

国際海上コンテナ搭載トレーラの動的影響評価

国総研 正会員○中洲啓太

国総研 正会員 中谷昌一

国総研 正会員 玉越隆史

国総研 正会員 石尾真理

1. はじめに

国際物流ネットワークにおいて、ISOトレーラなどの国際標準化が進められつつあり、我が国においても車両の大型化に対する要請が強まっている。一方、車両の大型化は橋梁の耐久性に重大な影響を及ぼすことが懸念される。国総研橋梁研究室では、「道路に優しいサスペンションの導入」による道路橋の保全と車両の大型化を両立する可能性について検討しており、これまでに代表的車種の大型車について橋梁走行試験や一般道路走行試験等を行い、車両振動の低減を目的として普及が進みつつあるエアサスペンション（以下、エアサス）搭載車は、従来のリーフサスペンション（以下、リーフサス）搭載車に対して、条件によっては橋梁に及ぼす動的影響を低減する効果があることを確認している¹⁾²⁾。ここでは、国際海上コンテナ搭載トレーラ（以下、海コントレーラ）の駆動軸に着目して、橋梁に及ぼす動的影響の評価法に関する調査を行ったので報告する。

2. 試験方法および結果

(1) 試験概要

試験車両は、表-1 に示すリーフサス搭載の海コントレーラ（減載・駆動軸重 10t）およびエアサス搭載の海コントレーラ（フル積載・駆動軸重 10t）のそれぞれ4種類とした。図-1 に試験車両の例を示す。なお、橋梁に及ぼす動的影響は走行中にタイヤが路面に及ぼす一軸あたりの動的な荷重（以下、動的軸重）に着目して評価した。これは、軸重の影響を顕著に受ける床版については、橋梁部材に取り付けた計器類を用いた評価が困難で、図-2 に示すように車軸のひずみから間接的に動的軸重を測定する方法が妥当であるとの既往の調査結果²⁾を受けたものである。

表-1 試験車両の種類

車両番号	トラクタ			トレーラ	
	軸数	サスペンション	軸重	軸数	サスペンション
1	2	リーフサス(A)	10t	2	リーフサス
2	2	リーフサス(A)	10t	3	リーフサス
3	2	リーフサス(B)	10t	2	リーフサス
4	2	リーフサス(B)	10t	3	リーフサス
5	2	エアサス(A)	11.5t	3	リーフサス
6	2	エアサス(B)	11.5t	3	リーフサス
7	2	エアサス(C)	11.5t	3	リーフサス
8	2	エアサス(D)	11.5t	3	リーフサス

(2) 一般道路走行による動的影響の測定

海コントレーラ駆動軸の動的影響を評価するため、路面の平坦性や周波数特性が全国の道路条件を代表するとみなすことができる国総研周辺の一般道路（約 30km）を速度 40km/h を標準として走行させ、走行中の動的軸重を測定した。なお、データの整理にあたっては、速度違反防止用の段差をはじめ特異と考えられる区間を除去している。

図-3 は、動的軸重の頻度分布を全車両分重ねて表示したものである。これより、動的軸重の変動幅は、エアサス搭載軸よりもリーフサス搭載軸の方が大きく、最大値に着目するとエアサス搭載軸（軸重 11.5t）とリーフサス搭載軸（軸重 10 t）とでほぼ同等になっていることがわかる。

一方、車両走行中の振動性状を把握するため、一般道路走行時の動的軸重

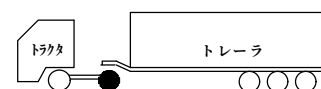


図-1 試験車両の例（●駆動軸）

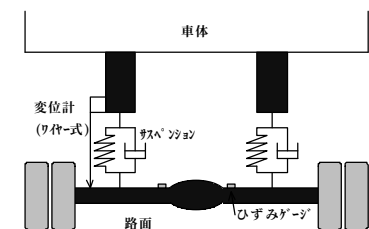


図-2 車両側における計測方法

キーワード：橋梁振動、橋梁計測、トレーラ、サスペンション、軸重

連絡先：〒 305-0804 つくば市大字旭 1 番地 TEL:029-864-4919 FAX:029-864-0178

を周波数分析した結果を図-4 に示す。一般に車軸部の振動は、サスペンションより上部（車体等）が振動するバネ上振動（1 ～ 4Hz）と、サスペンションより下部（タイヤ等）が振動するバネ下振動（10 ～ 12Hz）に大別されるが、走行中の動的軸重の周波数分布より、エアサスで1 ～ 2Hz、リーフサス 2 ～ 4Hz のバネ上振動モードが支配的であることがわかる。

(3)動的影響の評価

上記の結果を踏まえ、サスペンション特性を反映した動的影響の差異の評価は図-5 に示すバネ上振動を模した一自由度振動モデルを用いて行う。一自由度振動の運動方程式および軸重の計算式は、それぞれ式①、②のように表される。したがって、動的影響の評価にあたっては、サスペンションの減衰比および周波数を精度良く測定することが重要となる。

$$m\ddot{z} + c\dot{z} + kz = kf + c\dot{f} \quad (1)$$

$$P = c(\dot{z} - \dot{f}) + k(z - f) = c\dot{y} + ky = -m(2hn\dot{y} + n^2 y) \quad (2)$$

ここに、 m ：質量 c ：減衰係数 k ：バネ係数

z ：バネ上質点絶対変位 P ：軸重

y ：バネ上質点相対変位 h ：減衰定数

f ：路面凹凸変位 n ：円固有振動数

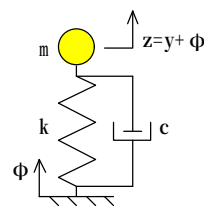


図-5 一自由度振動モデル

図-6 に一自由度モデルを用いて作成した軸重応答スペクトルを示す。なお、算定に用いた路面条件は、一般道路走行試験ルートのパワースペクトル密度を逆解析して求めた路面凹凸とし、走行速度は 40km/h として算定した。軸重応答スペクトルより、動的軸重の最大値は、減衰比が小さく、周波数が高いほど大きくなるがわかる。

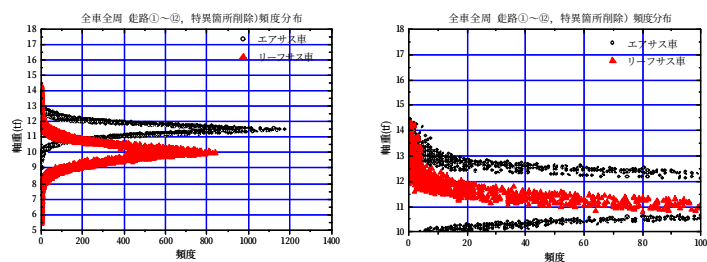
また、図-7 に示すような人工段差を用いた試験により、減衰比と周波数を算定し、図-8 にそれらの関係を示す。これより、減衰比と周波数を測定することにより、サスペンションの動的特性の差を評価できることが明らかになった。

3. 終わりに

ここでは、海コントレーラ駆動軸の動的影響評価法について検討した。ここでの成果は、橋梁保全と両立可能な車両大型化のあり方を検討する道路行政施策の推進に寄与する。

【参考文献】

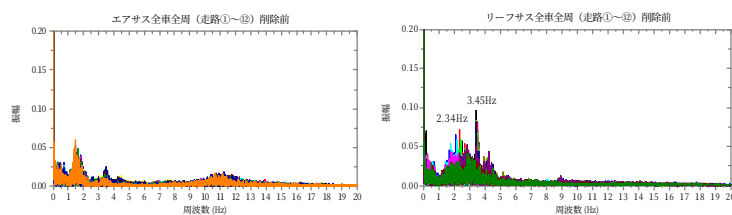
- 1) 中谷、玉越、中洲：大型車が橋梁に及ぼす動的影響に関する調査、第 24 回日本道路会議一般論文集（B）、平成 13 年 10 月
- 2) 中谷、玉越、中洲、石尾：大型トレーラが橋梁に及ぼす動的影響に関する調査、第 57 回土木学会年次学術講演会概要集、平成 14 年 9 月



(a)全体図

(b)拡大図

図-3 動的軸重の頻度分布



(a)エアサス搭載軸

(b)リーフサス搭載軸

図-4 動的軸重の周波数分布

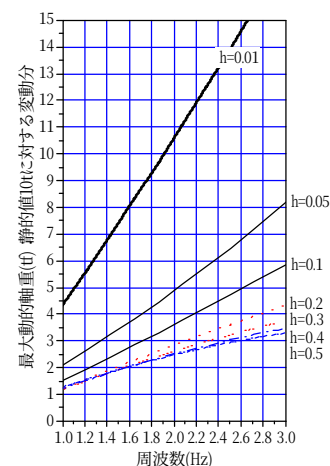


図-6 軸重応答スペクトル

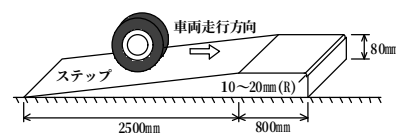


図-7 段差板

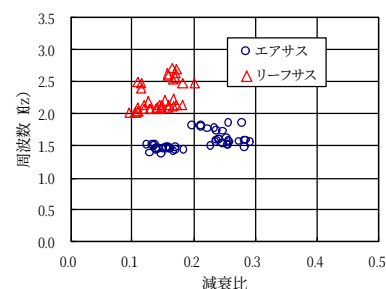


図-8 各車軸の振動特性の比較