

1. はじめに

次世代超高速鉄道として研究が進められてきた超電導磁気浮上式鉄道¹⁾は、技術開発期間を経て山梨リニア実験線²⁾が建設され営業運転に向け継続的に試験走行が行われている。本研究は、超電導磁気浮上式鉄道の駅前後区間の平面および縦曲線半径について検討し、線形設計に資することを目的とする。

2. 超電導磁気浮上式鉄道の線形基準

鉄道の曲線半径およびカントは、乗客に作用する定常加速度を考慮し決定される。各高速鉄道の速度と曲線半径の関係を図1に示す。500km/h 超の高速領域で計画されている浮上式鉄道の場合には、より小さい曲線半径を採用する検討が行われ平面曲線、最大カント、緩和曲線長、縦曲線等の基本的諸元³⁾や乗り心地管理に関わる許容狂い等の基準値が定められた。⁴⁾

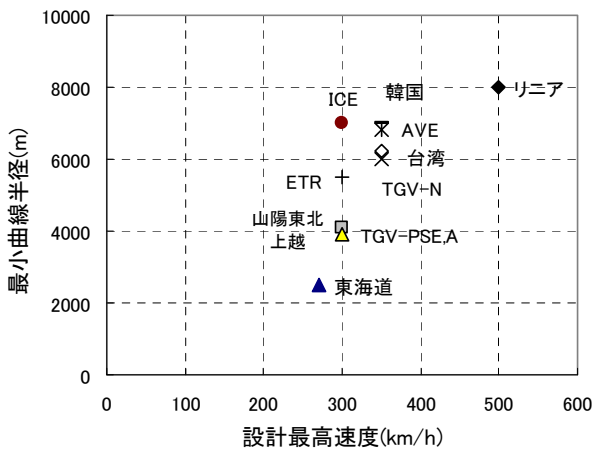


図1 設計最高速度と最小曲線半径

3. 曲線走行時の車内定常加速度⁵⁾

3.1 平面曲線走行時の加速度

平面曲線走行時の車内で乗客の受ける床平行および直交加速度は、式(1)(2)で表される。

$$\alpha_{hu} = \frac{v^2}{gR_h} \cos(\theta - \phi) - \sin(\theta - \phi) \quad \dots (1)$$

$$\alpha_{hv} = \frac{v^2}{gR_h} \sin(\theta - \phi) + \cos(\theta - \phi) \quad \dots (2)$$

- ここに α_{hu} ・・・平面曲線時の床面平行加速度 (g)
- α_{hv} ・・・平面曲線時の床面直交加速度 (g)
- R_h ・・・平面曲線半径
- v ・・・走行速度
- g ・・・重力の加速度 (9.8m/s²)
- θ ・・・ガイドウェイのカント角
- ϕ ・・・ガイドウェイに対する車体回転角

3.2 縦断曲線走行時の加速度

縦断曲線走行時の走行速度、車内で乗客の受ける床平行および直交加速度は、式(3)(4)で表される。

$$\alpha_{vu} = \frac{v^2}{gR_v} \cos(\theta - \phi) \quad \dots (3)$$

$$\alpha_{vv} = \frac{v^2}{gR_v} \sin(\theta - \phi) \quad \dots (4)$$

- ここに α_{vu} ・・・縦断曲線時の床面平行加速度 (g)
- α_{vv} ・・・縦断曲線時の床面直交加速度 (g)
- R_v ・・・縦断曲線半径

3.3 曲線競合時の加速度⁶⁾

両曲線が競合する場合の車内定常加速度は、各曲線が単独で存在する区間の定常加速度の和として、式(5)(6)で表される。

$$\alpha_u = \alpha_{hu} + \alpha_{vu} \quad \dots (5)$$

$$\alpha_v = \alpha_{hv} + \alpha_{vv} \quad \dots (6)$$

- ここに α_u ・・・曲線競合時の床面平行加速度 (g)
- α_v ・・・曲線競合時の床面直交加速度 (g)

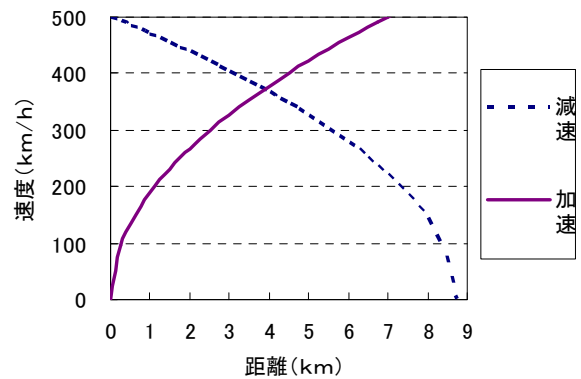


図2 加減速区間のランカーブ

4. 超高速鉄道の加減速区間

超電導磁気浮上式鉄道においては在来鉄道に比較してより大きい加減速度が採用される。山梨実験線における試験走行と同程度の加速 0.11 g, 減速 0.14 g を採用した場合のランカーブを図2に示す。

大都市地下駅に進入する場合には約 5.5km 手前で 400km/h, 約 3 km 手前で 300km/h に減速される。

5. 加減速時の曲線半径と車内加速度

500km/h 未満速度域の平面曲線半径と車内床面平行加速度の関係を図3に、平面曲線半径と車内床面直交加速度の関係を図4に示す。400km/h および 300km/h 走行時に、500km/h 走行時と同等の床面平行加速度, 床面直交加速度におさめるには 5000m, 3000mとなる。

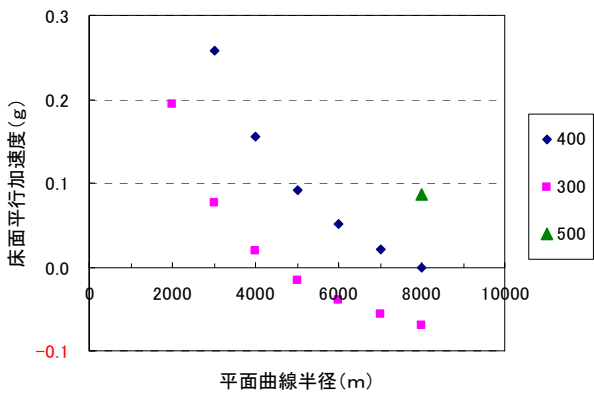


図3 曲線半径と床面平行加速度

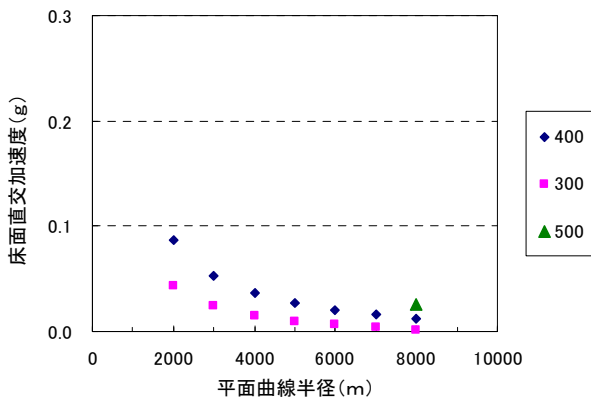


図4 曲線半径と床面直交加速度

6. 縦曲線競合時の床面平行・直交加速度

大都市地下駅アプローチ区間では、路線選定上平面および縦曲線を競合させる必要が生じる。400km/h 区間に半径 30000m, 300km/h 区間に半径 15000mの縦曲線を競合させた場合の床面平行・直交加速度を図5に示す。

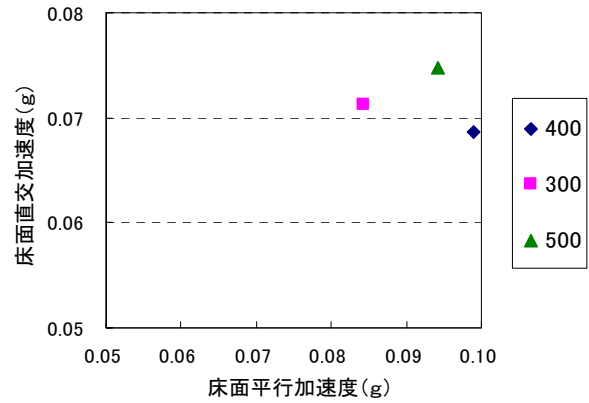


図5 縦曲線競合時の床面平行・直交加速度

7. まとめ

500km/h 走行浮上式鉄道の停車駅前後の加減速区間における、平面および縦曲線の曲線半径に対する検討結果をまとめると以下の通りである。

- (1) 低速走行時に、500km/h で平面曲線半径 8000m区間走行時の車内定常加速度と同等範囲におさめるには、400km/h 時に曲線半径 5000m, 300km/h 時に同 3000mまで縮小可能と考えられる。
- (2) 400km/h で平面曲線半径 5000m区間で縦曲線が競合する場合には縦曲線半径 30000m, 300km/h で平面曲線半径 3000m区間では縦曲線半径 15000mまで縮小可能と考えられる。

【参考文献】

- (1)宮田尚彦,松浦章夫,高木肇：「超電導磁気浮上式鉄道」土木学会論文集,No.415/VI-12,pp.17-25,1990.3
- (2)橋本渉一：「浮上式鉄道ガイドウェイの研究と技術開発」,土木学会論文集,No.619/ I -47,pp.1-12,1999.4
- (3)橋本渉一：「超高速鉄道の線形基準」神戸高専研究紀要,No.39,pp.97-102,2001.3
- (4)松浦章夫,橋本渉一,古川敦：「超電導浮上式鉄道ガイドウェイの施工精度と乗り心地レベル」,土木学会論文集,No.482/IV-22,pp.67-76,1994.1
- (5) 橋本渉一：「超高速鉄道における平面・縦曲線競合区間走行時の車内加速度評価」平成 21 年度土木学会関西支部学術講演会概要集IV-27, 2009. 5
- (6) 橋本渉一：「高速走行時の緩和曲線における車内加速度・ローリング角速度の変化」第 64 回土木学会年次学術講演会概要集IV-237, pp. 471-472, 2009. 9