

常電導磁気浮上式リニアモーターカーH S S Tの走行試験（その6）

－異常時試験－

中部H S S T開発 正会員○鈴木義成

正会員 杉山孝雄

正会員 加藤 寿

1. はじめに

常電導磁気浮上式リニアモーターカーH S S Tは吸引式磁気浮上により、レールから8 mm浮上して走行するシステムである。しかし異常時に電力供給が断たれ浮上力を保持できないと、レール上に落下しかつ案内力も失われることとなる。

そのため中部H S S T開発実験線（名古屋）では、「都市内交通型磁気浮上式リニアモーターカー実用化研究調査委員会」（以下「実用化研究委員会」と略称）において、車両に異常が発生した時の荷重を調査し荷重条件を設定するとともに、これら異常時における車両・軌道の安全性を確認した。ここにその概要を報告する。

2. 車両異常時の分類

中部H S S T開発における車両はH S S T-100型であり、最高速度100 km/hで浮上走行できる。車両の台車部分をモジュールと呼んでいるが、その断面は図-1のようになっている。この車両に異常が発生した場合、次のような荷重が発生することとなる。

- 1) 1モジュールが浮上力を失い、レール上にスキッドが落下する。（スキッド定常落下：鉛直方向）
- 2) 1マグネットがレールに吸着し、その後スキッドがレール上に落下する。（異常吸着落下：鉛直方向）
- 3) 全モジュールが落下した後、レール上をスキッドにて滑走する。（スキッド滑走：3軸方向）

試験においては上記3荷重をそれぞれ測定し、荷重条件に反映させることとした。

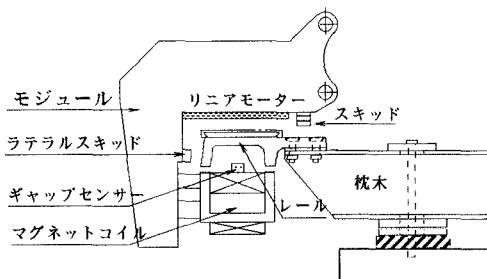


図-1 モジュール断面構造

3. 試験方法

1) 測定位置

試験は代表的軌道であるPC桁（20 m）において、車両側の測定と軌道側の測定を同時に実施した。またスキッド滑走荷重については同じPC桁と鋼桁（20 m）にて実施した。

2) 車両走行状態

スキッド定常落下と異常吸着落下は、静止浮上から落下した場合の測定と100 km/h走行中に落下した場合の測定を実施した。

スキッド滑走については、100 km/h滑走をPC桁にて、70 km/h滑走を鋼桁にて実施した。

3) 車両側の測定

モジュールのスキッド直下にロードセルを取り付けて鉛直荷重を直接測定し、デジタルデータレコーダに記憶させる方法とした。

4) 軌道側の測定

スキッド定常落下荷重と異常吸着落下荷重についてはPC桁の特定枕木1本に作用する鉛直荷重として、枕木にひずみゲージを貼って測定した。

スキッド滑走荷重についてはPC桁・鋼桁の変位や応力、桁加速度から測定した。

4. 試験結果

1) スキッド定常落下荷重

車両側の測定は各ヶ所にて3回の定常落下を実施し測定した。尚、PC桁の落下ヶ所によって差異があり、その平均値は下記のとおりであった。

表-1 車両側の測定値

落下ヶ所	支承直上部	桁1/4部	桁中央部
測定値	1534 kg	1859 kg	1308 kg

軌道側の測定は、落下荷重は所定枕木に作用する着地荷重の応力増分と考えて、

定常落下荷重＝常時着地荷重×（落下応力／着地応力）として算出した。その結果3回の平均値は2058 kgであった。

また100 km/hからの定常落下荷重の測定について

は、車両を所定の枕木上に落下させることが困難なため、1.2m間隔に配置された枕木1つおき（2.4m間隔）にひずみゲージを貼り、実際に落下した位置に最も近い枕木の応力波形から算出することとした。この場合には、等分布荷重の応力増分と考えて、

定常落下荷重＝常時荷重×（落下応力／分布荷重応力）として算出した。その結果は1733kgであった。

2) 異常吸着落下荷重

車両側の測定は各ヶ所にて3回の異常吸着落下を実施し測定した。PC桁の落下ヶ所別荷重平均値は下記のとおりであった。

表－2 車両側の測定値

落下ヶ所	支承直上部	桁1／4部	桁中央部
測定値	1937kg	1977kg	1495kg

軌道側の測定は、スキッド定常落下と同様に所定枕木に作用する着地荷重の応力増分と考えて算出した。その結果3回の平均値は2294kgであった。

100km/hからの異常吸着落下荷重の測定については、スキッド定常落下荷重と同様に、実際に落下した位置に最も近い枕木の応力波形から算出することとした。その結果は1867kgであった。

3) スキッド滑走荷重（鉛直方向）

鉛直方向のスキッド滑走荷重は、車両衝撃荷重と同様に列車荷重×衝撃係数より算出される。よって滑走衝撃係数 i_k を以下に示す計算式にて算出した。

$$i_k = (d - s) / s$$

ここに d ：動的な応力度またはたわみの最大値

s ：静的な応力度またはたわみの最大値

上記計算式によりPC桁については、車両の準静的な走行状態を基準に100km/h走行時及び100km/hからスキッド滑走した時の各々衝撃係数を算出した。

また鋼桁については準静的な走行状態・70km/h走行・70km/hスキッド滑走にて同衝撃係数を算出した。

PC桁における桁たわみ及び桁応力（下縁）の最大値から算出された衝撃係数を表－3に、鋼桁における同衝撃係数を表－4に示す。

表－3 PC桁の各衝撃係数

	100km/h	100km/h滑走
変位L側	0.022	0.044
変位R側	0.016	0.033
応力L側	0.003	0.009
応力R側	0.000	0.026

表－4 鋼桁の各衝撃係数

	70km/h	70km/h滑走
変位L側	0.065	0.068
変位R側	0.020	0.031
応力L側	0.063	0.050
応力R側	0.061	0.037

4) スキッド滑走荷重（路線直角方向）

路線直角方向のスキッド滑走荷重は、レール片側に作用する横方向衝撃係数×列車荷重として、桁中央部に取り付けた加速度計及び桁ひずみから横衝撃係数を算出する方法で測定した。PC桁と鋼桁において各々の横衝撃係数を表－5に示す。

表－5 各々の横衝撃係数

	加速度計	桁ひずみ
PC桁(100km/h)	0.039	0.027
鋼桁(70km/h)	0.070	0.046

5) スキッド滑走荷重（路線方向）

路線方向のスキッド滑走荷重は、レール片側に作用する路線方向衝撃係数×列車荷重として、桁中央部に取付けた加速度計及び車両に取付けた加速度計により路線方向衝撃係数を算出する方法で測定した。PC桁と鋼桁各々の路線方向衝撃係数を表－6に示す。

表－6 各々の路線方向衝撃係数

	桁加速度計	車両加速度計
PC桁(100km/h)	0.046	0.123
鋼桁(70km/h)	0.040	0.130

5. 考察

異常時試験の結果、スキッド落下荷重・スキッド滑走荷重共に想定した荷重値より少ないものだった。特にスキッド滑走の鉛直方向荷重については、浮上走行時の衝撃係数と差異は見られず、浮上していても滑走していても同じような荷重が作用する結果となった。

この試験結果を詳細に分析して、可能性ある車両異常時に対応した荷重を設定し、軌道設計条件に反映させることとした。

6. おわりに

本試験のまとめとして、車両側・軌道側双方の測定値を包括する荷重条件を設定し、またこれら荷重を組み合わせて危険側となる場合には十分な検討をすることで、「実用化研究委員会」において承認をいただいた。ここに試験結果を報告するとともに、ご協力いただいた関係各位に厚く御礼申し上げます。