

電車の研究 Part2～電車が脱線しにくい条件を探る～

島田市立島田第四小学校

6年 森下 雄二郎

1 動機と目的

僕は電車が好きで、昨年から電車の脱線について研究している。昨年は、電車はなぜカーブで脱線しないかを調べた。今年は脱線しにくいための工夫を線路と車輪の2つの面から考えた。

2 今までに分かったこと

- (1) カーブでは内側のレールより外側のレールの方が長い。
- (2) カーブでは遠心力の影響を防ぐため、外側のレールを高くして内側のレールを低くしている。(カント)
- (3) 車輪の内側には、「フランジ」と呼ばれる車輪が線路から外れないようにするための出っ張りがある。
- (4) フランジと車輪が接触して車輪が削れてしまうことを防ぐため、少しだけ線路の幅を調節している。(スラック)

3 内容

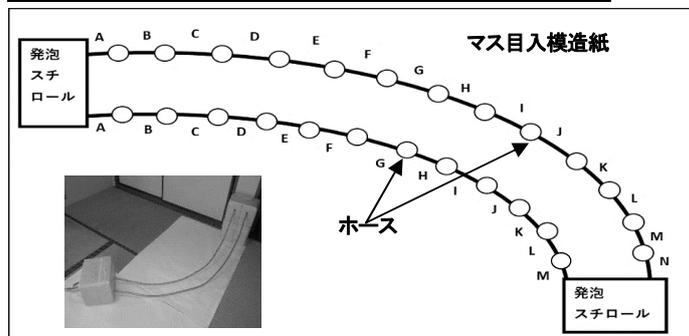
(1) 実験 1 脱線しにくい線路についての研究

ア 目的 ①カント・スラック無の線路、②カント・スラック有の線路を製作し、そこに車輪 (①車軸有・②車軸無) の模型を走らせ、脱線するか、しないかを調べる。

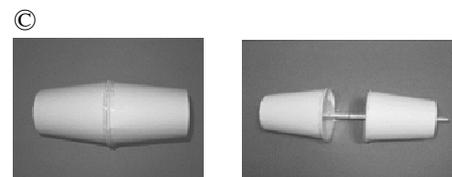
イ 方法 ① カント・スラック無の線路を作る

- ・ ホースに針金を入れてカーブができるようにする。
- ・ 発泡スチロール二箱に穴 (一方は下から約 5 cm、もう一方は下から約 30 cm) をあけてホースを通して坂にした。内側と外側のホースの間は約 10 cm。
- ・ マス目入り模造紙の上にカーブの位置がわかるように配置する (図 1 参照)。ホースに 10 cm 間隔で印をつけ、脱線した位置の目安とする。(外側レールの区間 N のみ 5 cm 間隔とした。)

図 1 カント・スラック無の線路の配置と写真



使用した車輪

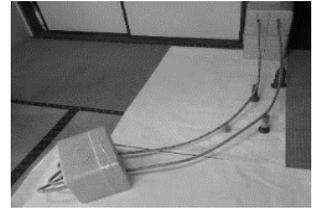


④ 車軸有

紙コップ 2つ
をつける。

紙コップに同じ大きさ
のプラスチック板をつ
け間に箸を通す。

- ウ ⑥カント・スラック有の線路を作る（④カント・スラック無にカントとスラックをつける）
 - ・ 〈カントをつけた位置〉外側のレールは区間Cと区間Gの間に1つずつブロックを入れる。内側のレールは区間Eと区間Gの間に1つずつブロックを入れる。
 - ・ 〈線路の幅の調整（スラック）〉区間GとHの境目を他の線路の幅より2cm広げる。
 - ・ ④カント・スラック無の線路と⑥カント・スラック有の線路に③車軸無と④車軸有をそれぞれ10回転がす。転がす時は始点に車輪を置き直前までおさえ、スタート時にはなす。
 - ・ 測定は動画を撮って再生して調べた。



エ 結果 表1 車輪が脱線するまでの平均と成功率（実験1）

線路の特徴、車輪の特徴	車輪が脱線するまでの平均、成功率	
	レールの内側	レールの外側
カント、スラック無の線路、車軸・フランジ無	106cm, 50%	109.5cm, 50%
カント、スラック無の線路、車軸有・フランジ無	74cm, 0%	80cm, 0%
カント、スラック有の線路、車軸・フランジ無	70cm, 0%	82cm, 0%
カント、スラック有の線路、車軸有・フランジ無	84cm, 0%	91cm, 0%

*動画を再生し例えばFの区間で脱線したことが確認された場合の距離は60cm。

カント、スラック有の線路に車輪を転がした方の結果が良かった。

(2) 実験2 脱線しにくい車輪について

- ア 目的 カント・スラック無の線路にフランジ有の車輪を走らせ、昨年の結果と比較する。
- イ 方法 実験1で使用したカント・スラック無の線路にフランジ有の車輪を走らせる。測定方法は実験1と同じとする。10回の平均と成功率を出す。

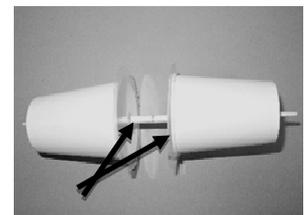
- ウ 結果 実験1、表1の〈カント・スラック無、車軸有フランジ無し〉

使用した車輪
(車軸有・フランジ有)

の結果よりも、平均では内側が34cm、外側が29cm長く、成功率も高い。そのため昨年の研究で分かった事が確認できた。

表2 車輪が脱線するまでの平均と成功率（実験2）

線路と車輪の特徴	車輪が脱線した位置の平均、成功率	
	レールの内側	レールの外側
カント・スラック無の線路、フランジ有	108cm, 40%	109cm, 40%



フランジ（紙コップの直径+2cmのプラスチック板）を接着する。

(3) 実験3 線路の工夫と車輪の工夫を合わせて調べる

- ア 目的 カント、スラック有の線路に車軸有・フランジ有の車輪を走らせ、実験1や実験2に比べ長い距離を安定して走行できるか調べてみる。
- イ 方法 実験1で使用した④カント・スラック有の線路に実験2で使用した車輪（車軸有、フランジ有）を走らせる。測定方法は実験1、2と同じとする。10回の平均と成功率を出す。

- ウ 結果 表3 車輪が脱線するまでの平均と成功率（実験3）

線路と車輪の特徴	車輪が脱線した位置の平均、成功率	
	レールの内側	レールの外側
カント・スラック有の線路、フランジ有	130cm, 100%	135cm, 100%

10回とも成功し、最後まで脱線しなかった。

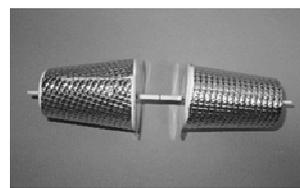
(4) 実験4 車輪の表面の形状を変えて調べる

- ア 目的 車輪の表面の形状を変えてみると脱線しにくくなるのか、走り方にちがいがでるのかを調べる。
- イ 方法 実験2で使用した車輪の側面に①ちりめん風の布②ダンボール③気泡入り緩衝材(大)

④気泡入り緩衝材（中）⑤気泡入り緩衝材（小）⑥ウレタンシート⑦布（木綿）⑧アルミシート⑨アルミホイル⑩食器棚シート（エンボス加工）を接着し、実験1で使用したカント・スラック有の線路に走らせる。測定方法は実験1、2と同じとし、10回の平均と成功率を出す。

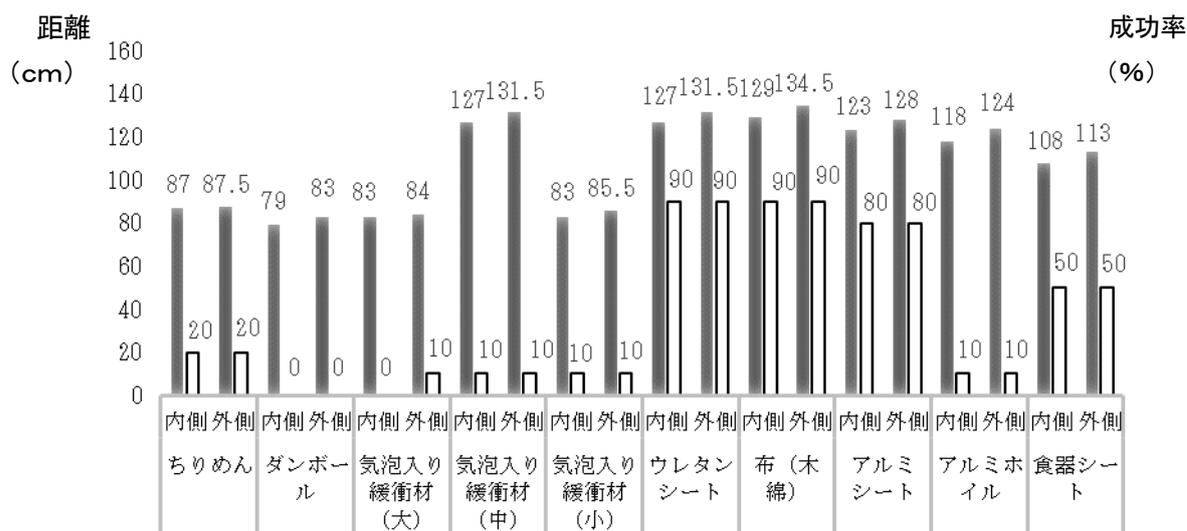


表面に気泡入り緩衝材（大）をまいた車輪



表面にアルミシートをまいた車輪

ウ 結果



- ① ウレタンシートをまいた車輪と布（木綿）をまいた車輪が脱線しにくかった。
- ② アルミホイルをまいたものは、脱線するまでの距離は長かったが成功率は低めだった。

4 考察と結論

- (1) 電車には主に線路や車輪に脱線しないための工夫（カント・スラック・フランジ）がされているが、その工夫が一つでも無いと脱線してしまうということが模型を作ることでよくわかった。
- (2) カーブの区間で車輪が脱線してしまったのは、傾斜の区間でスピードが出過ぎてしまったからかもしれない。
- (3) 今回の研究では昨年の研究について、下記のことを改良し、より正確なデータがとれた。
- (4) 昨年の線路のカーブ地点ではカント（こう配）がついていなかったが、今年はつけた。
- (5) 昨年は手で車輪を転がしたが、今年はスタート地点から坂をつけることによって車輪が自動的に走るようにした。
- (6) 昨年は車輪を手作りしたので形が安定していなかったが、今年は紙コップを使うことによってそれが解決できた。
- (7) 実験4では車輪の表面の形状を変えて研究してみたが、実際の線路や車輪でもこの結果が応用できるといいと思う。

5 感想

昨年の実験に引き続き「脱線」をテーマに研究を進めた。実験方法を工夫することで、昨年よりデータの精査の向上に努めることができた。今後は「脱線とスピード」をテーマに研究したい。将来は鉄道開発の職業に携わりたい。