

ストレッチャーの振動特性に関する検証

1 概要

電動ストレッチャー導入に伴い、当庁で最も使用されているストレッチャー（以下「手動ストレッチャー」という。）と電動ストレッチャーの振動特性及び傷病者への影響を、振動発生装置を用いて車両床面の振動を再現することにより調査し、車両床面に直付けの電動ストレッチャーの振動が人体に与える負担を明らかにするとともに、今後の電動ストレッチャー導入時の検討資料とすることを目的として検証をした。

緊急走行時の両ストレッチャー上の揺れは防振架台の有無にかかわらず、被験者のバイタル等に影響を与えないことが確認された。



写真 手動ストレッチャーと電動ストレッチャー

2 検証方法

(1) 各ストレッチャーの固有振動数^{※1}の測定

ア 表1に振動発生装置に取り込む車両床面の加速度の測定対象を、図1に設定状況を示す。人体ダミー（177cm/66kg）を写真に示す手動ストレッチャーと電動ストレッチャー（以下「各ストレッチャー」という。）に載せた状態でスイープ試験^{※2}により加振し、ストレッチャーに荷重がかかった際の固有振動数を伝達率^{※3}により調べた。加速度計は、人体ダミー頭部付近と足部付近のストレッチャー上に設定した。

表1 測定対象

車両	当庁新規導入救急車	現行救急車
対象署	玉川消防署	秋川消防署
メーカー	日産	トヨタ
ストレッチャー種類	電動	手動
防振架台	無	有

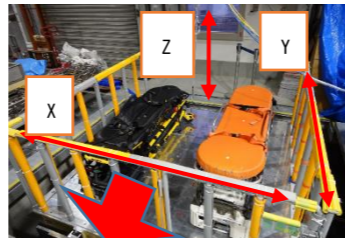


図1 設定状況

※1 物体によって異なる振動しやすい振動数（周波数）をいう。

※2 軸ごとに1から50Hzまでの正弦波を時間とともに変化させ、物体の振動特性を把握するものである。

※3 「出力加速度」で表される周波数別加速度の強さを見るもので、本実験では「各ストレッチャー上の加速度」で表されている。

(2) 被験者を使用した実験

ア 被験者：20から50歳代までの消防技術安全所員20名

イ 加振波：玉川消防署日産製新規導入救急車の現場出発から病院到着までの車両床面の振動

ウ 評価項目：前額部揺れの三軸合成加速度、バイタル（血圧、心拍数、SpO2）、主観的乗り心地評価^{※4}

※4 主観的乗り心地評価：VAS（Visual Analogue Scale）法を使用し、乗り心地について評価を行った。

VAS法とは、水平100mmの直線上被験者が感じた乗り心地程度を記入させ、左端からの距離（mm）を計測する手法である。

(3) 安定性評価に関する実験

ア ストレッチャー条件：人体ダミー有

イ 評価項目：進行方向に対し横に傾けていった際の車輪の浮き上がり始め角度（以下「転倒開始角度」という。）、昇降時及び段差を乗り越えた際の人体ダミー頭部の三軸合成最大加速度

ウ 段差：ホースブリッジ（高さ：7・）

3 検証結果・考察

(1) 各ストレッチャーの固有振動数の測定

表2に人体ダミー有の頭部及び足部の各軸の固有振動数を示す。

表2 人体ダミー有の頭部、足部の各軸の固有振動数

電動ストレッチャー				手動ストレッチャー			
軸	頭部	腹部	足部	軸	頭部	腹部	足部
X	2Hz		2Hz	X	3Hz		3Hz
Y	7Hz	測定なし	10Hz前後	Y	5~6Hz	測定なし	5~6Hz
Z	5~6Hz		10Hz以降	Z	5Hz		5Hz

表3 血圧の変化（平均値）

[mmHg]	手動ストレッチャー		電動ストレッチャー	
	実験前	実験後	実験前	実験後
最高血圧	124.6	118	120.4	115.4
最低血圧	78.9	76.7	73.6	72.6

振動特性に違いが出てくるのは、ストレッチャー上に荷重がかかることでストレッチャー自体の構造上のゆがみや床面への取付状況による振動を抑えられたことが原因だと考えられる。

(2) 被験者を使用した実験

ア 被験者前頭部揺れの加速度及びバイタル変化
表3に被験者の実験前後の血圧の変化を示す。

被験者前額部の揺れの加速度は、手動ストレッチャーは0.77G、電動ストレッチャーは1.01Gとなり、電動ストレッチャーの方が0.24G強くなった。

血圧については、各ストレッチャー実験前に比べて実験後の方が低くなり、心拍数については、全ての被験者において急激な増幅や減少がなく正常範囲内であった。

また、SpO2については、すべての被験者において96パーセント以上を記録しており正常範囲内であった。

次に、被験者（30代・男性）に対し、10分間振動を与えずに電動ストレッチャー上で仰臥位の状態にしたところ、心拍数に時間的変化はなく、表4のとおり血圧は実験後に下がる傾向となり、振動を与えた時と同じ傾向であった。このことから傷病者の症状によって違いはあるが、ストレッチャー上の緊急走行時の振動が人体に与える影響は、

振動を与えてない状態と同じ傾向であった。

表4 振動を与えていないときの血圧変化（1名）

[mmHg]	実験前	実験後
最高血圧	145	123
最低血圧	106	83

イ 被験者の主観的乗り心地評価

手動ストレッチャーが44.10mm、電動ストレッチャーが52.35mmとなった。2群間の平均の差について、統計検定を行ったところ、有意な差はなかった。

(4) 安定性評価に関する実験

ア 転倒開始角度

図2に転倒開始角度の結果を示す。最上段では手動ストレッチャーの方が2.16°高く、最下段にすると電動ストレッチャーの方が9.20°高くなった。これは、電動ストレッチャーのシート面直下にはバッテリーなどの電装品が積載されていることと、最上段にするとシート面が手動ストレッチャーより11.5cm高くなることが原因と考えられる。

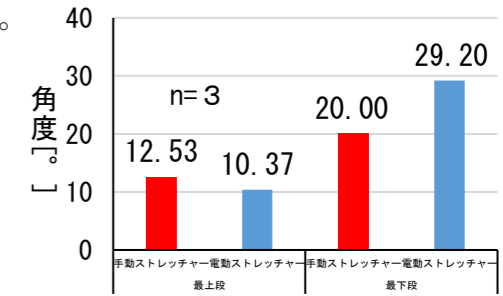


図2 転倒開始角度

イ 昇降時及び曳航時の加速度

表5に各ストレッチャーの昇降時加速度を、表6に各ストレッチャーの曳航時加速度を示す。電動ストレッチャーの昇降時の加速度は、手動ストレッチャーに比べて、頭部表面及び頭部界面の加速度が弱くなった。曳航時の加速度においても、電動ストレッチャーでの頭部表面及び頭部界面の加速度が弱くなった。また、図3に示す通り電動ストレッチャーの方が手動ストレッチャーより衝撃を受ける回数が多かった。曳航時に電動ストレッチャーが受ける衝撃が多い要因として、電動ストレッチャーは最下段にすると、車内収容時の補助輪が地面に接地し、段差に衝突するためと考えられる。

表5 各ストレッチャーの昇降時加速度

昇降時加速度[G]	上昇		下降	
	頭部表面	頭部界面	頭部表面	頭部界面
手動ストレッチャー	0.75	1.78	0.74	1.01
電動ストレッチャー	0.21	0.36	0.36	0.38

表6 各ストレッチャーの曳航時加速度

曳航時加速度[G]	最上段		最下段	
	頭部表面	頭部界面	頭部表面	頭部界面
手動ストレッチャー	2.88	3.31	2.56	2.29
電動ストレッチャー	1.15	1.50	2.11	2.19

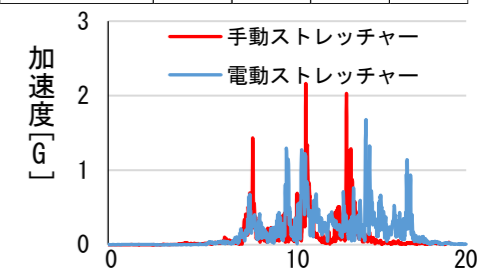


図3 衝撃回数

5 まとめ

全検証を通して手動ストレッチャーと電動ストレッチャーの緊急走行時の揺れを比較すると、ストレッチャー自体の揺れの特性に若干の違いはあるが、両ストレッチャー上の揺れは防振架台の有無にかかわらず、被験者のバイタル等に影響を与えないことが確認された。

6 結果の活用

今後の電動ストレッチャー導入時の検討資料とするとともに関係機関等に情報提供を行っていく。