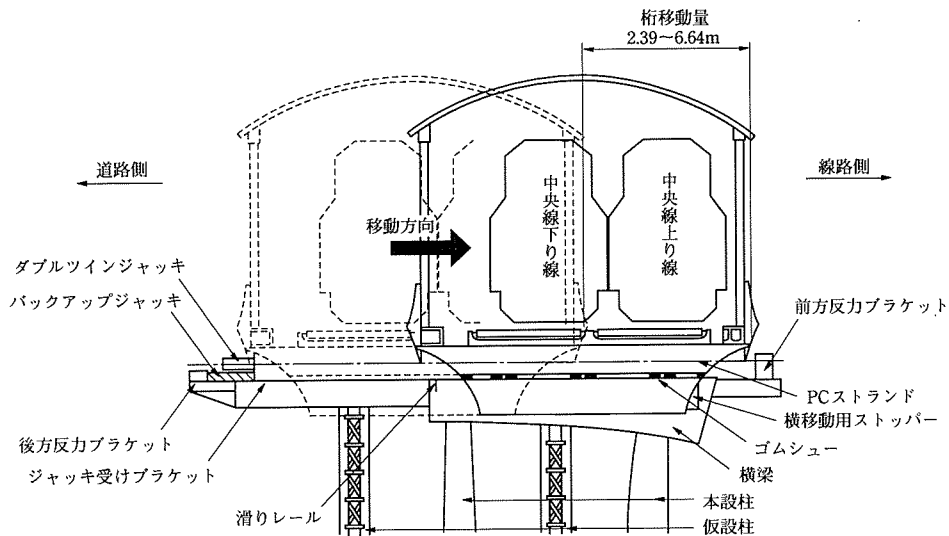


図-10 桁横移動設備概要

は、桁を横移動する際に桁が平面的に回転し、隣接する桁と接触することを防止するために設け、桁の支点部に2箇所ずつ設置した。ガイドと滑りレールとの橋軸方向の遊間は、余裕をもたせるためクリープ・乾燥収縮による設計上の収縮量の2倍とした。

4.3 シュー滑り試験

設計においては、滑りレールと支承との初期摩擦係数が過去の施工例から0.2程度となる場合があることを考慮し、1連あたりジャッキ（最大能力70tf）2台（鋼桁は4台）を使用することとした。しかし、

- 1) 桁は架設後27ヶ月、供用開始後17ヶ月経過していることから、滑りレールと支承の初期摩擦係数および移動時の摩擦係数が過去の施工例よりも大きくなる可能性があること
- 2) ステンレス板上にはモルタル等の付着物が見られること
- 3) プレキャスト桁の製作および施工の誤差等から、ゴムシューの荷重負担のばらつきが避けられず、桁横移動中の各ゴムシューに不均等な反力が生じる可能性があること

から、桁横移動中の初期摩擦係数、移動時の摩擦係数および移動時のゴムシューの変形状態を把握する必要がある。このため、事前にゴムシューの滑り試験を行うこととした。

試験片は実物大の200×200×34mmであり、以下の3項目についての試験を行った。

- 1) 支圧荷重下でのせん断変形性状を確認する試験
- 2) 移動直角方向（橋軸方向）にせん断変形させた状態で移動を行い、せん断変形性状を確認する試験
- 3) ステンレス表面の状態を変化させた状態（たとえば、モルタル付着）でのせん断変形性状を確認する試験

これらの試験の結果、以下の事項が確認できた。

- 1) 移動開始時の初期摩擦係数は0.15～0.21程度であるが、モルタル等の付着物があると0.3程度まで大きくなる可能性がある。
- 2) 移動時の摩擦係数は0.07～0.12程度であり、ステンレス板の溶接部であっても表面仕上げが十分であれば摩擦係数はほとんど変化せず、またモルタル等の付着物があっても摩擦係数はほとんど変化しない。
- 3) ゴムシューは厚さの200～300%のせん断変形後、滑動を開始するが、破損する可能性は低い。

この結果より、以下の対策を講ずることとした。

- 1) 滑りレール面の状態を良好にするため、事前に高圧水の噴射および特製ブラシにより滑り面を入念に洗浄し、目視およびファイバースコープにより滑りレール面の洗浄状況を確認するとともに、施工直前には液体洗剤薄め液を滑りレール面に塗布して摩擦係数を極力小さくする。
- 2) 摩擦係数が極端に大きい場合および横移動ジャッキ

の故障、ケーブルの破断を想定して、バックアップ用に50tfジャッキ2台を準備する。

- 3) 横移動はすべての桁で滑りレールと支承との間の初期摩擦縁切りを行い、ゴムシューの状況を確認したうえで連続的に行う。なお、初期摩擦縁切りは、ゴムシューの最大せん断変形量から、移動量が100mmに達した時点で完了と判断する。

4.4 施工概要⁹⁾

桁の初期摩擦縁切りは、各桁同時に行った。ゴムシューの破損などが考えられたため、ジャッキの加圧は慎重に行われた。作業は、バックアップジャッキを用いることなく、午前5時44分に開始し、約10分で終了した。初期摩擦縁切り終了後、ゴムシューの状況をチェックし、異常がないのを確認した。

桁の横移動は、午前6時00分に本格的に開始し、午前9時32分に終了した。桁の横移動は、各ステップごとのゴムシューの状況や橋軸方向への移動量の確認に時間を要したが、ダブルツインジャッキの採用により移動自体の所要時間は短く、ほぼ予定通りの3時間48分で桁横移動を終了した。写真-4は桁の横移動状況を示したものであり、写真-5は移動完了時の状況を示したものである。

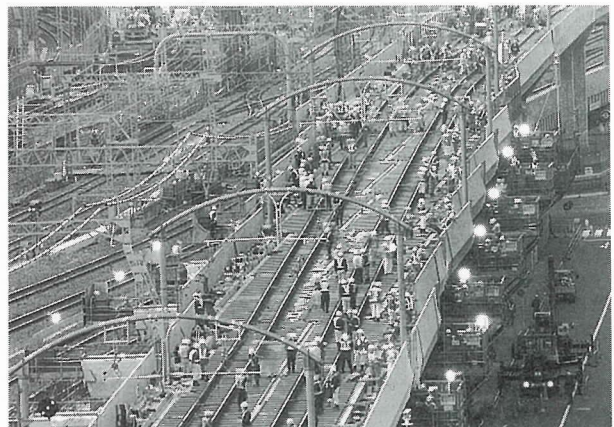


写真-4 桁移動状況



写真-5 桁移動完了時

表-2は、桁移動時の初期摩擦係数の実績値を示したものである。最大初期摩擦係数は0.18、滑動時の最大摩擦係数は0.13であった。図-12は、横移動時の摩擦係数の変化状況について一例を示したものである。初期摩擦縁切り終了後の摩擦係数は、ほぼ一定の値で推移していることがわかる。

移動が終了した後、桁の仮固定を行い、軌道、電気設備の復旧を行った。桁横移動は作業員約850名（土木、電気、軌道を含む）により行われ、全工事は午後10時に無事終了した。

表-2 桁移動時の初期摩擦係数

桁No.	桁重量 (tf)	東京方		神田方	
		荷重 (tf)	摩擦係数	荷重 (tf)	摩擦係数
1	538	42.7	0.159	30.2	0.112
2	538	34.3	0.128	34.7	0.129
3	385	33.8	0.126	38.0	0.141
4	538	32.7	0.122	32.7	0.122
5	538	43.7	0.162	34.5	0.128
6	538	48.1	0.179	31.9	0.119
7	841	49.9	0.119	40.0	0.095
8	522	46.0	0.176	37.7	0.144
9	581	33.4	0.115	33.4	0.115
10	581	38.3	0.132	38.4	0.132
11	581	39.1	0.135	32.3	0.111

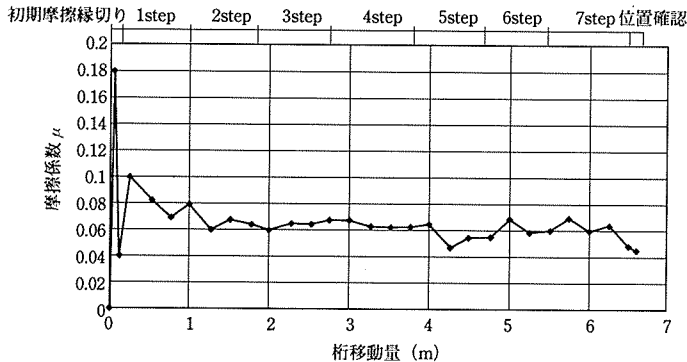


図-12 桁移動時の摩擦係数の変化(桁No.6東京方)

5. ラーメン構造化工事

5.1 設計概要

(1) ラーメン構造化

表-3は、設計条件を示したものである。設計は、「PRCけた設計指針(案)」⁴⁾、「建造物設計標準解説」⁵⁾に準拠している。

ラーメン構造化は、図-5に示すように桁横移動後の桁間および桁-橋脚間の隙間をモルタルにて間詰めし、連結ケーブルを用いて桁と橋脚とを一体化することで行う。このため、プレストレスは、充填された間詰めモルタルを介して橋脚部に伝達される。

図-13は、ラーメン構成時の主な荷重に対する曲げモーメント図を示したものである。ラーメン構造化は桁施工か

表-3 設計条件

軌道形式:合成マクラギ軌道	列車荷重:EA-17	設計水平震度:0.25
コンクリート	設計基準強度 許容応力度	400kgf/cm ² 曲げ圧縮:160kgf/cm ² 引張:0kgf/cm ²
PC鋼材	鋼材種別: 許容応力度	引張強度:190kgf/mm ² プレストレス中: 144kgf/mm ² 133kgf/mm ² 降伏強度:160kgf/mm ² プレストレス直後: 5%
荷重組合せ	地震時 使用時	死荷重+列車荷重(単線)+1.5×地震 列車荷重+衝撃+温度変化

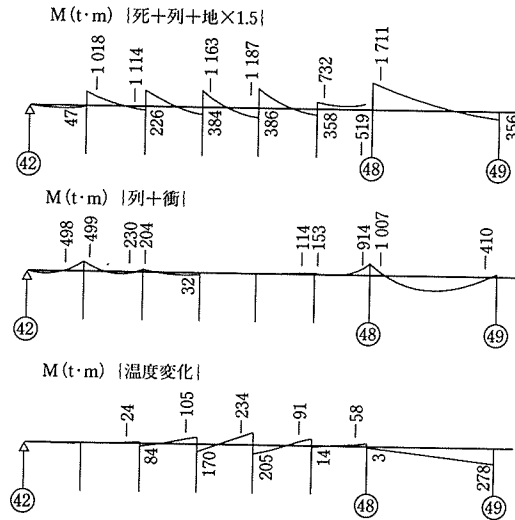


図-13 ラーメン時の断面力

ら約3年後に行われるため、乾燥収縮、クリープによる不静定力は考慮していない。前述したように高架橋は、単純桁として供用した後、ラーメン構造化を行う。このため、ラーメン構成時の断面力に対する検討は、支点部のみ行うこととした。以下の2点について支座位の検討を行い、連結ケーブルの本数を決定した。

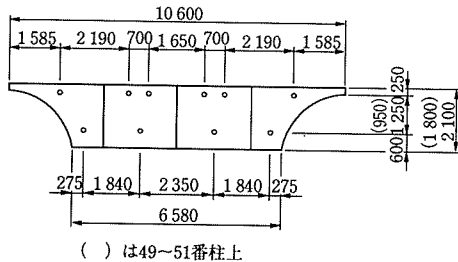
- 1) 支座位上面のコンクリートが列車荷重作用時に引張応力度とならないように縁応力度を制限する。
- 2) 地震時の安全性を検討する。

表-4は支座位の検討結果を示したものである。支座位におけるケーブル本数は、地震時の破壊の検討からではなく、{列車荷重+衝撃+温度変化}時の縁応力度から決定した。

表-4 検討結果

		橋脚番号	P46	P48	P49	P50	
配置ケーブル	上側		7E15.2-6	12E15.2-6	12E15.2-2 19E15.2-4	7E15.2-6	
	下側		7E15.2-4	12E15.2-4	12E15.2-4	8E15.2-4	
地震時の破壊の検討	-M	Mrd(tf·m)	2 075	3 514	3 850	1 664	
		M (tf·m)	1 187	1 711	1 648	655	
	M	F	1.7	2.1	2.3	2.5	≥1.3
		Mrd(tf·m)	1 023	—	1 392	932	
曲げ応力度 (kgf/cm ²)	上側	縁	0.3	2.6	0.6	5.0	≥0
		下側	10.0	16.0	30.5	9.8	≤160

図-14は、支点部における連結ケーブル配置を示したものである。連結ケーブルは、基本的には7E15.2を用いたが、図-3に示す断面力の大きい48番、49番柱上は12E15.2を用いることとした。また、連結ケーブルは、付着あるケーブルとして設計を行っているが、桁内が狭隘な空間でありマルチシステム用ジャッキを使用することが困難であったため、シングルストランド用ジャッキによりストランド1本ずつ緊張できるフレシネーEシステムとした。



()は49～51番柱上
図-14 連結ケーブル配置

(2) 連結ケーブル挿入路

図-15は連結ケーブルの挿入路を示したものである。桁間（上側）の連結ケーブル挿入路は、2重シース管構造で確保した。これは、あらかじめ桁端部に異形ステンレスシース管（φ77mm）を埋設し、このシース管同士を若干径の小さいシース管でつなぐ構造である。桁-橋脚間（下側）の連結ケーブル挿入路は、水で膨らましたゴム製チューブを桁と橋脚のシース管の間に挿入し膨らませた状態でモルタルを打設することで確保した。これは、2重シース管構造とした場合、シース管の接合作業を桁下面から行うことが困難であることから、シース管の接続が困難となるためである。

なお、桁内の連結ケーブル用PC鋼材は、上スラブ打設後に開口部から桁内に持ち込むことが困難なため、桁製作時に防錆処理した状態であらかじめ桁内に保管しておいた。

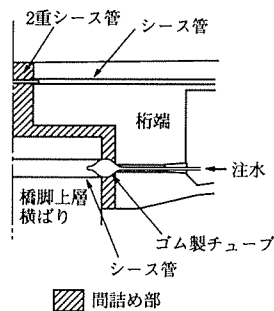


図-15 連結ケーブル挿入路

(3) 間詰めモルタルの検討

桁横移動当夜、ラーメン構造化工事を行った場合、作業が輻輳してしまう。このため、施工上・安全上の観点から、ラーメン構造化工事は横移動工事終了後、別の日の夜間、列車の運行していない時間（約3時間40分）で施工を行うこととした。しかし、桁間および桁-橋脚間の間詰め

モルタルの打設および硬化に4時間程度要し、緊張を含めると、時間内に施工を行うことが困難となった。そこで、ラーメン構造化工事を①間詰めモルタル打設、②緊張作業と分けて行うこととした。

間詰めモルタル部分については、

- 1) 連結ケーブル施工前に間詰め部に列車荷重が作用するため、支点下端において100kgf/cm²程度の強度が必要となること
- 2) 打設後、列車荷重が作用するまでに養生時間が4時間程度しかないこと
- 3) 冬期に施工を行うことから養生温度が5℃以下になる可能性があること

から、プレミックスタイプの超早硬性の無収縮モルタルを現場練りで使用することとしたが、練混ぜ能力が2.4m³/hとかかることから、時間内に打設を終了させることが困難である。このため、早期強度が必要な桁-橋脚間は間詰め1次モルタルとしてプレミックスタイプの超早硬性の無収縮モルタルを現場練りで使用し、橋脚上面以上の部分は間詰め2次モルタルとして工場出荷の早硬性の無収縮モルタルを使用することとした。表-5は、使用したモルタルの配合を示したものである。

表-5 モルタル示方配合

	W/C (%)	単位量 (kg/m ²)				
		C	W	S	混和剤	混和材
間詰め2次モルタル 工場出荷	40	883	365	913	6.391	30
間詰め1次モルタル 現場練り	44	プレミックス 無収縮モルタル(緊急寒凍用)				

(4) 最低緊張本数の検討

緊張作業については、1橋脚上の連結ケーブルを夜間の列車の運行していない時間ですべて緊張することが困難であるため、緊張作業を2～4回に分けて行うこととした。このため、1日目に緊張しなくてはならない最低緊張本数を設定した。最低緊張本数は、橋脚上面でコンクリートに一時的な引張応力度を許容することとし、列車荷重作用時のPC鋼材の引張応力度を制限値（0.7f_{pu}=133kgf/mm² ただし、f_{pu}:引張強度）以内とするよう算出した。このため、列車荷重作用時に桁間および桁-橋脚間の間詰めモルタル面で肌離れが生じる可能性があり、連結ケーブル用PC鋼材の防錆対策として、間詰め部上面に防水処理を施すこととした。表-6は、連結ケーブルの緊張本数と最低緊張本数を示したものである。

表-6 各柱頭部の緊張本数と最低緊張本数

橋脚No.	緊張本数	最低緊張本数
42	70	30
43	70	30
44	70	30
45	70	30
46	70	30
47	70	30
48	120	62
49	148	62
50	74	26
51	74	26

5.2 施工概要

ラーメン構造化工事は、図-16に示すように5段階で行った。また、施工順序は、図-3に示す47番の柱から東京駅方

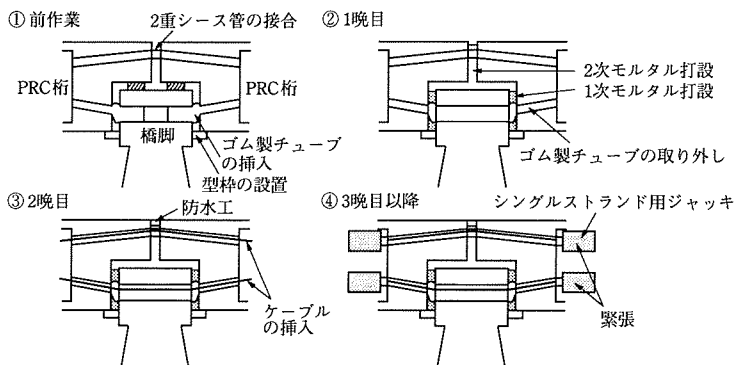


図-16 ラーメン構造化工事施工順序図

へ順次ラーメン構造化し、43番の柱が終了した後、48番橋脚から神田駅方へ順次行うこととした。これは、43番柱から片押しで行うと高架橋の橋軸方向の移動が生じると考えたためである。

- 1) 前作業として、間詰め部の型枠を設置し、連結ケーブル挿入路の確保のため、2重シース管およびゴム製チューブを設置した(写真-6)。また、間詰めモルタルのひび割れ防止として、桁間および桁-橋脚間にはメッシュ筋を設置した。

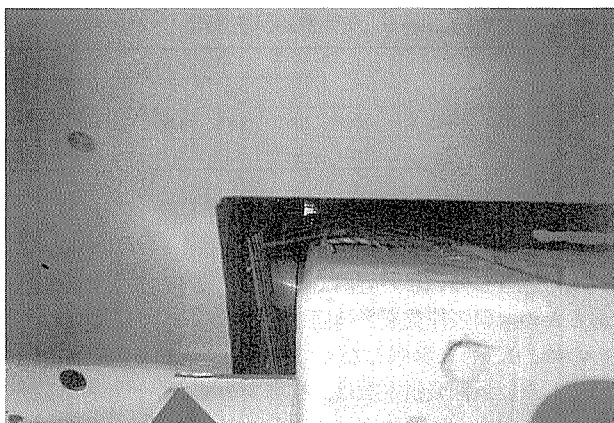


写真-6 ゴム製チューブ設置状況

- 2) 1晩目、桁-橋脚間の間詰めを行った。モルタルの硬化時間を確保するため、最終列車通過30分前から間詰め1次モルタルを打設し始めた。橋脚上面までの打設が終了した後、続いて間詰め2次モルタルを桁上面まで打設した。なお、横移動用の滑りレール、ゴムシュー、ガイド、橋軸方向の仮ストッパーは、そのまま埋め殺すこととした。間詰め1次モルタルの硬化を確認した後、連結ケーブル挿入路確保用のゴム製チューブの取外しを行った。
- 3) 2晩目、間詰め部上面に深さ約10cmの防水工を行った。並行して連結ケーブル用PC鋼材をシース管内に挿入(写真-7)し、緊張用ジャッキを桁内に配置した。このPC鋼材のシース内への挿入はストランド1本ずつ人力で行うが、この際ストランドがシース内で捻れて配置されないように、ストランド1本ごとに

番号をつけ、定着ブロックの下側から番号順に挿入を行うこととした。

- 4) 3晩目、桁内において、最低緊張本数のPC鋼材の緊張を行った(写真-8)。緊張は、シングルストランド用ジャッキにより、PC鋼材1本ずつ行った。緊張作業は基本的に1チームで行うが、最低緊張本数が多い48番、49番柱上は3チームで行うこととした。なお、1本ごとの張力がばらつかないように、緊張管理は伸びによる管理を基本とした。
- 5) 4晩目以降、残りの連結ケーブルの緊張を行い、仮ストッパーの撤去を行った。緊張終了後、セメントミルクを用いてグラウトを行った。

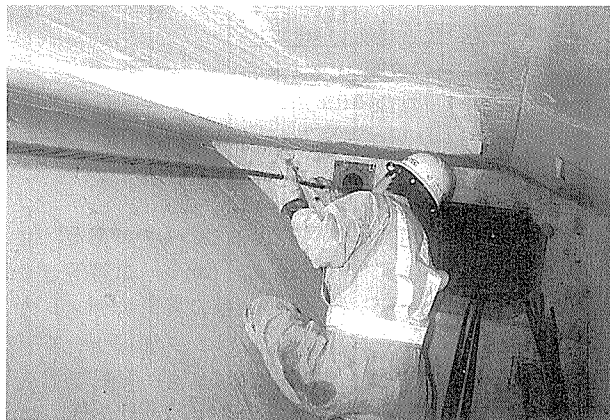


写真-7 PC鋼材挿入状況



写真-8 緊張状況

ラーメン構造化工事は、1橋脚あたり約6日間かかり、計9箇所をグラウト工も含め約60日間で終了した。

6. おわりに

中央線重層化工事は平成9年3月にラーメン構造化工事を終了し、仮設柱の撤去を行った(写真-9)。今後、仮設の大手町Bv、日本橋川Bの撤去作業および車道、歩道の復旧を待って完成となる。供用開始後約一年半経過した桁11連を一括して横移動する工事および供用下での連結ケーブルを用いたラーメン構造化工事についての本報告が、今後

の高架橋工事の何らかの参考となれば幸いである。

参 考 文 献

- 1) 石橋忠良・津吉毅・細川泰明・古谷時春：中央線重層化—PRC高架橋の設計と施工—，プレストレストコンクリート，Vol.37, No.1, pp.21～30, 1995.1
- 2) 石橋忠良：鉄道高架橋のデザイン，セメントコンクリート，No.570, pp. 124～129, 1994.8
- 3) 下大蘭浩・細川泰明・上田文彦：供用中の鉄道高架桁横移動工事の設計・施工，第24回関東支部技術研究発表会講演概要集，pp. 654～655, 1997.3
- 4) 東日本旅客鉄道(株)：PRCけた設計指針（案），昭和62年9月
- 5) 日本国有鉄道：建造物設計標準解説（鉄筋コンクリート構造物および無筋コンクリート構造物 プレストレストコンクリート鉄道橋），昭和58年2月

【1997年9月17日受付】



写真-9 仮設橋脚柱撤去後の状況