

液体輸送車両用制振装置の波動抑制効果に関する研究

○ (株)十川ゴム 正会員 河田 彰 (株)十川ゴム 正会員 井田 剛史
中央大学 正会員 平野 廣和 (株)エヌ・ワイ・ケイ 石川 友樹

1. はじめに

物流合理化の一つの手段として液体を輸送する場合、ISO タンクコンテナ（以下、ISO タンク）を搭載した写真-1 に示すトラックが広く利用されている。ISO タンクは輸送物が液体であるために、ブレーキ等の制動操作の際に内容液が大きく揺動し、トラックが前後方向に大きく揺れることがある。そのため、所定位置に停止させることができず、前後の車両と追突する危険性がある。また、カーブでの減速時には内容液が左右方向に揺れることにより、ジャックナイフ現象が生じ、トラックが横転する恐れもある。これらの現象を防ぐために、液体の危険物を輸送する際には、タンク内に仕切壁等を取付けることが法律上義務付けられている。しかし、一般の液体の場合には、仕切壁等の設置は義務付けられていないため、現状では対策が施されておらず、内容液の揺動を抑えるには運転手の運転技術や経験に依存している。さらに、ISO タンクは再利用を前提としており、危険物の輸送に使用していた ISO タンクを一般の液体の輸送に再使用することもある。そのため ISO タンク内には、仕切壁等の取外し不可能な部材は設置できない。一方、我々はこれまでに地震時に発生する貯水タンクにおけるスロッシング現象に関して研究²⁾を行っており、スロッシング現象を抑制するための浮遊型の制振装置を開発している。本研究では、この技術を ISO タンクに応用することで、トラック走行時に発生する内容液の揺動を抑制することができ、かつ取外し可能な浮遊型の制振装置の開発を試み、写真-1 のトラックでその効果を検証する。



写真-1 ISO タンクコンテナ
搭載トラック

2. 実験概要

(1) 制振装置の施工方法

制振装置は図-1 に示す柔軟性のある特殊ポリエチレン樹脂製パネルを数枚組み合わせることで円を作製し、その円を写真-2 のように複数個繋ぎ合わせたものである。円の作製および接続にはボルトとナットを使用して、簡単に組み立てることが可能である。

制振装置は比重が 1 未満であり、写真-3 に示すようにタンク内に水を入れると浮遊し、水深の変化にも追従するため、効果的に内容液の揺動を抑制させることができる。

さらにタンクの大きさと水深から最適な形状を設計することが可能である。本実験で



写真-2 制振装置設置の様子

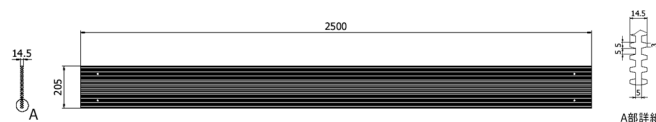


図-1 特殊ポリエチレン樹脂製パネル概略図



写真-3 制振装置浮遊の様子



図-2 制振装置全体のイメージ

使用する制振装置の形状は、使用するタンクの大きさが直径 2350mm、長さ 5800mm であることから、図-2 に示すように円周 4m の 4 つの円を交互に取付ける配置とする。ところで ISO タンクは満タンでは道路交通法の過積載となるので水位を下げる必要がある。そこで水位は 1400mm に設定し、その水位から制振装置の段数は 2 段とする。

(2) 実験条件

表-1 に示す二種類の実験条件でトラックを走行させる。条件 A は一定速度後に急ブレーキで発生する内容液の揺動に対する効果を検証する。次に、条件 B は公道で走行した場合に運転へ及ぼす影響を検証することを目的とする。評価方法は、タンク内部の映像と運転席とコンテナに設置した加速度計の計測結果より、制振装置の効果を検証する。また条件 A については、実験の模様を外からビデオカメラにて撮影し、トラックの挙動を確認する。

表-1 実験条件

条件 No.	走行方法	評価方法
条件 A	20km/h の定速度走行後、急ブレーキ	加速度（運転席横、コンテナ先） 内部映像、外部映像
条件 B	公道を走行	加速度（運転席横、コンテナ先） 内部映像、運転手の所感

キーワード：スロッシング、制振装置、ISO タンクコンテナ、

連絡先（〒599-8244 大阪府堺市中区上之 516・TEL. 072-236-5154・FAX. 072-236-5152）

3. 実験結果

(1) 条件 A の結果

図-3 に条件 A での加速度を、写真-4 に WEB カメラで撮影したタンク内部映像の一部を示す。図-3 より 20km/h の定速度走行後のトラックの挙動を制振装置の有無で比較する。(a) の制振装置有りでは一度のブレーキのみでトラックは停止するのに対し、(b) の制振装置無しでは、数度のブレーキ操作が必要となる。そのためブレーキを踏んだ際に発生する加速度ピークが制振装置有りでは一度に対して、制振装置無しでは何度も現れている。また、写真-4 に示すように内部映像で内容液の挙動を確認すると、ブレーキを踏んだ直後は、制振装置の有無に関わらず内容液の激しい揺動が見られる。ここで制振装置が無い場合、激しい揺動がしばらく続き、スロッシング現象の発生が見られる。一方、制振装置が有る場合、このスロッシング現象をすぐに抑制することができる。これが一度のブレーキ操作のみでトラックを安全に停止させることが可能となった要因と考えられる。

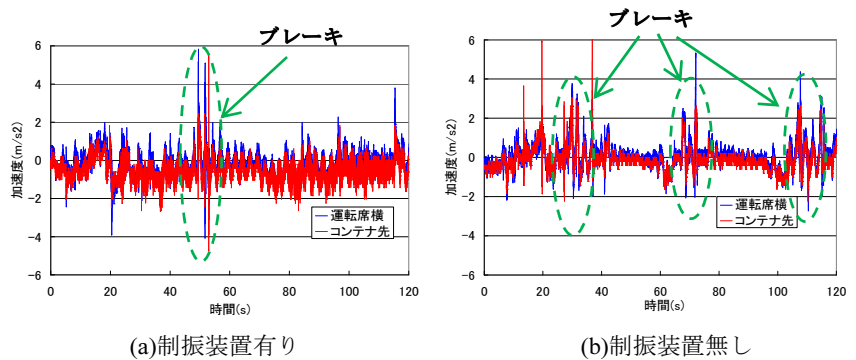
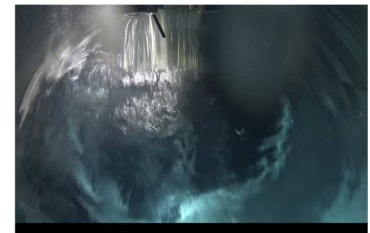


図-3 条件 A での走行中の加速度波形



(a)制振装置有り



(b)制振装置無し

写真-4 条件 A での走行中のタンク内部映像

(2) 条件 B の結果

条件 B における加速度波形を図-4 に示す。(b) の制振装置無しでは、運転操作により発生したスロッシング現象特有の周期の長い波形が見られる。これに対して、(a) の制振装置有りではその波形は確認されず、走行時の路面から伝わる短周期波形のみであることがわかる。ここからも制振装置によってスロッシング現象を抑制していることが確認できる。

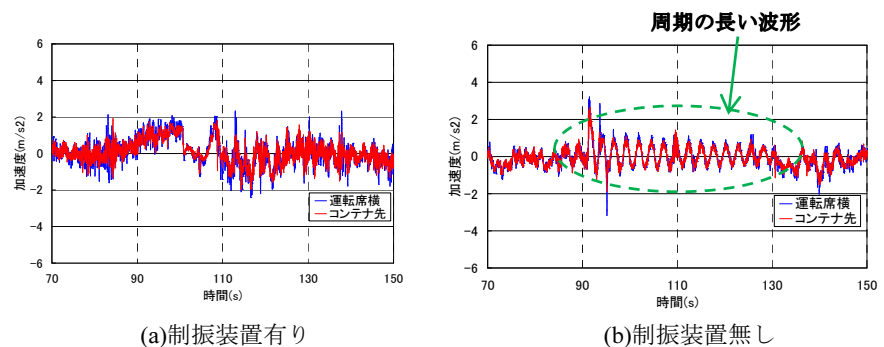


図-4 条件 B での走行中の加速度波形

運転手からは「制振装置有りでは内容液の揺動が少なく、運転操作が容易になる」との評価を得た。また、「液体輸送時の走行では、内容液が揺動することでトラックに負荷が掛かり、固体輸送時よりもアクセルを踏み込む必要もあり、燃費の悪化が想定されるが、制振装置を設置することでアクセルの踏み込み量も低減される」との所感も得られ、検証は必要であるが、燃費改善向上の可能性も考えられる。

4. おわりに

ISO タンクを搭載したトラックが走行中にブレーキなどの制動操作を行った際に発生する内容液の揺動を、取外し可能な浮遊型の制振装置で抑制させることを試みた。以下に本研究で得られた知見を記す。

- (1) 制振装置を用いることで、トラックが急停止した際に発生するスロッシング現象を大幅に抑制させることができる。
- (2) スロッシング現象を抑制することで、トラックの運転操作を容易にできることが示唆される。
- (3) スロッシング現象を抑制することで、燃費向上の効果も期待できる。
- (4) 制振装置は浮遊型であり取外し可能なため、ISO タンクの再利用にも適している。

今後の課題として、制振装置によるスロッシング現象の低減とアクセルおよびブレーキ操作の関連性を定量的に検証し、さらに燃費の向上効果についても長期の走行データを採取することで明らかにすることを目指す。

謝辞 本研究の一部は中央大学特定課題研究費の給付を受けたことを付記する。また本実験を実施するに際し、横田瀝青興業(株)の協力を得た。ここに謝意を表する。

参考文献

- 1) 渡邊豊: 謎の大型トラック横転事故を未然に防止する技術誕生!!, 第 20 回先端技術見本市テクノトラスフェア in かわさき, 2007
- 2) 曾根他: 矩形断面受水槽におけるスロッシング制振対策の検討, 土木学会論文集 A2 分冊 (応用力学) 特集号 Vol. 16, 2013.8