

タイヤのバネ及び減衰率の推定に基づく荷役装置の乗り心地モデル

東亜道路工業(株)技術研究所 正会員 阿部 長門
 日本貨物鉄道(株)保全部 正会員 三浦 康夫
 日本貨物鉄道(株)保全部 越後 伸

1. はじめに

貨物設備で使われている舗装では、荷物の大型化や海上コンテナの取扱いにより、コンテナ荷役時の軸重 98kN (10tf) となる 12ft フォークリフトからさらにフォークリフトの大型化が進行している。このため、路面のプロファイルの凹凸量が年々増加し、長期間経過した舗装においては荷役時にコンテナ内部の荷物が破損する場合がある。

そこで、昨年度から路面のプロファイルとフォークリフトの車両運動特性の把握試験を実施し、路面プロファイルの凹凸量と車軸上の加速度およびコンテナ内部の加速度の相関が高いことが明らかとなった。本検討では、路面のプロファイルの測定のみでフォークリフトの振動量を推定し、荷役作業と舗装の補修の指標に結びつけるか検討を行った。

2. 試験概要

本検討では、日本貨物鉄道(株)関東支社管内の 2 駅で路面プロファイル調査とフォークリフト走行試験などを実施した(図-2 参照)。コンテナホームの全体の凹凸形状を把握するために姿勢制御のためのオートジャイロを組み込んだ路面性状車で走行しながら調査した。また、フォークリフトによる走行試験は昨年(参考文献 1)と同様である。

本試験は、図 1 に示す様にフォークリフトの後軸に加速度計とエンコーダ式の変位計を設置し、後軸を落下させたときの変位と加速度の減衰曲線を求め、自由振動における頂点の振幅量から式(1)、(2)、(3)からを用いて、対数減衰率、減衰係数、減衰比を求めた。

$$\Lambda = \log e(y_1 / y_2) = a \quad (1)$$

$$c = \Lambda \times \sqrt{(k \times m / \pi)} \quad (2)$$

$$\zeta = \Lambda / (2 \times \pi) \quad (3)$$

ここに、 Λ : 対数減衰率

c : 減衰係数 (kgs/mm)

ζ : 減衰比

表-1 使用したフォークリフトの諸元

機械名	積載重量 (kN)	軸種	輪荷重(kN)		接地圧(kPa)	
			空車	積載	空車	積載
12ftコンテナ フォークリフト	68.7	前輪	41.2	100.6	647	795
		後輪	36.8	11.8	726	540

軸間距離は 1830mm、タイヤは幅 255mm、10.00-24 20PR を使用した。

表-2 加速度測定に用いた計測装置

加速度計			
ARF-500A	500(m/s ²)	z方向	東京測器研究所
ARF-200A	200(m/s ²)	x, y方向	東京測器研究所
データレコーダー			
HR-908A	ヒストグラムレコーダ		東京測器研究所
HR-975A	メモリユニット		東京測器研究所

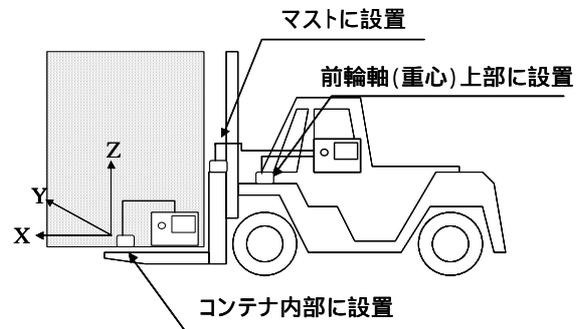


図-1 コンテナに設置した加速度計の位置

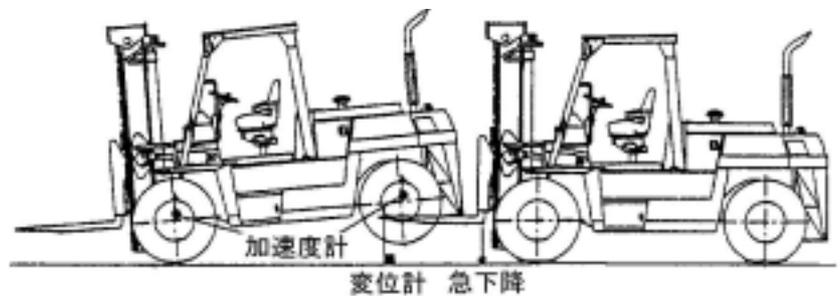


図-2 フォークリフトによる減衰試験の方法

キーワード：路面、プロファイル、フォークリフト、減衰係数、シミュレーション

連絡先：〒300-2622 茨城県つくば市要 315-126

Tel 0298-77-4150 Fax 0298-77-4151

：〒102-0072 東京都千代田区飯田橋3丁目13番1号

Tel 03-3239-9164 Fax 03-3239-9160

：〒301-8501 茨城県竜ヶ崎市 3

Tel 0297-64-3111 Fax 0297-64-8540

3. 試験結果

車両の1/4モデルの一般モデルを図-3に示す。シミュレートモデル中のタイヤのバネ係数や質量は既知であるが、車体の剛性を考慮したバネ係数や減衰係数は機械特有の係数であり知られていない。

このため、図-2の方法で落下時のアクスルとタイヤの機械的バネ係数と減衰係

数を調べた。一般的

なフォークリフトの諸元とタイヤのバネ係数と衝撃落下試験から得られた減衰係数を表-3及び図-4,5に示す。バネ係数はタイヤの種類によって傾きが変わっており、

タイヤの直径に依存した形である。また、減衰係数はタイヤの内圧によって周波数依存しているが、8Hz以上ではこの影響は少ない。コンテナホームの走行による固有振動数を図-6に示す。この結果、路面走行による加速度の固有振動数は1.5Hzであるため、これより減衰係数Csを1.92kgs/mmとした。

フォークリフトはリジッドタイプであるためサスペンションシステムがなく、タイヤがサスペンションの機能を果たしている。よってKtを剛体と仮定し、表-2の係数を定めた。このモデルをFRI(Freight Roughness Index)とする。

図-6に、フォークリフト走行時の上下方向の発生加速度とFRIの比較を行った結果を示す。この結果より、従来のパラメータで算出した結果よりも、FRIにおいても高い相関が得られた。フォークリフト対象としたFRIの1/4モデルの妥当性が確認できた。今後は、コンテナホームにおける路面特性からFRIを算定し、データベースの構築等も行っていく予定である。

謝辞：本検討のために、ご協力いただいたTCM(株)竜ヶ崎工場の皆様に感謝の意を表します。

【参考文献】1) 岩城洋武, 前原弘宣, 中園裕, 三枝長生：コンテナホームにおける路面の評価指標の適用性について, 第56回土木学会学術年次講演会, -36, p.72-73, 2001.10.

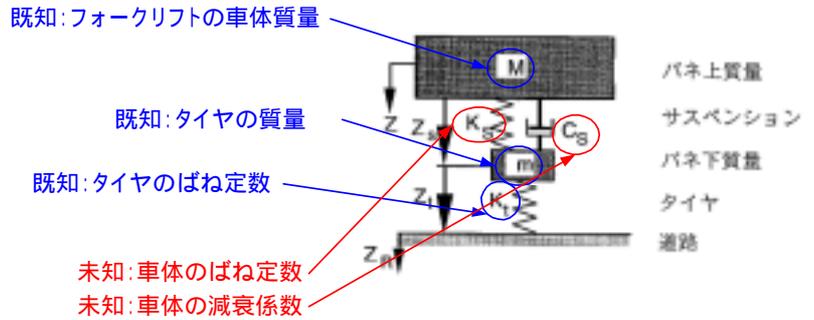


図-3 フォークリフトによる 1/4 モデル

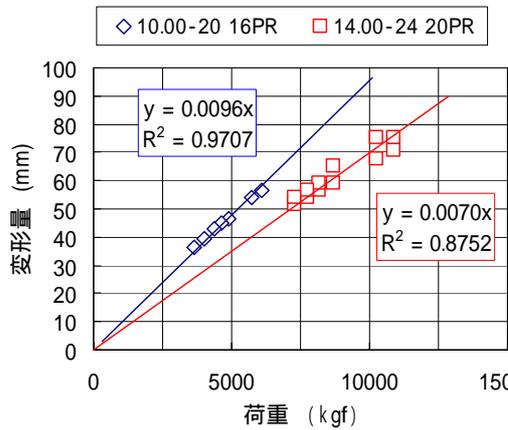


図-4 荷重変位曲線 (タイヤのバネ係数)

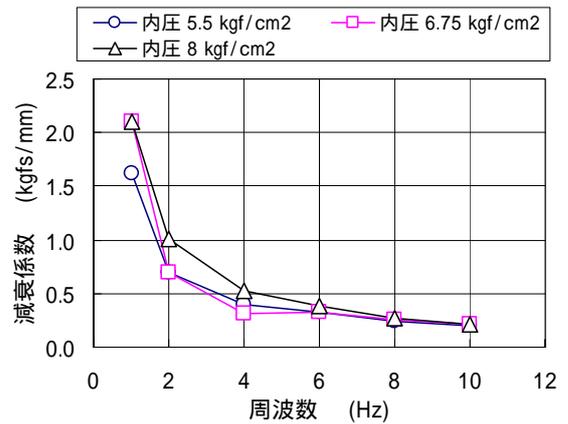


図-5 タイヤの減衰係数 (10.00-20 16PR)

表-3 シミュレートモデルに使用した係数

機種		FD115
タイヤサイズ	型式	10.00-20-16
空気圧	kg/cm ²	8.00
バネ定数 (Kt)	kg/mm	125.8
バネ定数 (Ks)	kg/mm	剛体とする
減衰係数 (Cs)	Kg.s/mm	1.92
前軸重量	kg	21770
バネ上重量 (M)	kg	10715
バネ下重量 (m)	kg	170
後軸重量	kg	8350
バネ上重量 (M)	kg	4090
バネ下重量 (m)	kg	85

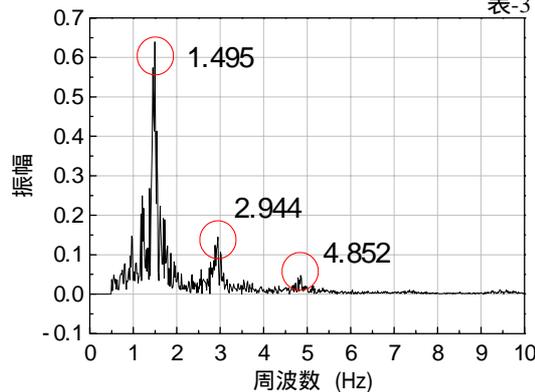


図-6 上下方向の加速度の固有振動数

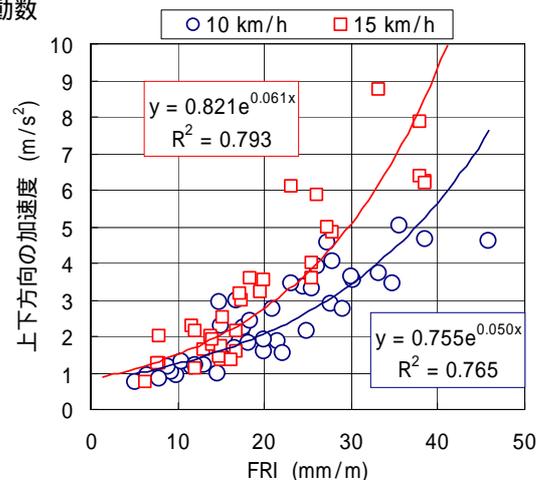


図-7 FRI と上下方向の加速度の関係