

## 患者搬送時の振動計測

### Vibration measurement in emergency transfer

若宮史恵, 小野貴彦, 猪岡光

Fumie Wakamiya, Takahiko Ono, Hikaru Inooka

\*東北大学大学院 情報科学研究科

\*Graduate School of Information Sciences, Tohoku University

キーワード: 振動 (vibration), 衝撃 (shock), 救急車 (ambulance), ストレッチャ (stretcher)

連絡先: 〒980-8579 仙台市青葉区荒巻字青葉01 東北大学大学院 情報科学研究科 知能制御システム学研究室  
若宮史恵, Tel.: (022)217-7021, Fax.: (022)217-7019, E-mail: wakamiya@control.is.tohoku.ac.jp

## 1. はじめに

救急通報を受けてから応急処置室に運ばれるまでに、患者は様々な振動および加速度を受ける。これらの振動や加速度は、傷病箇所の痛みや不快感を招くばかりでなく、脳や循環器系を損傷した患者に対しては、血圧変動や出血を引き起こし症状を悪化させる可能性があるため、その危険性が指摘されている。救急車搬送時に生じる短周期的な走行振動に対しては、防振担架台<sup>1, 2, 3)</sup>により吸収が可能であり、救急車の加減速やカーブ走行時に生じる長周期的な前後左右方向の加速度に対しては、アクティブ制御ベッド<sup>4, 5)</sup>を導入することで影響を緩和することができる。しかし、それ以外の搬送過程で生じる振動に対しては、救急隊員および看護師が「優しく」搬送する以外に対策は立てられていない。しかし、振動の影響がどの程度なのか定かではないため、必ずしも患者に優しい搬送が実現されているとは限らない。

そこで本稿では、ストレッチャを救急車に押し込める際に受ける振動と、病院内での移送時に受

ける段差に起因する振動を計測し、その結果を報告するとともに、患者に与える影響について考察する。

## 2. 救急車へストレッチャ搬入時の振動計測

### 2.1 実験方法

ストレッチャに被験者を乗せ、救急車に乗せる降ろすの動作を行い、一連の動作中に生じる衝撃を加速度センサで測定する。測定箇所はストレッチャ本体と被験者頭部の2箇所とする。ストレッチャの出し入れは実際に救急隊員が行う方法と同様に2人で行い、なるべく被験者に負担をかけないように気をつけて行う。また、ストレッチャと被験者の間にクッションをはさむものとする。

### 2.2 測定結果

ストレッチャと被験者頭部の加速度波形をFig.1に示す。前半の振動が救急車に載せる時の振動であ

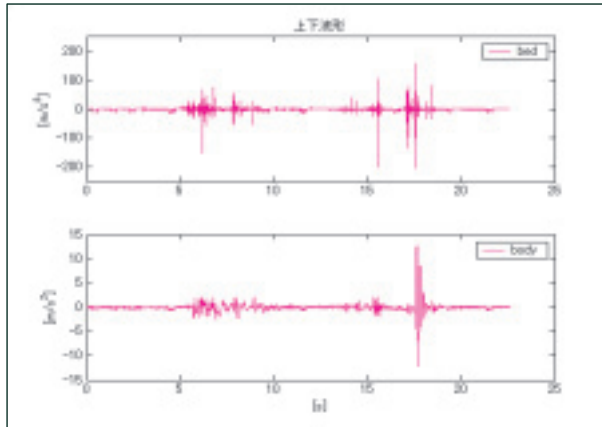


Fig. 1 救急車へストレッチャ搬入時の加速度波形

り、後半が降ろす時の振動である。グラフより、ストレッチャを降ろす時の振動が大変大きいことがわかる。これは救急車の車体が高いため、ストレッチャを降ろす時に浮いている車輪が地面に落ちるように着くため大きな衝撃が生じるものと考えられる。全体を通してみると、ストレッチャ本体では数百 $m/s^2$ もの衝撃が生じている。また、被験者頭部ではマットの影響により衝撃が約 $1/16$ に軽減されているものの、最大値で約 $12.6m/s^2$ という大きな衝撃が生じている。日常生活において人は $2.94m/s^2(=0.3G)$ を越えればかなりの衝撃を感じることから(但し、意識的動作に伴う場合を除く)<sup>6)</sup>、これはかなりの衝撃であるといえる。ストレッチャを降ろす際の拡大波形のFig.2より、ストレッチャが地面に着く時の衝撃で頭部の跳ね返りが生じていることがわかる。これらのことから、健常者はもとより患者への大きな負担になるものと予測される。Table1に示すように、各臓器は固有の共振系を持っている。また、衝撃の作用時間が固有振動周期の $1/4$ から $1/2$ の場合、局部慣性力が大きくなり危険である。ストレッチャを降ろす時の衝撃の作用時間は約 $0.1sec$ であり、これは胸部の共振をまねく可能性が考えられる。

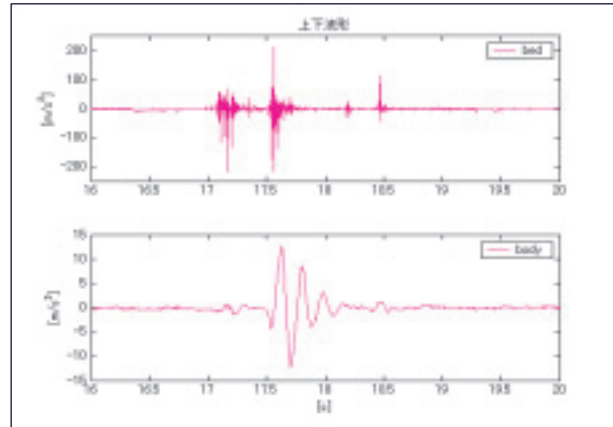


Fig. 2 Fig.1拡大波形(15.0～18.0sec)

Table 1 身体各部の固有振動(仰臥位)

部位	方向	共振周波数(Hz)	周期(sec)
脚	X(上下)	16～31	0.03～0.06
	Y(左右)	0.8～3	0.3～1.2
	Z(頭-足)	1～3	0.3～1.0
膝	X	4～8	0.13～0.25
	Y	4～8	0.13～0.25
腹部	X	0.8～4	0.13～0.25
	Y	1.5～6	0.16～0.7
	Z	6～12	0.08～0.16
胸	X	50～70	0.014～0.02
頭蓋	X	0.6～4	0.25～1.6
	Y	1～4	0.25～1.0

### 3. 病院内移送時の振動計測

#### 3.1 実験方法

病院内で患者を移送する際に廊下の段差により生じる衝撃を加速度センサで測定する。測定箇所はベッド本体、マット、被験者頭部の3箇所とする。段差は、幅 $14mm$ 、高さ $9mm$ のベニヤ板を廊下に固定したものとする。移送方法は看護師2名で行い、ベッドの進行方向は足から進むものとする。実験に使用したベッドは新しいタイプと、古いタイプの2種類で測定した。

#### 3.2 測定結果

ベッド、マット、被験者頭部の加速度波形を図3,4に示す。前半は脚部が段差を通過した時、後半は



Fig. 3 加速度センサ取り付け位置

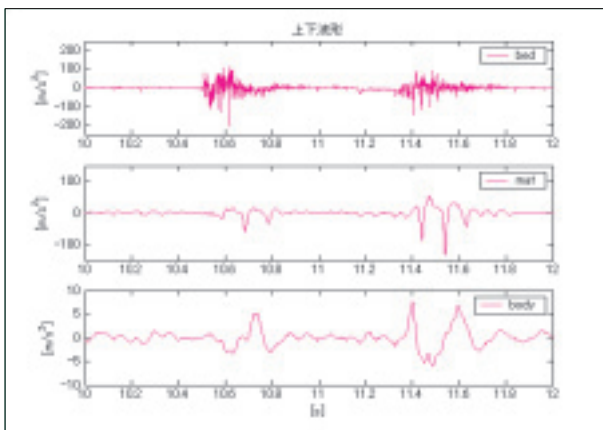


Fig. 4 段差通過時の加速度波形(新しいタイプ)

頭部が段差を通過した時の波形である．ここから，頭部通過時について検討する．マット，頭部加速度波形に2つのピークが見られるが，これは車輪が段差の板を登る時と降りる時のものと考えられる．マットと頭部の波形がちょうど対になっていることから段差を越える時の衝撃で，マットの効果により頭部に跳ね返りがおこったものと考えられる．ベッド，マット，頭部の衝撃のピークを比較すると，ベッドの部分で数百 $m/s^2$ あった衝撃が，頭部では $10m/s^2$ 以下に軽減されている．しかしここでも， $2.94m/s^2(=0.3G)$ 以上の衝撃が生じており，かなりの衝撃であるといえる．また，頭部通過時の衝撃の作用時間は約0.04secから0.1secであり，これは胸部，脚部等の共振の可能性を示す．

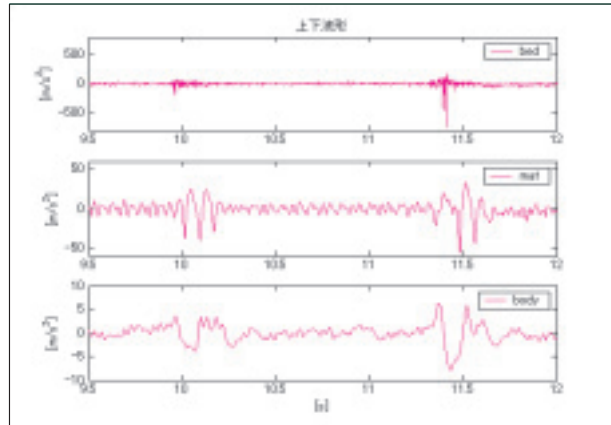


Fig. 5 段差通過時の加速度波形(古いタイプ)

#### 4. おわりに

本稿では，救急車ヘストレッチャ搬入時の振動計測と，病院内移送時の振動計測を行った．実験より，救急車ヘストレッチャ搬入を出し入れする場合，病院内で患者を移送する場合ともに，かなりの衝撃が生じていることがわかった．これらの衝撃により体内の術後の縫合が破裂するなど，患者への大きな負担となる可能性は大きい．このように，救急車で移送中だけでなく，救急車へ患者を運ぶ段階から，病院内で患者を移送する場合まで，トータルで患者の負担を軽減する対策に努める必要がある．

#### 参考文献

- 1) 大嶋茂幸, 村田義弘, 前森健一: 救急車用防振ベッドの最適設計(患者最大加速度の最小化), 日本機械学会論文集C編, **63**-616, 4128/4133 (1997)
- 2) 村田義弘, 前森健一: 救急車用ERガンパの最適設計, 日本機械学会論文集C編, **64**-626, 3735/3742 (1998)
- 3) J. K. Raine and R. J. Henderson: A two-degree-of-freedom ambulance stretcher suspension Part 1: laboratory and road test performance, Proc Instn Mech Engrs, **212**-D, 93/102 (1998)
- 4) 佐川 貢一, 猪岡 光, 猪岡 英二, 救急車用アクティブ制御ベッドの開発, 日本機械学会論文集C編, **63**-609 127/133 (1997)
- 5) Takahiko Ono, Hikaru Inooka, An actively-controlled bed reducing the effect of centrifugal force on patients, SICE Annual Conference 2003, 2126/2131 (2003)
- 6) 関邦博, 坂本和義, 山崎晶廣: 人間の許容限界ハンドブック, 443/449, 朝倉書店(1990)