

第 4 編 軌道・工事用機械

第4編 軌道及び工事に用機械

第1章 概 要

臨海副都心線は、東京湾沿いのJR京葉線新木場駅とJR山手線大崎駅を結ぶ全長12.2kmの鉄道である。このうち第一期工事は、新木場駅から東京テレポート駅までの約4.9kmの区間である。平成3年3月12日東京都を中心とした第三セクターの東京臨海高速鉄道株式会社が設立され、同年11月1日に第一種鉄道事業免許を取得した。平成4年2月26日に工事施工認可を受けたのち、同月27日に工事の施工を公団が会社から受託し、同年3月31日に着工した。平成8年3月30日に開業した第一期工事の軌道延長は、本線12.5km、側線0.2kmの総延長12.7kmである。

なお、臨海副都心線の建設基準は将来、当線の大崎でJR東日本との接続及びこれに伴う車両の乗り入れを考慮してJR東日本が定める線路等級区分のうち「2級線」の基準を基本に計画した。

線路建設基準のうち軌道構造関係は次のとおりである。

1. 線 路 規 格	2 級 線
2. 最 小 曲 線 半 径	8 0 0 m
3. 最 級 こ う 配	1 5 ‰
4. 軌 道 の 中 心 間 隔	3. 8 m 以上
5. 軌 条 の 種 類	6 0 kg レール
6. マ ク ラ ギ の 間 隔	定 尺 区 間 PC39本(25m 当たり) ロングレール区間 PC38本(25m 当たり)
7. 道 床 の 厚 さ	2 5 0 mm 以上
直 結 軌 道 の 場 合	マクラギ下の道床コンクリート厚さ100mm 以上

第2章 軌道構造

新木場駅構内から保守基地付近の間は、埋立地の軟弱地盤上に建設された高架橋区間である。この区間の構造物の基礎は摩擦杭を用いており、沈下が予想される区間であることからバラスト軌道としている。なお、バラスト軌道区間にはバラストの細粒化防止、騒音振動の低減を考慮しバラストマット（バネ定数0.7tf/cm）を敷設した。保守基地付近から国際展示場駅間は、地平から土被りの小さい区間であり地上の土地利用を考慮して、有道床弾性マクラギを使用している。

国際展示場駅から東京テレポート駅間は、沈下対策の必要がないことから保守の省力化を図り直結軌道とした。振動低減対策区間は防振マット（バネ定数4tf/cm）を取り付けた防振マクラギ直結軌道、分岐器は合成マクラギを使用した直結分岐器、その他の区間はPCマクラギ直結軌道とした。

なお、東京テレポート駅終点から第一期工事終点までの区間は、検修・洗浄線（下り線）及び留置線（上り線）として使用すること及び第2期工事での施工を考慮し、バラスト軌道構造としている。

横断面図	
勾配	1.0 L 8 2.2 1.0 1.5 5 1.5 8 1.0 5
杆程	1k 0k 1k 2k 3k 4k 5k 6k
尺規時図	
線形	下り: R=3300 R=2300 R=1500 R=850 R=1800 R=1000 R=2300 R=2500 R=3000 R=4000 R=900 R=800 上り: R=1100 R=4000 R=850 R=1800 R=1000 R=5000 R=5000 R=1800 R=2700 R=2700 R=800
軌道	ロングレール SC16 ロングレール SC16 ロングレール バラスト軌道 (バラストマツト) 直轄軌道 (バラストマツト) ロングレール SC16 ロングレール SC16 ロングレール
レール種別	60kgレール
造り	PCマクラギ 全級 PCマクラギ 38本/25m 有連弾性マクラギ 38本/25m 紡架マクラギ 全級 PCマクラギ PCマクラギ 38本/25m 38本/25m 38本/25m 道床 道床コンクリート 道床コンクリート 砕石 砕石 道床厚 100mm以上 130mm以上 130mm以上 130mm以上
備考	

表 4-2-1 軌道關係數量一覽表

項 目	単 位	鋼 材			合 計	備 考
		本 鋼	厚 本 鋼	保 守 基 地 鋼		
軌道敷設延長	m	12,067	421	225	12,713	
バラスト軌道	m	8,795	221	200	9,216	
PCマクラギ	〃	6,851	0	0	6,851	伸縮継目を含む
弾性PCマクラギ	〃	1,559	0	0	1,559	
弾性合成マクラギ	〃	55	40	0	95	可動式横取装置
合成マクラギ	〃	190	181	0	371	分岐器
木マクラギ	〃	0	0	200	200	分岐器を含む
直結軌道	m	3,272	200	25	3,497	
防振マクラギ	〃	1,555	0	0	1,555	
PCマクラギ	〃	1,504	0	0	1,504	
合成マクラギ	〃	213	200	0	413	分岐器及びバラスト止め
コンクリート直結	〃	0	0	25	25	横置状
伸 縮 継 目	組	6	0	0	6	
PCマクラギ	〃	6	0	0	6	(道床用)
分 岐 器	組	2	0	1	3	
合成マクラギ	〃	2	0	0	2	SC60-16号(道床・直結各1)
木マクラギ	〃	0	0	1	1	T50N-1片8号(道床)
レール溶接	口	994	0	0	994	
ガス圧接(一組)	〃	862	0	0	862	
シボラ-RT-1 溶接(組)	〃	92	0	0	92	
シボラ-SI-1 溶接(組)	〃	40	0	0	40	

第1節 バラスト軌道その他

1. バラスト軌道

埋立地の軟弱地盤上に構築された高架橋区間及び一部トンネル区間は、バラスト軌道としバラストの細粒化防止及び振動低減対策として、トンネルを含むバラスト区間全線にたりバラストマットを敷設した。バラスト軌道は全体の72%である。

締結装置はパンドロールを採用した。

バラスト軌道の断面を図4-2-2に示す。

バラスト軌道の施工状況を写真4-2-1に示す。

高 架 橋 区 間



シールドトンネル区間

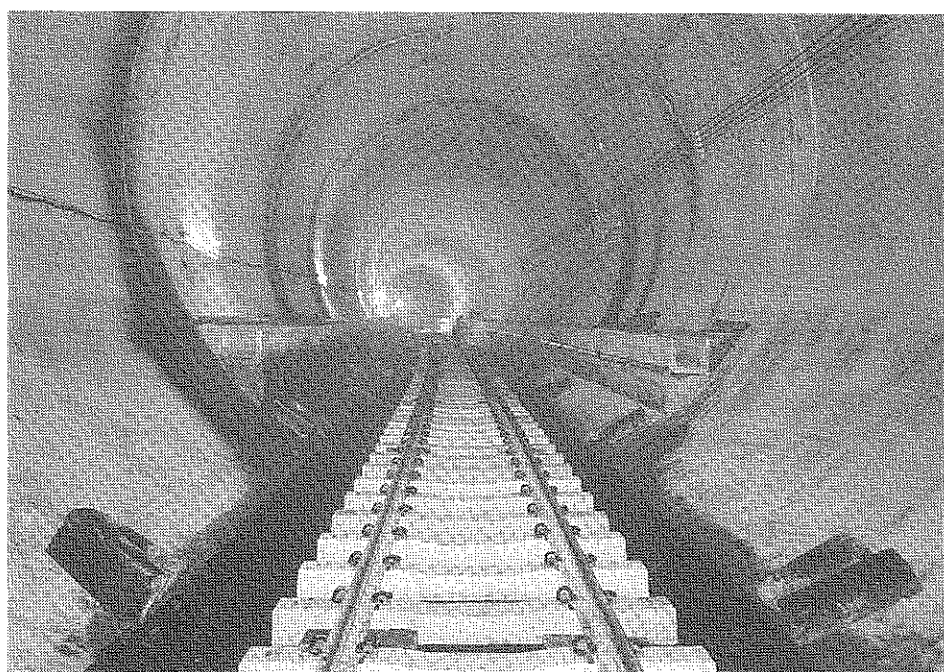
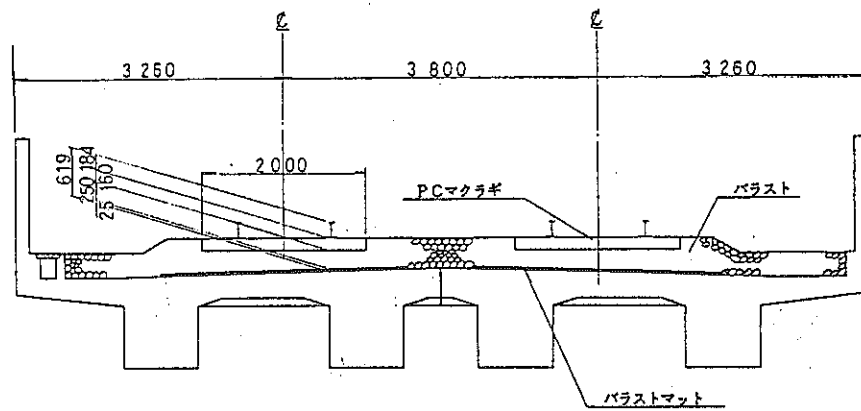
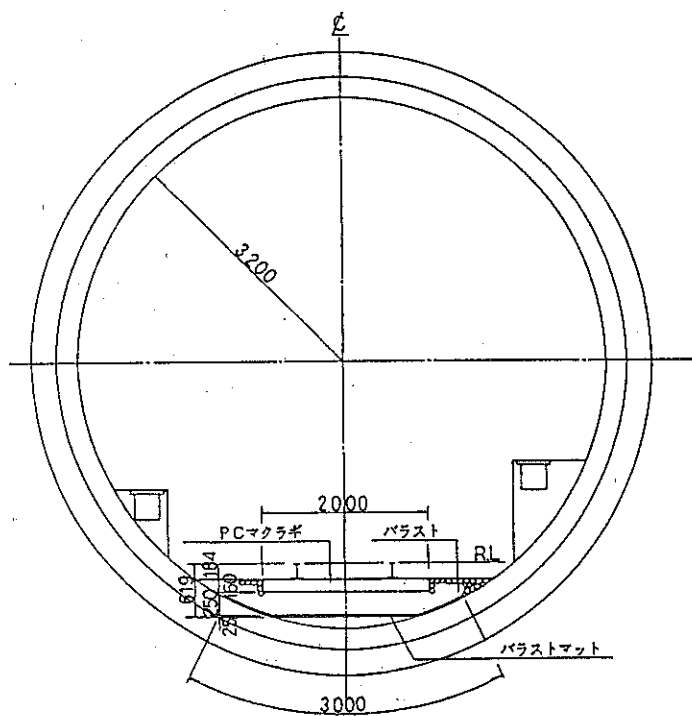


写真4-2-1 バラストマット敷設状況

高架橋区間（バラスト軌道）



単線シールド区間（バラスト軌道）



箱型トンネル区間（バラスト軌道）

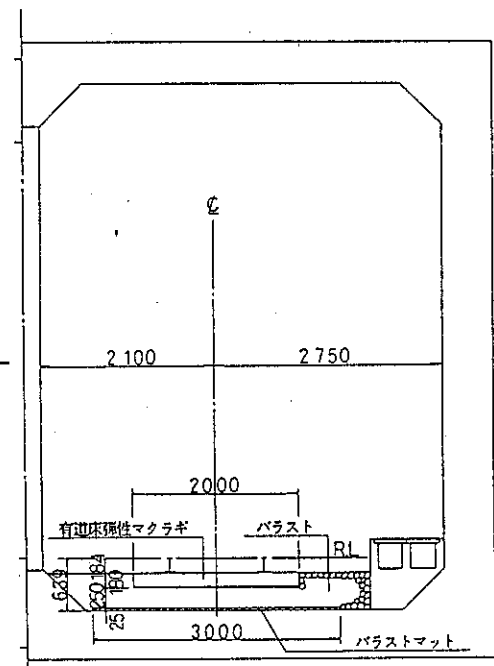


図 4 - 2 - 2 バラスト軌道の断面

2. 弾性マクラギ直結軌道（防振マクラギ軌道）

防振マクラギ軌道の構造は、P Cマクラギ下部に防振マット(4tf/cm)を取り付けることによって振動低減効果を得られるものである。

当初、臨海副都心線では、振動低減対策区間に営団型の防振マクラギを採用する計画であったが、その後、比較的安価で同程度の振動低減効果が期待できる防振マクラギを公団で開発したことから、公団型防振マクラギを採用した。

防振マクラギ軌道の施工延長は全体の12%である。

防振マクラギ軌道の断面を図4-2-3に示す。

防振マクラギ軌道の施工状況を写真4-2-2に示す。

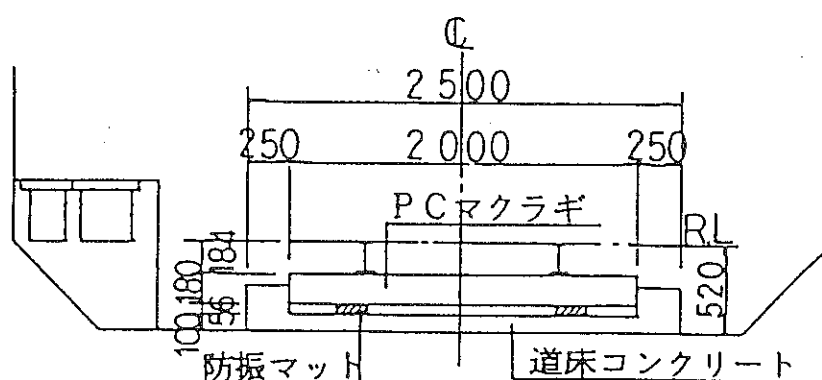


図4-2-3 防振マクラギ軌道の断面

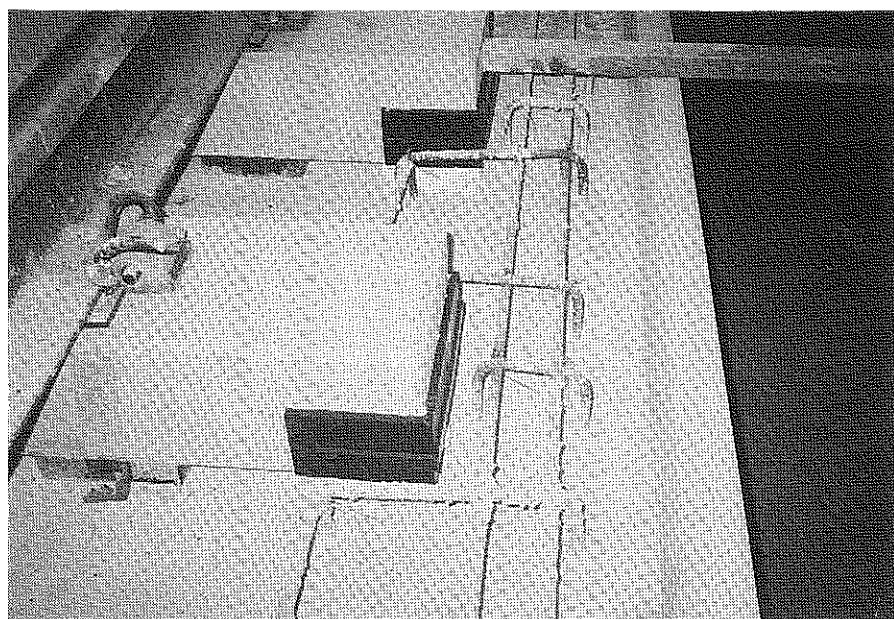


写真4-2-2 防振マクラギ軌道の施工状況

3. バラスト軌道と直結軌道等の接続

軌道は構成する材料によって、軌道ばね定数が異なるため、異種の軌道構造が接続する箇所に於いてなめらかな車両走行（輪重変動の軽減）を確保するために軌道ばね定数の調整を行った。軌道ばね定数の調整を表4-2-2に示す。

表4-2-2 軌道ばね定数の調整

軌道構造	一締結当たりの ばね定数 (t/cm)	調整ばね定数 (t/cm)	緩衝区間長 (m)	調整方法
有道床弾性マクラギ 軌道	20	—	—	
合成橋マクラギ (バラスト止め)	—	20	0.9	含浸パット長 を580とした
防振マクラギ直結 軌道 (緩衝区内)	—	12	5.0	防振パット15 t/cmを使用
防振マクラギ直結 軌道	4.5	—	—	
防振マクラギ直結 軌道 (緩衝区内A)	—	12	5.0	防振パット15 t/cmを使用
防振マクラギ直結 軌道 (緩衝区内B)	—	25	5.0	防振パット50 t/cmを使用
合成マクラギ分岐器 直結軌道	62	—	—	
P C マクラギ直結 軌道	50	—	—	
合成橋マクラギ (バラスト止め)	—	24	0.9	含浸パットをマ ダ全長に施工
P C マクラギ軌道	22	—	—	

第2節 レール及び分岐器

1. レール

レールの種別及び使用区分は次の通りとした。

本線（検修線、洗浄線、留置線を含む） 60Kg レール

側線（保守基地） 50N レール

レール種別軌道延長を表4-2-3に示す。

表4-2-3 レール種別軌道延長

線路種別		レール種別		計
		60	50N	
本線	下り線	6,082	—	6,082
	上り線	5,981	—	5,981
側線	保守基地	—	171	171
計		12,063	171	12,234

2. ロングレール

乗り心地の確保及び保守省力化を図るためロングレール化を基本とした。レールの輸送は陸送で、本線へのレール授受は2Km600m付近の地平部分でおこなった。素材レールは別途運搬することなく同地点の本線上で一次溶接（ガス圧接）を行った。

一次溶接は、分岐器、IJ及びEJの敷設位置を考慮しながら所定の長さになるまで溶接を行い、低ローラを使用して順次送り出しを行なってレールを敷設した。また、二次溶接及び三次溶接はエンクローズアーク溶接とした。

なお、ロングレールの敷設延長は、本線の90%であり、敷設箇所を表4-2-4に示す。

3. 伸縮継目（EJ）

伸縮継目は、JR京葉線の取付部（0Km660m付近）に2組、0Km330m付近のシーサスクロッシング前後部に4組の計6組を敷設した。また、4Km230m付近のトンネル内に敷設したシーサスクロッシングに対しては緩衝レールで対応することとした。EJの締結装置はパンドロール形（PCマクラギ付）とした。

パンドロール形伸縮継目の敷設状況を写真4-2-3に示す。

表 4 - 2 - 4 ロングレール敷設箇所

駅 間	線別	位 置						延 長	レール 種 別
		K M			K M				
葛西臨海公園～新木場	下	-0	657	25	0	219	47	876.7	60
	上	-0	657	34	0	219	35	876.8	60
新木場～東 京 テレポート	下	0	423	13	4	106	71	3683.3	60
	上	0	431	76	4	109	71	3678.0	60
東京レポート ～終 点	下	4	358	57	5	283	64	925.1	60
	上	4	360	18	5	398	90	1038.7	60

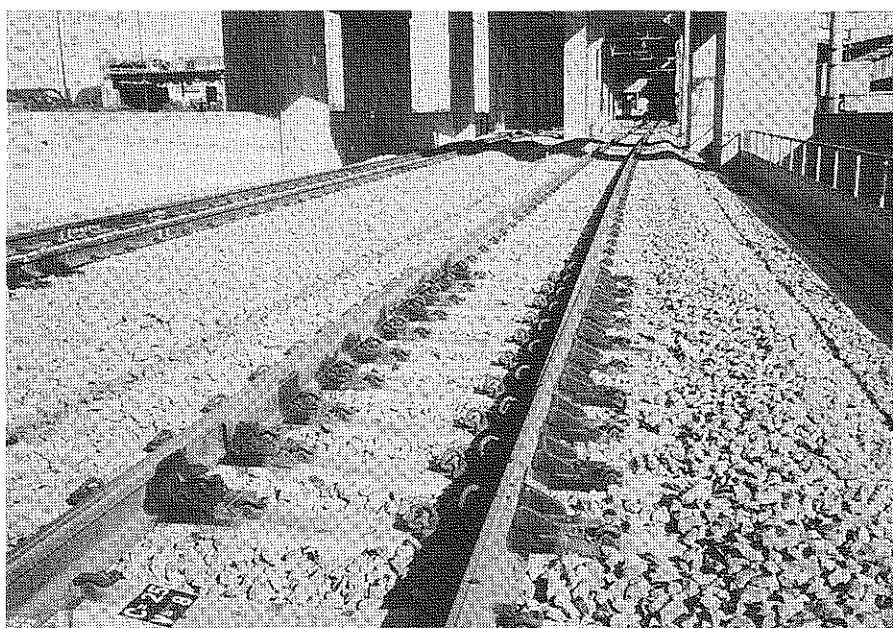


写真 4 - 2 - 3 パンドロール形伸縮継目

4. 分岐器

本線上の分岐器類の敷設は、両端駅で列車の折返しのために敷設したシーサスクロッシングの2組である。シーサスクロッシングは、60Kgレールで線間が、4.6m及び4.0mであることから今回は新規設計を行った。形式はRSC6016#(特)で合成まくら木付となっている。

本線から保守基地への横取については、可動式横取装置60-8#ロング用(弾性合成まくら木、安全報告器付)を採用した。また、保守基地に使用した分岐器は、T50N片8-102(木まくら木付)である。

5. マクラギ及び締結装置

マクラギは、PCマクラギを基本としているが、シーサスクロッシング及び横取装置部では、合成マクラギを使用している。

本線に使用したPCマクラギは、パンドロール形60一般用、パンドロール形60有道床弾性用、パンドロール形直結弾性用及びパンドロール形60直結用である。

締結装置は、シーサスクロッシングを除き、総てパンドロール形60用を使用した。

第3章 軌道敷設

第1節 施工方法

1. 軌道基地

仮設の軌道基地としては、特別な施設を設置しなかったが、2Km600m付近の本設の施設である横取装置を設置する事によって、工事車両の運行を行い軌道基地としての能力を持たせた。バラストマット、PCマクラギ及びバラスト等の材料は、本線に隣接している空地から随時トラッククレーンを使用して、本線上の工事車両に積込・運搬を行った。

第2節 バラスト軌道

1. 基準点の設置

既設構造物の路盤面に於ける現況を把握して、軌道中心及びレール面高を計画するために、中心測量及び水準測量を行い、計画線形を決定した。軌道中心については路盤面上に点描写を行い、硬質塩ビ管で防護を行った。

水準については、防音壁または側壁に基準高を黒線で明記した。

2. バラストマット敷設

2Km000m及び2Km700m付近高架橋上で取卸したバラストマット(10A07K)をフォークリフト(3t)にて現場まで運搬した。

バラストマットの敷設は、軌道中心より線路直角方向1.5mの路盤上に隅出しを行い人力により幅3mに敷並べ、接合部分をRCテープにより接着した。マットの敷設はマクラギ運搬の関係により片線ごとに行った。

3. バラスト散布

バラスト散布は、新木場駅構内をA法で、それ以外はB法により施工した。

下まきバラストの散布は、2 Km 0 0 0 m付近のバラスト置き場より、タイヤショベル（1. 2 m³）で鉄製バケット（2. 5 m³）に積み込み、ラフタークレーン（2 5 t）で高橋上に待機するダンプトラック（4. 0 t 及び 2. 0 t）に積み替えて現場まで運搬した。また、バラストの敷均し及び転圧は、ブルドーザー（3 t）で行った。

上まき及び補充バラストの散布は、三方ホッパー車（1 5 t, 1 0 t）2両編成に積み込み散布し、軌道整備後、のり面整理をランマー仕上げで行い、道床の横抵抗を確保した。

4. 軌きょう敷設

P Cマクラギは、2 k m 0 0 0 m付近高架上に搬入・集積したものをトラック（4 t 及び 2 t）に積み込み運搬して、バックホウ（0. 3 m³, フック付）により取卸し仮置した。下まきバラストが終わった所から、バックホウを使用してマクラギを配列した。

軌きょうの組立は、レール溶接工事にて運搬されたレールを山越器により敷設し、マクラギの通り・間隔の調整を行ったのち、レールの締結をした。

なお、B法のフローチャートを図4-3-1に、施工写真を4-3-1～4に示す。

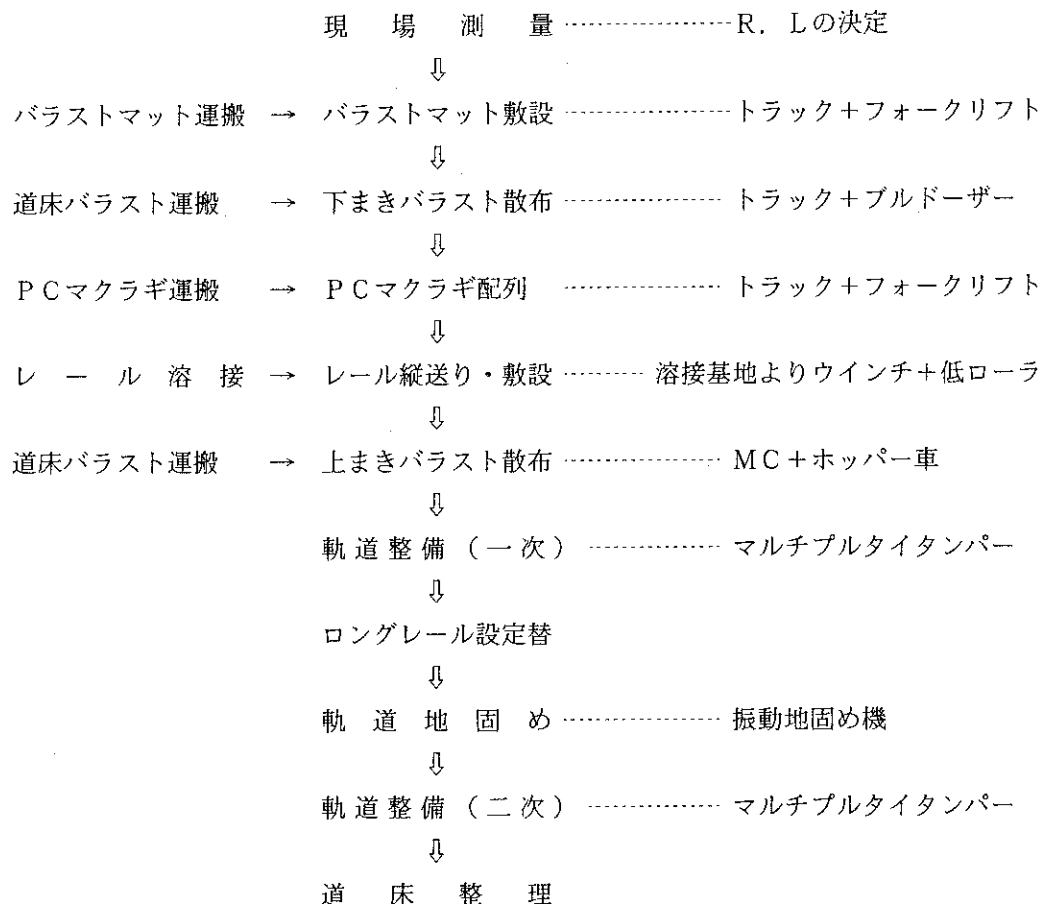


図4-3-1 B法フローチャート図



写真 4－3－1 下まきバラスト散布

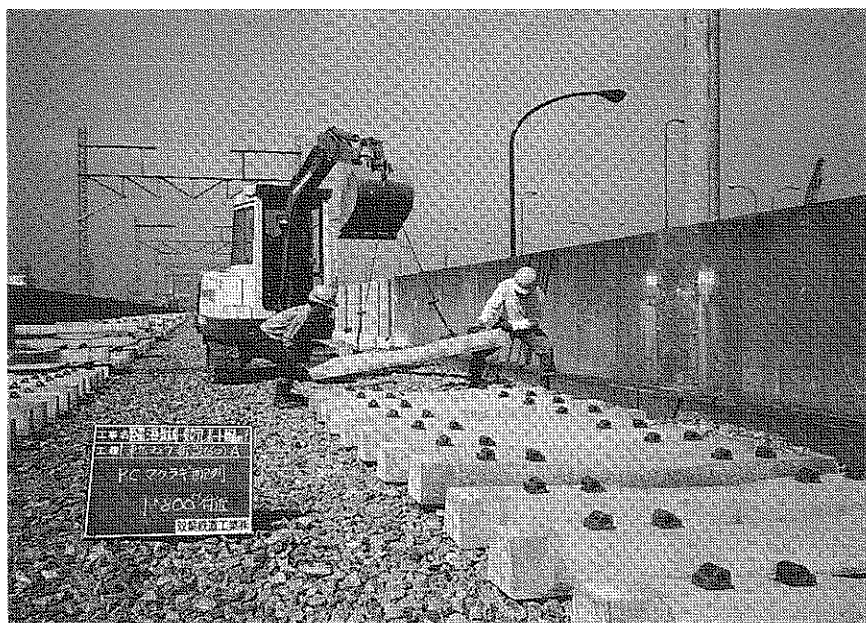


写真 4－3－2 PCマクラギ配列



写真 4－3－3 レール縦送り・敷設



写真 4－3－4 上まきバラスト散布

第3節 直結軌道

1. 基準点の設置

軌道工事の施工に先立ち、路盤工事で使用した測量中心及びベンチマークのチェックを行った。

基準器は5 m毎に設置し、各点の軌道中心及びレール下面の路盤高さを測定し、道床コンクリート厚及び建築限界を考慮しながら一連の平面・縦断線形となるよう、コンピューターによる修正計算を行った。それに基づき測量を行い、基準器から軌道中心までの距離（W）、レールレベルまでの高さ（HR）及びカント（C）の修正数値をコンピューターにより計算し決定した。

このデーターをもとに専用ゲージを使用し、軌きょう整正を行った。

図4-3-2に基準器及び諸元シールを示す。

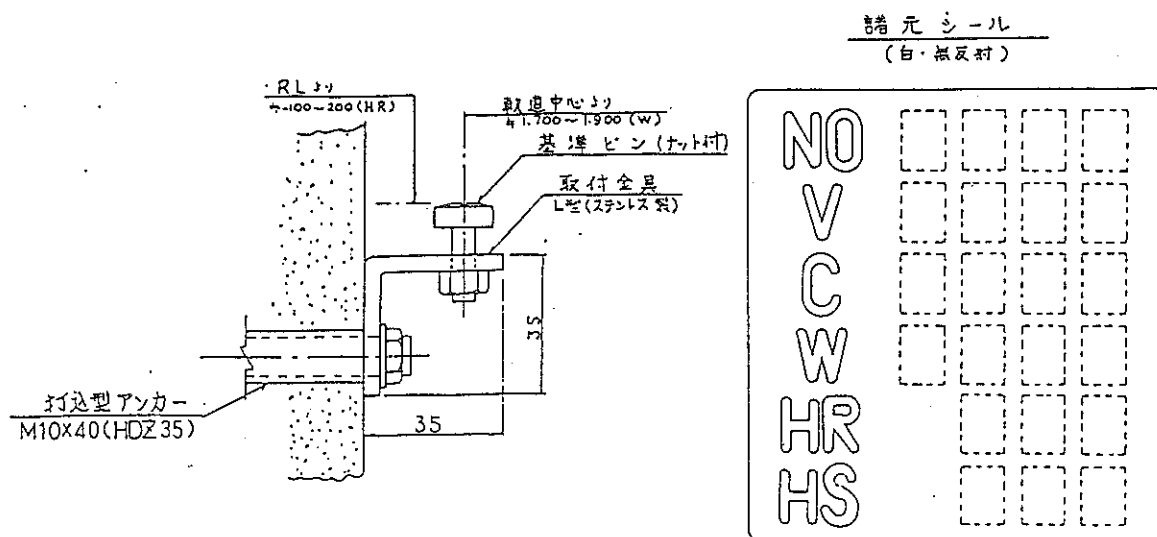


図4-3-2 基準器及び諸元シール

2. 防振マクラギ直結軌道の敷設

① 軌きょう組立・整正

軌きょう組立は、現地工法で行った。2 km 6 0 0 m付近のレール溶接基地で溶接（ガス圧接）したロングレールをウインチ及び低ローラで縦送りした後、仮軌きょうを組み立て、仮軌きょうでマクラギを運搬し軌きょうの組立を行った。

軌きょう整正は、現地で組み立てた軌きょうを専用のゲージを用いて基準器にもとづき調整した。離れについてはパイプサポート、高さについては軌条支承装置をそれぞれ2.5 m間隔に配置し調整、固定した。また、10 m弦により糸張り軌道用ゲージを用い、再調整した。

② 型枠・鉄筋組立

一次コンクリートの道床コンクリート側面は木枠を用い、二次コンクリートのPCマクラギ下面は浮き型枠として発泡スチロールを使用した。また、道床肩部の鉄筋は、定着長をとるため路盤面に削孔を行い差筋し組立を行った。

③ コンクリート打設

コンクリートを打設する前作業として、高圧洗浄器による路盤清掃後、ウエス、ビニルシート等で締結装置、レール、マクラギを覆い、汚れ防止措置を行った。構造物の変換点に目地を20m間隔で設け、横断排水溝を100m間隔で設置した。

コンクリートは、2km600m付近からポンプ車にてコンクリートバケットに積み込み、モーターカーで運搬し打設した。また、締め固めはバイブレーターで行い、表面仕上げは木ゴテ及び金ゴテで行った。

養生としては、散水養生を行った。

④ 可変パット注入

軌きょうの最終調整として、一次コンクリート打設終了後、再度軌きょうを調整し、ケミカルポンプにて樹脂を注入した。

今回使用した可変パットは、不織布を使ったにじみ出し接着型となっている。樹脂は2液混合樹脂を使用し、注入6時間で載荷可能となっている。

図4-3-3に防振マクラギ直結軌道の断面を示す。

また、防振マクラギ直結軌道のフローチャートを図4-3-4に、施工写真を写真4-3-5～10に示す。

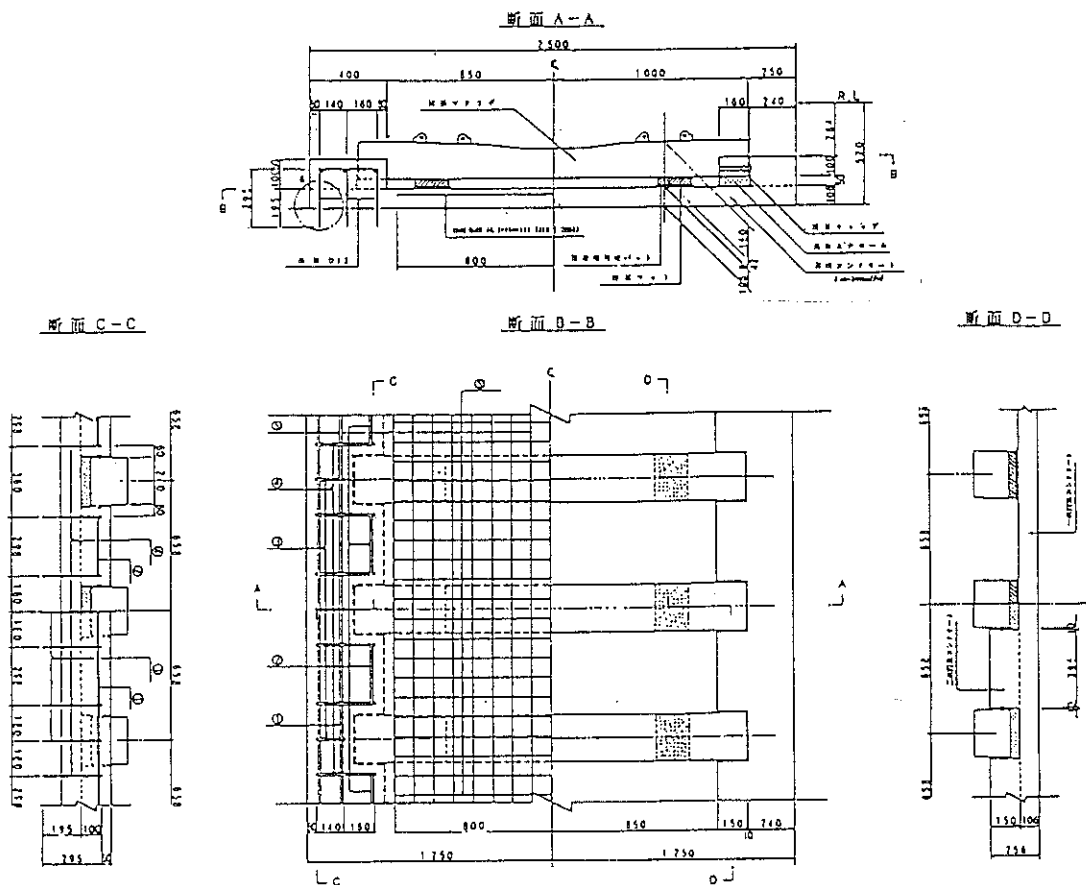


図4-3-3 防振マクラギ直結軌道の断面

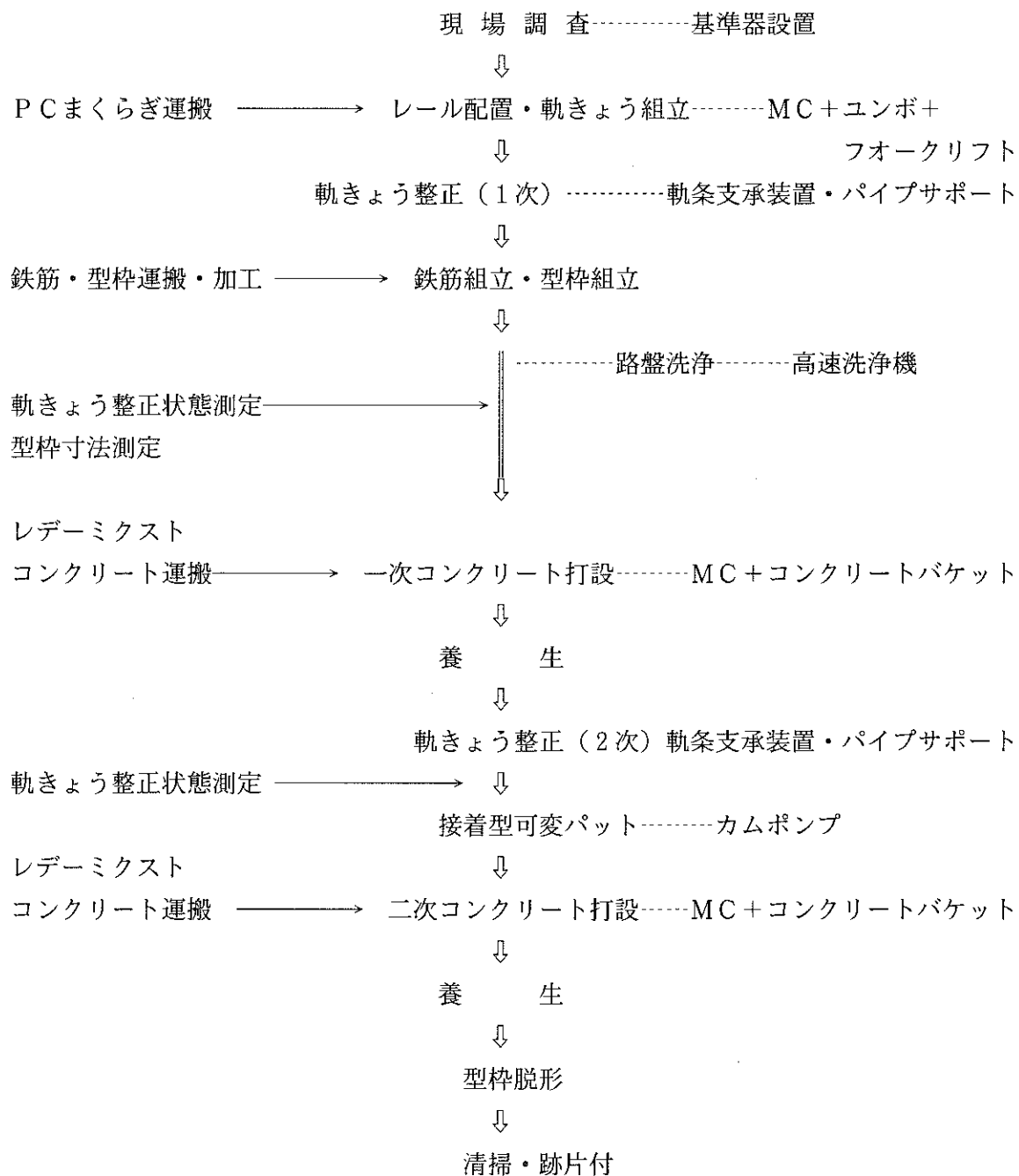


図 4 - 3 - 4 防振マクラギ直結軌道のフローチャート

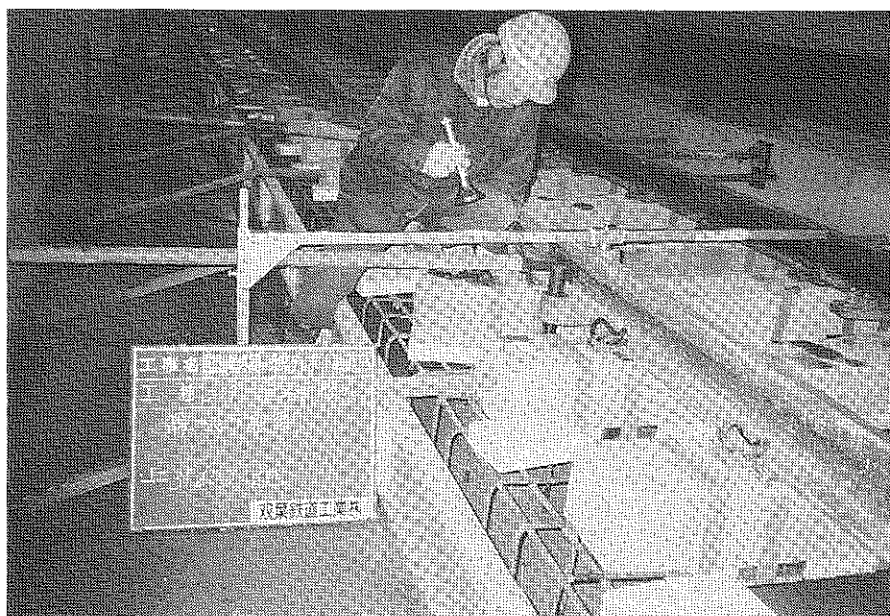


写真 4 - 3 - 5 軌きょう整正 (一次)

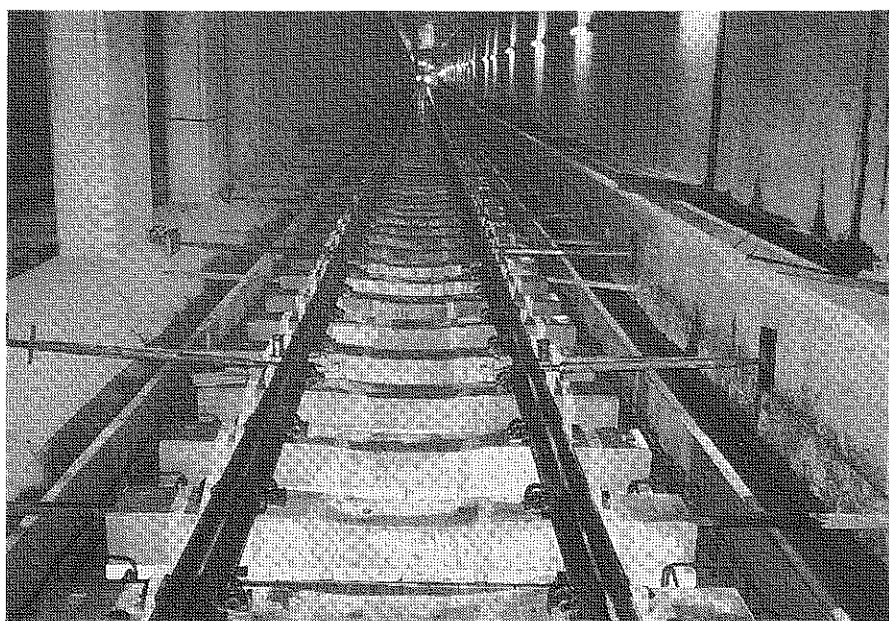


写真 4 - 3 - 6 型枠・鉄筋組立

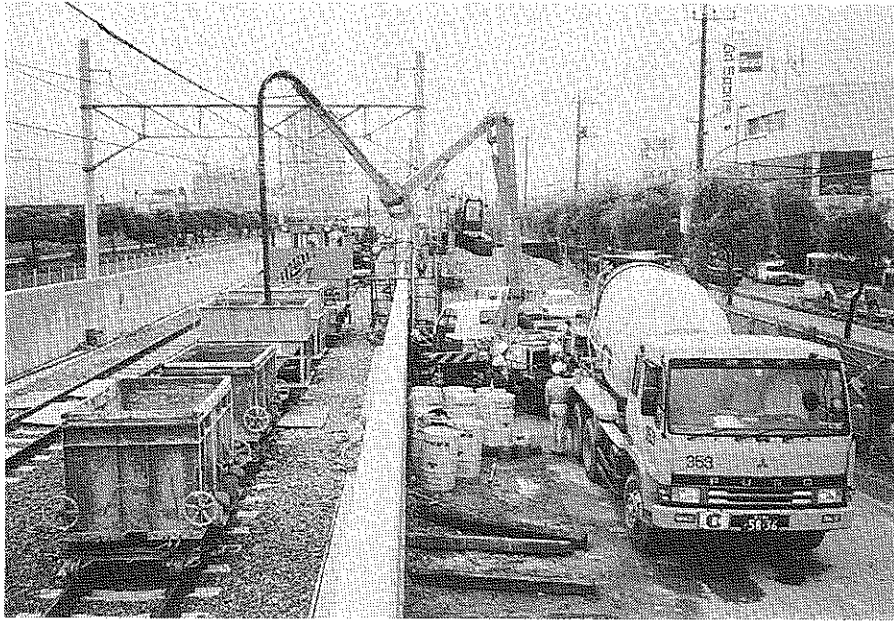


写真 4－3－7 コンクリート運搬

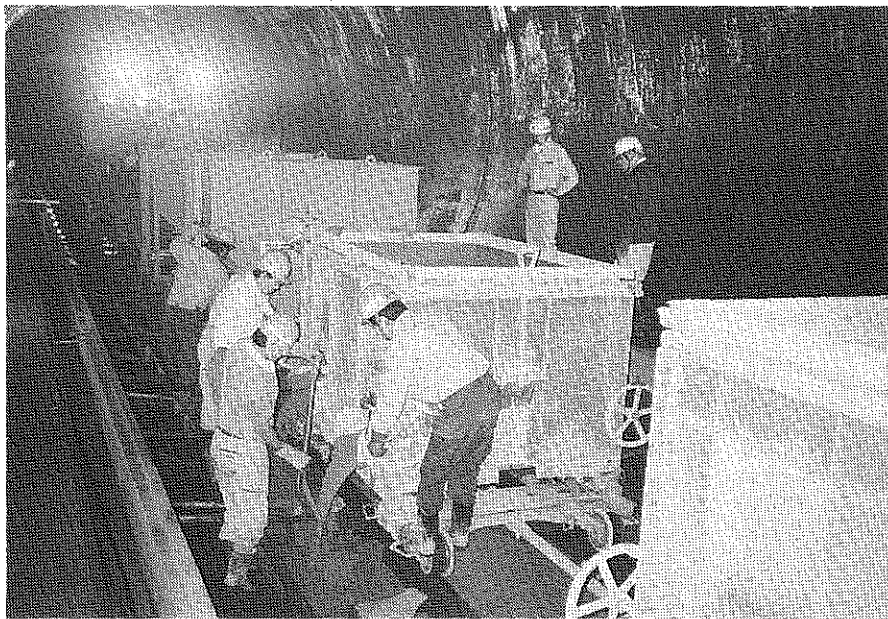


写真 4－3－8 コンクリート打設（一次）

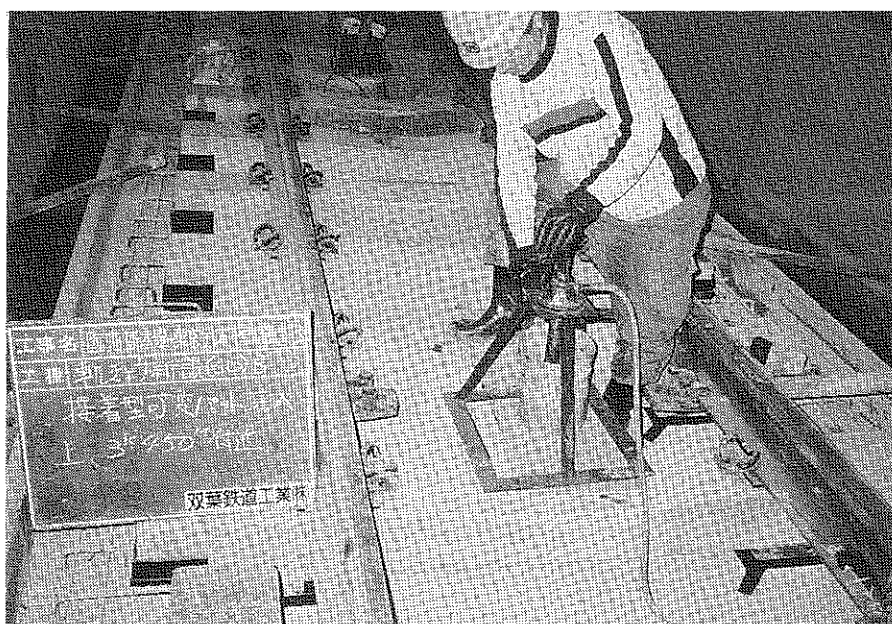


写真 4 - 3 - 9 可変パット注入用機械

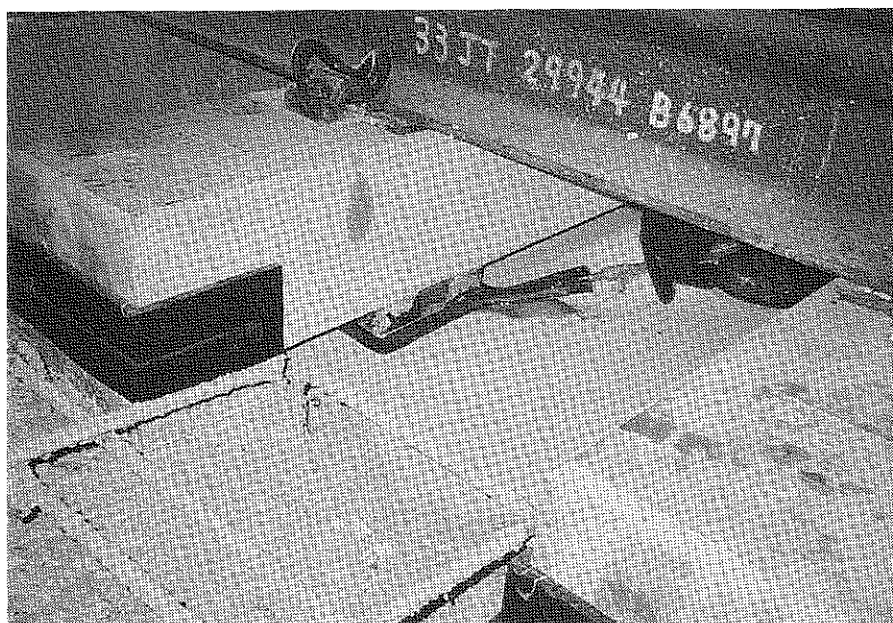


写真 4 - 3 - 10 可変パット注入

3. PCマクラギ直結軌道の敷設

① 軌きょう組立・整正

軌きょう組立・整正については、防振マクラギ直結の場合と同様に行った。

② 型枠・鉄筋組立

型枠は、道床コンクリートの側面のみ木枠を用いて組み立てた。

鉄筋は、アンカーボルトの引き抜き防止のため配置した。

③ コンクリート打設

コンクリート打設についても、防振マクラギ直結の場合と同様であるが、道床コンクリートにPCマクラギを埋め込む構造のため、作業工程として軌きょう整正（二次）、可変パット注入、二次コンクリート打設は不要となる。

コンクリート打設の施工においては、マクラギ下面へコンクリートを十分に充填させるため、コンクリート積込み時に現場で流動化剤及び膨張剤を添加した。

図4-3-5にPCマクラギ直結軌道の断面を示す。

また、軌道の仕上がり基準は表4-3-1に示すとおりである。

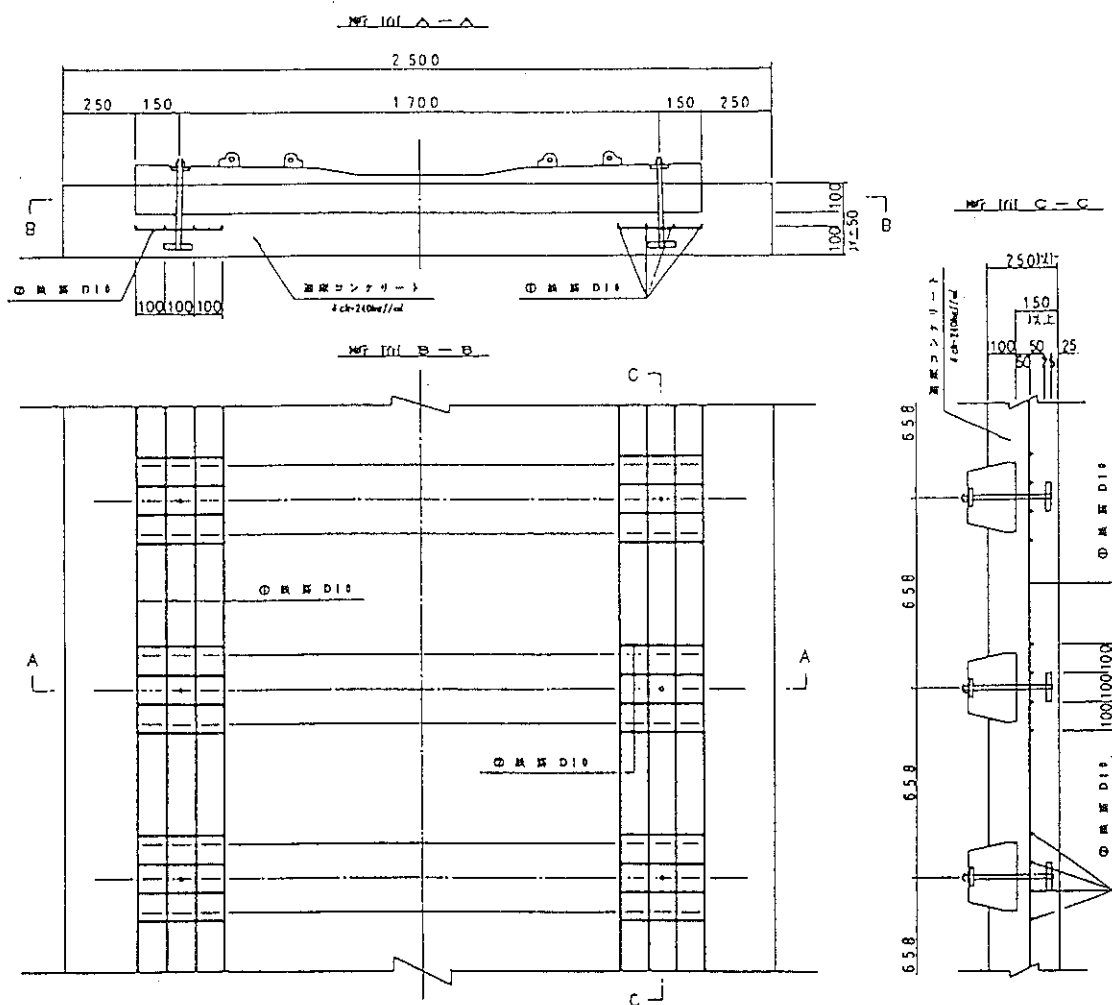


図4-3-5 PCマクラギ直結軌道の断面

表 4 - 3 - 1 軌道仕上がり基準

種 別	軌道構造別	
	一般軌道	直結軌道
軌 間	+ 1	+ 1
	- 3	- 3
水 準	4	2
高 低	4	2
通 り	4	2
バックゲージ	1024～1028	

第 4 節 レール溶接その他

1. ガス圧接

ガス圧接は、2 km 6 0 0 m 付近に設けた溶接基地により、レール配列による所定長になるまで連続圧接して現場まで送り出した。（一次溶接）

2. エンクローズアーク溶接

エンクローズアーク溶接は、現地に運搬敷設した一次溶接レールを所定のロングレールにする二次溶接と、ロングレール設定替えのあと伸縮継目の三次溶接に使用した。

レールの溶接区分は表 4 - 3 - 2 のとおりである。

表 4 - 3 - 2 レール溶接区分

溶接種類	溶接種別	一次 溶 接	二次 溶 接	三 次 溶 接	
				伸 縮 継 目	分 岐 器
ガ ス 溶 接		○			
エンクローズアーク溶接			○	○	○

3. 軌道整備及び検測

一次整備は、基準レール面より約50mm下がりの状態で敷設されている軌きょうを重マルタイにより所定のレール面まで扛上して道床をつき固める作業である。

二次整備は、一次整備後の軌道を地固め試験運転又は軌道工事用車両が通過して発生した軌道狂いを整正して、重マルタイ及びタイタンパーにより軌道整備を行うものである。検測は、一次・二次整備後に手検測により軌道狂い箇所を検出する方法で施工した

三次整備は、入線試験等が完了し訓練運転期間中の軌道整備を行うもので、軌道狂いの発生状況により総つき固め、むら直し、注油及び締め直し等を行う整備工事である。

保守基地は、有明変電所（保守区併設）の横の本線2km578m付近に、ロングレール用可動式横取装置2組を挿入して、有効長100m・ピット12.5m×2か所を設置した。

また、線路保守・管理を円滑に行うため、モータカー1両、架線作業車1両、鉄製トロ（ホッパー）2両の留置を可能とする配線とした。

4. 工事工程

平成5年6月から軌道材料の購入を開始し、軌道敷設工事は概ね1年半で施工した。工事工程の内容は、表4-3-3のとおりである。

表4-3-3 臨海副都心線軌道工事工程

作業種別	年 度						備 考
	5		6		7		
軌道材料購入							
準備工							
道床バラスト製作運搬							
レール溶接							
バラスト軌道敷設							
直結軌道敷設							
伸縮継目新設							
分岐器敷設（SC16#）							
ロングレール設定替							
軌道整備（1・2次）							
保守基地新設							
後片付							
軌道整備（3次）							

第4章 工事中用機械

軌道工事に使用する工事中用機械は、使用頻度が少ないことから、これまで公団で貸与して来たが、公団所有機械が他線区と競合する等で施工に対して十分な機械を貸与出来ないことから、東京臨海高速鉄道㈱に保守用機械の購入をお願いし、公団で同機械を借入れ請負業者に貸与した。また、軌道地固め機はJ R東日本から、マルチプルタイタンパは請負業者がリースすることとした。

主要な軌道工事中用機械としては、レールの取卸し用として門形クレーン、レール溶接用としてガス圧接機、バラスト運搬・散布用として鉄製トロ（ホッパー車）、バラスト締固め用としてマルチプルタイタンパ・軌道地固め機、各種機材などの運搬用として軌道モーターカーをそれぞれ使用した。

また、トンネル内で使用する軌道モーターカー・架線作業車・架線延線車には、排気ガス浄化装置を取り付け、トンネル内の環境悪化防止を図った。

軌道工事中用機械使用一覧表を表4-4-1に示す。

写真4-4-1～3に軌道工事中用機械を示す。

表4-4-1 軌道工事中用機械使用一覧表

機 器 名 称	構 造・性 能	数 量	記 事
門 形 ク レ ー ン	簡易形、手動式、8 m	6	公団貸与
ガ ス 圧 接 機	6 0 k g レール用	1	業者持ち
軌 道 モ ー タ カ ー	185PS 又は 265PS	2	公団貸与 265PSは会社購入
鉄 製 ト ロ	10t, 15t （三方ホッパー）	5	公団貸与 15tは会社購入
鉄 製 ト ロ	平台車（人車用）	3	公団貸与
マルチプルタイタンパ	ブラッサーMU07-16SLC級	1	業者持ち
軌 道 地 固 め 機	振動式、自走式、KR100	1	J R東日本より借用

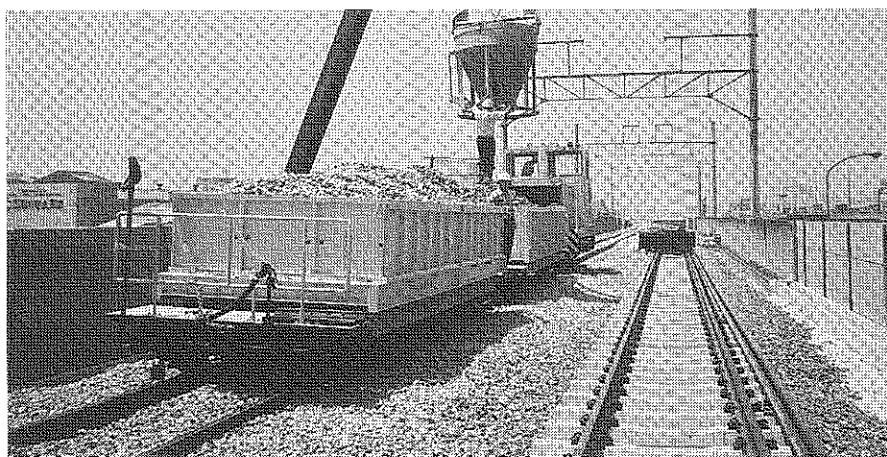


写真 4 - 4 - 1 鉄製トロ

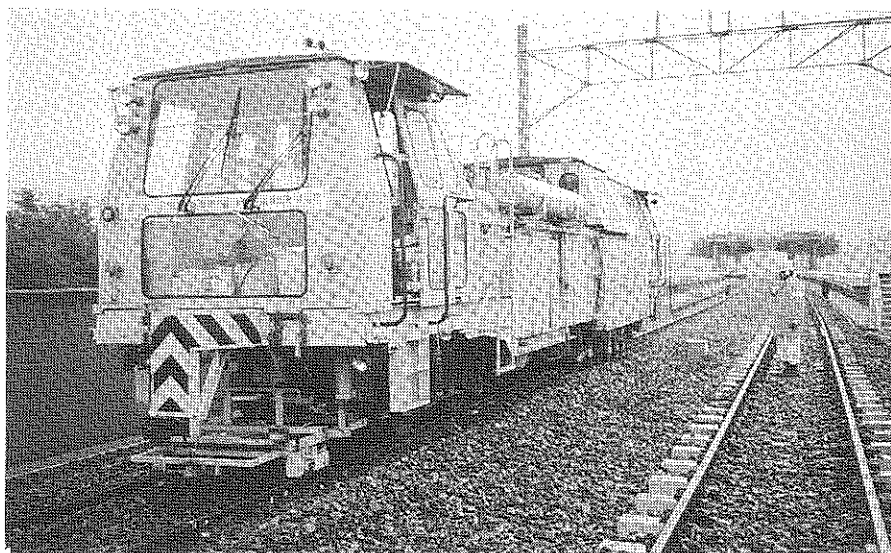


写真 4 - 4 - 2 マルチプルタイタパ

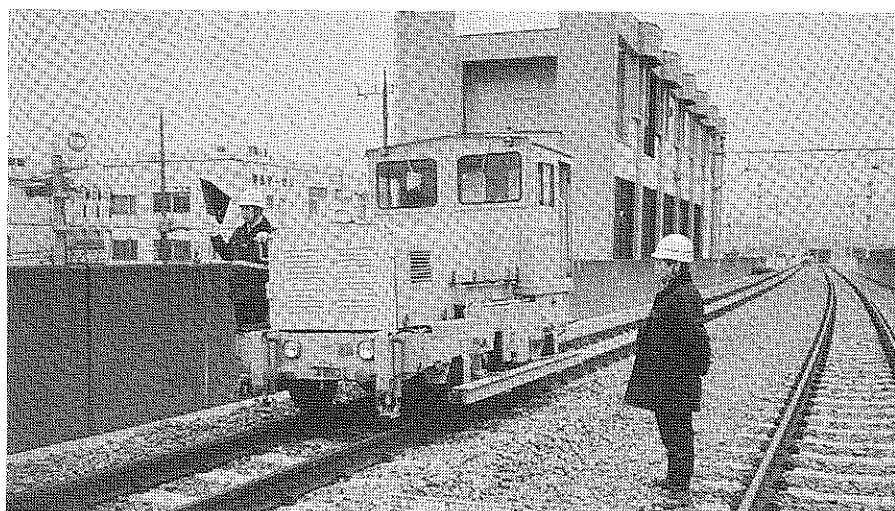


写真 4 - 4 - 3 軌道地固め機