

# ⑬ ボギー角アクティブ操舵台車の研究開発

－実運用時を考慮した制御効果の評価－

交通システム研究領域  
名誉研究員

東京農工大学 道辻 洋平  
住友金属テクノロジー 谷本 益久

※大野 寛之、佐藤 安弘、足立 雅和  
松本 陽

東京大学 須田 義大  
住友金属 中居 拓自

## 1. はじめに

鉄道車両の曲線通過性能の向上を目的として、台車自体を車体に対してアクティブに操舵する台車システムの提案<sup>(1)(2)(3)</sup>を行ってきた。台上試験による定常曲線走行時において本方式の基本的特性を把握し、有効性を確認した後、制御性能の向上や1台車単位の制御を2台車(=1車両)に拡張して曲線通過時の安全性を向上させる方法について検討を重ねてきた。今回、積載荷重変化、車輪とレール間の潤滑条件の変化など実運用時を想定した検討を進めたので報告する。

## 2. ボギー角アクティブ操舵台車

### 2. 1. ボギー角アクティブ操舵台車の概要

提案する「ボギー角アクティブ操舵台車 (Active Bogie-Steering Truck : ABS 台車)」は、車体/台車間にアクチュエータを装備し、曲線に応じて台車そのものをアクティブに操舵するものである (Fig.1)。輪軸の操舵リンク等は用いず、従来のヨーダンパ位置にアクチュエータを付加するという簡単な構造で曲線通過性能の向上をはかることができる。

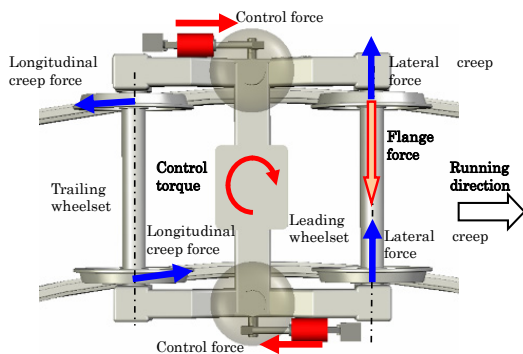


Fig.1 Mechanism of Active-Bogie-Steering truck

### 2. 2. 実車両への適用へ向けた検討事項

これまでに行った台上試験及びシミュレーションの結果から、操舵力の制御により一定の車両/軌道条件下において曲線通過時の各台車前軸外軌横圧をほぼ0にできることが明らかとなった。しかし、実際の路線では旅客数による車両重量の変化や、気象条件や塗油等の条件による摩擦係数の変化を避けることはできない。したがって、ある曲線を同じ制御則で通過したとしても、各種条件の変化により操舵力の過不足が生じることになる。

Fig.2には摩擦係数が0.2~0.4の間で変化した場合の前軸外軌横圧を0とするために必要な操舵力について、シミュレーションにより求めた結果を示す。摩擦係数が大きくなるに従い、必要な操舵力も増大していくことが分かる。この結果は「操舵制御なし」の場合、摩擦係数が大きいほど前軸外軌横圧が大きくなるため、横圧0にするためにより大きな操舵力が必要になるものと理解できる。

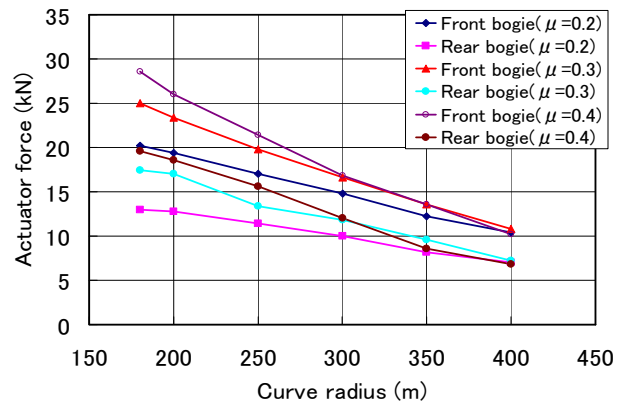


Fig.2 Comparison of required actuator forces under variation of friction coefficient

Fig.3 には乗客数の変化により、空車 (+0.0t)、定員乗車 (+7.8t) および 200%乗車 (+15.6t) と車両重量が変化した場合について、同様のシミュレーションを行った結果を示す。前軸外軌横圧を 0 とするために必要な操舵力は、車両重量が大きくなるに従い増大していくことが分かる。

### 3. 実運用時に向けた制御方式の検討

車両重量や摩擦係数等の様々な条件の変化に合わせて曲線通過時の前軸外軌横圧を 0 にするためには、条件に応じた制御則のテーブルをもつと言う解法も考えられる。しかし、そのためには諸条件のセンシング技術や測定値の評価技術を備えることが必要不可欠となる。

実用化に当たっての別の解法として、前軸外軌横圧を 0 とすることを常に目指すのではなく、横圧は 0 まで下がらないものの、アクティブ操舵制御がない場合と比べて曲線通過性能が向上する条件で制御を行う方法が考えられる。すなわち、横圧 0 を目標とする場合よりも小さなアクチュエータ力で、「操舵制御なし」の条件より曲線通過性能を改善することを目標とするものである。そこで、横圧 0 化に必要なアクチュエータ力が最も小さくなる条件、すなわち空車 (+0.0t) で摩擦係数が 0.2 の条件での制御則により操舵を行うことで、すべての条件下においてオーバーステアリングになることなく曲線通過性能の向上が可能となると考えられる。

200%乗車 (+15.6t) 摩擦係数 0.4 の条件下で上記制御則を用いて曲線を通じた場合と、制御なしで通過した場合の各台車前軸外軌横圧のシミュレーション結果を Fig.4 に示す。いずれの曲線でも横圧は 0 とはなっていないものの、制御なしの場合と比べて大きく低下していることが分かる。したがって、提案する制御則は、想定される各種条件下において曲線通過性能の向上に有効と言うことができる。

### 4. おわりに

本報告ではボギー角アクティブ操舵台車の実用化に向けて以下の考察を行った。

#### 1)アクチュエータの制御

適切な操舵力を与えることにより、様々な条件下においても曲線通過時の前軸外軌車輪の横圧をほぼ 0 にすることは可能である。

#### 2)実用化に当たっての提案

複雑なセンシング技術や条件に応じた制御則を備えなくとも、もっともアクチュエータ力が小さくなる条件の制御則で操舵を行えば、前軸外機横圧が 0 とはならないものの、制御なしの場合と比べ曲線通過性能を向上させることができる。

### 参考文献

- (1)松本陽 他、「ボギー角をアクティブに操舵する急曲線向け台車の研究開発(第 1 報)」、第二回交通安全環境研究所研究発表会講演概要、2002
- (2)松本陽 他、「ボギー角をアクティブに操舵する急曲線向け台車の研究開発(第 2 報)」、第三回交通安全環境研究所研究発表会講演概要、2003
- (3)大野寛之他、「都市鉄道における急曲線通過性能向上の取り組みーボギー角アクティブ操舵台車の研究開発ー」、平成 18 年度交通安全環境研究所研究発表会講演概要、2006

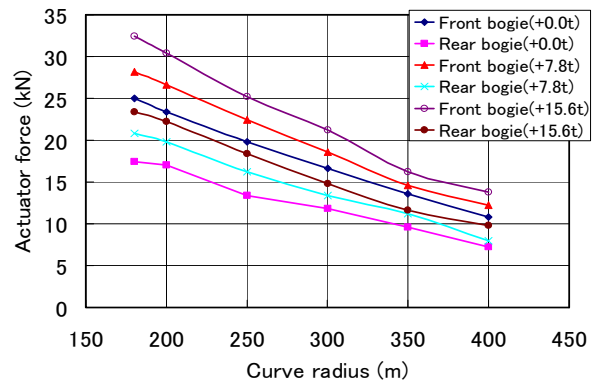


Fig.3 Comparison of required actuator forces under variation of vehicle body-mass weight

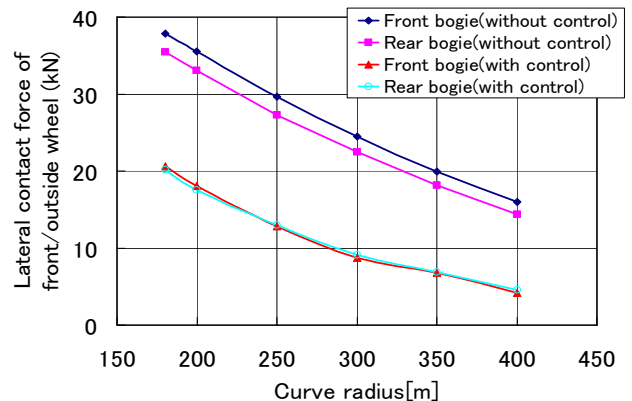


Fig.4 Comparison between with control and without control