

キャスター付き医療機器の地震時挙動に関する研究

金沢大学大学院自然科学研究科 学生会員 ○島崎 剛
 金沢大学大学院自然科学研究科 Nebil Achour
 金沢大学大学院自然科学研究科 正会員 宮島 昌克
 金沢大学大学院自然科学研究科 フェロー会員 北浦 勝

1. はじめに

病院などの医療施設は地震災害時に救命救急活動の中心となる施設である。しかし、兵庫県南部地震や新潟県中越地震では医療施設において建物の崩壊やライフラインの機能停止、医療設備や医療機器の不具合といった被害が生じ、多くの医療施設がその医療機能を失った。このことから、地震による人的被害を軽減するためには、医療施設に対する被害を軽減するための対策が必要であると言える。地震が医療施設に与える被害としては、主に建物の構造被害、ライフライン被害、医療機器被害の3つが考えられる。このうち建物の構造被害及びライフライン被害については研究例が多いのに対し、医療機器被害についてはあまり研究されていない。そこで、本研究では医療機器に対する被害に注目する。

現在、医療機器や器具にはキャスターの取り付けられたものが多い。これは機器や器具の移動を容易にし、医療活動を円滑にするためのものである。しかし、こういった機器や器具の多くは耐震対策を施されておらず、過去の地震では機器の衝突による周辺設備の破損¹⁾や人工透析器の転倒、故障²⁾といった被害が発生している。こういった被害が発生すると、災害後の医療活動を迅速に再開できない、あるいは医療活動の縮小をしなければならないといった弊害が生じる。このことから、地震による医療機器及び器具への被害を軽減することで人的被害の軽減につながると考えられる。そこで、本研究では振動実験を行ない、キャスター付き医療機器の地震時挙動を明らかにすることを目的とする。

2. 実験概要

実験は、医療施設で一般的に使用されている医療用ワゴン（以下、機械卓子と呼ぶ）を対象として行なった。ここで、機械卓子のキャスターは鉛直方向と水平方向の2方向に回転するが、本研究では前者を単に回転、後者を旋回と呼ぶ。また、本論ではキャスターが回転あるいは旋回しないようにすることを「ロックする」と表現する。実験はまず、キャスターの基本的な動的性質を知るために機械卓子に取り付けられた4つのキャスターの旋回をロックした状態で行った。この状態で振動数および加速度を変えながら水平1方向に正弦波で30秒間加振し、その間の応答加速度を計測した。次に、実際に使用されている状態により近い状態での応答を知るために、キャスターの旋回をロックせず、回転のロック位置を変えながら同様の実験を行った。ここで、実際には頻繁に移動して使用する機械卓子等は通常4ヵ所すべての回転のロックがはずされることが多く、人工透析器のように移動することの少ない機器は4ヵ所すべてロックしていることが多いと考えられるが、今回は比較のため、ロックなしと4ヵ所ロックに加え、1ヵ所ロックと2ヵ所ロックについても実験を行った。

3. 実験結果及び考察

(1) 加速度応答倍率の比較

旋回をロックした状態で行った実験で得られた加速度の応答倍率を比較する。図1に入力加速度と加速度の応答倍率の関係を示す。これより、加速度の応答倍率は加振振動数によらず入力加速度が大きくなるにつれて小さくなっていることがわかる。これは、入力加速度が大きくなってもキャスターの回転により応答加速度がそれほど大きくならなかったためと考えられる。実験では入力加速度が50galの場合、応答加速度は

キーワード：医療機器、振動実験、キャスター、地震時挙動

連絡先：〒920-1192 金沢市角間町 金沢大学大学院自然科学研究科 Tel：076-234-4656

70gal 程度であったのに対して，入力加速度 400gal に対する応答加速度は 100gal 程度であった．つまり，入力加速度が大きくなっても応答加速度はそれほど大きくなっておらず，このために入力加速度が増加するに従って応答倍率が減少していると考えられる．

(2) 応答加速度の比較

ロック方法による差を比較するための実験で得られた入力加速度と水平応答加速度の関係を図 2 に示す．同図によれば，4 カ所ロックの場合の応答加速度が他のロック方法の応答加速度に比べて非常に大きくなっていることがわかる．逆に最も小さな応答加速度を記録したのは，キャスターをロックしない場合であった．しかし，機械卓子に 20kg の荷重を載せた状態で同様の実験を行なうと，4 カ所ロックの場合の応答加速度が小さくなり，他の 3 ケースの応答加速度は逆に大きくなっていった．ロックをしない場合の応答加速度が最も小さいことは変わらなかったが，他の 3 ケースの応答加速度に大差は見られなかった．このことから，重量の大きさによらず応答加速度が最も小さくなり易いのはキャスターをロックしない場合であると考えられる．

(3) 残留変位の比較

加振振動数 5Hz の場合の入力加速度と機械卓子の残留変位の関係を図 3 に示す．ここでは，残留変位を機械卓子の水平面における中心点の変位としたが，必ずしも振動方向のみに生ずるわけではなかった．図 3 より，残留変位が最も大きくなるのは 2 カ所ロックあるいは 1 カ所ロックの場合である．一方，最も変位が小さいのは応答加速度の場合と同様にロック無しの場合である．ただし，加振振動数を 1Hz とするとロック無しの場合の残留変位が 4 ケースの中で最大を記録していた．以上から，変位が最も大きくなり，壁や人への衝突の可能性が高いのは 2 カ所あるいは 1 カ所をロックした場合である．しかし，入力加速度は小さいものの，1Hz のように振動数が小さな振動に対してはロック無しの場合も変位が大きくなる危険性があると言える．

4. おわりに

以上より，応答加速度が最も大きくなるのはキャスターの回転を 4 カ所ロックした場合であり，残留変位が大きくなるのは 2 カ所あるいは 1 カ所をロックした場合であった．また，応答加速度及び残留変位が共に最も小さくなったのはキャスターの回転をロックしない場合であった．これより，本実験の範囲内では，キャスター付きの医療機器及び器具はキャスターをロックしない場合が最も地震に対して安全であると考えられる．しかし，振動数 1Hz の正弦波に対してロック無しの場合の変位が大きくなっていったことを考慮すると，必ずしもロック無しが安全であるとは言いきれず，長周期かつ大加速度の振動に対する挙動をより詳細に検証していく必要がある．

参考文献

- 1) 小堀鐸二研究所：1995 年兵庫県南部地震 医療機関とその救急医療活動に関する調査報告/被災地における聞き取り調査，pp.24-26，1995.4.
- 2) 博愛病院ホームページ：http://www.urban.ne.jp/home/hakuai/

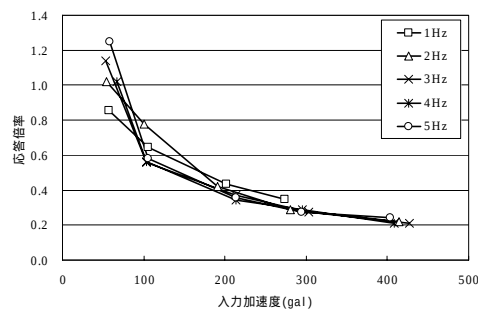


図 1 加速度応答倍率の比較

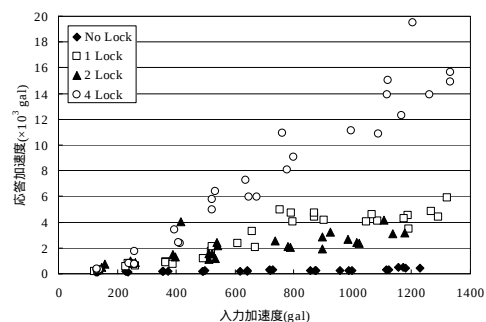


図 2 応答加速度の比較

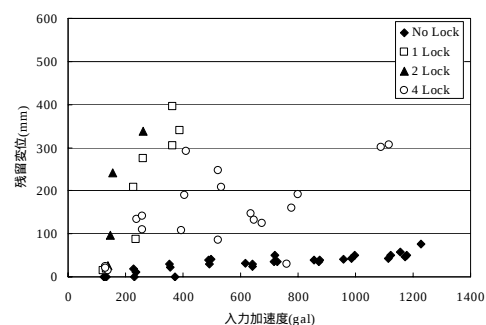


図 3 残留変位の比較
(加振振動数 5Hz)