

TUMSAT-OACIS Repository - Tokyo

University of Marine Science and Technology

(東京海洋大学)

三次元重心検知理論に基づく移動体の状態検知に関する研究

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2015-06-26 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 川島, 進 メールアドレス: 所属:
URL	https://oacis.repo.nii.ac.jp/records/1102

博士学位論文内容要旨
Abstract

専攻 Major	応用環境システム学専攻	氏名 Name	川島 進
論文題目 Title	三次元重心検知理論に基づく移動体の状態検知に関する研究		

鉄道や自動車をはじめとした移動体の高重心によるカーブなどでの横転事故は大きな被害を生むことがある。また、移動体を支えるサスペンションやタイヤなど弾性構造体は日々の使用によって劣化して、状況によっては安全に悪影響を及ぼすときもある。したがって、重心を検知し、弾性構造体の劣化を監視できれば事故の予防に貢献できると考えられる。ところが、鉄道車両の自動車も積載状況は多種多様であり、重心は千差万別である。さらに鉄道車両の場合は駅での乗客の乗り降り、また自動車の場合は荷物の積み替えで重心位置は変化する。したがって比例計算で重心位置を算出するのは困難である。弾性構造体の劣化は、工場等で分解検査を伴うので、運行中に監視するのは同様に困難である。

本研究では、物流の安全性向上を目的として、三次元重心検知理論を陸上で用いられる移動体に適用する。三次元重心検知理論とは、船の浮動を用いてコンテナトレーラーの横転防止を目的として、発明された理論である。本理論は移動体の形状や積載状況や乗車状況などのコンディションに応じた重心位置を、移動体自身の重さや、移動体を支えるサスペンションやタイヤといった弾性構造体のばね定数が未知の状態であっても検知することができる。また、三次元重心検知理論を用いると、重心位置のみならず、弾性構造体の劣化も検知できる。具体的には、弾性構造体の上にある重心検知対象物の重さを一定に保ち、重心位置を変更してゆくと、ある高さを超えると弾性構造体は、重心検知対象物を支えきれなくなる。その高さを重心静止限界高さ (L_{max}) とする。三次元重心検知理論を用いると重心位置と同時に、 L_{max} も検知することができる。これを自動車や鉄道車両に応用すればサスペンションやタイヤなどの弾性構造体の劣化を検知できる。いずれもジャイロセンサーとソフトをインストールしたパソコンで実現可能で、従来のインフラに頼るシステムよりは安価で簡易な方法で実現ができる。

本研究では、はじめに三次元重心検知理論の妥当性を証明するために、卓上型三次元重心検知装置を自作した。実験では装置の上に載せる重心検知対象物を手で加振することで起きる揺れより、重心検知ができることを確かめた。なお、揺れはジャイロセンサーを用いて計測し、高速フーリエ変換をかけることで、固有周波数を求め、その周波数より重心検知を行っている。実験においては重心検知対象物の重心位置を変更し、重心位置の変動が検知できることを確かめた。次に、重心静止限界高さの妥当性を検証するために、重心検知結果に加えて L_{max} を算出し、重心検知結果と比較を行った。また、重心検知対象物の状況を一定に保ち弾性構造体のばね定数を変えて実験を行い、ばね定数が大きくなれば L_{max} の数値も高くなることを確かめた。

次に、移動体に理論が適用できるかを確かめるために、手押し台車での重心検知実験を行った。台車上に重心検知対象物を設置して、台車を手で押して走らせることで得られるランダムな振動によって起きる揺れによって重心の検知を行った。実験によって得られた結果と比例計算によって得られた重心位置がほぼ同じ数値であることを確認し、移動体に適用ができることを確認した。

以上の実験を元に、実際の物流で使用される陸上での移動体である自動車と鉄道の検証実験を行った。

自動車の実験では、末端物流での配送を想定して、本学所有の電気自動車を用いて実験を行った。まずは、乗車人数や貨物の積載状況を変更して重心検知実験を行い、三次元重心検知理論が適用することで積載状況に応じた重心検知ができるかを確認した。次に、弾性構造体のひとつであるタイヤの空気圧を変化させた。実験によって、タイヤの空気圧が変化しても重心検知が可能であるが、タイヤの空気圧が低くなれば L_{max} も低くなることが明らかになり、運転中にタイヤの空気漏れ検知ができることを実証した。

鉄道車両での実験では、営業運行中の鉄道車両に乗り込んで実験を行った。具体的には、乗客数の変動が著しい都市近郊の通勤電車での実験を行い乗客数の変動に応じた重心位置の変化を検知できることを確かめた。また、床下に重量物を持つ車両や、長年使用された旧型車両など車両の種類を変えて実験を行い、車両の形状に応じた重心位置を検知できることを確かめた。

次に、同一形状で経過年数が異なる鉄道車両を用いて実験を行い、 L_{max} が鉄道車両の経年数に応じて低くなることを確認し、サスペンションの劣化を検知できることを確認した。さらに、自動車の車検にあたる全般検査に入る前の鉄道車両と、全般検査を終えあとの鉄道車両で、 L_{max} の比較を行い、劣化から回復状況の検知が可能であることを実証した。

以上の実験により、三次元重心検知理論が陸上の様々な移動体に適用できることが実証でき、物流の安全性の向上に安価に貢献できることを実証した。