

佳 作

「紙ずもうの力士は振動によってどう動くのか」

千葉市立千城台西中学校

1 学年 西村 友宏

1 研究の動機

3年前の3月(2011年3月11日)東北地方太平洋沖地震があり、3年たった今でもときどきニュースなどで報じられている。その地震で数多くの建物が倒れた。その倒れたしくみを調べたいところだが、それは難しいので昔の遊びである紙ずもうを取り入れ、地面を土俵、建物を力士として実験することにした。

2 研究の内容と方法

紙ずもうを元にして簡単にした力士と土俵を使い、マッサージ機のパターン化された振動を利用した実験装置を組み立て、さまざまに条件を変化させ、振動によって力士がどのように動くかを調べる。



(1) 実験1 基本的な形の力士の振動による動き(回転方向と座標)を調べる。

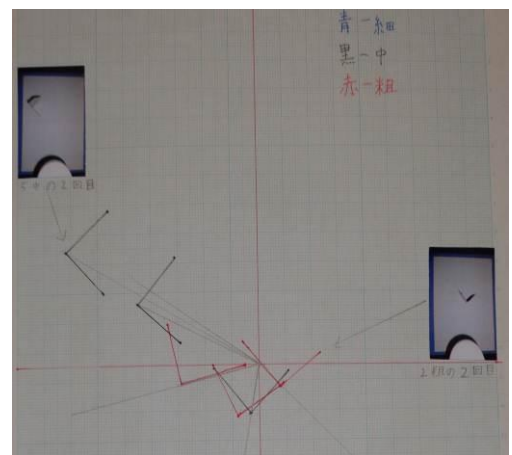
力士の基本形を決め、重心が違う2つのタイプを比較用として作成し実験した。また振動の粗さはマッサージ機のパターン2、5、8を使う。たたく位置は全てCの印(土俵の位置)をたたく。角度はマッサージャに背を向けた状態を0°とする。

実験結果 表の例

グラフの例

実験 1-1 基本形	
【条件】 砂振動	
①力士重量	1kg
②脚間角度	90°
③脚間傾斜角度	0°
④設置角度	0°
⑤振動位置	C

【結果】								
振動	1回目	2回目	3回目	平均				
8	移動位置(横線)							
	移動距離(mm)							
	移動方向(度)							
	回転位置(横線)							
回転(度)								
5	移動位置(横線)	-0.3	-1.6	-7.2	+3.9	-9.5	+2.1	11.9
	移動距離(mm)	76	82	50	49.3			
	移動方向(度)	L11	L118	L122	L83.7			
	回転位置(横線)							
回転(度)								



①力士はたたく点に近づく傾向があると思われる。

②振動の粗さが違くと、動きかたも変わる。

(2) 実験2 置いた角度と動きの関係を調べる。

力士は実験1と同じ基本形と上重心・下重心のタイプのものを使う。振動の粗さ、たたく位置も実験1と同じ。角度は 0° を基本とし、右に 90° 、 180° 、 270° 回転させたもので行った。

実験結果

①実験1の基本形 0° の時とくらべて、動きが大きい。

② 90° 、 270° は振動の伝わる方向に対して直角なので、非常に不安定で転倒しやすい。

(3) 実験3 振動の粗さと動きの関係を調べる。

力士は基本形の力士のみを使い、マッサージャの振動の粗さを1~8まで変えて実験をした。また角度や位置などは変えずに実験1と同じで行う。

実験結果

①振動が細かくなると、移動距離がのびた。

②振動が細かくなると、移動方向が左→右と変わった。

(4) 実験4 土俵をたたく位置と動きの関係を調べる。

土俵をたたく位置のみをA、B、D、E(Cは実験1で行った。)に変える。その他の条件は実験1と同じ。また 180° でも、それぞれA、B、D、Eを行った。

実験結果

①土俵のはしの部分は固く振動しにくいいため、はしをたたいた時と比べ、移動距離が短い。

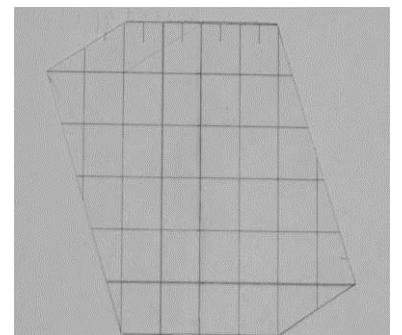
②たたく位置を反対にしても結果は、ほぼ変わらない。

(5) 実験5 左右のバランスと動きの関係を調べる。

力士は左右非対称の力士(右が上重心で左が下重心の力士、右が下重心で左が上重心の力士)を作成し、さらに左右のバランスのずれが上記のものより少ない2つの力士)を作成した。また角度については 0° と 180° で実験した。

実験結果

①左右のバランスがずれているために、回転角度が大きい。



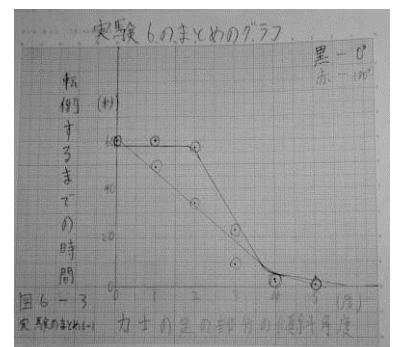
(6) 実験6 脚部傾斜角度と転倒までの時間の関係を調べる。

基本形の力士の足の部分(下)を $1^\circ \sim 5^\circ$ まで切ったものを作成した。(自立をさせるため、とび出ている部分を1cm短くした。)また、実験は5回行い最大値と最小値を省いた3回の平均を、記録した。

実験結果

①脚部傾斜角度が大きくなるにつれて、転倒するまでの時間が短くなる。

②脚部傾斜角度は、 2° 前後までが限界である。



(7) 実験7 力士の重さと移動の関係を調べる。

基本形の力士の上部に切り込みを入れ、針金(おもり)を引っ掛けて実験する。針金(おもり)の数は左右に1つずつ増やしていく。(0本、2本、4本、6本)とする。

実験結果

①おもりの数を増やすと、重量が増す分動きにくくなる。

(8) 実験8 開脚角度と転倒までの時間の関係を調べる。

開脚角度は110°、90°、70°、50°、30°、10°で実験した。また形はすべて基本形に切り込みを入れ、長い紙を切り込みにはさんで開脚角度を固定した。

実験結果

①力士の開脚角度を小さくすると安定する。やりすぎると横に倒れやすくなる。

3 研究の成果とまとめ

実験の結果、下記の(1)~(10)が分かった。

- (1) 土俵を細く速くたたくほど力士の動きは速くなり、逆に強くおそめにたたくほど動きはおそくなる。
- (2) 土俵のはしをたたくと支えがあるためあまり動かない。中央をたたくと転倒しやすくなるが、速く動くようになる。
- (3) 力士の上が重いと不安定になるが、大きく移動する。
- (4) 脚部傾斜角度は大きいほど不安定で動きやすく、2°~3°までが限度である。
- (5) 力士の動きやすさは、土俵に大きく左右される。
- (6) 力士は横向き(90°、270°)の状態での振動に弱い。
- (7) 左右のバランスを悪くすると、回転角度が大きくなる。
- (8) 力士の重量が増えると転倒しにくくなるが、動きにくくなる。
- (9) 転倒しにくくすると動きにくくなる。動きやすくすると転倒しやすくなる関係がある。
- (10) 力士の開脚角度を小さくすると安定する。やりすぎると横に倒れやすくなる。

4 今後の問題点

今回の実験結果を踏まえ、下記のように条件を変え、更に研究を深めたいと考えている。

- (1) 対戦相手がいる場合の動き方や相互の関係を明らかにする。
- (2) 土俵の表面、材質による違いを調べる。
- (3) 力士の中央部分の角度による違いを調べる。
- (4) 2ヶ所同時に振動を与えた場合を調べる。

5 指導と助言

数多くの実験を行い、実験結果を表とグラフを使ってまとめた。まとめ方に工夫があり、力士が実際に動いた様子が、分かりやすく表現されている。表は、移動位置・移動距離・移動方向・回転位置・回転の5項目を測定し、力士が動く様子を表している。グラフは実際に移動した位置を書き込んであり、力士の動いた様子が一目で分かるようになっている。更に深めたい内容もしっかり考えられており、来年度の研究活動に期待している。

指導者名 千城台西中理科部会