

## 道路交通を考慮した LRT 走行シミュレータの開発

交通安全環境研究所 正会員 ○ 佐藤安弘  
交通安全環境研究所 水間 毅

### 1. はじめに

LRT (Light Rail Transit) は新しい都市公共交通システムとして注目されている。LRT の導入を検討するにあたり、一般にその効果と他の交通に及ぼす影響等について明らかにする必要がある。筆者らはこれまで、LRT の計画路線に対してどのような性能を有する車両を導入するのが適切かを検討するためのツールとして、任意の路線及び駅を設定して各種 LRT の走行を行い速度、所要時間、消費電力等を算出するシミュレータを開発した<sup>1)</sup>。さらに、地形（路線縦断勾配）の影響や乗車人員の影響を考慮できるものに拡張し、それらの影響を評価した<sup>2)</sup>。

しかしながら、道路交通との併用軌道を走行する場合、交通信号に従って停車・進行をする必要がある。また、既存道路上に設置する場合、LRT 敷設による車線数削減が道路交通に悪影響を及ぼすとの懸念もある。そこで今回、交通信号の現示に対応した走行シミュレーションを可能とし、併せて道路交通への影響を簡易的に算定できるようにしたので報告する。

### 2. シミュレータの機能<sup>1)2)</sup>

#### (1) 地図情報と路線の作成

市販と同等の既存道路等の地図情報を用い、画面上の地図に路線や駅を設定することができる。路線上の曲線半径は任意に指定できる。また、地図情報に基づき駅間距離及び路線長を自動計算するほか、地形の高低を取得し、路線の縦断線形や勾配を自動的に求めることができる上、それらを任意に変更することも可能である。

#### (2) 車両の属性

LRT の車両(LRV)の性能は属性パラメータで表現され、属性としては、定員、乗車率、車輛重量、曲線半径別制限速度、引張力、最高速度、最大加速度、最大減速度、走行抵抗、回生率などがある。

#### (3) LRV 走行計算

設定された引張力と走行抵抗から加速度及び速度の瞬

時値を求め、さらに運動エネルギーを求め、駆動・制動電気機器の効率及び与えられた回生率を加味して力行電力及び回生電力を求める。なお、加減速は駅間距離、制限速度及び交差点の信号現示に従って行う。

#### (4) 信号の設定

今回新たに追加された機能である。作成された路線に沿って位置を指定して信号を設定できるようにした。各信号について青、黄、赤の現示時間及び信号サイクルの開始時刻（位相）が設定できる。さらに、LRV が赤信号に近づいたとき、優先信号に指定された信号では、設定された時間だけ赤現示時間を短縮する制御を行う。

#### (5) 道路の設定

今回、信号箇所の交差点を構成する道路を設定できるようにした。交差点から交差点までを1つの道路として捉え、通常は、LRT 路線と並行する道路及びそれと交差する道路を1方向ごとに作成する。既存地図には信号箇所が記載されていることから、通常はこれをトレースする形で信号や道路を入力すればよい。各道路について、1時間あたりの交通量、車線数、飽和交通流率（青信号1時間あたりの通過可能台数）を設定し、参照する信号を指定する。また、各道路共通の設定として、車群が停止したときの車両間隔（前の車体の最先端位置から次の車体の最先端位置までの距離）を入力できる。

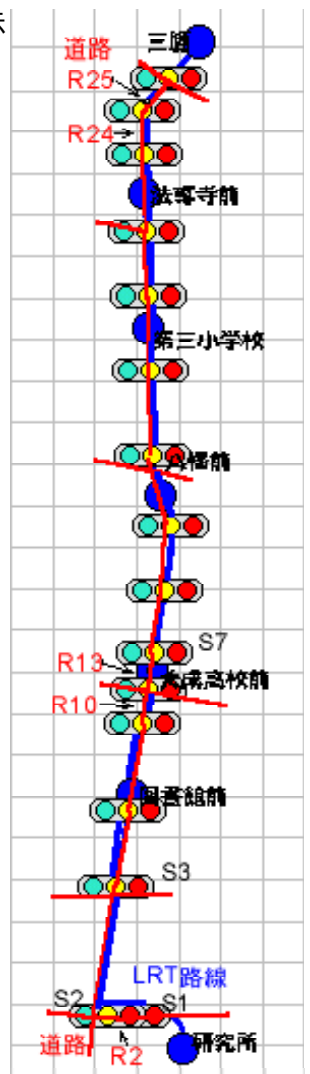


図1 路線全体表示

キーワード: LRT、ライトレール、地図、優先信号

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

## （6）道路交通流計算

道路交通への影響を簡易に把握するため、自動車に対しては、LRVのような運動方程式による走行計算は行わず、上記道路属性に基づく静的な交通流計算を行う。すなわち、設定された交通量が各道路で生起し、赤信号の時は設定した車両間隔で停止車群が伸び、青信号の時飽和交通流率に応じて車群が交差点を通過していく。ここでは、停止車群長を道路長（交差点間距離）で除した百分率を「車両滞留率」と定義する。

### 3．シミュレーション例

一例として、図1に示す2.7kmのルートを敷設した。全駅数は7、信号数は16、道路数は27とした。設定したLRVの主な属性パラメータを表1に示す。今回は信号や道路との関係が主眼であるため、LRVは1種類のみで空車条件の計算としている。

表1 車両属性

|        |           |
|--------|-----------|
| 定員     | 78人       |
| 乗車率    | 0% (空車)   |
| 車両重量   | 210kN     |
| 最小曲線半径 | 18m       |
| 最高速度   | 40km/h    |
| 最大加速度  | 2.5km/h/s |
| 最大減速度  | 4.6km/h/s |
| 走行抵抗   | 22～43N/t  |

信号の例を表2に示す。

1 サイクル長を90秒とし、S3,S7を優先信号に設定して、LRT接近時には赤信号を10秒短縮して35秒で青に切り替わるように制御する。道路については、

表2 信号属性

| 信号番号 | 開始時刻 | 青  | 黄 | 赤  | 優先信号 | 短縮赤 |
|------|------|----|---|----|------|-----|
| S1   | 0    | 60 | 5 | 25 | 一般   | -   |
| S2   | 60   | 50 | 5 | 35 | 一般   | -   |
| S3   | 70   | 40 | 5 | 45 | 優先   | 10  |
| S4   | 75   | 40 | 5 | 45 | 一般   | -   |
| S5   | 80   | 40 | 5 | 45 | 一般   | -   |
| S6   | 85   | 40 | 5 | 45 | 一般   | -   |
| S7   | 90   | 40 | 5 | 45 | 優先   | 10  |
| S8   | 95   | 40 | 5 | 45 | 一般   | -   |
| ⋮    | ⋮    | ⋮  | ⋮ | ⋮  | ⋮    | ⋮   |
| S15  | 130  | 40 | 5 | 45 | 一般   | -   |
| S16  | 135  | 40 | 5 | 45 | 一般   | -   |

LRT敷設前は並行道路を片側2車線とし、LRT導入によって総交通量は変わらずに車線数が1本に減少するものとした。道路属性を表3に示す。

LRT導入後の車両滞留率から導

表3 LRT敷設前の道路属性

| 道路番号 | 総交通量(台/h) | 車線数(本) | 飽和交通流率(台/青1h) | 信号制御パターン |
|------|-----------|--------|---------------|----------|
| R1   | 1500      | 2      | 1900          | S1-正     |
| R2   | 1500      | 2      | 1900          | S2-正     |
| R3   | 1500      | 2      | 1900          | S2-逆     |
| ⋮    | ⋮         | ⋮      | ⋮             | ⋮        |
| R26  | 1500      | 2      | 1900          | S16-逆    |
| R27  | 1500      | 2      | 1900          | S16-逆    |

入前の滞留率を差し引いたものを図2に示す。見やすくするため、導入後特に滞留率が高くな

留率が高くなったものは、いずれもLRTに並行する道路で、道路長が短い(交差点間の距離が小さい)箇所であり、信号サイクルを変更する等の対処が考えられる。このほか、優先信号については、S3のみの設定や、S3,S9に設定した場合はLRVの所要時間短縮に効果が無く、S3(R4),S7(R13)に設定した場合に20secの短縮効果が現れた。

本シミュレータではこのように、LRT敷設後の箇所が渋滞しやすくなるか、また、具体的にどの信号を優先信号とすれば効果があるのかを概略検討することができる。

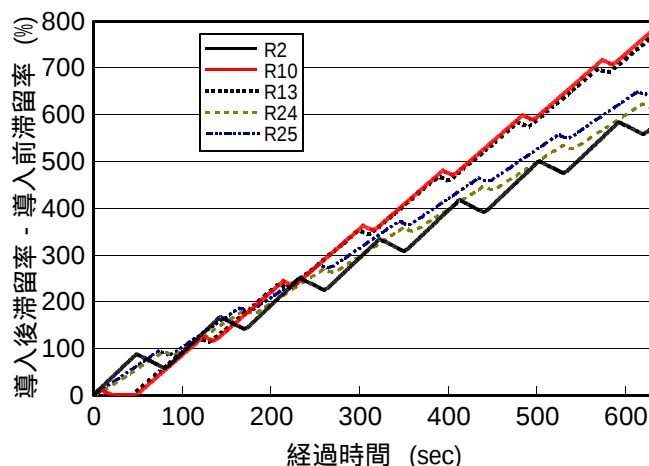


図2 LRT敷設後の車両滞留率の増加

### 4．結論

LRT路線を地図上に設定して各種LRVの性能比較ができるシミュレータを今回改良して、交通信号の現示に対応した走行シミュレーションを可能とし、併せて道路交通への影響を簡易的に算定できることを確認した。

今後の課題としては、道路交通への影響をより現実的に即して把握するため、ネットワークモデルとのリンク等により、地域全体としての輸送能力の検討などを行う必要がある。

最後に、本シミュレータの開発には、株式会社日立製作所並びに株式会社日立エンジニアリングサービスに協力していただいたことを記して、謝意を表する。

### 【参考文献】

- 1) 佐藤、水間：土木学会第56回年次学術講演会、-090 (2001)
- 2) Sato, Y., Ohno, H. and Mizuma, T.: Proc. International Symposium on Speed-up and Service Technology for Railway and Maglev Systems 2003, 82-87 (2003)