

LRT 対応の新しい軌道構造と特性確認試験例について

交通安全環境研究所 正会員 ○佐藤 安弘、熊本市交通局 伊藤 達也、清水建設 正会員 宮沢 和夫、
日本道路 永瀬 一考、新潟鐵工所 横地 貴弘

1. はじめに

路面電車の軌道は、従来我が国では碎石とまくら木によるレール支持構造をとり、特に道路上に敷設された併用軌道においては、その上を石版またはアスファルトで舗装したことが多い。このため、普通鉄道に比して保線作業が困難で、またアスファルトのひび割れ等舗装の痛みもしばしば見られる。近年、ライトレール(LRT)車両がいくつかの都市に導入されており、車両の改善が目立つものの、日本で欧州並みのLRTを実現するためには、車両だけでなく軌道の改善も必要である。このような状況の中、欧州で開発された Infundo と称する樹脂固定軌道というべき新型軌道構造のほか、一体型分岐器、埋め込み型転てつ機などが熊本市交通局へ導入される（平成14年3月現在施工中）。本稿では、それらの概要と特性確認試験の例について紹介する。

2. 新しい軌道構造の概要¹⁾²⁾

2. 1. Infundo 軌道

軌道の主な構成部材は、レール、レール周囲を覆う樹脂、鉄筋コンクリートスラブなどである。その概念図を図1に示す。

Infundo 軌道の特徴として、碎石の突き固めやレール締結装置ボルトの点検等の保守が不要になること、レールウェブを樹脂で覆っているため、振動が減衰することから低騒音、低振動が期待できること、アスファルト舗装の併用軌道に比べて舗装の補修がほとんど不要になること、電気的絶縁が良好であること、などがあげられる。

コンクリートスラブの版厚は自動車タイヤによる集中荷重をも考慮して最小20cm、路盤の支持力係数は $K_{30} = 196\text{MN/m}^3$ 以上を標準とし、通常のコンクリート道路舗装の構造に準拠している。長手方向（線路方向）は連続鉄筋コンクリート構造であり、微細なひび割れをほぼ一定間隔で発生させるため、目地構造を不要としている。コンクリートスラブの施工は、スリップフォーム方式、プレキャスト版方式、現場打ち方式いずれも可能である。

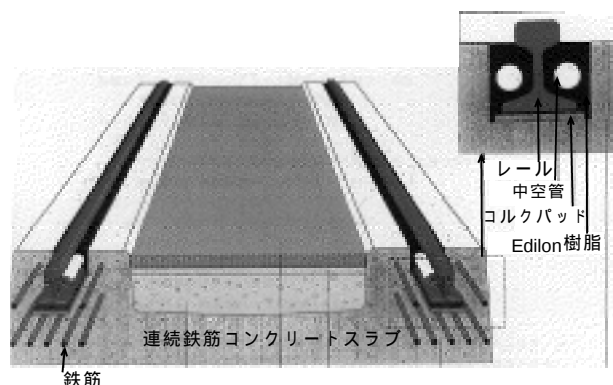


図1 Infundo 軌道の概念図



図2 分岐器の施工状況

2. 2. 分岐器

従来、路線の起終点や上下渡り線などではばね式転てつ機が多く使われ、継ぎ目が多いこと、ダンパなしであること等により分岐器通過時の騒音が目立つ。また、電気転てつ機についても普通鉄道用を転用している例が見られ、併用軌道上では設置スペース等の課題がある。

一体型分岐器は、溝レールを基本とし、トンブレール部、クロッシング部等を一体で機械加工し、工場で仮組立てするもので、交差点の形状など個別の条件に最適な分岐器を自由に製作できる。また、弾性トンブレールの採用やレール溝の寸法を工夫する事により、低騒音と乗心地の向上が期待される。今回熊本では、分岐部についても樹脂固定軌道方式で設置している（図2）。

転てつ機は、ばね式の場合は油圧ダンパを組み込むことにより低騒音化が図られている。また、転てつ機の設

キーワード: LRT、ライトレール、軌道、スラブ

連絡先: 〒182-0012 東京都調布市深大寺東町7丁目42番地27 TEL. 0422-41-3210 FAX. 0422-76-8602

置位置は、トンゲレール左右の間のコンクリート道床に埋め込まれた形で設置されるため、道路を横断する形で転換ロッドを引き回す必要がない。

3. 新潟での試験施工と評価試験³⁾

3.1. 試験概要

営業線での施工前に、(株)新潟鐵工所新潟構機工場内の線路の一部に Infundo 軌道が試験施工され、LRT 車両を用いた走行試験が行われた。試験区間は直線平坦で、砕石道床木まくら木からなる区間の中間部 20m を Infundo 軌道としている。供試車両は熊本市交通局 9700 型 LRT 車両である。設計自重は 206kN であるが、試験の際は 92kN の水槽を搭載し、満車相当の重量とした。測定項目は、レール応力、スラブ表面応力、レール及びスラブの上下左右変位、レール及びスラブの上下振動加速度などである。

3.2. 試験結果例

治具を用いて横圧相当の荷重を静的にレールに負荷した場合のレール頭部の左右変位は、図 3 に示すとおり、両者はほぼ比例しており、レール小返り剛性は 18MN/m であった。

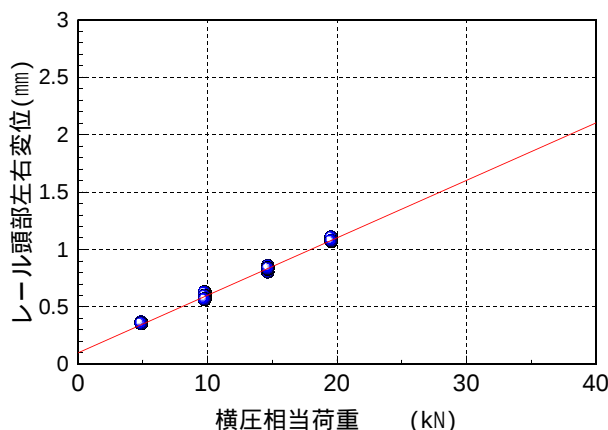


図 3 レール左右変位（静的試験）

次に、走行試験では LRT 車両が当該軌道上を 5km/h から 35km/h で通過したときの最大値を試験条件ごとに求めた。なお、トラックブレーキおよび力行加速の場合は速度が一定ではないので、速度によらず最大値を求めた。

スラブ応力の測定結果を図 4 に示す。スラブ応力については、上面中央部の縦方向（線路方向）が圧縮方向となっているが、そのほかの上面中央部の横方向、端部の横方向、スラブ端部レール下方の横方向とも、引張方向に作用している。列車速度や力行、制動による影響は顕著ではない。

3.3. 考察

この種の新しい軌道に対する明確な評価基準がないため、高速鉄道用の省力化軌道のための走行判定標準⁴⁾として提案されている数値を準用し参考値と

した。

レール底部応力(最大 63MPa < 参考値 300MPa)、スラブ表面応力(最大 0.88MPa < 参考値 3MPa)とも強度上の問題はないものと思われる。スラブ上下変位(中央部最大 0.08mm、端部最大 0.5mm)はいずれも参考値の 1.0mm より小さいため、問題はないものと思われる。レールの上下変位量(最大値 1.15mm > 参考値 1mm)については、レール支持弾性としては比較的柔らかい方であるが、速度の比較的低い LRT 用としては問題となる値ではない。しかし、スラブ端部にかけて変位が大きく(レール上下変位量最大値 2.5mm)なる傾向にあることから、スラブ端部の境界付近でレールに負担がかからないよう留意する必要があると思われる。

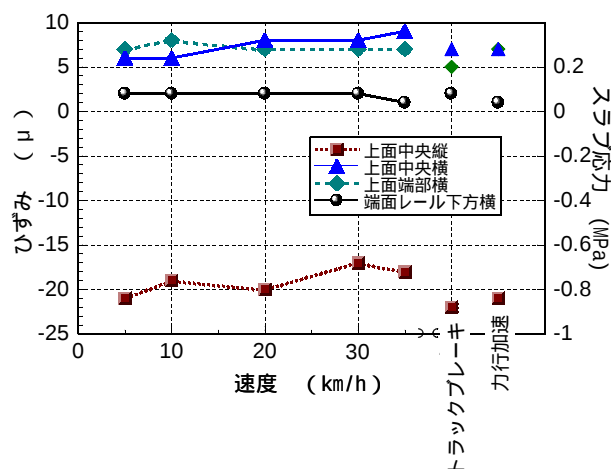


図 4 スラブ応力

4. 熊本での施工

車両基地移転及び停留場の移設に伴うもので、本線部には、折返しのためにシーサスクロッシング 7 番相当 1 組、基地への片開き 4 番相当 1 基が敷設され、レールは、護輪軌条を兼ねることができる溝レールが採用された。溝レールは、高さが 50N レールとほぼ同じ 152.5mm の輸入品 SEI41GP 型が使用される。分岐部を含めて単線換算約 150m の区間で、コンクリート道床・樹脂固定軌道方式とし、平成 14 年 3 月現在施工中である。

完成後、新潟では行えなかった曲線区間や分岐部での試験を行う予定である。そのほか、レール摩耗、軌道狂い、樹脂の劣化の有無等長期的な観測にも努めたい。

< 参考文献 >

- 1) 大野ほか、鉄道技術連合シンポジウム(2001.12)
- 2) 佐藤ほか、第 1 回交通研発表会講演概要(2001.11)
- 3) 佐藤ほか、鉄道技術連合シンポジウム(2001.12)
- 4) 鉄道技術研究資料, 第 41 巻, 第 8 号(1984.8)