

回転サークル型駐輪装置の開発

藤 井 博 知・小 沢 康 美
大 間 秀 之・木 下 輝 和

The Development of a Rotating Wheel Parking Machine for Bicycles

Hiroto FUKU, Yasumi OZAWA,
Hideyuki OHMA and Terukazu KINOSHITA

The parking of many bicycles at stations or busy quarters causes an obstruction to traffic and spoils the beauty of the environment. Conventional type bicycle parking racks require a large flat area taking up valuable land space in city areas.

This paper describes the manufacture and testing of a new type rotating wheel parking machine for bicycles. The new machine was successfully tested with 8 bicycles taking up an area of only 4.32m². The bicycle hanger is free to swing so the bicycle is always upright. Positioning the bicycle in the hanger is very easy and safe. The wheel is easily rotated by hand. Its circular shape does not spoil the beauty of the environment.

1. 緒 言

近年、駅の周辺や繁華街などに煩雑に置かれた多数の自転車は歩行の妨げや環境美観の低下などの原因となり、駐輪装置の設置の必要性が高まっている。しかし、現存の駐輪装置の多くは広大な駐輪スペースを必要とする平面的な地表配列方式であり、地価の高い都市においては不経済と考えられる。設置スペースのあまりとらない新しい駐輪装置が望まれている。

本報では、新しく開発・試作した狭いスペースでも有効に機能し、安全性が高く、操作の簡単な立体配車方式の回転サークル型駐輪装置について報告する。

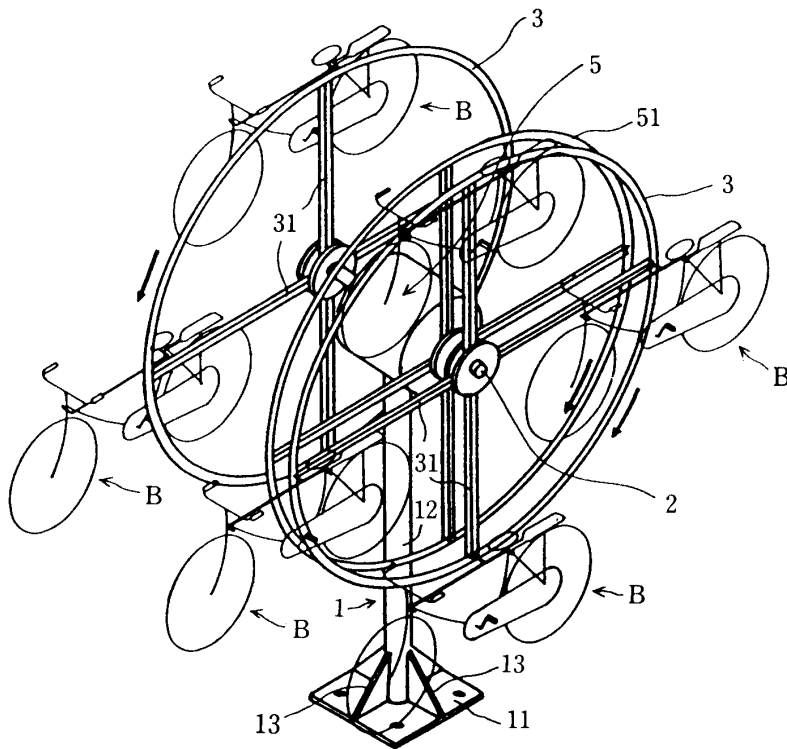
2. 駐輪装置の構成

2.1 装置の概要

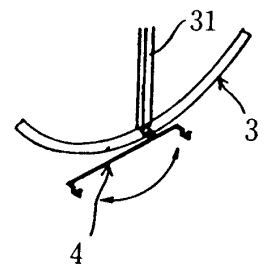
図-1 に回転サークル型駐輪装置の斜視図を示す。地上に直立設置される支持枠組1は、コンクリート基礎上にアンカーボルトを介して固定される底板11と該底板11に4枚のリブプレート板

13を介して直立固定される支持柱12とから構成されている。支持柱12には回転軸2の中央が軸受で支持される形式になっている。駐輪サークル3は左右一对を1組として、水平に延在する回転軸両端に支持アーム31…を介して均衡的に対設するのがよく、駐輪サークル3・3間に配設された手回しハンドル51により垂直面に沿って回転可能に取り付けられる。回転軸2の両端を軸受で支持して駐輪サークル3を取付けるようにしてもよい。各駐輪サークル3には、適当な角度間隔をおいて複数（図一1では4個）の配置された各バランスハンガー4を介してほぼ水平に自転車Bを吊下げるようにする。

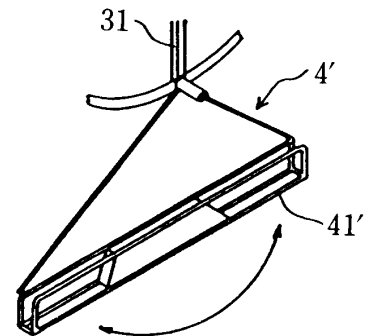
詳細は、図一2に示すように、自転車の重心位置を考慮してバランスするように設計されたハンガー4の両端に自転車のハンドル部とサドル部とを掛け、常に水平状態を保つように配慮されている。また図一3に示すように頂点部を枢着されたトライアングル状枠4'の底辺部に載置枠41'を設け、前後両車輪を落込式に吊下げてもよい。試作した駐輪機の諸元を表一1に、試作機を図一4に示す。



図一1 回転サークル型駐輪装置の斜視図



図一2 バランスハンガー



図一3 トライアングル状枠

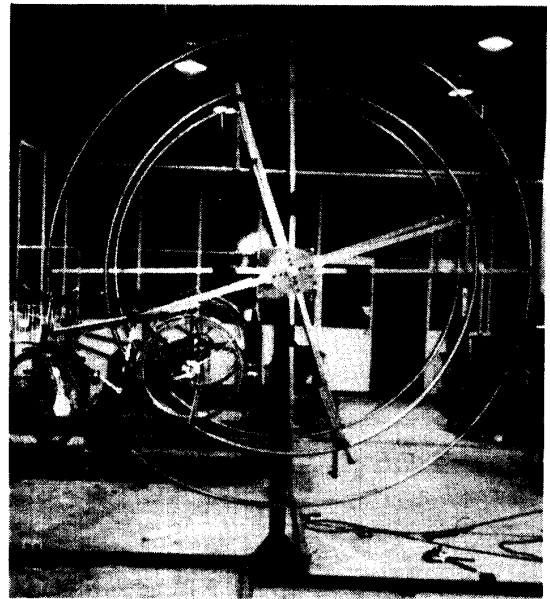
表一1 駐輪装置の諸元

全長	3260	駐輪サークル直径	φ2400	バランスハンガー長さ	630
駆動輪高サ	2060	手回しハンドル直径	φ3000	重量	3334N
幅	1200	減速比	1/20	参考	トライアングル長さ1200

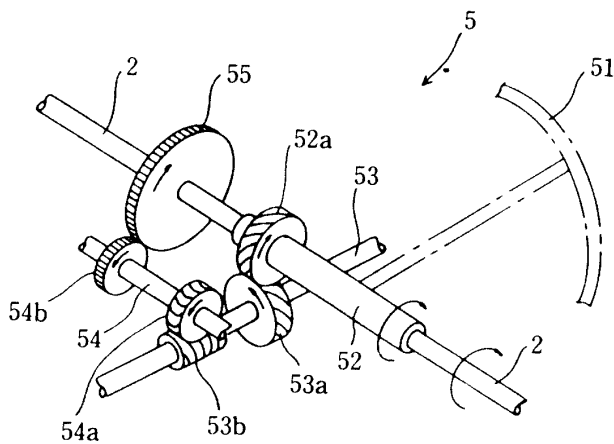
2.2 駆動部

駆動部の概略を図一5に示す。これは、図一1の回転軸2を回転可能な筒上手回し軸52の中ぐり部にオイルレスベアリングを挿入し、手回し軸52のスパイラルギヤ52aを直交軸53のスパイラルギヤ53aと噛み合わせ、その回転を同軸のウォームギヤ53bを介して平行軸54のウォームホイール54aに伝達し、次いで、平行軸54の小歯車54bを回転軸2の大歯車に噛み合わせて、回転軸2を回転させるようにすると、手回しハンドル51の回転力が駆動装置5を介して増大されて回転軸に伝達させて容易に駐輪サークル3を回転させることができる。同時に、駐輪サークル3は自転車の自重によって逆転しないようにウォーム歯車により防止される。

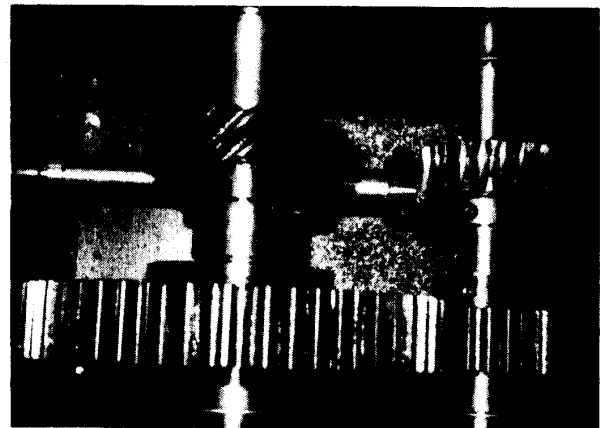
また、回転軸2は電動モーターによって駆動させることも可能である。試作した駆動部を図一6に示し、その諸元を表一2～表一6に示す。



図一4 駐輪機の試作機



図一5 駆動部概略図



図一6 駆動部

表一2 小歯車の諸元 (SS 4-30)

モジュール m	圧力角 α	歯数 z	ピッチ円直径 d_o	歯先円直径 d_k	歯幅 b	材質
4	20°	30	$\phi 120$	$\phi 128$	40	S45C

表一3 大歯車の諸元 (SS 4-60)

モジュール m	圧力角 α	歯数 z	ピッチ円直径 d_o	歯先円直径 d_k	歯幅 b	材質
4	20°	60	$\phi 240$	$\phi 248$	40	S45C

表一 4 ウォーム歯車の諸元 (SW 4-R1)

モジュール m	圧力角 α	条 数	ピッチ円直径 d_o	歯先円直径 d_k	歯 幅 b	材 質
4	14.5°	1	$\phi 62$	$\phi 70$	70	S45C

表一 5 ウォームホイール歯車の諸元 (CG 4-20R 1)

モジュール m	圧力角 α	減 速 比	条 数	ピッチ円直径 d_o	のどの直径	歯 幅 b	歯 数 z	材 質
4	14.5°	1/10	1	$\phi 80$	$\phi 88$	35	20	FC20

表一 6 スパイラル歯車の諸元 (SN-20R)

モジュール m	圧力角 α	歯 数 z	ピッチ円直径 d_o	歯先円直径 d_k	歯 幅 b	材 質
4	20°	20	$\phi 113.13$	$\phi 121.1$	30	S45C

駆動装置の軸受部を図一 7 に示す。ただし、

B. B : ボールベアリング

S. B : スラストベアリング

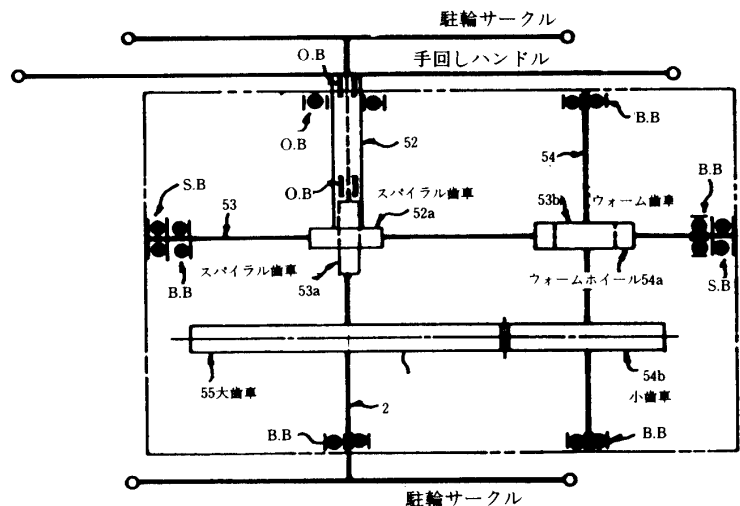
O. B : オイルレスベアリング

である。

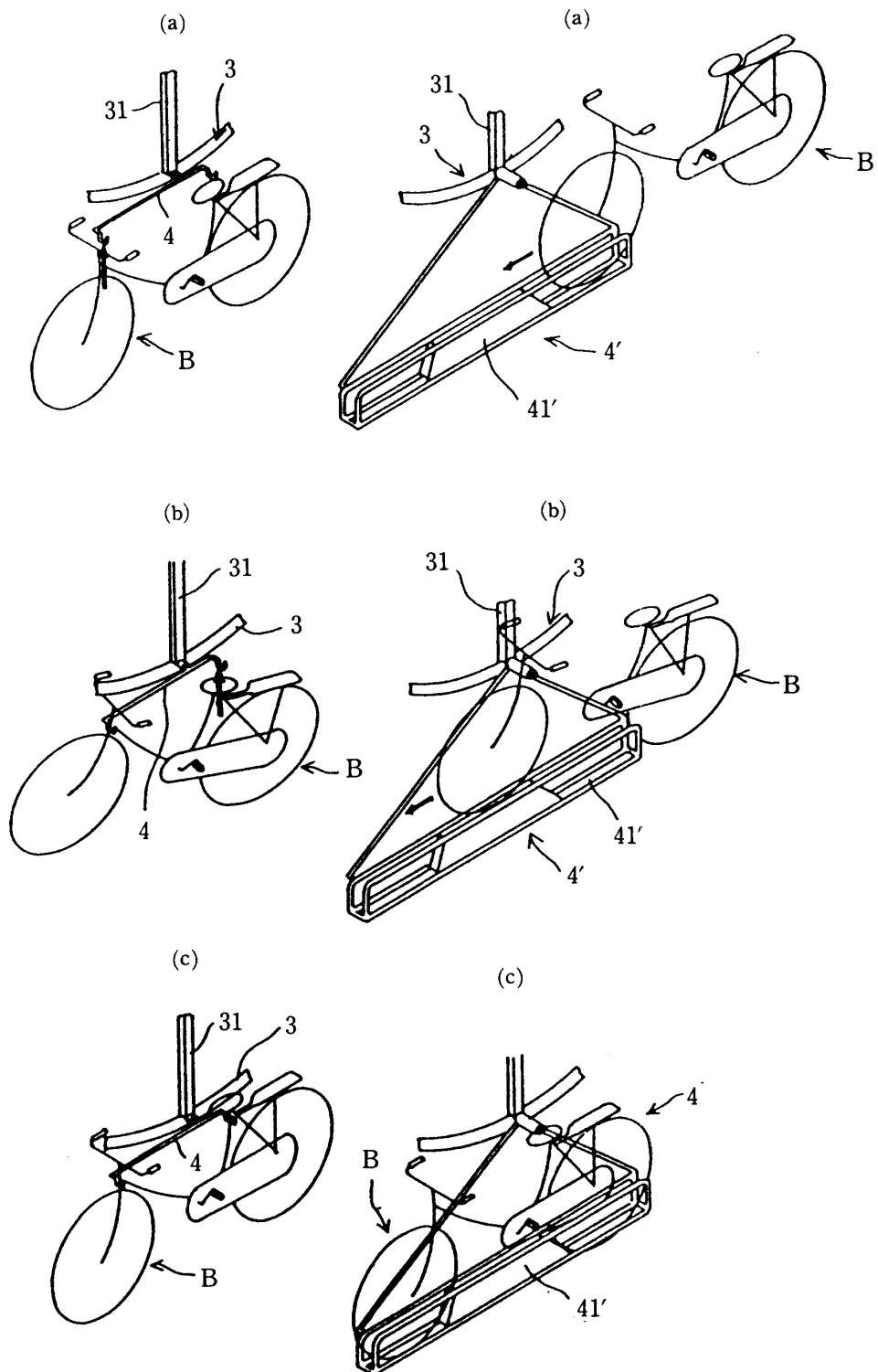
ボールベアリングを使用すると、低速高荷重、断続運転などで潤滑油の廻りが悪いと考えられるのと、ベアリング受部が大きくなりスパイラル歯車の取り付けが困難になると考えられるため軸 5 内にはオイルレスベアリングが圧入された。軸 53 の両端部にスラストベアリングを使用したのはウォーム歯車自体に軸方向にスラスト荷重が加わるためである。他の軸受はボールベアリングを使用した。

2.3 駐輪方法

手回しハンドル 51 をもって駐輪サークル 3 を回転させて空車のハンガー 4 を最下位にまでもって来る。そこで、図一 2 に示すハンガーの場合、図一 5 に示すように、まず、自転車のハンドル部をハンガー 4 の一端に掛け止め〔同図(a)〕、次いでサドル部を他に掛け止める〔同図(b)〕。それによって自転車は地面上方に水平にバランスして吊下げられる〔同図(c)〕。図一 3 の場合は、まず前輪を載置台 41' に載せ〔同図(a)〕、次いで、前方に送り出して〔同図(b)〕、後輪も載置台 41' に載せると自転車は両輪タイヤが挟持された状態で水平にバランスして吊下げられる〔同図(c)〕。以上説明した通り、本駐輪装置は駐輪サークルの周縁に複数の自転車を吊下げて配車する方式なので、僅かのスペースで多数の自転車を整然と駐輪させることができる。また、自転車はバランスハン



図一 7 駆動部の軸受配置図



図－８ 駐輪方法

ガー４によって吊り下げられるので、駐輪操作が容易であり、自転車の揺れによる脱落防止、駐輪の際の不均衡による駐輪サークルの逆転がない。

3. 手動による駆動力のシュミレーション

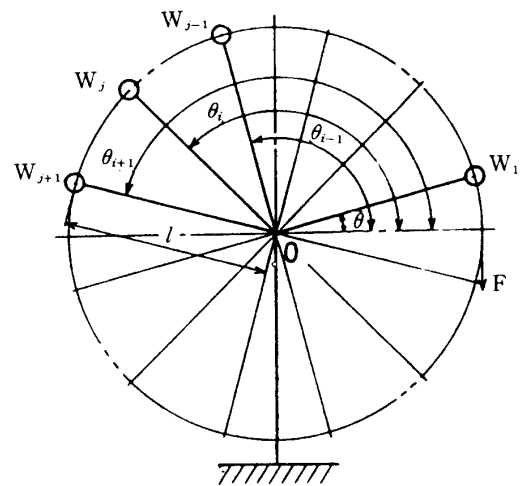
図一9に円周上等間隔に任意の不均一な重量を有する自転車（配設箇所数： $i=1, 2, \dots, n$ ，種類： $j=1, 2, \dots, m$ ）が配設された場合の立体配列方式回転サークル型駐輪装置のモデルを示す。図一9より，手動による1回転に必要な駆動力 F (N) は，

$$F = \sum_{j=1}^m W_j l \cos \theta_i / (k l) \quad \left(\begin{array}{l} i=1, 2, \dots, n \\ j=1, 2, \dots, m \end{array} \right)$$

$$\theta_i = \theta + (2\pi/n) \cdot (i-1) \quad (0 \leq \theta \leq 2\pi)$$

となる。ここで， W_j ：自転車の重量(N)， l ：駐輪装置の幾何学的中心より自転車までの距離(mm)， θ_i ： i 番目の配設位置までの角度(rad)， k ：減速比である。

自転車の配設の組合せは ${}_nC_i \cdot {}_mH_j$ ($i=1, 2, \dots, n$ ， $j=1, 2, \dots, m$) 通りとなり，本駐輪装置は，図一9において自転車の種類 $m=5$ （表一7），配設位置の数 $n=8$ （図一1）の場合である。自転車の配設位置は両側面とも同一位置であるので，簡単のため配設される自転車は両側で1組と考えれば，駐輪の基本パターンは表一8のようになる。図一10(a)～(e)に減速比 $k=1/20$ とし，両側面の同一位置に自転車が配置された場合の各パターンにおける駐輪装置を1回転するのに必要な手動による駆動力の一例を示す。図中の W_j ($j=1, 2, 3, 4$) は両側面の同一位置に配設された1組の自転車の重量である。また， F の符号の+は時計方向の力を，-は反時計方向の力を意味する。図一11は各パターンにおける最大手動駆動力の分布を示したもので，図中の数字は配設された自転車数を表す。図一11より，最大手動駆動力は約30Nとなる。これは人力で容易に得られる力である。



図一9 回転サークル型駐輪装置のモデル

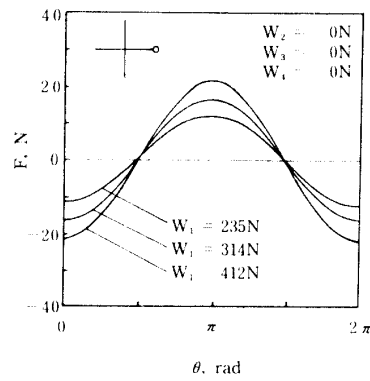
表一7 自転車の重量 W (N)

118, 157, 186, 196, 207

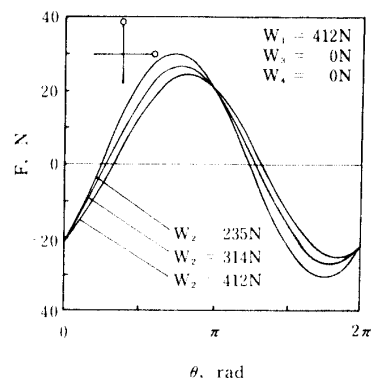
表一8 駐輪の基本パターン

自転車数	パ タ ー ン
1	
2	
3	
4	

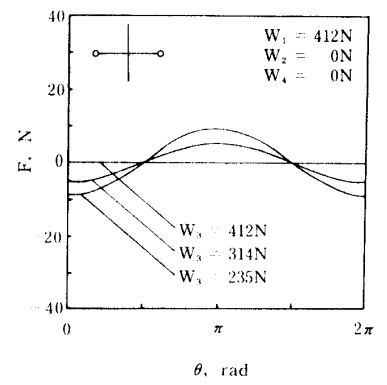
回転サークル型駐輪装置の開発



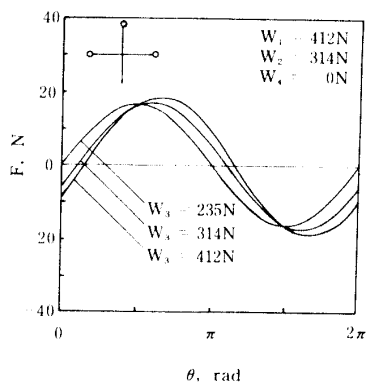
(a)



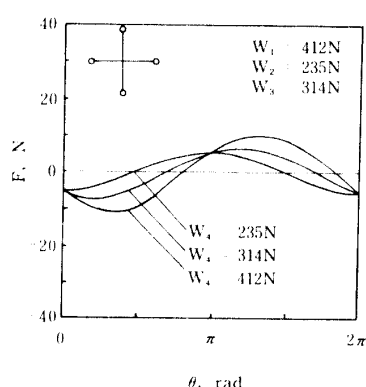
(b)



(c)



(d)



(e)

図-10 手動による駐輪機を1回転するのに必要な駆動力

図-11 最大手動駆動力領域

4. 駐輪装置の検討と改良

4.1 検討 試作した駐輪装置1号機は、手廻しハンドルを20回転することにより駐輪サークルが1回転する構造なので、駐輪するのに手間がかかる。また、ギヤボックスの製作費は高価であるので、実用上としては他の構造が望まれる。これらの問題点を改良し、より加工、組立を容易にするために2号機（図-12、13、14）を試作した。

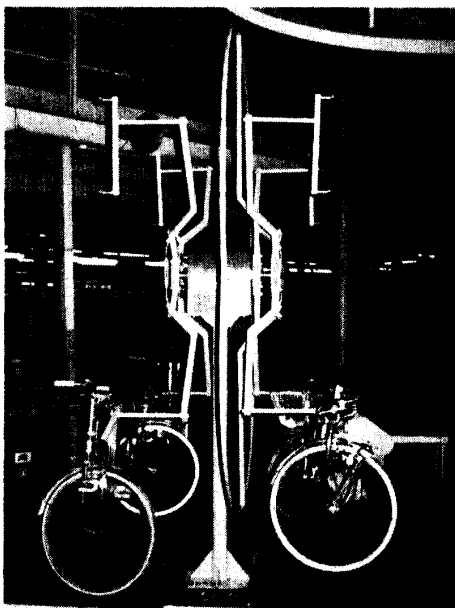


図-12 駐輪機の試作2号機（正面図）

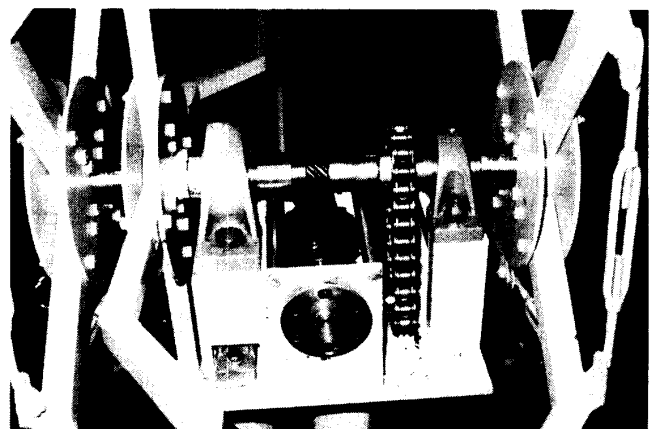


図-13 駆動部

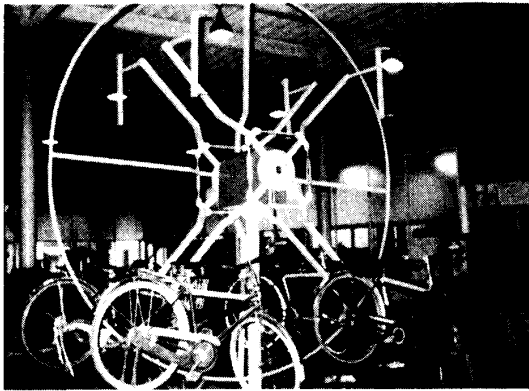


図-14 駐輪機の試作2号機（側面図）

表-9 スプロケット(RS80)の諸元

歯 数 Z	ピッチ径 d_0	外 径 d_k	材 質
15	$\phi 122.17$	$\phi 135$	S35C 歯先高周波焼入れ
30	$\phi 243.00$	$\phi 257$	FC25

4.2 2号機の試作

2号機では1号機の減速比1/20を1/10にし、手廻しハンドルの直径 $\phi 3000$ を $\phi 3600$ にした。その結果、駐輪する手間もかからず、また手廻しハンドルを引く力も支障もなく実用機として十分使用できることが確認された。さらに、2号機では、駆動部の平歯車を安価なスプロケット（諸元を表-9に示す。）に代え、ギヤボックスを取りピロブロックで主軸を支持する構造にした結果、組立が容易になった。また、駐輪側の輪を取り全体的に簡素化することにより製作費用を1/3に低減した。

5. 結 言

開発・試作した新タイプの回転サークル型駐輪装置を検討した結果、以下のように実用機として十分に役立つ確信が得られた。

- 1) 駐輪方式が平地スペースを余り必要としない立体配車方式のため、地表配列方式に比較して、より多数の自転車の駐輪が可能である。
- 2) 自転車を掛ける部分がバランス・ハンガーを用いた自転車の自重を利用した自動バランス方式のため、安全性に優れている。
- 3) 駆輪装置を回転するための手動駆動力が小さいため、人力で容易に駆動が可能である。
- 4) 駐輪装置の形状が円形のため、周囲の環境の美観を損なわない。

謝 辞

回転サークル型駐輪装置の開発を行なうにあたり、大変貴重な御助言を賜りました金井学園理事長 金井兼造先生、また、石田健二郎名誉教授に深甚の謝意を表します。有益な御助言を賜りました本学 織田 勉助教授、山田健治助教授、ならびに駐輪装置の製作に御尽力いただきました本学 学園機械工場の藤田順一先生、高木一男先生、正津二郎先生、橋本二郎先生、辻角三馬先生に深謝致します。