

## 2. 形状が複雑で、高精度を要求された コンクリート構造物の施工法

～リニアガイドウェイ直付側壁～

日本鉄道建設公団： 乗田 治己・早瀬 邦仁  
鹿 島：\*重藤 正治

### 1. はじめに

山梨リニア実験線のリニアモーターカー走行のためのガイドウェイは、直付方式、パネル方式、ビーム方式の3タイプがあり、日本鉄道建設公団は、直付方式の開発を担当した。

この直付方式は、コンクリート路盤上に型枠を高精度で設置し、直接コンクリートを打設することにより、ガイドウェイ側壁を構築するもので、その後、地上コイルを取り付けていく方式である。

直付方式は他の2方式より、構造が単純で、部材厚を薄くし鉄筋量を減らせる反面、コイル位置が狂った場合の修正可能量が小さいため土木構造物としては非常に精度が高く、凹凸が非常に多いコンクリートを現場施工する必要がある。

このため、実物大の試験施工を行い、以下の課題に取り組んだ。

- ①高精度の型枠製作
- ②型枠設置方法の確立および精度確認
- ③コンクリート壁の凹凸を壊さないような脱型方法

この試験施工の結果を踏まえて、型枠の改良・側量方法の改善等を重ね、現在、直付方式の本工事を施工中である。

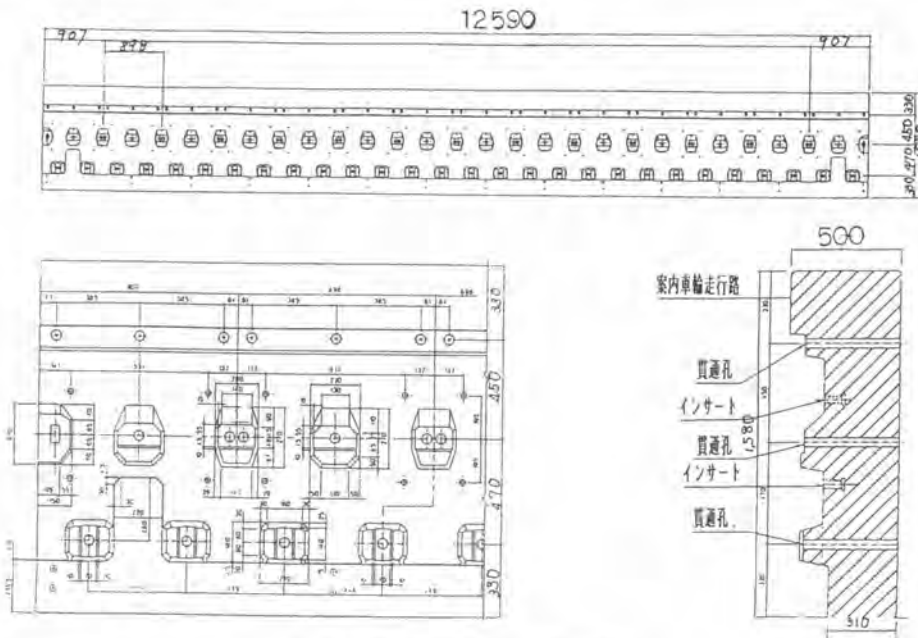


図-1 側壁コンクリート詳細図

## 2. 精度

側壁コンクリートの施工精度は、以下の値を目標とする。

なお、X方向とは、線路方向を示し、Y方向とは通り方向、Z方向は、高さ方向を示す。

表-1 設置位置

項	目	許容誤差	記	事
案内車輪走行路	前後端	± 3 mm	ガイドウェイ基準点からのX位置	
	走行路面	± 3 mm	ガイドウェイ基準点からのY位置	
	上端	-3~+13mm	ガイドウェイ基準点からのZ位置	
	下端	± 3 mm	〃	
	目違い	3 mm	隣接する走行路面との段差 (Y方向)	
推進コイル用インサート		± 3 mm	ガイドウェイ基準点からのX、Y、Z位置	
昇上コイル用貫通孔	取付け面	± 3 mm	ガイドウェイ基準点からのY位置	
	中心位置	± 4 mm	ガイドウェイ基準点からのX、Z位置	

表-2 コイル取付け面寸法

項	目	許容誤差	記	事
推進コイル用	インサート中心位置	± 1 mm	側壁コンクリート面内でのX、Z位置	
インサート部	コイル取付け面精度	2mm/1コイル	コイル取付け面の凹凸 (Y方向)	
昇上コイル用貫通孔部	貫通孔中心位置	± 2 mm	側壁コンクリート面内でのX、Z位置	
突起部	形状寸法	± 2 mm		
	コイル取付け面精度	2mm/1コイル	コイル取付け面の凹凸 (Y方向)	

## 3. 試験施工

### (1) 型枠台車

試験施工用に型枠台車（試作機）を製作した。この試作機は、型枠と台車から構成され、その間を片側Y方向ジャッキ10本、X方向ジャッキ1本、Z方向ジャッキ2本、計13本のジャッキで結合した。

このジャッキは手動式のスクリュウジャッキである。

内型枠面板は3分割にして9mm厚の鋼板を使用し、接合部フランジにずれが生じないようにノックピンを打った。突起部の型枠は複雑な形状に対応するため鋳物とし、突起部と面板取付箇所は精度確保のため機械加工とした。

### (2) 型枠設置方法

型枠台車はおおよその目標位置まで自走し、固定後、三次元測定機（ソキア製マンモス）を用いて、台車上の4定点を測定する。この測定値と設計値との離れをコンピュータで求め、離れの分だけジャッキ操作をして、型枠を所定の位置に設置する。設置位置の確認のため、型枠側に取付けた6定点で

チェックする。

### (3) コンクリート配合

側壁コンクリートは鉄筋以外に、突起補強筋、コイル取付用の貫通孔・インサートが多数あり、精度良く施工するためには締固めが不要のコンクリートを使用して、型枠の隅々まで充填できる流動性の非常に高いコンクリートが必要であると考えたが、施工予備試験で、パイブレッタによる締固めが可能であることが判明し、超流動コンクリートでなくても施工が可能であることが明確になった。

その後、流動コンクリートとしたが、コンクリート表面の気泡が多いこと、ブリージングによる表面の状態が良くないことから、流動化コンクリートを採用することとした。

### (4) 脱型

図-2に示すように、上下動の許容限界が非常に小さく、その限界は上部の案内走行路下端部（A部）において、型枠の水平移動距離 1.0mmの時に上方向の限界が0.07mmであり、また、下段突起部（B部）においては、1.0mmの時下方向の限界が0.14mmである。

これに対し、型枠重量は約4t、長さ12.6mである。

脱型は1回につき0.5mm程度全ジャッキを操作することにより試みたが、離型時に型枠の上下動、縦断勾配方向への微動が発生した。

### (5) 欠損防止対策

試験施工当初は、写真-1～2に示すように、脱型時に突起部等に欠損が多く発生したので、脱型時強度を50kgf/cm<sup>2</sup>から100kgf/cm<sup>2</sup>に変更するとともに型枠の改良、脱型方法の検討を実施した。

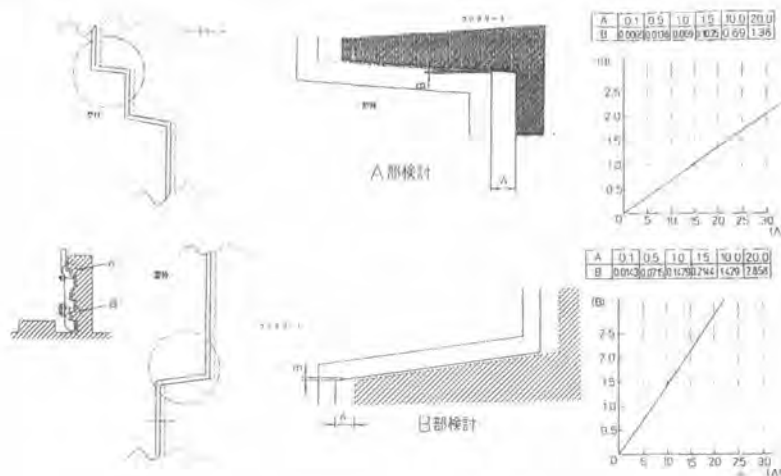


図-2 上下動限界図



写真-2 側壁コンクリート欠損状況（端部突起部）

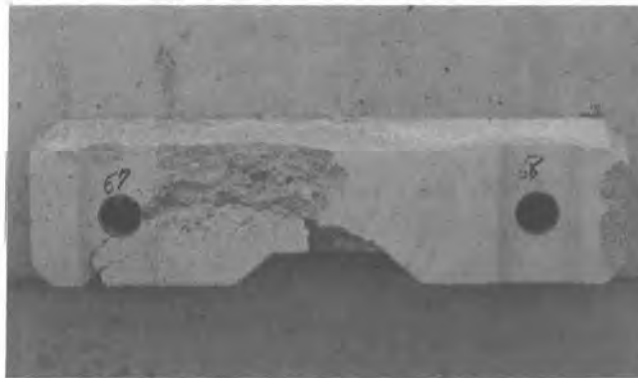


写真-3 側壁コンクリート欠損状況（下端突起部）

このほかの欠損防止として、以下に示す対策を実施した。

a. 鉄筋のピッチ・形状変更

端部の主鉄筋を太くし、ピッチを広げることにより、締固めを容易にし、さらに、突起部補強筋を鉄筋からCFRPに変更した。→有効性を確認した。

b. 脱型用水平リンクの設置

X型で交点部をピン構造にして型枠上部と台車を結んだ構造で、スクリュウジャッキの引込みによって型枠を水平に移動させようというものである。→有効性を確認したが、構造上の検討が必要である。

c. 脱型用ローラーの設置

型枠下端の両端と中央の3箇所にローラーを取付け、型枠が上下動しないようにした。→有効性を確認した。

d. プレキャスト突起

別の突起部型枠で製作し、圧縮強度が 200kgf/cm<sup>2</sup>以上ある突起部コンクリートを型枠にはめ込み、本体と一緒に打設した。→有効性を確認したが、急速施工を目標としているサイクル上問題があるので、取り止めた。

e. 突起部形状変更

計画上許される範囲まで、面取りをつける等の形状を変更した。→有効性を確認した。

f. 剥離シート貼付

型枠の離型性およびコンクリートの出来栄えのために、剥離シートを使用した。→有効性を確認した。

g. ゴム加工、貼付

突起部型枠の全面に緩衝材としてゴム（厚さ 5～10mm）を貼付し、さらに、その上に剥離シートを貼付した。→有効性を確認した。

II. 変位計による型枠台車の変形測定

測定結果によると、『脱型初期においては、型枠は移動せずに反力台としている台車のフレームが変形するのみで、離型する段階になると型枠は一気に移動し、フレームの変形も放たれる』挙動を示しており、脱型当初の数mmのジャッキの引込みでは、突起部では離型していないことが分った。

(6) 出来形精度

X方向およびY方向の精度については、概略±3mm以内に収まっていた。

Z方向は、型枠のたわみと考えられる中央部で-5mmのたわみが生じた。

4. 実施工に向けての改良

試験施工の結果、実施工に向けては表-3に示す改良点を実施した。

要 点 項 目	試験施工実施による実施工改良内訳
台車の変形量を減ずる	台車剛性向上：主要部材の変更 8-150×150 → 8-200×200 構造変更（開口部をなくし、一体構造）
突起部コンクリートの欠損防止	突起部型枠全面にウレタンゴム（厚さ10mm）の貼り付け
型枠製作の精度向上	内張り材：面取および穴の機械加工
ジャッキ操作性向上	デジタル表示によるジャッキ長表示、集中調整
型枠中央部のたわみを減ずる	主要部材の強化、中央部に高さ調整用（Z方向）ジャッキを増設
設置精度の向上	型枠の位置決めターゲットを4点→6点に増設
設置精度を目標で確保	3mm以内の精度確保
面取精度の向上（ターゲットの改良）	面取精度向上のための改良
端部（上部・左右）のたわみを減ずる	ジャッキ位置を端部に近付け、片持ち梁部延長を短くする
型枠表面の離型性向上	フェロハードコーティング剤またはテフロンシートまたは離型シートの貼付
型枠下縁処理の施工性向上	ゴムまたは積木+チューブシール

表-3 実施工に向けての改良点

## 5. 実施工

試験施工の実績を踏まえて、前記したような改良を加えることにより、写真-3に示す型枠台車を製作し、平成7年7月15日現在までで、直付方式のガイドウェイは総延長5,140mの内4,210mを完了している。写真-4に示すようにコンクリートの欠損はまったくなく、精度も許容値の範囲内に収まっている。

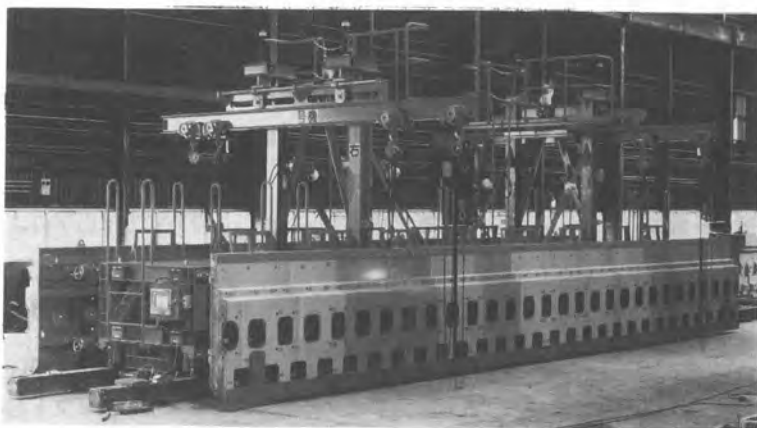


写真-3 型枠台車



写真-4 出来形状況