

# 研究論文

テーマ

～ 介護車両における段差乗り越え装置に関する研究 ～

大阪産業大学 工学部 機械工学科

伊瀬 裕介

志賀 健史

渋谷 圭祐

野口 慎一

指導教員 西村 誠一 教授

杉山 幸三 助手

## 目 次

1. はじめに		2
2. 緒言		2
3. 車いす各部名称		3
3.1 車いすの各部名称	3	
3.2 車いすの寸法	4	
4. 試作品		5
4.1 多輪タイヤ	5	
4.1.1 三輪タイヤ	5	
4.1.2 五輪タイヤ 六輪タイヤ	6	
4.1.3 五輪タイヤ+内タイヤ・六輪タイヤ+内タイヤ	9	
4.2 ソリ型プレート	10	
4.2.1 木製プレート+滑りテープ	10	
4.2.2 木製プレート+スキットプレート(前部のみ)	12	
4.2.3 木製プレート+スキットプレート(前後)	13	
4.2.4 木製プレート+スキットプレート(前後)	14	
4.2.5 スチール製プレート+スキットプレート(前後)	16	
4.2.6 スチール製プレート(穴あけ有)+スキットプレート(前後)	17	
5. 完成品		19
5.1 スチール製プレート(穴あけ有)+スキットプレート(前後を溶接)	19	
5.2 ボールジョイント	20	
6. 実験		22
6.1 実験装置使用器具	22	
6.2 実験装置	22	
6.3 測定方法	24	
7. 実験結果		25
7.1 段差乗り越え時の力学的理論値	25	
7.2 摩擦係数	26	
7.3 考察	27	
8. まとめ		27

## 1. はじめに

近年、高齢化が進むにつれ車いすの需要は増えているが解決すべき点は多い。社会の環境整理が追いついていないため段差乗り越えという問題が存在する。家の中では敷居が障害物になり、街に出れば様々な高さの段差がある。実際、車いすは20～30mmの段差しか乗り越えることができないが高齢者や車いす使用者にとってはこの20mmでさえ乗り越えるには困難な場合がある。車いすは一般に手動車いすと電動車いすの二種類に分けられる、今回は利用者が最も多い手動車いすに分類されるものに注目して研究を行った。

## 2. 緒言

本研究ではこの現状を改善するために、車いすにおける段差乗り越え装置を試作し、実用化に結びつけることにした。装置を製作するうえで既存の車いすを加工しないことを前提とおき、車いすは使用者にとって自分自身の身体の一部となっていると思われるので、加工に時間をかけることは使用者から移動手段を奪うことになる。このことから車いすに短時間で簡単に取り付けられる装置にすることが重要である。車いすは自走用車いす（カワムラサイクル KR801N）を研究に使用した。

車いす使用者の日常生活における段差として20～50mm程度の高さが多く、それ以上の高さの段差は極めて少ない。段差が高すぎると車いすが後傾状態となってしまう危険である。このようなことから段差の高さ50mmを越えられるものにする必要がある。

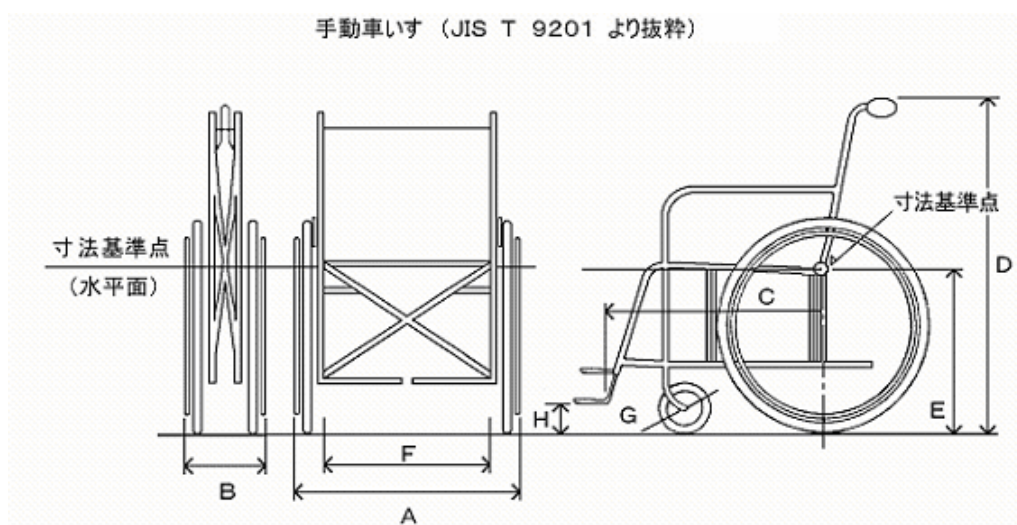
なお、50mmの段差についてはJIS T 9201に基づいている。

### 3. 車いすの各部名称および寸法

#### 3.1 車いすの各部名称

自走用手動車いす	
名称	説明
シート	座面
バックレスト	背もたれ
アームレスト	肘掛け
レッグサポート	足を支える部分の総称
フットレスト	足を乗せるところ
レッグレスト	足が後ろに落ちないようにするもの
駐車ブレーキ	停止中に走り出さないためのもの
キャスター	前輪で自在輪
ティッピングレバー	段差などでキャスターを上げるときに介助者が足で押さえる部分
グリップ	介助者が車いすを操作するとき握る部分
スカートガード	衣服が横からたれないようにするためのカバー
駆動輪	移動するとき駆動力を伝えるタイヤ
ハンドリム	使用者が車いすを操作するとき握る部分、自走用手動車いすのみに装備

### 3.2 車いすの寸法（カワムラサイクル KR801N）



記号	部位	寸法(mm)	備考
A	全幅	6 1 5	使用時における左右ハンドリム間の外側寸法
B	折りたたみ幅	2 9 0	折りたたみ時における左右ハンドリム間の外側寸法
C	基準点から フットレスト	5 9 0	基準値からフットレストとブレードシャフトの交点までの水平距離
D	全高	8 5 0	床から握り上縁までの最大寸法
E	床から座	4 1 5	床から基準点までの寸法
F	座幅	4 1 5	使用時におけるフロントパイプの内側寸法
G	自在輪径	1 7 2	自在輪の外形寸法
H	フットレスト の最低地上高	1 2 0	フットレストの最下端から床までの寸法

#### 車いす利用者の行動性

狭い場所、段差の大きいところは通行できない。

車輪で動くため、真横への移動ができない。

高いところは手が届かない。

車輪を漕いでいるときは両手が使えないので、傘を差したり、物を持ったりすることはできない。また、斜面で停止していることは難しい。

車いすの乗り降りにスペースが必要である。

フットレストが前に出ているため、足元にスペースがないと近寄れない。

## 4. 製作過程

車いすが段差を乗り越えるためには前輪が段差に乗り上がらなければならない、本研究では前輪部分に着目した。車いすの前輪はタイヤ径が小さく段差を乗り越えることができない、段差乗り越えにおいて車輪の直径の4分の1（タイヤ有効径）が段差を乗り越えられる限度の高さとなっているためこの問題を解決できるものを試作する。

### 4.1 試作品（多輪タイヤ）

多輪タイヤの外接円を自在輪径（172mm）におさまる範囲内で製作する。

#### 4.1.1 三輪タイヤ



Fig.1 三輪タイヤ

Table.1 三輪タイヤの部品

部 品	サイズ	数 量
木製プレート（コンパネ）	厚さ12mm	2
タイヤ	直径50mm×幅21mm	3
ワッシャー（軸）	M8×2.6mm	2
ワッシャー（軸）	M8×1.8mm	6
ワッシャー	M6×2.2mm	6
さら小ねじ	M6×5.0mm	3
ナット	M6	3

#### 仕組み・欠点

Fig.1のように三つの車輪を使い中心に軸を通して回転できるようなものを作った。三つのタイヤの外接円をキャスターと同じ直径とし中心軸内径を Fig.1の木材部分の中心軸内径と同じ径にして車輪だけを取り外して交換できるようにした。この三輪で段差を越える仕組みは Fig.2の のように車輪Aが段差にぶつかったときに車輪C・Bが車輪Aを支点と

して回転する( )。この回転により車輪Cが段の上へのぼり( )、同じようにして次はCを支点としてA・Bが回転して段の上へのぼるとい仕組みになる。( )

実際に製作したものを車いすに取り付け、段差で昇降実験をしたが段差は乗り越えられず原因は三つのタイヤの間隔があいているため、力が伝わっていなかった。

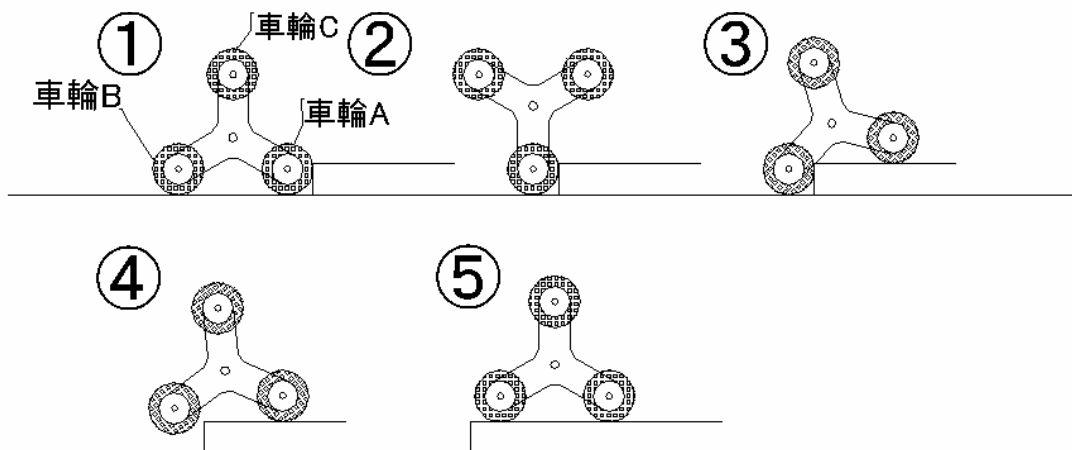


Fig.2 三輪タイヤの仕組み

#### 4.1.2 五輪タイヤ・六輪タイヤ

##### 五輪タイヤ



Fig.3 五輪タイヤ

Table.2 五輪タイヤの部品

部 品	サイズ	数 量
スチール製プレート	厚さ 2.3 mm	2
タイヤ	直径 50 mm × 幅 21 mm	5
ワッシャー (軸)	M 8 × 18 mm	2

ワッシャー	M 6 × 1 3 mm	1 0
ワッシャー	M 6 × 2 2 mm	1 0
ボルト	M 6 × 4 0 mm	5
ナイロンナット	M 6	5
スペーサー（軸）	M 8 × 1 0 mm	2

### 六輪タイヤ



Fig.4 六輪タイヤ

Table.3 六輪タイヤの部品

部 品	サイズ	数 量
スチール製プレート	厚さ 2.3 mm	2
タイヤ	直径 5 0 mm × 幅 2 1 mm	6
ワッシャー（軸）	M 8 × 1 8 mm	2
ワッシャー	M 6 × 1 3 mm	1 2
ワッシャー	M 6 × 2 2 mm	1 2
ボルト	M 6 × 4 0 mm	6
ナイロンナット	M 6	6
スペーサー（軸）	M 8 × 1 0 mm	2

### 仕組み・欠点

五輪タイヤにすることでタイヤ間の距離を縮めることができた。五輪で段差をのぼる仕組みは三輪タイヤと同じように、Fig.5 の のように車輪 D が段差にぶつかったとき他の車輪が車輪 D を支点として回転する( )。この回転により車輪 F が段の上へのぼり( )、同じようにして次は車輪 F を支点とし回転して段の上へのぼるとい仕組みになる。( ) 車いすに取り付けて実験をしてみたが、段差を乗り越えることはできなかった。その回転させるために必要な力を分散させ少しでも軽くできるようにしなければならない。六輪タイヤも同時進行で製作したが五輪タイヤと同じ結果となった。



段差から降りるときの衝撃は車いすの標準のタイヤおよび三輪タイヤに比べて、タイヤの数が多くなっているため衝撃が分散されて軽くなっていた。

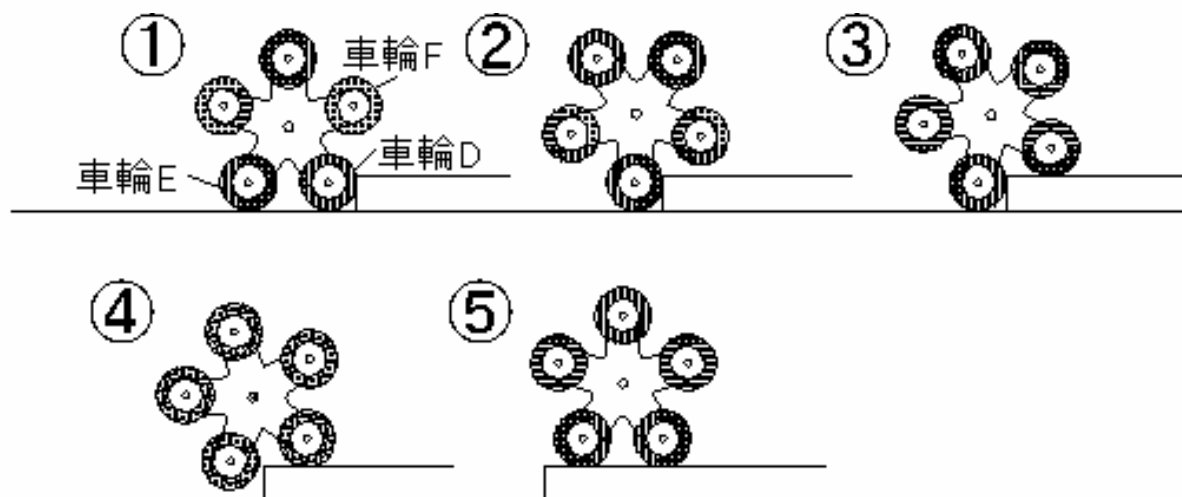


Fig.5 五輪タイヤの仕組み

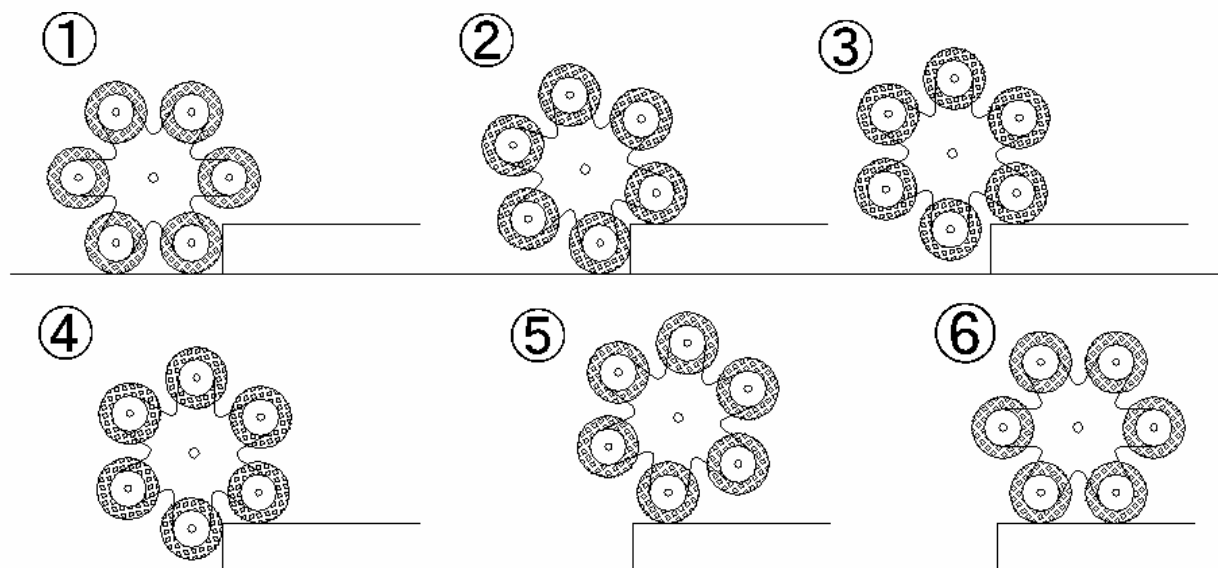


Fig.6 六輪タイヤの仕組み

#### 4.1.3 五輪タイヤ+内タイヤ・六輪タイヤ+内タイヤ



Fig.7 内側にタイヤを入れた五輪タイヤ



Fig.8 内側にタイヤを入れた六輪タイヤ

五輪タイヤと六輪タイヤの内側に直径75mmのゴムタイヤを入れて周りのタイヤの回転を円滑なものにしようとしたが、全く回転しなかった。

次の課題として車いすの前輪部分をどのようにして段の上に乗上げるかを検討した結果、前輪部分を滑らせるようにして段の上に乗上げる方法としてソリ型のプレートを前輪タイヤに取り付けることにした。

## 4.2 試作品（ソリ型プレート）

タイヤを回転させるのではなく段差を滑らせて乗り越えるものにするためソリ型に加工したプレートをタイヤに取り付けた。

### 4.2.1 木製プレート+滑りテープ

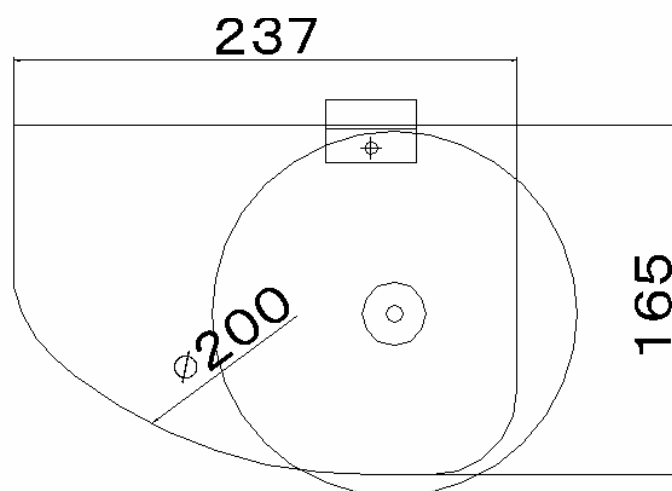


Fig.9 木製プレート+滑りテープ

Table.4 木製プレート+滑りテープの部品

部 品	サイズ	数 量
木製プレート（コンパネ）	厚さ 12 mm	2
車いす標準型前輪タイヤ	直径 172 mm × 幅 28 mm	1
滑りテープ	長さ 190 mm	2

ブラケット（止め具）	15 × 55 mm	2
コンパネ（止め具）	9 mm	1
ボルト（止め具）	M6 × 20 mm	6
ナット（止め具）	M6	6
ワッシャー	M6 × 13 mm	12

#### 特性

- ・ 段差乗り越えにおいて車輪の直径の4分の1（タイヤ有効径）が段差を乗り越えられる限度の高さとなっているため50 mmの段差を越えるには直径200 mmのタイヤが必要となるがタイヤの入るスペースはない。前輪タイヤの位置はフットレストから後輪の間であるためこの幅に段差乗り越え装置が入らなければならない。そこで木製プレートをソリ型にして段差接触面のみを直径200 mmの円弧にした。
- ・ 標準タイヤで10 mmの段差までは容易に乗り越えられるため、木製プレートからタイヤを下部10 mm出すようにしたことで0～50 mmまで乗り越えられる。
- ・ 木製プレートと段差とが接触する部分に滑りテープを貼り摩擦力を減らすことによって滑りやすくなっている。

#### 欠点（改良ポイント）

- ・ 滑りテープの耐久性がなくすぐに機能しなくなる。
- ・ 段差から降りるときの衝撃が大きい。
- ・ グレーチングの上を通ると溝にはまり込んで抜けない。

#### 4.2.2 木製プレート+スキットプレート（前部のみ）

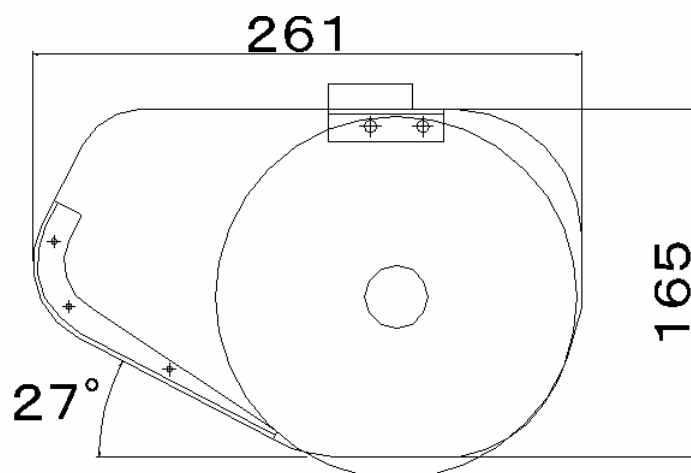


Fig.10 木製プレート+スキットプレート

Table.5 木製プレート+スキットプレートの部品

部 品	サイズ	数 量
木製プレート	厚さ 9 mm	2
車いす標準型前輪タイヤ	直径 172 mm × 幅 28 mm	1
スキットプレート	50 × 145 × 4.1 mm	2
なべ小ねじ	M3 × 12 mm	4
ワッシャー	M3 × 6 mm	4
コンパネ（止め具）	厚さ 12 mm	1
ブラケット（止め具）	15 × 55 mm	2
ボルト（止め具）	M6 × 20 mm	6

ナット（止め具）	M 6	6
ワッシャー（止め具）	M 6 x 1 3 mm	1 2

#### 特性

- ・ 滑りテープを使用せずスキットプレートを段差との接触面に位置するように木製プレートの中に固定することによって段差に直接あたる部分の耐久性が向上した。
- ・ タイヤ有効径(4.2.1)によりスキットプレートを地面から角度27度にしたことでフロントレストと後輪の間に入り段差を越えることができる。
- ・ スキットプレートはパーテーションのL型脚部の部材を使用し、プレス成形がされており通常のL型の材料よりも強度がある。
- ・ スキットプレートはスチール製のため段差との摩擦力も小さい。

#### 欠点

- ・ グレーチングの上を通ると溝にはまり込んで抜けにくい。
- ・ 段差から降りるときの衝撃は解消されていない。

#### 4.2.3 木製プレート+スキットプレート（前後）

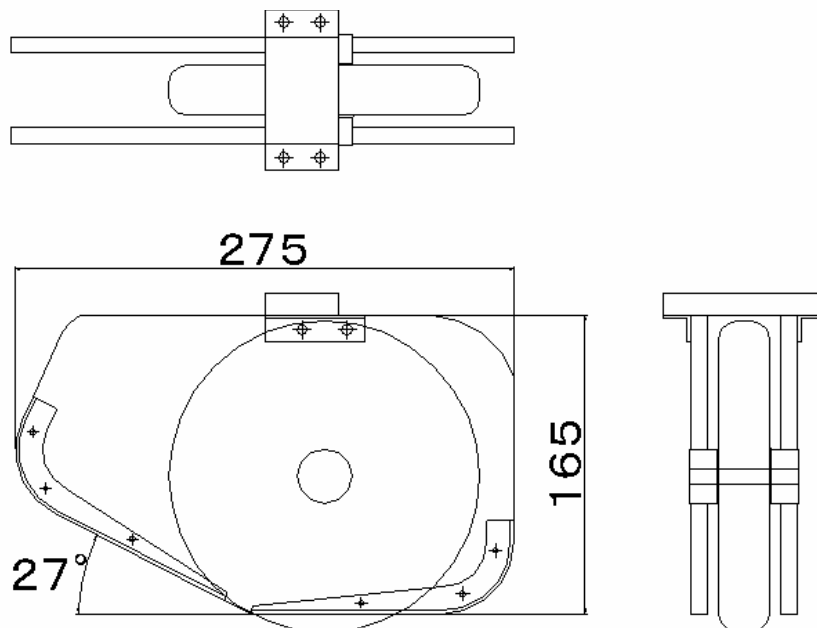


Fig.11 木製プレート+スキットプレート

Table.6 木製プレート+スキットプレートの部品

部 品	サイズ	数 量
木製プレート（コンパネ）	厚さ9mm	2
車いす標準型前輪タイヤ	直径172mm×幅28mm	1
スキットプレート	50×145×41mm	1
なべ小ねじ	M3×12mm	12
ワッシャー	M3×6mm	12
コンパネ（止め具）	厚さ9mm	1
ブラケット（止め具）	15×55mm	2
ボルト（止め具）	M6×20mm	8
ナット（止め具）	M6	8
ワッシャー（止め具）	M6×13mm	16

#### 特性

- ・ 後部にもスキットプレートをつけたことでグレーチングの溝にはまらなくなった。
- ・ 段差を降りるときにも後部のスキットプレートが段差に接触するため衝撃が少なく降りることができる。

#### 欠点

- ・ タイヤを出すために後部のスキットプレートをくり抜いたことで細くなった部分の強度が下がった。
- ・ 木製プレート二枚でタイヤをはさんでいるため横方向の強度が弱い。
- ・ 木製プレートと車いすのキャスターを固定しているブラケットが外側に出ている。ため突起物となって危険。

#### 4.2.4 木製プレート+スキットプレート（前後）

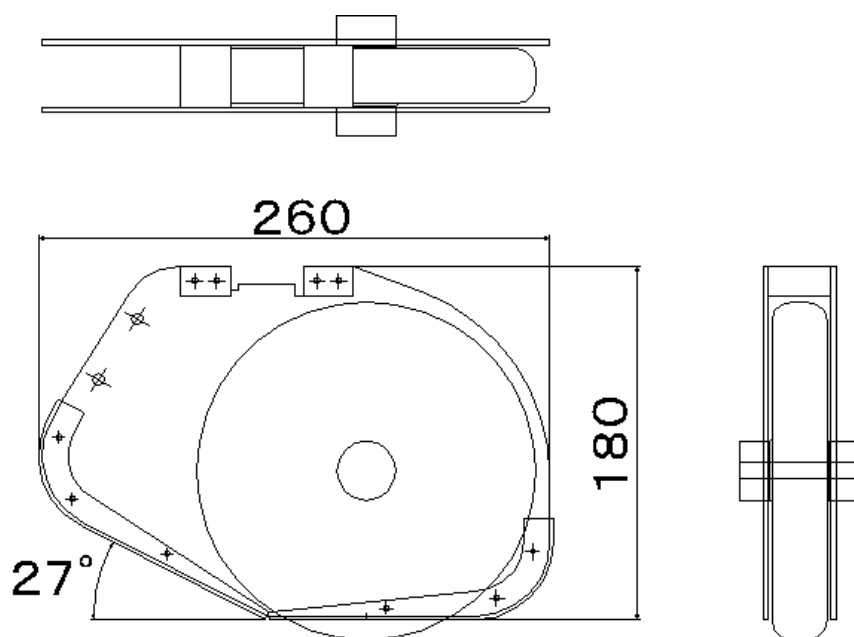


Fig.12 木製プレート+スキットプレート

Table.7 木製プレート+スキットプレートの部品

部 品	サイズ	数 量
木製プレート（コンパネ）	厚さ 2.5 mm	2
車いす標準型前輪タイヤ	直径 172 mm × 幅 28 mm	1
スキットプレート	50 × 145 × 4.1 mm	2
なべ小ねじ	M3 × 6 mm	12
ワッシャー	M3 × 6 mm	12
スペーサー	M6 × 30 mm	1
ワッシャー	M6 × 12 mm	12
木製ブロック（止め具）	15 mm	2
なべ小ねじ（止め具）	M3 × 15 mm	8
ワッシャー（止め具）	M3 × 8 mm	8

#### 特性

- ・ スキットプレートの内側に木製プレートを入れたことで後部スキットプレートの細い部分の強度が上がった。
- ・ 横方向の強度が弱い部分にスペーサーを入れたことで強度が上がった。



- ・ ブラケットを使用せず木製プレートの上を少し上方向に増やし、プレートの内側に止め具として木製ブロックを取り付けたことで、外側の突起物がなくなった。

欠点

- ・ タイヤの軸を通してプレートの軸穴が滑りにくいためタイヤの回転がぎこちない。

#### 4.2.5 スチール製プレート+スキットプレート（前後）

これまで木製プレートを使用してきたがより実用性のあるものに近づけるため、スチール製のプレートを使用した。

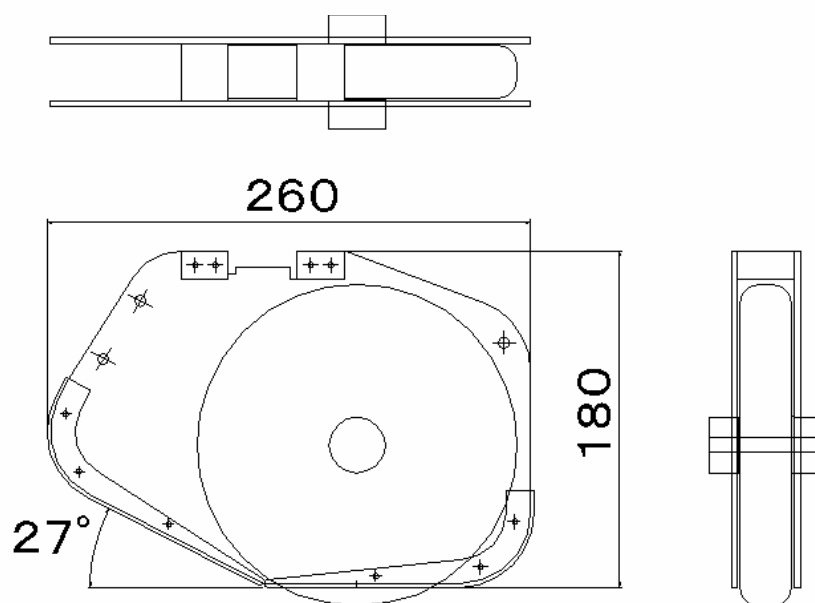


Fig.13 スチール製プレート+スキットプレート

Table.8 スチール製プレート+スキットプレートの部品

部 品	サイズ	数 量
スチール製プレート	厚さ 3.2 mm	2
車いす標準型前輪タイヤ	直径 172 mm × 幅 28 mm	1
スキットプレート	50 × 145 × 4.1 mm	2
なべ小ねじ	M3 × 6 mm	12
ワッシャー	M3 × 6 mm	12
スペーサー	M6 × 30 mm	3
ワッシャー	M6 × 12 mm	6
ドライベアリング	内径 30 外径 34	2

木製ブロック（止め具）	厚さ 15 mm	2
なべ小ねじ（止め具）	M 3 × 15 mm	8
ワッシャー（止め具）	M 3 × 8 mm	8

特性

- ・ 強度に関する問題がなくなった。
- ・ ドライブアリングにより軸のすべりが良くなった。
- ・ スパースの数を増やしてさらに安定度が増した。

欠点

- ・ 重量がスチール製プレート一枚 0.9 kg になり重すぎる。

4.2.6 スチール製プレート（穴あけ有）+ スキットプレート（前後）

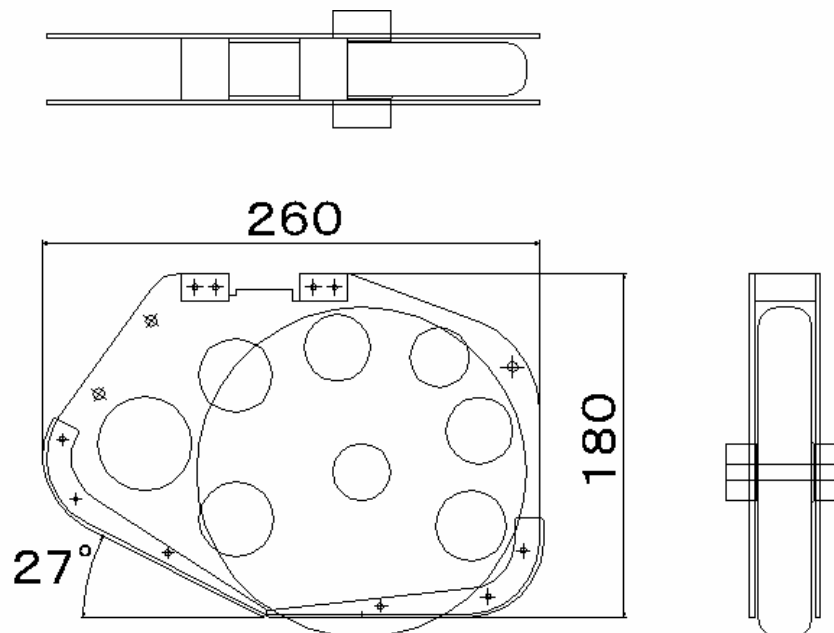


Fig.14 スチール製プレート+スキットプレート

Table.9 スチール製プレート+スキットプレートの部品

部 品	サイズ	数 量
スチール製プレート	厚さ 2.5 mm	2
車いす標準型前輪タイヤ	直径 172 mm × 幅 28 mm	1
スキットプレート	50 × 145 × 41 mm	2

なべ小ねじ	M 3 × 6 mm	1 2
ワッシャー	M 3 × 6 mm	1 2
スペーサー	M 6 × 3 0 mm	3
ワッシャー	M 6 × 1 2 mm	1 2
ドライベアリング	内径 3 0 外径 3 4	2
木製ブロック (止め具)	厚さ 1 5 mm	2
なべ小ねじ (止め具)	M 3 × 1 5 mm	8
ワッシャー (止め具)	M 3 × 8 mm	8

#### 特性

- ・ 穴あけ加工によりスチール製プレート一枚の重量を 0 . 5 k g にまで軽量化することができた

#### 欠点

- ・ ドライベアリングが軸穴から抜け出そうになる
- ・ 前部と後部のスキットプレートの接触部分が段差に引っかかる
- ・ 止め具の部分だけまだ木製のものである

## 5. 完成品

### 5.1 スチール製プレート（穴あけ有）+スキットプレート（溶接）



Fig.15 完成品

Table.10 完成品の部品

部 品	サイズ	数 量
スチール製プレート	厚さ 1.6 mm	2
車いす標準型前輪タイヤ	直径 172 mm × 幅 28 mm	1
スキットプレート	50 × 145 × 41 mm	2
座金組み込みねじ	M3 × 6 mm	12
スペーサー	M6 × 30 mm	3
ワッシャー	M6 × 12 mm	18
鍔つきドライベアリング	内径 30 外径 34	2
アルミ製プロファイル	32 × 40 mm	2
なべ小ねじ（止め具）	M6 × 15 mm	8
ワッシャー（止め具）	M6 × 12 mm	8

#### 特性

- ・ スチール製プレートの厚みを 1.6 mm（穴あけ有）にしたことにより 1 車輪の重量が 1.65 kg になった。
- ・ 止め具部分を木製からアルミ製に変えすべて金属製にした。
- ・ 車いす走行中にドライベアリングがプレートの軸穴から抜け出しそうになっていたため鍔つきドライベアリング（Fig.16）取り替えたことで抜け出しを防止できた。

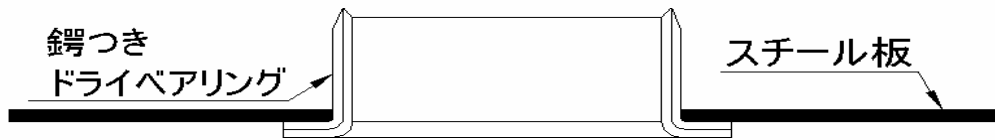


Fig.16 鋸つきドライベアリング

- ・ スキットプレートの前後接触部分を溶接によりつなげたことで段差に引っかからずなおかつ接触部分の強度が上がった。



Fig.17 スキットプレート

これらの製作過程により段差を乗り越えることができ、グレーチングの溝にはまり込むことのない取り付け取り外し可能な段差乗り越え装置が完成した。

## 5.2 キャスターフォーク補助支持装置

段差乗り越え装置を車いすに取り付けた際、キャスターフォークとその軸にすべての荷重がかかり、フォーク部分の歪みやキャスターフォーク内のベアリングの破損につながる恐れがある。ボールキャスターを鉄製の円柱を加工したものにはめ込み ( Fig.18 ) アームレストの下の部分に固定し、段差乗り越え装置の止め具 ( アルミ製プロファイル ) に接触させた。接触の際ボールジョイントと止め具が、進路変更の妨げにならないようにした。

今までキャスターフォークにかかっていた荷重をアームレストにも分散させることができた。

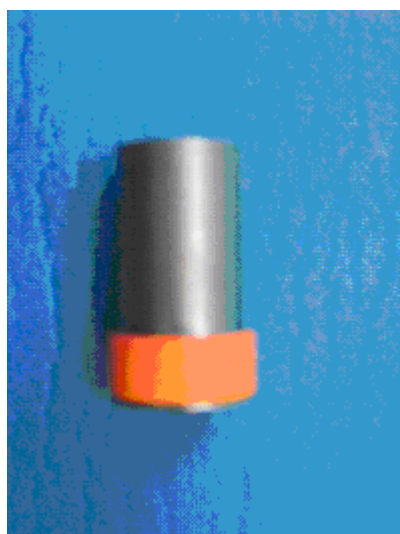


Fig.18 キャスターフォーク補助支持装置

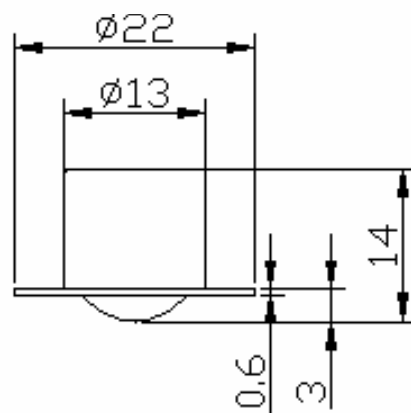


Fig.19 ボールキャスター  
品番 タキゲン K - 140 - 1

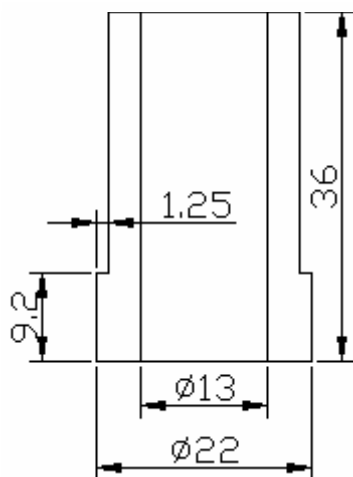


Fig.20 鉄製の円柱を加工



Fig.21 段差乗り越え装置と補助支持装置



Fig.22 補助支持装置装着前



Fig.23 補助支持装置装着後

## 6. 実験

### 6.1 実験装置使用器具

車いす (カワムラサイクル KR801N)	フラットバー	ポリタンク	ペットボトル
ばねばかり (計測範囲 20 kg)	ロープ	コンパネ	グレーチング
段差乗り越え装置完成品	パイプ	木材	マスキングテープ

### 6.2 実験装置

今回 JIS で規定されているものに合わせ、ダミーの重量を 50 kg と 75 kg に設定した。Fig.22 の様に重量に関わらず人の足の重さも JIS から 6 kg と設定し水 2ℓ のペットボトルを 3 本フットレストに乗せ固定した。座面部分には水を入れたポリタンクの重さをそれぞれ 44 kg と 69 kg に設定した。後輪のハンドリム円周上にロープを巻きつけ (Fig.25) レッグサポートに固定されたパイプの下を通して両先端に計測範囲 20 kg のばねばかりを取り付ける。両ばねばかりを 1 本のパイプに固定した。

JIS に基づき車いすの前輪との接触面に 5C の面取りを施してある厚さ 10 mm のフラットバーを木部上部に設置し、段差 50 mm となるようにした。高さ 50 mm のグレーチングを段差と接触するように設置した。(Fig.26)

実験装置の段差の高さ設定については、車いす使用者の日常生活における段差として 20 ~ 50 mm 程度の高さが多く、それ以上の高さの段差は極めて少ない。段差が高すぎると車いすが後傾状態となってしまう危険である。このようなことから、段差の高さを 50 mm に設定した。



Fig.24 ダミーを乗せた車いす



Fig.25 ハンドリム

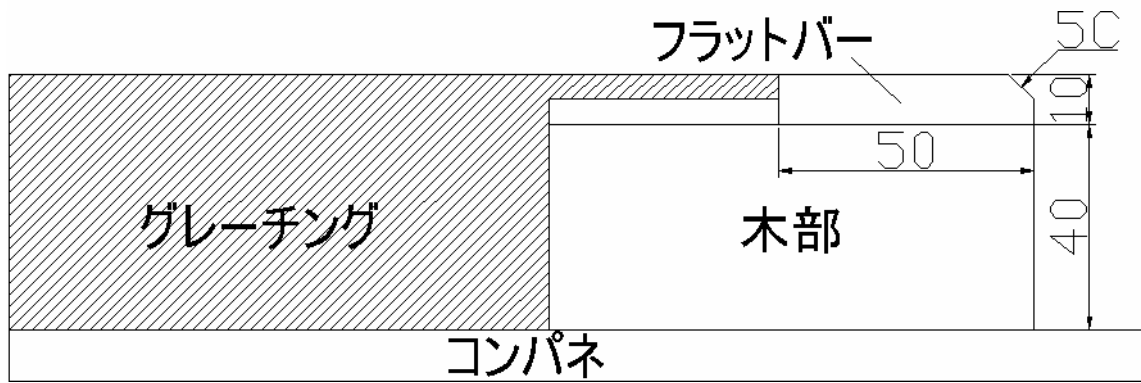


Fig.26 実験装置断面図

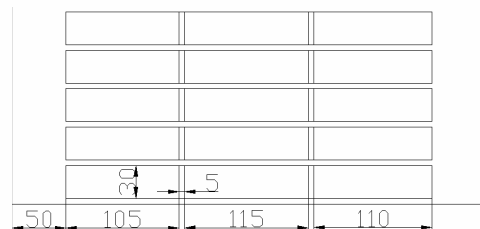


Fig.27 グレーチング



### 6.3 測定方法

車いすの前輪部分を段差と接触させてばねばかりを取り付けたパイプを人間の手で地面と水平に引っ張るものとした。車いすの前輪が段差を乗り越える時のハンドリムに加わる力をこの装置で計測する。( Fig.29 ) その際、ばねばかりの目盛り部分にマスキングテープを貼り付けて数値を読み取れるようにした。



Fig.28 段差乗り越え装置と段差の接地点



Fig.29 実験装置

## 7. 実験結果

### 7.1 段差乗り越え時の力学的理論値

前輪が段差を乗り越えるために必要とする力の大きさについての数式（空気抵抗などを無視した理想的な状態、理想的な車いすとして考えているので、現実とは多少の差が出てしまう）

変数は Table. 11 に表す

Table.11 変数

M	全重量	
M <sub>F</sub>	前輪にかかる重量	
M <sub>B</sub>	後輪にかかる重量	
N <sub>F</sub>	地面が前輪に加える力 (=M <sub>F</sub> g)	
N <sub>B</sub>	地面が後輪に加える力 (=M <sub>B</sub> g)	
g	重力加速度	
F	ハンドリムに加える力	
r <sub>1</sub>	ハンドリムの半径	
r <sub>2</sub>	後輪の半径	
r <sub>F</sub>	前輪の半径	

前輪が段差を乗り越える場合ハンドリムに加える力の限界の条件式は

$$(r_F - h)f \frac{r_1}{r_2} \geq \left\{ \sqrt{r_F^2 - (r_F - h)^2} \right\} M_F g \quad (1)$$

本研究で使用した車いすの各数値は Table. 12 のようになる。前輪および後輪にかかる荷重は四輪重量測定機を用いて測定した。

Table.12 カワムラサイクル KR801N

前輪の半径	$r_F = 86 \text{ (mm)}$	前輪にかかる重量	$M_F = 8 \text{ (kg)}$
後輪の半径	$r_2 = 300 \text{ (mm)}$	段差高さ	$h = 50 \text{ (mm)}$
ハンドリムの半径	$r_1 = 270 \text{ (mm)}$	重力加速度	$g = 9.8 \text{ (m/s}^2\text{)}$
前輪、後輪の重量比	$M_F : M_B = 4 : 5$	車いすの質量	$M = 18 \text{ (kg)}$

この数値を代入して、体重 50 kg および 75 kg の場合を計算する。

Table.13 段差乗り越え装置を付けていない場合の理論値

段差 (mm)	ダミーの質量 (kg)	ハンドリムに加える力の理論値 (N)
50	50	595.31
	75	680.36

50 kgと75 kgの条件で各100回の実験値

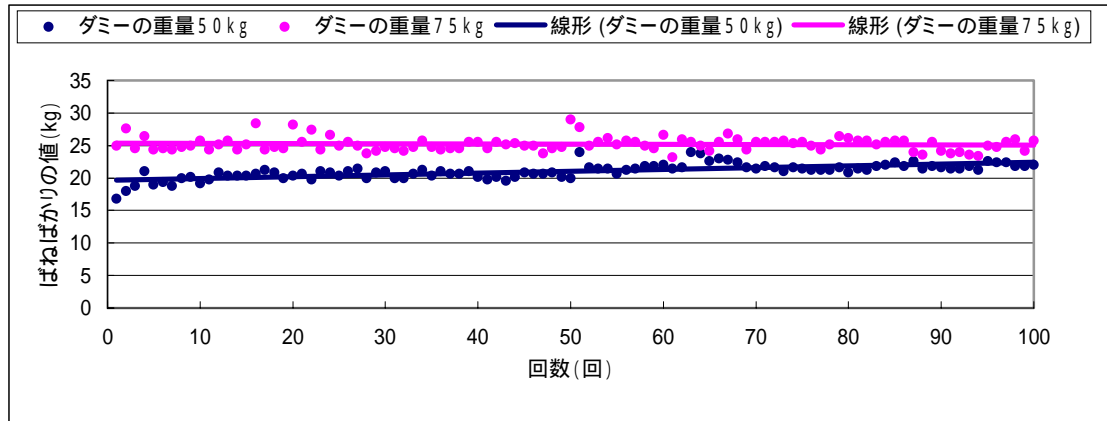


Fig.30 ダミー 50 kg と 75 kg の実験値

Table.14 は各実験を100回行いその平均値を出したものである。

Table.14 測定平均値

段差 (mm)	ダミーの質量 (kg)	F ハンドリムに加える力の測定平均値 (N)
50	50	206.11
	75	247.45

## 7.2 摩擦係数

Table.15 測定平均値と前輪荷重

ダミーの質量 (kg)	F ハンドリムに加える力の測定平均値 (N)	W 前輪荷重 (N)
50	206.11	274.40
75	247.45	333.20

スキットプレートと段差 (フラットバー) との摩擦係数を求める式

$$\tan \theta = \frac{F}{W} \quad (2)$$

$$\mu = \tan(\theta - 27^\circ) \quad \mu : \text{摩擦係数} \quad (3)$$

式 (2) に  $F$  は Table.15 で示したハンドリムに加える力の測定平均値 (N) を代入、 $W$  は車いすの前輪荷重を代入する。求めた  $\theta$  を式 (3) に代入して摩擦係数を求める。

求めた結果、摩擦係数は 0.17 となった。

### 7.3 考察

Table.13 の理論値は算出できるが段差を乗り越えられるタイヤ有効径の範囲を超えているためハンドリムに加える力が大きくなり実際に段差を乗り越えることはできない。

Table.14 の測定値と比べても差は大きいといえる。

Table.13 はダミーの質量が増加するとハンドリムに加わる力も大きく変化するが Table.14 では測定値の変化は小さい。

摩擦係数は 0.17 と非常に低いことがわかる、この数値は黒鉛と同程度である。摩擦係数が低いため段差を乗り越えることが容易にできる。本来摩擦係数は 0.35 ~ 0.40 であるが、今回の実験では接触する面積が狭いため摩擦係数は低かったと考えられる。

## 8. まとめ

本研究を終えて、実際に小さい力で段差乗り越えを可能とし、グレーチングの溝にはまり込むことの無いものを製作することができた。段差を降りるときの衝撃も少ない。

今回は自走用車いすを用いて使用者による運転の場合での研究を行ったが、今後の課題として自走用車いすおよび介助用車いすにおける介助者の手押しでも段差を乗り越えられ、段差乗り越え装置の素材を軽くて強度のあるものにする必要がある。

ノーマライゼーションや、バリアフリーなどの考え方が進んできてはいるが、まだまだ社会に浸透しきってはいない。高齢者、車いす使用者をはじめとする、すべての人が安心して生活できる環境づくりを推進するための建築物、道路、公園などのハード面のバリアフリー化と福祉教育によるソフト面のバリアフリー化にも取り組む必要があると考えられる。

### 謝辞

本研究においてご協力頂いた大阪産業大学大学院工学研究室 中島義和さん、土田紘也さんに深く感謝いたします。また、資料を参考させていただいたみなさんに謝意を示します。

### 参考文献、資料

- (1) JIS T 9201
- (2) 車いすの力学 (ホームページ)  
(<http://www.tco.st/wc2.htm>)