

伝達部品の各組合せにおける チェーン乗移り時のワイヤ荷重測定 〈内外自転車等の品質、性能調査研究〉

技術第1部自転車工学課 井上重則

まえがき

前年度に行った駆動部品の品質、性能調査に引き続き各駆動伝達部品を組み合わせた場合の総合性能のうち、チェーン乗移り時のワイヤ荷重を対象に性能調査を行った。調査の対象とした駆動伝達部品は、一部を除き前年度に収集した銘柄と同一の試料である。

1 目 的

変速性の中で、変速の良さとか、変速の軽さ、あるいは変速の滑らかさということがよく議論のまとなるが、今回の試験ではそういった中で、使用者の習熟に影響されることのない変速の軽さを対象として検討した。ただし本試験においては、リヤディレイラのみを対象とし、各種チェーン、フリーホイールとの組合せによる変速作動時のワイヤ負荷重を測定した。

2 装 置

写真1に試験装置の外観を示す。この試験装置は、供試対象とした各ディレイラ専用のエンドを付け替えられるように改造したフレームにおいて、モータによりクラック軸を回転させて、トランスミッションを作動させるようにした装置で、そのリヤディレイラ作動ワイヤ端に

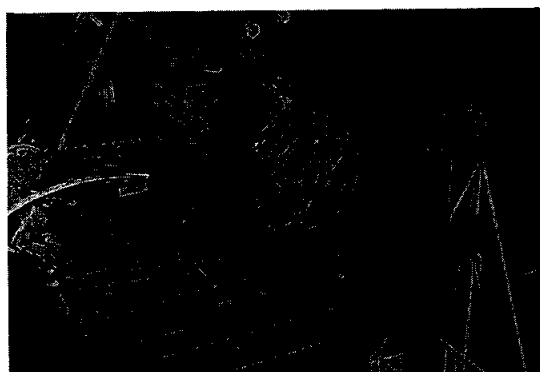


写真1 試験装置外観

重りを負荷できるように設定した。

また供試品は表1に示した各部品で、チェーン、6段フリーホイール、リヤディレイラ各々4種類ずつであり、その組合せ総数は $4 \times 4 \times 4 = 64$ 通りとなる。その各々の組合せにおいてそれぞれ3回ずつの試験を行い、その平均をとった。また、ワイヤ端末に取り付けたかごへの重りの載せ方は、1kgの重りを静かに載せ、1分間放置してディレイラが作動しなければさらに負荷を加える。もしディレイラが作動すれば、作動した時点よりさらに1分間放置して作動確認するという方法をとった。これは予備試験の段階で、負荷後すぐにディレイラが作動する場合もあれば、数分してから作動する場合もあり、なんらかの時間的統一を図るという意味で行ったもので、1分間という時間に根拠はない。また、重りを取り除くときもこの方法と同じで、負荷を除いて1分後、もしくはその間にディレイラが作動した場合は、そのままさらに1分間放置して作動するか否かを確認する方法をとった。

一方、各ディレイラを作動させるインナワイヤは共通のものを用い、アウトワイヤは、同一メーカーのもので、各ディレイラに合わせて長短何本かを用意してディレイラごとに使い分けるようにした。ワイヤの長短により摩擦抵抗が異なると考えられるが、ディレイラの形により

表1 供試品一覧

チェーン	フリーホイール	ディレイラ
レジナ エキストラオロ	マイヨール 700	カンパニョロ スーパーレコード
セデス セディカラー	レジナ エキストラオロ	サンプレックス スーパー-L.J.
大同工業 スポーツ サイクルチェーン	島野工業 デュラエース	島野工業 クレーン
報国チェーン ブルースカイ	マエダ工業 シュパーブ	マエダ工業 シュパーブ

長短の出てくることは避けがたいし、抵抗自体も無視しうる程度と考え、無視した。

駆動のために使用した大ギヤは51Tの歯数で、アウトギヤとして使用した。チェーンラインは使用したチェーンホイールに合わせてリヤエンド取付時に目視で調整して合わせた。またフリーホイールの前後位置は、エンドアジャストねじをハブ心が最も前にくるように調整した位置で、リヤセンタが各エンドに関係なく、等距離になるようにエンド取付具を調整してあり、そのときのリヤセンタは約420mmである。なお試験時のクランク回転数は毎分60回であり、フリーホイールの歯数は13T, 14T, 15T, 17T, 19T, 21Tである。

チェーン長さは、各組合せにおける最適長さがあると考えられるが、組合せごとに最適長さを調べるのは不可能である。予備試験で、チェーン長さを変えて最適長さを求める試験を何例か行ったが、非常にラフな傾向として、チェーンが長いほど、ワイヤ荷重は小さくても作動しやすいという傾向は確認できたものの、供試品によっては、チェーン長さとしてワイヤ荷重が一概に同一傾向といえない組合せもある。試験を行う上でのやりやすさなども考慮した上で、さらに一部のディレイラにつけられていた説明書なども参考にし、使用供試品にかかわらず、すべてのチェーン長さを110こまとして試験に使用した。

また、チェーンを切ったり継いだりすることによって、たわみなどに変化が起きるのを避けるために、一度取り付けたチェーンはそのままとし、他のフリーホイールやディレイラの組換えで16通りの組合せ試験を行い、次に他メーカーのチェーンを試験するという方法をとった。

試験の前後でチェーンのたわみの変化を測定したが、100こまを対象とし、L字形の支えのある平面上で、チェーンの一端をL字の角に置き、反対端を手前の支えに沿わせて、L字のコナ方向に押してチェーンをたわませる。手を放しても手前の支えとチェーン端が離れない最大のたわみ時の、手前の支えからチェーン中心までの高

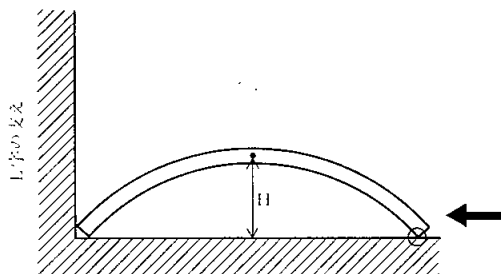


図1 チェーンのたわみ測定
 図中で左方向に押して手を放したときの反動で、○印があかない最大の高さをたわみとする。

さをたわみとした。(図1参照)

チェーンの2面におけるたわみを測定し、たわみ量の小さい方が外側(フレームと反対側)にくるようにチェーンを取り付けた。なお試験に際しては、同一メーカーの複数試料の中から、比較的たわみが同程度の試料をそろえて選択して使用した。

3 結 果

64通りの試験結果を、チェーン、フリーホイール、ディレイラ別に集計すると、図2～4のようになる。

まず順を追ってチェーン別のグラフから説明すると、この場合は前にも述べたように、切ったり継いだりすることによってチェーンが変化するのを避けるために、一度長さを合わせて継いだチェーンは試験終了までそのまま切らずに使用した。チェーンの試験順はレジナ、セデス、ダイドウ、ホーコクの順であり、このためフリーホイール歯先のエッジ摩耗などにより、有利、不利が出てくる可能性もあろうが、同じフリーホイールで本試験前に予備試験を行ったり、今回の試験も無負荷で回数もさほど多くないことから、試験順序による差は無視することにした。

結果的には、トップ側からロー側へ乗り上げていく状態のときは、レジナが最も小さなワイヤ荷重で作動し、セデス、ホーコクと続き、ダイドウがやや大きいという結果である。荷重が最大のダイドウと最小のレジナを比べてみると、トップ側のステップでもロー側のステップ

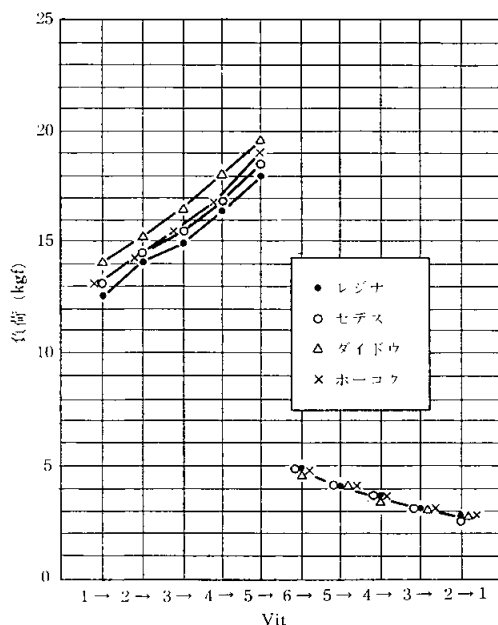


図2 作動時のワイヤ荷重(チェーン別)

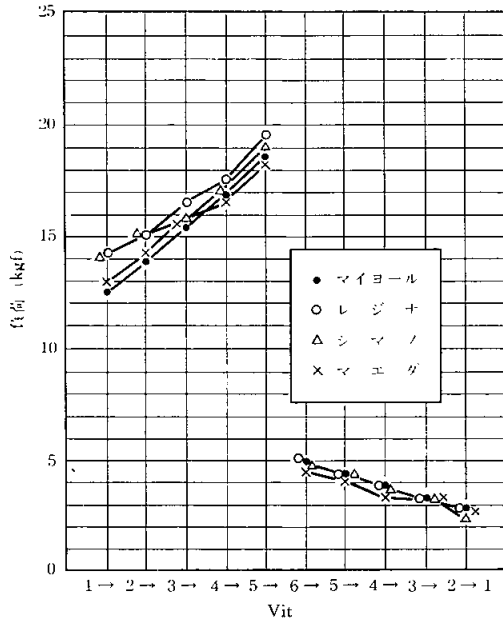


図3 作動時のワイヤ荷重（フリーホイール別）

でも、ほぼ一定の1.5 kgfの荷重の差がある。わずか1試料で結論づけるのはあまりにも早計ではあろうが、ワイヤ荷重の1割を越す違いは、個体差なのか製品の違いによる差かは一概にいえませんが、あきらかにチェーンによってチェンジの軽さに差があるといえよう。一方、もどり方向への作動時には、供試品による差はほとんど見られなかった。

フリーホイール別に集計したグラフを見ると、傾向としてマイヨールが各ステップに関係なく直線的にワイヤ荷重が大きくなっているのに対して、他の3メーカはやや乱れている。ワイヤ荷重の大小は各ステップにより差位があるが、全体を平均してみると、マイヨール、マエダ、シマノ、レジナの順になる。国産の2銘柄のものは外国のものに比べて細かく見ると、前半のステップと後半のステップがそれぞれ一直線をなし、2本の線の間で段差があるという形を示している。シマノにおいてはそれが3段目から4段目に移るステップ、マエダにおいては4段目から5段目に移るステップにそれが見られる。これはそれぞれのフリーホイールにおいて、シマノは3段目から、マエダは4段目からの歯に、独自の形状にカットされた歯先を持つ歯を使用しているのによく合致する。

またフリーホイールの歯の取付形式が、レジナ以外は表側からスプラインでロー側を取り付け、アウト側をねじ込みにしているのに対し、レジナのみは裏側から左ねじでロー側2枚が、表側から右ねじで3枚が取り付けられている形式であるため、ハブの胴付面から歯までの距

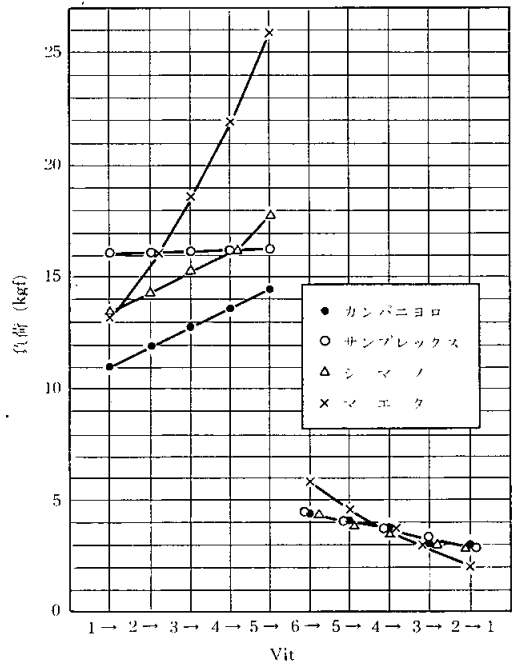


図4 作動時のワイヤ荷重（ディレイラ別）

離が、レジナの場合他のメーカのフリーホイールより2mm弱ハブ側に近づいている。つまりレジナの場合は、他メーカのフリーホイールに比べて、2mm余計にディレイラを作動させないと各歯にかからないということになり、それだけワイヤ荷重も大きくなってしまいます。レジナのフリーホイールを使う場合は、実際に他のフリーホイールよりも位置関係からワイヤ荷重が大きくなることは避けたいが、歯先形状による比較を行うためには、この2mm近い歯先位置のずれを補正しなければならない。そのためには、単純に考えて各フリーホイール歯先の間隔がメーカや何段目かによって若干異なるが、平均5.7mm前後であるので、レジナのグラフを各ステップ間の約1/3ずらしてやればよいことになる。この補正を行うと、レジナのワイヤ荷重はシマノよりもやや軽いくらいまで下がってくる。

一方もどり方向への負荷重は、レジナ、マイヨール、シマノ、マエダの順に大きい。この場合、その順序は往きの場合とは大きく異なってきており、小さなワイヤ荷重でロー側へ移動させる歯先形状が、トップ側への移動には有利といえないようである。しかしマクロ的に考えると、もどりにおいてはメーカによる差はほとんどないといえよう。

ディレイラ別の集計は、それぞれ非常に異なった形であり、ワイヤ荷重の変化を示している。これはリターンスプリングの強さの違いや、パンタグラフの大きさ、そ

の作用点の位置関係、あるいはメカニズムの差などの集積されたものと考えられる。

カンパニョロの場合、ワイヤ荷重が最も小さく、各ステップにおける増加状況も直線傾向で安定している。サンプレックスの場合、1段目から2段目へ、そして3段目、……というよりは、1段目から一気に6段目にチェンジしてしまうという動きを示すため、ステップに関係なくほぼ一定のワイヤ荷重で作動しているようなグラフになった。シマノは形式的にはカンパニョロと同様であるが、後半のステップの増加がやや大きい点と、ワイヤ荷重が2割近く大きい点が異なる。マエダは前半のステップにおいては、ワイヤ荷重が他のメーカーと大きな違いはないが、後半になるに従って増加が著しく、最終ステップでは、最も軽いカンパニョロの荷重の約2倍にも達している。しかし、各ステップごとの変化に直線的に安定している。

またもどり行程の場合は、マエダを除く3メーカーは同じくらいのワイヤ荷重を示しているのに対し、マエダは特に6段目から5段目のステップで他に比べて3割増し近いワイヤ荷重で作動している。これはリターンズプリングが他に比べて多少強いものを使用しているためと考えられる。一方他メーカーのものに比べて2倍近い力が必要なディレイラというのは、使用するときには問題ではないかとも考えられるが、現実の使用状態は無負荷ではないし、レバーの位置保持のための摩擦力の大きさやレバー比などを考えると、それほどの異和感はないものと考えられる。

4 その他の試験

4.1 試験前後におけるチェーンたわみ量の変化

供試用に各メーカーのチェーンを4本ずつ購入して、入荷時点で各チェーンのたわみを測定した。測定方法は前述の通りである。その結果を表2に示した。その中から本試験用として300mm前後のたわみのものという基準で1本ずつを選んだ。ただし、ホーコクのみは全体にたわみが非常に小さく、この基準には合わないため4本中最大のたわみのものを試験対象とした。

本試験においては1段目から6段目への往復を3回×16通り、計48回無負荷で繰り返した。組合せによってはいわゆる乗り移りにくくて、がちゃがちゃという状態をかなり長時間にわたり続けていた試料もあるが、それぞれ表3のように試験前後でたわみ量が増えている。

実際に使用した場合のたわみ量の変化測定例すら、非常に少ないが、今回の試験程度で、これほどたわみが増

表2 チェーンのたわみ量 (mm)

メーカー名 No.	A面	B面	平均
レジナ ☆ 1	310	304	295.4
	2	288	
	3	313	
	4	267	
セデス ☆ 1	311	303	309.5
	2	317	
	☆ 3	299	
	4	303	
ダイドウ ☆ 1	307	293	290.5
	2	286	
	3	281	
	4	297	
ホーコク ☆ 1	219	239	224.6
	2	198	
	☆ 3	251	
	4	223	

(☆印は供試対象チェーン)

表3 試験前後におけるチェーンのたわみ量変化 (mm)

メーカー名	試験前	試験後	増加量	平均増加量
レジナ	310	322	12	13
	304	318	14	
セデス	304	312	8	9
	299	309	10	
ダイドウ	307	332	25	24
	293	316	23	
ホーコク	251	263	12	16
	234	254	20	

加するとは当初予想できなかった。初期増加といったたぐいのもので、この後はある程度長期間安定した状態が続くものであろうか。今後さらにチェーン長さやたわみなどの長期的な変化なども求める必要がある。

4.2 チェーン長さとうワイヤ荷重

予備試験として、(A)レジナー-カンパニョロ、(B)ダイドゥー-シマノの二つの組合せについて、順次チェーン長さを変えた場合のワイヤ荷重を測定した。大ギヤは51Tのみ、フリーホイール歯数は13Tから21Tで、(A)のカンパニョロのディレイラの場合、最小のスプロケットにおいて、チェーンがたるまずになおかつ最大のスプロケットまでチェーンがかかるというチェーン長さの範囲は114Lから106Lまで、同様に(B)のシマノのディレイラの場合、ダブルテンションのせいもあり、116Lから106Lの範囲で作動した。

その結果を図5および図6で示す。ただし、この試験においても3回ずつの平均である。かなりわかりにくい

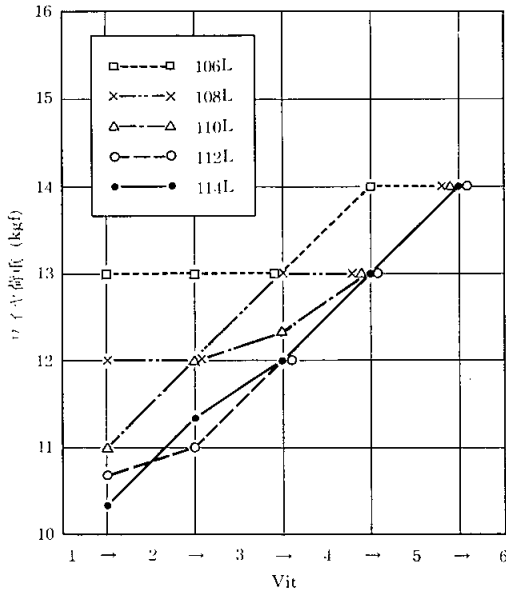


図5 チェーン長さによるワイヤ荷重の変化
(A)組合せ (レジナ-カンパニョロ)

グラフであるが、図5の(A)の組合せの場合、最終ステップのワイヤ荷重はチェーン長さにかかわらず一致しているが、始めのステップにおいてはチェーン長さが短くなるに従って、おおむねワイヤ荷重は増加している。一方、図6の(B)の組合せの場合、始めのステップにおいてチェーン長さが短くなるにつれ、ワイヤ荷重は増加している傾向がはっきりと見られるが、途中のステップにおいてはかなり乱れており、チェーン長さとうワイヤ荷重に一定の関係はあまり顕著には見られない。けれども最後のステップでは、始めのステップと同じような傾向が見られる。もどりにおいては、多少の違いはあるものの、あまりに個々のグラフの差が小さく図示するとほとんど区別できないため省略した。他のディレイラに関してはこういった試験を行っていないが、チェーンの最適長さというものにはディレイラにより異なるものと考えられる。

また、歯数およびその歯の位置関係により、ワイヤ荷重が変化するかどうか一部テストを行ったが、条件設定が非常に困難であり、傾向すらつかむことができなかった。この試験を行うには条件設定から考え直して取り組む必要がある。

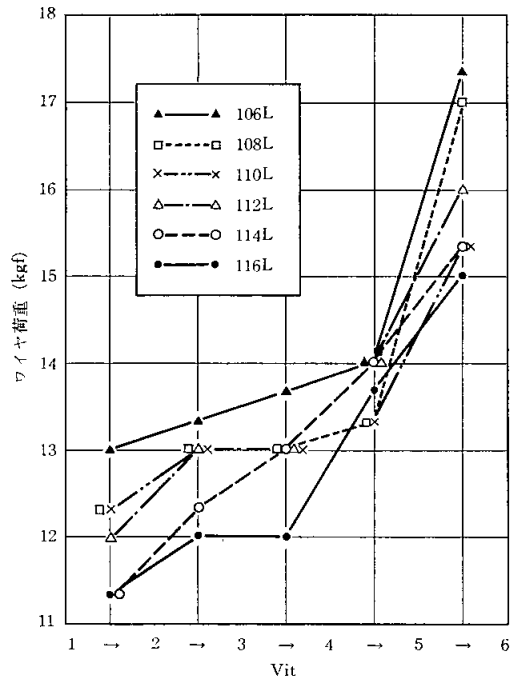


図6 チェーン長さによるワイヤ荷重の変化
(B)組合せ (ダイドゥーシマノ)

あとがき

変速性の試験を計画したが、実際の試験方法を検討した結果、今回の試験内容になった。この結果から各供試品による差が大きいか、小さいかは判断基準により異なるろうし、今回の試験では、メーカや種類による差なのか個体差なのか判定できかねるが、各部品ごとになんらかの違いを見いだせたものが多かった。部品別に考えれば今回の試験においてはディレイラによる差が非常に大きく、チェーンやフリーホイールによる差はそれに比べれば小さいといえることができる。一方、幾通りもの組合せで試験を行ったが、組合せにより特にチェンジが軽くなるとか、重くなるといったことは、今回の組合せの中ではなかった。変速性と言ってしまうものの、その評価基準は千差万別であり、特に定量化できる評価となるとその範囲もかなり限られてくる。今回はそれらの中で、チェーンの乗移り時のワイヤ荷重測定を行ったが、変速性と呼ばれているものの複雑さに改めて気付いたというのが実感であり、今後これらの研究を進める必要性を痛感している。