

自転車の安全・快適技術

井上重則*

坪井信隆**

自転車は、1813年のカール・ドライスの発明以来190年近い歴史を持つ乗り物であるが、それは快適性を追求しつづけた歴史であった。ミショー型、オーディナリー型、セーフティ型と変化し、現在の自転車の基礎が生まれた。また、自転車ではパイプ、車輪、タイヤの改良による軽さの追求、サドル、ギヤ、ダイナモの改良による快適技術の追求、制動装置、回転中の車輪の保護などによる安全の確保がなされている。

Safety and Comfort Technologies for Bicycles

Shigenori INOUE*

Nobutaka TSUBOI**

The bicycle dates back nearly 190 years since its invention by Karl von Drais in 1813. Its history has witnessed numerous changes in shape in the pursuit of comfort, beginning with the Michaux type, ordinary type and the safety type to arrive at the basis for our contemporary bicycles. Improvements have been made on tubular frames, wheels and tires to make bicycles lighter, and similar modifications to saddles, gears and dynamos have enhanced comfort. Braking devices and wheel protectors have also helped to ensure safety.

1. はじめに

自転車の起源は、1813年にドイツ西南部のバーデン大公国の宮廷に仕えた貴族の息子であるカール・ドライスの考案した車輪を縦に二つ重ねた乗り物であるといわれている。それを起源とすれば、すでに190年近い歴史を持つ乗り物であるが、それは快適性を追求しつづけた歴史でもあった。そもそも自転車は人間が自分の力を使って歩くよりも速く、楽に移動する快適性を求めて生まれた乗り物であるが、車輪を前後に二つ並べる形態を生み出したことが、

決定的な一歩であった。

しかしその後の歴史の中で、それ以外にも乗り手の安全・快適を目的として、さまざまな工夫がなされている。本稿では、それらの安全・快適技術について紹介する。

2. 自転車の歴史

カール・ドライスが発明したドライジーネという乗り物は、地面を足で蹴って走る二輪車であったが、それはFig.1に示すようにハンドルがついていて、自由に方向転換ができた。実は1790年ごろから木馬のような足蹴り二輪車(セレリフェール)は作られていたが、前輪を操舵するという点が画期的な発明となった(1818年フランス特許取得。特許を取得したこの年をドライジーネが発明された年と記載される事もある)。前輪を操舵することにより、自転車は人間によるフィードバック制御を受け、倒れずに、好きな方向へ進むことが可能となった。ほんのわずか

* (財)自転車産業振興協会技術研究所開発事業部主任研究員
Chief engineer ,Research & Development Department ,
Technical Center ,Japan bicycle promotion institute

** (財)自転車産業振興協会技術研究所開発事業部次長
Deputy Director ,Research & Development Department ,
Technical Center ,Japan bicycle promotion institute
原稿受理 2002年5月8日

な工夫が自転車の歴史を生んだのである。

ドライジーネの出現後、自転車はイギリス、フランスをはじめとする地域で大流行し、類似品も多数製作された。

次に大きな変革をもたらしたのは、スコットランドのマクミランが発明したペダル往復式後輪駆動自転車で、人類が地面に足に触れずに移動できるようになった最初の二輪車であった。

さらに鉄の普及、加工技術の進化に伴い、金属材料主体でフレームを製作し、量産化したのはフランス人のピエール・ミショーが最初である。ペダルによる駆動システムの採用もミショーと考えられている(1861年)。ミショーは修理を頼まれたセリフェールを修理していた時に、下り坂で足の置き場に困ったことから、前車輪にペダル、クランクを装置することを思いついたという。また、ミショー型では、Fig.2に示すように後輪ブレーキも付けられ、サドルも大幅に改善され、大量生産されて、自転車の実用化に大いに貢献したものとされる。

次に、Fig.3のようなオーディナリー型(日本ではダルマ自転車)と呼ばれる前輪の異常に大きい自転車が主流になる。

高速走行志向は、動物としての人間の本能であるが、当時の自転車は、前輪にクランクを介して直接ペダルを取り付けていた。ペダルを1回転させると、車輪も1回転しかしないので、当然、速度を出そうとすると車輪の直径を大きくして、車輪1回転による走行距離を増すしか方法がない。そのため、前輪がどんどん大きくなっていった。また、重量をおさえ、自転車に乗りやすくするため、逆に後輪は小さくなっていったのである。その他、前輪にキャスト角を取って方向安定性を向上させ、回転部分へのボールベアリングの採用やクランクの改良も進められていった。

この時期のオーディナリー型は金属加工技術、製管技術の急激な進歩に伴い、大きさに比べると想像以上に軽量化されており、実測例では直径2m強の前輪でありながら、20kg前後の軽量車も存在した。オーディナリー型に乗車した場合、乗員の目線は乗馬時よりも高く、気分は良かったと推察されるが、転倒時の乗員の危険も高かった。特に頭部は3m以上の高さであったため死亡事故も多かった。そのため、オーディナリー型以降に出現した現在の自転車に近い駆動システム(前輪直接駆動ではなく後輪増速駆動)の自転車は一般的にセーフティ型(安全車)



注) 財団法人シマノ・サイクル開発センター所蔵。
Fig. 1 ドライジーネ1818年(文政元年)・ドイツ



注) 財団法人シマノ・サイクル開発センター所蔵。
Fig. 2 ミショー型1869年(明治2年)・フランス



注) 財団法人シマノ・サイクル開発センター所蔵。
Fig. 3 オーディナリー型1883年(明治16年)・イギリス

と呼ばれた。

1880年ごろになると、チェーンとギヤを使って変速してから後輪に伝え、小さな力で大きな速度を出すことができるようになった(Fig.4参照)。前輪と後輪の大きさは均等になり、現在の自転車の構造が完成した。

日本では、1890年に宮田製銃所(現・宮田工業株式会社)で国産初のセーフティ型自転車の試作がさ



注) 財団法人シマノ・サイクル開発センター所蔵。

Fig. 4 シンガーアポロ・セーフティ型自転車1889年
(明治22年)

れ、1893年には年産500台という記録が残されている。また、1897年に上野不忍池で、日本最初の自転車競走大会が行われたという記録も残っている。

3. 軽さの快適性

靴や鞆、衣服のように人が持つ物、身につける物は軽さが非常に重要な選択肢となる。日常生活では、軽さの重要性を忘れがちであるが、無視できない例として登山用品、航空機積載用品、宇宙機器が挙げられる。

今、自転車は多種多様な素材を組み合わせ、1kgあたり1,000円から10,000円の商品として販売されている。1kgあたりで計算すれば、かなり高額な商品といえるが、これは、軽量化を迫ったための副産物である。自転車の動力源は人間自身である以上、自転車の軽量化は永遠の課題であるが、わずか20kgにも満たない構造物が60kgの質量を載せて、20km/h以上の速度で走行することを考えると不思議な気さえる。

初期のドライジーネ時代から車軸部に金属棒のボルトとナットが、結合部には釘が使われていたが、残りはほとんどが木材で作られていた。重量は現存するもので実測30kg以上あるが、体重70kg以上もある欧米人を載せると考えれば意外に軽い。

最近では一般的な自転車も、コスト引き下げのためリヤキャリアを標準装備から外し、軽量化(実際にはコストダウン)のため、両足スタンドを片足スタンドに換えたりして、重量は16~17kgほどになった。

最も軽い自転車は競輪で使われるもので、わずか7~8kgである。競輪選手たちの体重と通常の人間の2倍以上もある脚力を支えながら、なぜそこまで

軽量化できるのか、それが長年の自転車屋の技と知恵である。

電動アシスト自転車も、開発当初は26kgほどもあったが、最新のモデルでは20kgを切る商品も開発されている。自転車はそれ自体を持ち上げることは少ない商品ではあるが、バッテリー切れ時の走行や、玄関先のポーチや歩道の段差を持ち上げる際の必要性、ユーザーに女性、高齢者が多いこともあり重いことが不評を買ってしまったのである。そのため、モーター、バッテリー、フレーム材料に改良を加え、一般の自転車とほとんど変わらない重量にまで軽量化されてきたのである。

3-1 パイプ

自転車の軽量化に貢献したのものとして、第一にパイプが思い浮かぶ。軽くて強い構造物を得るために、断面積はそのままにして断面2次モーメントを上げることを考え、パイプ構造に行き着いたのである。戦国時代から鉄砲製造で有名であった堺の町が、今でも自転車の街として栄えているのは、鉄砲鍛冶のパイプ(銃身)製造技術があったことと無縁ではない。

今どきパイプが使用されているのは物干し竿と自転車ぐらいなものだと評されたことがある。最近では、加工技術、接合技術が進化しているだけに、さまざまな形状の金属加工物を簡単に作ることができるが、パイプがなければ自転車の歴史も変わっていたかもしれない。

自転車用パイプの開発はおもにヨーロッパ圏でなされているが、初期のパイプは鋳物によって作られていた。しかし、最近では鋳物のパイプは見られなくなり、おもに電縫管が用いられている。

普通、自転車用のパイプに使われるのはSTKM11Aと呼ばれる機械構造用炭素鋼管である。これはロールに巻いた長尺板を何工程かのローラー加工により丸めて、最後に電気溶接によりパイプ形状とした電縫管である。しかし、溶接部は内、外側にビード跡が残るため、最後に外側を切削加工により仕上げている。

最近、土のテニスコートやグラウンドをならすトンボは軽くなってきている。これは昭和40年代後半から、使われる材料が普通鋼管から高張力鋼管に変わったことに起因している。当時はパイコロジュームで、自転車の世界でも高級スポーツ車には高張力鋼管が使用されたが、今でも町で使われる一般用自転車は安価な普通鋼管を使用している。

ロードレースや競輪で使用される特殊自転車用パ

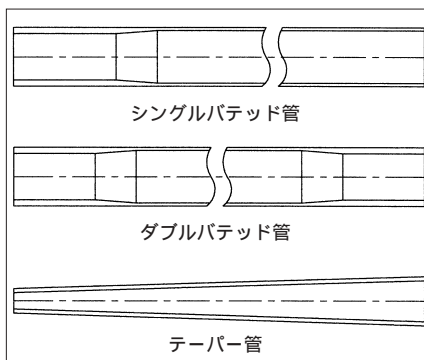


Fig. 5 バテッド管、テーパー管

イブ材料は、後ほど説明するバテッド加工時の割れを防ぐために、SCM鋼等を引抜加工によってパイプ形状にしている。しかも、大きな力の加わるパイプ接合部(パイプの両端)の周りだけ厚くし、力のかからない中央部は薄くしたバテッドパイプや、片持ち梁で全体の応力が均一となるような等厚テーパー管などのように複雑工程を経たパイプを開発、使用している(Fig.5、6参照)。また、世界中に品物は存在しているが、現在製造が消滅してしまった技術として、スポーツ車の前ホークに使われた先端部が薄肉になったテーパー管もあった。

日本では昭和28年ごろから冷間鍛造、造管、引抜技術が急速に進歩し、新たに開発されたパイプが次々に自転車にも採用された。パイプが自転車を育み、別な面では自転車もパイプを鍛えてきたともいえる。

また、これらのパイプは軽量化だけではなく、何度もパイプを引抜く工程で、パイプの内外表面の強度が数パーセント向上するという副産物も生み出している。

ところで、これらのパイプを使用しても、自転車の合計重量として見るとわずか200g前後の軽量化、フレームだけで見ても10%の軽量化にとどまっている。しかし、自転車マニアの軽量化への執念はすさまじく、チタンのボルト、カーボンのハンドルなど、わずか数グラムの争いに血眼になるのである。

3-2 車輪

自転車が走ると車輪が回転するが、自転車全体の重量を軽くするよりも、回転部分が軽いほどより加速性能が良くなる。また、回転する車輪だけで考えると、車輪中央部より外周部が軽いほどその効果は大きくなる。それらの快適さを求めた結果、スポーク車輪という特殊な「張り構造体」を生み出したのである。

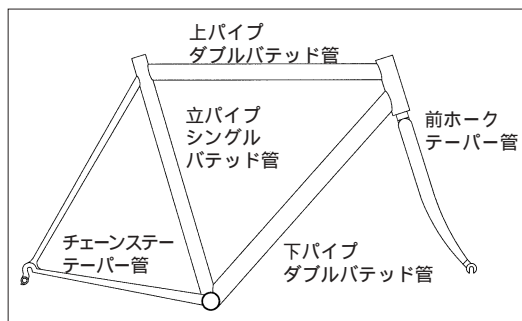
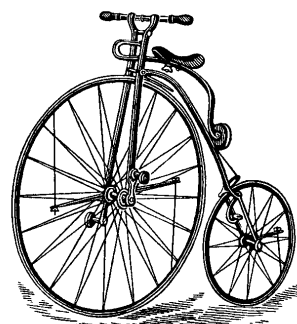


Fig. 6 バテッド管、テーパー管の使用場所



出典) 高木六弥著「自転車部品加工技術の変遷」『自転車技術情報 No.25』自転車産業振興協会技術研究所、1984年10月。

Fig. 7 V字針金スポーク車輪

普通の自転車の車輪は、タイヤを外すと1.5kgしかない。それなのに、車軸の両端を保持し荷重を加えた場合、7,000N程度の荷重まで耐えることができる。シティー車に使われるスポーク車輪は、自重の500倍前後の静荷重に耐えられる特殊な構造物なのである。

木製車輪が金属製となり、スポークも金属の丸棒となって形態はスマートになったが、重量は軽くはならなかった。軽くするためにいろいろな工夫がなされ、最初に登場したのはFig.7のように針金をV字に曲げ、リムの側に取り付けた吊り金具を通してリムを吊るように工夫されたV字針金スポーク車輪である。次に現れたのは単線スポークで、帯鉄板を巻いたリムにスポーク穴をあけ、外周からハブ側にねじを立て、半径方向にスポークをねじ込む方式であった。

次に、ボルトを締付ける際に発生する共まわり現象の解消のため、ボルトの頭の近傍を直角に曲げることが加わり、現在の「ハブつばのスポーク穴に湾曲した頭部を引っ掛け、ねじ部をリムのスポーク穴に差し込んでニップルを締めて、スポークの張力を

加減してリムの振れを取るスポーク”の原形が生まれた。

スポークの形状、太さ、組み方、材質まで含めると、今でも細かな変化を続けている。

スポークは直径が2mm前後の丸棒が基本であるが、材質は鋼（硬鋼線SWRH系）、ステンレス（SUS304から始まり、現在ではSUS430、SUS304耐疲労強度改良材が主流）、アルミ合金、チタン合金等が用いられている。

スポークの組み方はラジアル組み（放射状：牛車の車輪から始まり、大八車に代表される）から始まった。ところが、自転車の後車輪には回転力を伝えるため、車輪の中心部からの回転ねじり力が負荷される。この解消のためタンジェンシャル（ハブの接線方向にスポークを張る現在の組み方、1874年スターレイ）が始まるまでの期間が、スポーク頭部に曲げ加工を加えた時期から、わずかに10年前後しか経っていない。金属加工技術の進化、広域での情報伝達に伴い、スポーク車輪の変化、普及はヨーロッパ圏では信じ難い早さであったと推察される。

その他、細かな工夫として、スポーク本数が4の倍数でなくなる、左右非対称、綾取り、交点結束（ソルダリング）、リムの左右非対称、スポークが丸くないエアロスポーク、中空スポーク、寿命対策のため最近復活した真直スポークなど、さまざまなものが出現している。今もスポーク車輪は、スポークらしく細々と進化を続けている。

スポークを用いない車輪としては、ディスクホイール（Fig.8左側）が挙げられる。これは1982年にイタリア人のモゼールがアワーレコード競技において使用したハニカム構造CFRP円板形車輪が始まりとされている。これは、空気抵抗の削減によりエネルギーロスの低減を図ったものである。1984年のロサンゼルスオリンピック自転車競技での実績が認められ、一気に使用が拡大、定着した。

しかし、屋外の競技場やトライアスロンのような

道路で行われる競技の場合、前輪に使用したディスクホイールに横風が当たると、ハンドルがふらつくことがある。そこで、翼形断面を持つ3～5本の太いスポーク使用したもの（Fig.8中央）や、リムを甲高にしスポークを短くするとともに、スポーク張力を上げることで、スポークの本数を減らして空気抵抗の低減を図ったディープリム（Fig.8右側）がある。

3-3 タイヤ

ドライジーネのころの自転車の車輪は、祭りの山車と同じ華奢な木製車輪であったが、早い段階で外周部の摩耗防止のために金属板を貼るように変化した。しかし、耐久性は向上したが、乗り心地が劣化したため、ソリッドタイヤが使用されるようになった。もっとも、タイヤといっても、ただのゴム製丸棒の両端部を針金で結合しただけの代物であったが。

したがって、それほどの乗り心地の向上は得られなかったようで、後に作られたミショー型はイギリスではボンシェーカーと酷評されるほどであった（日本では「がたくり車」と呼ばれた）。

それを解決したのはW.R.トムソン（1845年。実用にはならなかった）、ダンロップ（1888年）による空気入りタイヤの発明であった。空気入りタイヤの発明は、タイヤ自体での大幅な軽量化、タイヤ自身の衝撃吸収力の向上、さらには路面に対するタイヤのコーナリングフォースの向上といった、副次的なタイヤ機能の向上をもたらした。

しかし一方で、空気入りタイヤの出現は乗車前の空気入れ作業、パンクといったマイナス面も発生させた。

スラスト方向へのタイヤ性能は、本来車体が傾く自転車にはそれほど要求される機能ではなかったが、極限で使用されるロードレース用自転車ではコーナリング時の速度を維持するために必要とされたのである。タイヤ性能が向上した一方で、限界を越えたときの事故のダメージ増大にもつながった。いつになっても自転車の危険度は減らない。

普通の自転車用タイヤのメーカー指定空気圧は300kPa前後である。1トン以上の自重を支えている自動車用タイヤより高圧である。転がり抵抗を減らし、走行速度を早くするためにタイヤ幅を細く、高圧にしているのである。

ダンロップの作ったオリジナルタイヤの形式は、現在でもチューブラタイヤ（Fig.9）という名前で残っている。これは、加硫したタイヤにフラップ用布で保護してチューブを縫い込み、リムテープを縫合部



Fig. 8 空気抵抗の軽減をねらった車輪

に貼り付けたドーナツ状の構造になっている。箱型形状をしたリムにそれを強力な接着剤（リムセメント）で貼り付けて使用している。このタイヤは低くとも700kPaの空気圧で使用できるので、転がり抵抗が大きく低減する。特にトラック競技用の場合は最高使用空気圧1,500kPaと表示された商品まで出現している。これは、トラック競技が開催されるバンクには衝撃の元となる段差が全くないため、衝撃吸収性を無視できるからである。

自転車のタイヤは、空気圧を上げた方が転がり抵抗やタイヤの摩耗、パンクの危険性も減る。しかし一般用自転車では、30年程前に、自転車を自動車から守るために標識のあるところでは自転車も歩道を通行しても良いと道路交通法が改正されたため、歩道段差、レンガ、タイル舗装、点字ブロックなど障害物競走を強いられている。そのため、自転車ユーザーは、メーカー指定空気圧の約半分の空気圧で走行する方法で対策をしている。

乗員にとっては快適な乗り心地と、少しの走行抵抗の増加をもたらす。自転車小売店には飛躍的なパンク修理作業の増加、タイヤメーカーにはタイヤ摩耗による需要の増大をもたらしている。

その対策のため、大手自転車メーカーでは空気圧のインジケータをタイヤに取り付け、空気の補充時期が簡単に分かるようにした製品も考えられている。

4. 快適技術

4-1 サドル

女性と男性では骨格構造の違いから、サドルに乗車した場合、女性は3ポイント、男性は2ポイントで上半身の体重を受ける。前傾姿勢になるスポーツ車では、恥骨結合部が接触するサドル前部の圧力が増加する（特に女性）が、これがサイクリングなどの

長時間走行における痛み発生の要因と考えられる。

一般用自転車のサドルは、スプリングのついたふわふわサドルである。通勤、通学、買い物程度ならば自転車に乗る時間は10分か15分間位であるから問題はない。しかし、1時間も乗ると非常に疲れる。イメージで表現するとお尻がこる感じさえる。ところが、長時間自転車に乗るはずのサイクリスト達は、なぜか硬いサドルを愛用しているのである。

スポーツ車に乗車している場合、前傾姿勢を保ち、人間の運動としては特異な部類に入るペダリング動作を繰り返している。その際には、支持点の中で人体の重心に近いサドルが、乗車姿勢の基準位置となるのである。

競技用自転車のサドルは臀部保持補助具ではない。サドルに座っていたらレースに勝てるはずがない。それはMTBレースでも同じである。サイクリングの世界では位置決め部であり、椅子でもあり、タイヤ、車輪、フレームで減衰させた振動の最終減衰部でもあり、立ち漕ぎ時の太もも内側保持具がサドルなのである。

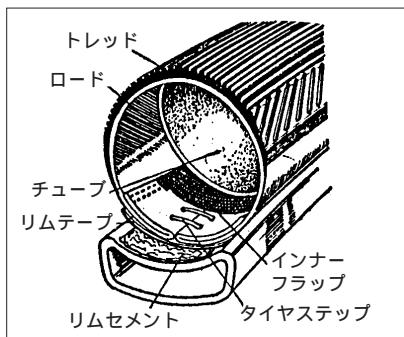
また、レースに使われるサドルやスポーツ用サドルの前端は必要以上に長い。それは、長さによりサドルトップの変形量を大きくし、振動をより緩和させ、立ち漕ぎ時に左右に傾斜するフレームを、太ももの内側で支える役割を果たしているのである。

4-2 ギヤ

自転車の駆動力の源は、乗員の脚力である。しかも、そのエンジンには、特定のトルクとクランクの回転数の組み合わせが望ましいというトルク特性を備えている。

そのために、自転車を走らせる動力源としての人間側の筋力の特性と、その時の走行条件（速度、勾配、路面状況、風など）により変化する自転車側の特性を適合させる装置が、多段ギヤである。自動車やオートバイのエンジンでも、いちばん効率の良い回転数が保てるよう、走行条件を考えながら、適当にトランスミッションを切り替えて走ると燃費も少なく済む。それと同じことが自転車のギヤにも要求されるのである。

チェーン駆動式の自転車の利点として、クランク側のギヤと後輪側のギヤの歯数を変えてやれば、簡単に速比変換ができることである。しかも、チェーンの伝達効率率は98%前後の高いレベルにある。チェーン駆動は自転車に最適な駆動方式なのである。通常の自転車では、クランク側のギヤと後輪側のギヤ



出典) 日本自転車振興会『検車員ハンドブック』。
Fig. 9 チューブラタイヤの構造

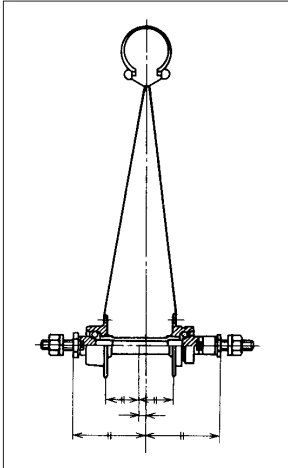


Fig. 10 オフセット組車輪

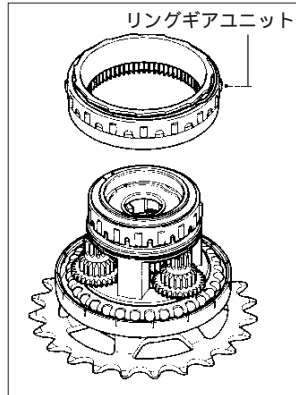
ギヤは1枚ずつしか無く、決まったギヤ比しか得られない。しかし、スポーツ車ではそれを前後ともに数枚ずつ準備し、しかも走行中にチェーンが外れ、隣のギヤに乗り移るといった曲芸のようなことをしているのである。

自転車レースの世界では、クランク側のギヤとして3段変速、後輪側のギヤとして9段変速が使用されている。これらを組み合わせれば、合計で27段変速という非常に多くのギヤ比を選択することができる。これは、人間の出力を最大限に得るために必要とされるものである。ツールドフランスでは、先行車のギヤ板の何枚目にチェーンが掛かっているかを見て、勝負の時期を判断し、競輪では選手が選択したギヤ枚数から体調を推察し車券を購入するのである。

9枚のギヤを組み込むためには、オフセットの問題も生じる。ギヤは、通常自転車の右側に取り付けられるが、そのために、Fig.10のようにギヤ板の厚み分だけ後輪用ハブのスポーク穴の位置が左にずれる。タイヤが車体の中央に来るようにするためには、車輪の左右でスポークの長さ、張力を変える「おちょこ組み」をしなければならぬ。

また、一般用自転車でも上り坂や向かい風は避けずには通れないため、変速機があれば快適である。しかし、スポーツ車のように2枚のギヤの組み合わせを変えてギヤ比を変えるタイプのものであると、どのギヤの組み合わせを選択すればよいのか迷ってしまうとか、日常のメンテナンス、チェーン外れなどの問題が発生する。

それを解消したものが内装変速機(Fig.11)である。



出典)株式会社シマノのカタログより。
Fig. 11 内装変速機

内装変速機では、後輪用ハブ胴の内部に遊星機構を組み込み、それらの組み合わせによりギヤ比を変えるものである。ギヤの部分が表面に出ないため、メンテナンスや防塵対策が不要で、また、結氷や泥詰まりによる動作不良も解消される。最近では、12段の変速比を持つ内装変速機や、乾電池やスピードセンサを内蔵し、走行条件により自動的にギヤチェンジを行う(停止時には自動的にローギヤに切り替わり、軽い踏み出しが可能)オートマチック変速機も開発されている。

4 - 3 ダイナモ(発電機)

一般用自転車のJIS規格では、前照灯の装着を推奨しており、シティー車の前照灯の装着率は90%を超えている。ところが、夜間の前照灯点灯率は30%以下であり、自転車業界でも問題視されている。前照灯をつけない理由としては、ペダリングが重くなる、街路灯などがあり前照灯がなくても走行できる、かっこ悪い(高校生)等の理由が挙げられるが、前照灯は乗員の視野の確保の面だけでは無く、歩行者や自動車からの視認性確保の面からも必ず点灯すべきである。

最近では、乾電池式のライトに振動センサと照度センサを組み合わせ、夜間の走行時に自動的に点灯するものもある。また、LEDと充電式乾電池により、1回の充電で1ヶ月以上も使用できる製品も出ている。

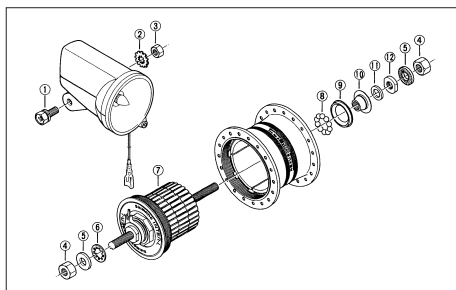
またダイナモ(発電機)についても、従来のダイナモはタイヤの側面にローラーを押し付けて、発電機を回転させるため、どうしても走行時の抵抗が大きくなりがちであった。

そこで最近では、前車輪のハブ胴の中にコイルと永久磁石を組み込んだハブダイナモ(Fig.12)が開発されている。これは、ライトを点けても消してもペダルの重さはほとんど変わらず、しかも暗くなったら自動的に点灯するので、ライトのつけ忘れが無い。

5. 安全技術

5 - 1 ブレーキ

道路交通法施行規則には、自転車は「乾燥した平坦な路面において、制動初速度が10km毎時のとき、制動装置の操作を開始した場所から3m以内の距離で円滑に自転車を停止させる性能を有すること」と記載されている。しかし、トータル重量で70kgも



出典) 株式会社シマノのカタログより。
Fig. 12 ハブダイナモ

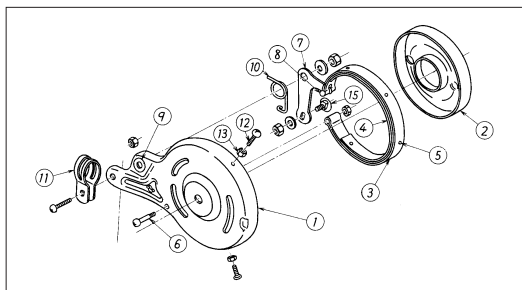


Fig. 13 バンドブレーキ

あるような移動体の運動を、人間の握力だけで止めるのは簡単なことではない。握力が小さく、しかも手が小さいため、にぎり代を大きく取れない幼児車ではなおさらである。しかも、二輪車である自転車はタイヤがロックすれば転倒につながり、雨の日の制動も考えると、その開発は容易なことではない。

一般に用いられるシティ車で使われるブレーキはバンドブレーキ (Fig.13) である。これは、後輪に固定されたブレーキドラムの外周に、ブレーキ帯に鉋止めしたブレーキライニングを配置して、ブレーキ帯端のクランク機構の作動でライニングをドラムに巻きつけて車輪を制動する後輪用ブレーキ装置である。このブレーキの欠点とされるのは、ブレーキライニングとドラムの摩擦時に発生する「鳴き」と呼ばれる制動音である。

それに対応するために考え出されたブレーキにローラーブレーキがある。ローラーブレーキは、操作ワイヤーでカムを回転させ、カム面をローラーが転がり、それによりブレーキシューをハブシェル内面に押し付け、制動力を得るものである。ハブシェルに内蔵され、しかも潤滑としてグリスを封入しているため、防水、防塵、防錆にすぐれ、メンテナンスフリー性と、雨水や注油による制動力の低下も無いという優れた性能を持つものである。

また、MTBのダウンヒル競技では、オートパイに使用されるようなディスクブレーキも用いられている。従来は、重量の増加、油漏れの心配、高価格というデメリットがあり定着しなかったが、大きな制動力を必要とするダウンヒル競技では、再び使われるようになってきた。

5 - 2 回転中の車輪の保護

前章において、70kgもある移動体の運動を止めるのは容易なことではないと紹介したが、実は逆に車輪の回転が簡単に止まってしまうために起こる事



Fig. 14 ドレスガードのついた自転車

故も多い。それは、車輪への異物の巻き込みである。

一説によれば、自転車に関連した事故、クレームの50%以上を占めると言われている。本来ならば自転車は、裾がチェーンに巻き込まれたりするようなズボンや、風により裾がはらむようなスカートでは乗らないのが常識である。しかし、買い物や通勤、通学といった用途を考えるとそうとばかりも言っておれない。

JIS規格でも、チェーンケースの装備義務付け、箱型錠にはずり落ち防止措置を施すこと、チェーンの脱落やブレーキワイヤーの切断で車輪の回転を妨げないことなどが規定されている。また、女性が乗ることが多いシティ車では、スカートを後輪に巻き込むことを防止するためのドレスガード (Fig.14) が装着されたものも多い。

しかし、最近では前輪への異物巻き込みの事故が多くなってきている。後輪の回転が急に止まっても、自転車が急制動するだけであるが、前輪の場合は急制動により前転状態となり、乗員が道路に投げ出され、より危険性が高い。巻き込むものとしては、傘、コート、裾、ハンドルにかけた荷物などが多いが、自転車を乱暴に扱ったため、どろよけが変形し、振動で車輪に接触し巻き込まれる事例も見られる。

ユーザーが事故のショックで何かを巻き込んだこ

とを忘却し、メーカーにクレームをつけてくる例も多い。しかし、この場合でもスポークの折れ、前ホークの塗装傷などの痕跡から前輪への異物巻き込みの事故と判別できる。

前輪にもドレスガードのような防護網を取り付ければ良いのであろうが、横風を受けた場合に、ハンドルを取られることになりかねず、それもできない。したがって、ユーザーには自転車の前輪に異物を巻き込むと大怪我をすることを念頭に置き、ハンドルにスーパーの袋や傘をぶら下げないよう留意していただきたい。

5 - 3 夜間の視認性

夜間の自転車乗車中の事故による死者は、大部分が自転車対四輪車事故によるものである。その中でも出会い頭の事故が40数パーセントであり、最も多い。

JIS規格では、自転車は前照灯を備えることが推奨されている（道路交通法では、夜間もしくは視界が50m以下の場所を走行する場合は、前照灯の点灯が義務付けられている）。前照灯は自分のためにつけていられると思われがちであるが、実際には自動車からの被視認性を高め、歩行者への注意喚起に役立っている。日本では前方10mの障害物を確認できる視認性が求められているのに対し、アメリカでは前方300フィートから確認できる被視認性が求められているほどである。

前照灯以外では、自転車の被視認性を高めるためのリヤリフレクタ、ペダルリフレクタ、サイドリフレクタの装着が義務付けられている。しかも、リフレクタをはじめとする反射器材は、100m後方から照射された時に反射光を確認できる高い性能が要求される。

これらは全て、夜間の自動車からの被視認性を考えて規定されている。さらに、夜間の走行が多いユーザーは、前照灯をつけ忘れた（もしくはつけない）時のためのフロントリフレクタ、サイドからの視認性を高める反射テープリング、後部の視認性を高める赤色点滅式LEDテールランプの装着が望ましい

と考える。

また、近年では前照灯のランプバルブに蓄光材を塗布したり、バッテリーを内蔵したLEDを組み込むなどして、停止時の被視認性を確保した製品もあり、選択の幅も広がっている。

6 . おわりに

自転車は、ドライジーネの発明以来190年間、いろいろ改良され、今や成熟した乗り物であると言われるが、今でも少しずつ変化しているのである。しかし、基本的な構造は100年以上変わらないため、自転車に興味の無い人には、その変化は目に留まらない。

例えば、自転車を購入しようと店頭で並ぶシティ車を見ても、見た目では1万円の輸入自転車と3万円の国産自転車には差が見つけられないため、どうしても安価な輸入自転車を購入してしまう。そのために、今では輸入車の比率が60~70パーセント以上を占めているほどである。

しかし、自転車は自分自身をエンジンとして、自分の命を乗せて走る乗り物である。走行中にフレームが折損したり、事故を回避しようと急ブレーキをかけてもあと1cmのところまで停止しなければ大怪我をするであろう。また、プレス部品の縁が鋭ければ切り傷を負い、車軸の回転やギヤのかみ合わせが不調ならば、せっかくのパワーを浪費しかねない。そういう点からも、自転車の価格差がどこにあるのかをしっかりと見極めていただきたいものである。

本稿により、自転車の工夫が少しでもたくさんの方々の目に留まることを望むものである。

参考文献

- 1) 『自転車実用便覧 第5版』財団法人自転車産業振興協会、1995年
- 2) 多木浩二、佐野裕二他『自転車 機械の素』株式会社INAX名古屋ショールーム、1988年
- 3) 『クラシック自転車写真集』財団法人シマノサイクル開発センター、1992年