

救急車走行時におけるメインストレッチャー上の 振動特性に関する検証

森 充弘*, 野本 秀和*, 高井 啓安*, 渡邊 茂男*

概 要

救急車の床面に人体ダミーを載せたメインストレッチャーを積載し、一般道路を走行したときのメインストレッチャー上の振動特性を検証した。この結果、現行使用品を含む5機種のメインストレッチャーは、いずれも、上下方向の加速度を低減する効果が認められた。

また、防振架台は、今回使用した平成12年製の救急車両においても有効に防振効果を発揮していることが確認された。

1 はじめに

一般的な救急車の代表的な装備の一つに、防振架台がある。防振架台は平成3年3月「救急自動車及び救急資器材の構造改善等検討委員会」((財)消防科学総合センター)において傷病者の症状に影響を及ぼす振動を最小限に防止できる機能を基本的な視点として高規格救急車の導入に伴い、拡大する応急処置が円滑に行え、かつ、傷病者情報伝送資器材の使用に支障のない緩衝装置として使用されたものである。しかし、この防振架台は積載できるメインストレッチャーが限定されており、開発・設計・生産段階等メインストレッチャーの製作過程に起因する事故等が発生した場合には、運用している全てのメインストレッチャーに影響するという救急活動上のリスクが存在している。また、救護活動を支援すると考えられる機能を備えたメインストレッチャーが複数市販されている中で、防振架台に積載できないことで、その選択ができないのが現状である。一方で、防振架台が使用され十数年が経過した現在、救急車両はディーゼルエンジンからガソリンエンジンに、また貨物輸送用のシャシーから乗用車用のシャシーへと車両自体の防振性能が向上しており、防振架台の性能が有効に発揮されているか否かを改めて確認する必要がある。

このようなことから、本テーマは、新たなメインストレッチャーの使用を想定して、数機種のメインストレッチャーについて、救急車内収容後の走行中における防振効果を把握すると共に、近年の救急車両における防振架台の有効性を検証したものである。

2 検証項目

(1) 救急車の床面に設定したメインストレッチャーの防振効果の検証

新たなメインストレッチャーを防振架台を取り外して積載することを想定して、救急車両の床上に各種メインストレッチャーを直接積載して走行した場合の当該メインストレッチャー上と救急車内床上の加速度を測定し、救急車走行時における各種メインストレッチャーの防振性能を検証した。

(2) 防振架台の有効性の検証

前1に記した「傷病者の症状に影響を及ぼす振動」を人体表面の共振周波数帯の振動として捉え、この周波数帯における加速度の低減効果を有効性と定義し、(1)において測定した加速度及び現在使用しているメインストレッチャーを防振架台に積載し走行した場合の加速度の各々について周波数分析を行い、人体表面における共振周波数帯の加速度の大きさを比較し、防振架台の有効性を検証した。

3 実験設定

(1) 測定場所(走行中の振動測定地点)

渋谷区幡ヶ谷1丁目3番先～杉並区下高井戸1丁目41番先 甲州街道(幡ヶ谷～高井戸)

(2) 車両

日産エルグランド(ガソリンエンジン)、平成12年製

(3) 人体ダミー

日本スリービー・サイエンティフィック製のレスキューマネキン(W44514)(身長167cm、重量73kg)を使用し、メインストレッチャーの上に頭部を進行方向に向け、仰臥位で設定した。

(4) メーンストレッチャー

検証に使用したメーンストレッチャーは、表1に示す機種A～機種Eとした。なお、機種Aは現行のメーンストレッチャーである。各メーンストレッチャーの寸法、重量等の諸元については表1のとおりである。

表1 メーンストレッチャーの寸法、重量等

機種	A	B	C	D	E
最長	197cm	197cm	190cm	211cm	205cm
最高位	93cm	96cm	100cm	104cm	87.5cm
最低位	56cm	25cm	24cm	33cm	29cm
幅	59cm	56cm	55cm	61cm	63cm
重量	42kg	26.6kg	32kg	60kg	31.2kg
最大荷重	181kg	159kg	150kg	318kg	318kg
その他	現行ストレッチャー	—	—	電動昇降式	—

4 測定方法等

(1) 救急車の床面に設定したメーンストレッチャー及び救急車床面に生じる加速度（測定1）

写真1に示すように、マネキンを仰臥位に設定したメーンストレッチャーを救急車の床面（右隅）に設定し、さらに、マネキン腹部とメーンストレッチャーとの間及び腹部直下の車両床面に加速度変換器を設置し、時速50kmで走行した場合に生じる上下・前後・左右の3方向の加速度をそれぞれ6秒間測定した。加速度変換器の設定位置は機種A、機種B、機種C、機種D、機種Eにおいて、メーンストレッチャーの先端から70cm、88cm、86cm、90cm、75cmの位置である。なお、機種A（現行ストレッチャー）については、後述の防振架台の有効性の検証において、人体各部（頭部・腹部・足部）の共振周波数帯の加速度の低減効果を評価することから頭部及び足部（メーンストレッチャーの先端から23cm及び140cmの位置）の加速度も測定した。使用した測定機器等を表2に示す。

※ 「前後」とは救急車の前部及び後部方向、「上下」とは水平面（床面）に対して垂直方向、「左右」とは救急車の左右方向をいい、以下(2)についても同じとする。

表2 測定器等

加速度変換器	AS-2GB（1軸）及びAS-5GB（1軸）
データレコーダ	共和電業：EDS400A
解析ソフト	共和電業：DAS-100A
サンプリング周期	1kHzとし、1/1000秒毎の測定とした。

(2) 防振架台上に設定した現行のメーンストレッチャー（機種A）に生じる加速度（測定2）

マネキンを仰臥位に設定した現行のメーンストレッチ

ャー（機種A）を救急車の防振架台に設定し、さらに、(1)と同様にメーンストレッチャーのマネキン頭部・腹部・足部の位置とマネキンとの間に加速度変換器を設置し、時速50kmで走行した場合に生じる上下・前後・左右の3方向の加速度を6秒間測定した。測定位置及び使用した測定機器等は前(1)の機種Aの場合と同じである。



写真1 防振架台の有効性に関する検証風景（機種A）

5 評価方法

(1) 救急車の床面に設定したメーンストレッチャーの防振効果

測定により得られた加速度は、上・下それぞれの方向に＋・－の符号で表現される。したがって、変化する加速度の強さを統計的に表す目的から、測定結果の二乗平均平方根（以下、「RMS」という。）をとり、メーンストレッチャー上の腹部及びその直下の床面におけるRMS値の比（1－メーンストレッチャー上の加速度÷床面の加速度）を求め、各メーンストレッチャーの「防振効果」の有無を判定した。

(2) 防振架台の有効性

メーンストレッチャーを床面に設定して走行した場合及び防振架台に設定して走行した場合における加速度の変化（時間軸波形）について、周波数分析（FFT（高速フーリエ変換）解析）を行い、人体表面の共振周波数帯に含まれる両者の加速度の強さを求め、比較し、防振架台の有効性について評価した。表3に仰臥位における振動方向と身体各部位の共振周波数を示す。

表3 仰臥位における振動方向と

身体各部位の共振周波数¹⁾ 単位（Hz）

上下方向		前後方向		左右方向	
部位	共振周波数	部位	共振周波数	部位	共振周波数
足部	16～31	足部	1～3	足部	0.8～3
腹部	4～8	腹部	1.5～6	腹部	0.8～4
頭蓋	50～70	頭部	1～4	頭部	0.6～4
備考	表の値は、外表部での観測である。				

6 測定結果及び検証

(1) 救急車の床面に設定したメインストレッチャーの防振効果

各機種の上方向の測定結果を図1～図5に示す。また、すべての振動方向の加速度についてのRMS値を表4に示す。振動方向別の防振効果については次のとおりである。

表4 RMSによる加速度の比較 単位 (G)

	機種	方向	腹部	床	防振効果 (%)
測定 1-1	A	上下	0.074	0.110	32.7
測定 1-2		前後	0.041	0.025	-64.0
測定 1-3		左右	0.026	0.036	27.8
測定 1-4	B	上下	0.032	0.074	56.8
測定 1-5		前後	0.056	0.042	-33.3
測定 1-6		左右	0.031	0.043	27.9
測定 1-7	C	上下	0.048	0.105	54.3
測定 1-8		前後	0.049	0.040	-22.5
測定 1-9		左右	0.024	0.038	36.8
測定 1-10	D	上下	0.063	0.081	22.2
測定 1-11		前後	0.029	0.036	19.4
測定 1-12		左右	0.024	0.028	14.3
測定 1-13	E	上下	0.056	0.096	41.7
測定 1-14		前後	0.037	0.029	-27.6
測定 1-15		左右	0.026	0.025	-4.0

ア 上下方向の防振効果

測定 1-1、1-4、1-7、1-10、1-13 から各メインストレッチャーともに防振効果が得られた。

イ 前後方向の防振効果

測定 1-2、1-5、1-8、1-11、1-14 から機種A、機種B、機種C及び機種Eでは床上より加速度が増加し、機種Dでは減少した。防振効果のあるメインストレッチャーは機種Dだけであった。

ウ 左右方向の防振効果

測定 1-3、1-6、1-9、1-12、1-15 から機種A、機種B、機種C及び機種Dにおいて腹部の加速度が床上より減少した。

(2) 防振架台の有効性

ア 時間波形で見た加速度の状況

測定 2 の機種Aの上下方向の測定結果を図6に示す。

機種Aを救急車の床面に設定した場合（測定 1-1～1-3）及び防振架台上に設定した場合（測定 2-1～2-3）のRMS値を表5に示す。表5において、両者の加速度を比較すると、全般的に防振架台上に設定した場合の方が小さくなった。特に、上下方向の加速度は、他方向のそれと比較して差が大きく、上下方向の加速度に対する防

振架台の有効性が確認された。

イ 周波数分析波形で見た加速度の状況

機種Aを救急車の床面に設定して走行した場合のメインストレッチャー上の頭部・腹部・足部の上下方向の波形を図7～図9に、防振架台上に設定して走行した場合の波形を図10～図12に示す。

また、頭部、腹部、足部の各体表面の振動方向別共振周波数域における機種Aの最大加速度値を表6に示す。

最大加速度値は頭部及び腹部において、防振架台上に設定して走行した場合（測定 2-1～2-3）の方が床面に設定した場合（測定 1-1～1-3）より小さくなった。

表5 RMSによる加速度の比較 単位 (G)

	機種	方向	頭部	腹部	足部
測定 1-1	A	上下	0.066	0.074	0.105
測定 1-2		前後	0.037	0.041	0.030
測定 1-3		左右	0.063	0.026	0.037
測定 2-1		上下	0.029	0.029	0.059
測定 2-2		前後	0.029	0.030	0.023
測定 2-3		左右	0.036	0.035	0.035

表6 共振周波数域における最大加速度値 単位 (G)

	方向	頭部 (50～70 Hz)	腹部 (4～8 Hz)	足部 (16～31 Hz)
		頭部 (1～4 Hz)	腹部 (1.5～6 Hz)	足部 (1～3 Hz)
測定 1-1	上下	0.00	0.05	0.01
測定 2-1	上下	0.00	0.01	0.01
測定 1-2	前後	0.02	0.03	0.01
測定 2-2	前後	0.01	0.01	0.01
測定 1-3	左右	0.04	0.02	0.02
測定 2-3	左右	0.02	0.01	0.02

7 まとめ

(1) 救急車の床面にメインストレッチャーを設定した場合、上下左右方向については、機種Eを除きすべての機種のメインストレッチャー本体に防振効果が認められた。これは、車輪やマットレス等により、振動が吸収されたものと考えられる。なお、機種Eについては、測定 1-15 において左右方向の防振効果が現れなかったが、これは、床面の加速度が他の測定と比較して、低かったことによるものと考えられる。

また、機種Dは、上下前後左右のすべての方向についてメインストレッチャー本体に防振効果が得られた。これは、メインストレッチャーの重量が他の機種の1.4～2.3倍であることから安定していること、及び脚のフレームが太く前脚と後脚がクロスに連結され安定した構造となっていることによるものと考

えられる。

- (2) メーンストレッチャーを防振架台に設定して走行した場合と床面に設定した場合とでは、前者の方が加速度が小さい傾向となった。これは、防振架台が振動を吸収し、メーンストレッチャーに伝わりにくくしたためと考えられる。また、周波数解析波形を比較すると防振架台に設定して走行した場合の方が頭部及び腹部の共振周波数域での加速度最高値が小さくなり、防振架台の効果が表れていると考えられる。

[参考文献等]

- 1) 若宮史恵、小野貴彦、猪岡光: 患者搬送時の振動計測、計測自動制御学会東北支部第213回研究集会、2003. 12. 12
- 2) 東京消防庁第三研究室: 分析測定試験実施結果書 平成8年

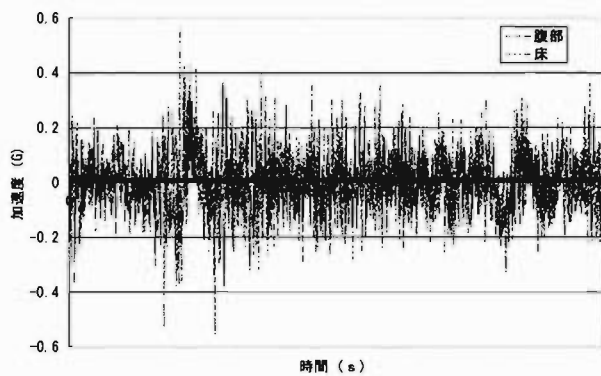


図1 測定 1-1 機種A

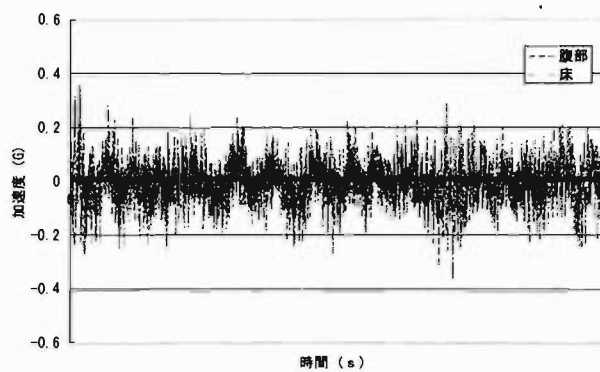


図4 測定 1-10 機種D

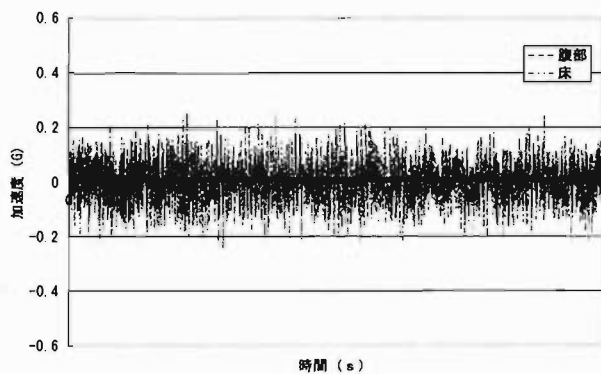


図2 測定 1-4 機種B

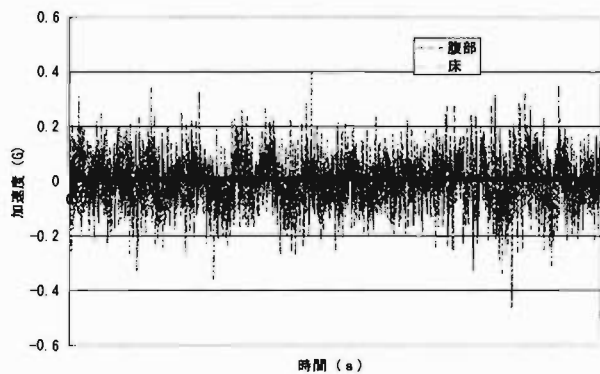


図5 測定 1-13 機種E

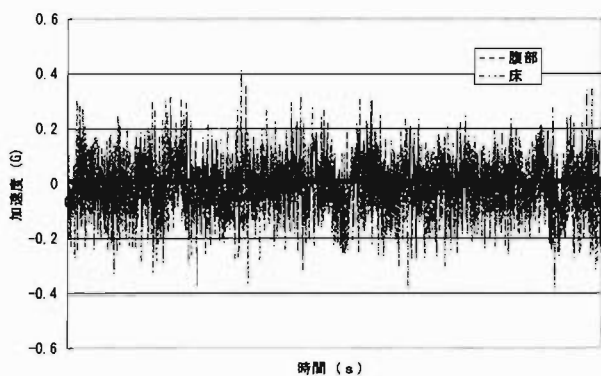


図3 測定 1-7 機種C

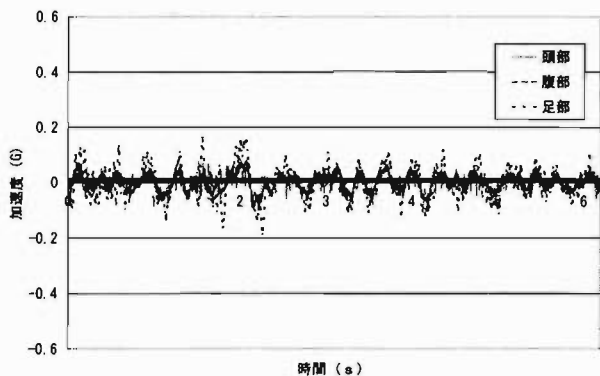


図6 測定 2-1 機種A

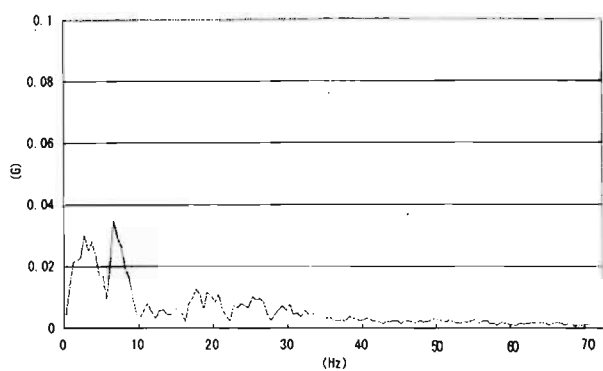


図7 測定1-1 機種A 頭部

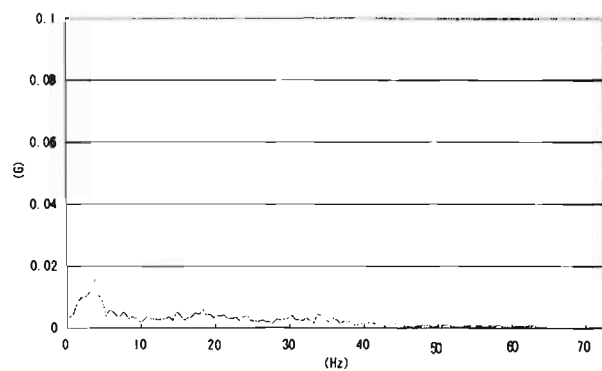


図10 測定2-1 機種A 頭部

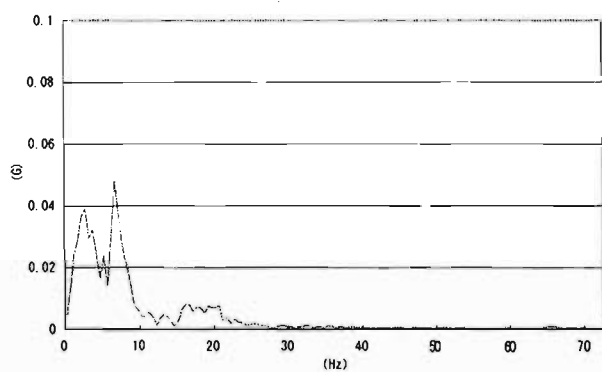


図8 測定1-1 機種A 腹部

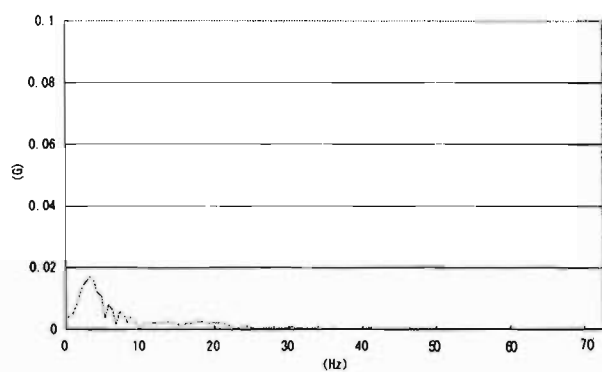


図11 測定2-1 機種A 腹部

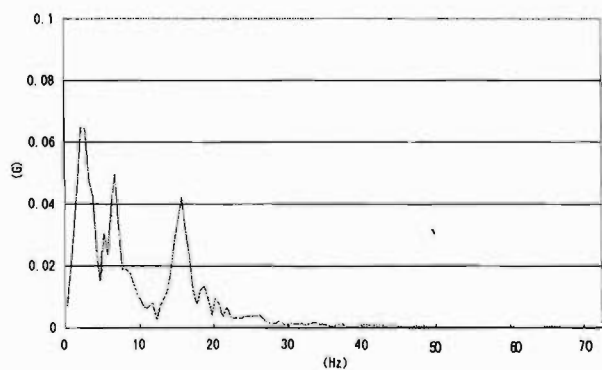


図9 測定1-1 機種A 足部

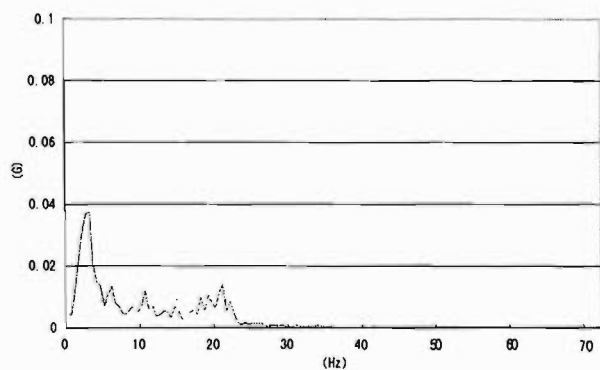


図12 測定2-1 機種A 足部

Verification concerning vibrations on the main stretcher while the ambulance is moving

Mitsuhiro MORI*, Hidekazu NOMOTO*, Hiroyasu TAKAI*, Shigeo WATANABE*

Abstract

In this experiment, the vibration characteristic on the main stretcher putting the human body dummy was verified, when the ambulance loaded the main stretcher on the floor and ran in the public highway. As a result, the effect of decreasing the acceleration of vertical directions was admitted in both of the main stretcher of five models including using TFD' s one.

Moreover, it was confirmed that the anti-vibration mount showed the anti-vibration effectively in the emergency vehicle made in 2000 years that had been used this time.