

身近な金属の
ミクロ組織を読む

第・回 24

1. はじめに

自転車の歴史の始まりは、前後に2つの車輪を並べたものにステアリング機構をつけるという特許を1818年にフランスで取得したドライス男爵(ドイツ)の発明した、ドライジーネとするのが定説である。車体と車輪は木製で、サドルにまたがり足で蹴って進み、ブレーキの役目も足である。動力の伝達機構も制動機構も存在しない。写真1は堺の自転車博物館に展示されているドライジーネ型自転車である。

クランク、スプロケット、チェーンなどは、自転車の動力伝達において画期的な発明であった。今回は、駆動と制動関係の部品について調査した。

2. 調査した部品

調査した自転車は前回と同じものである。表1に今回調査した部品を一覧表として示した。写真2、3にペダルによる回転部近くの駆動関係の部品の外観を示す。写真2はクランクとペダル、写真3は回転軸と大ギヤ(スプロケット)と、それらの取り付けられるフレーム下部である。写真4にチェーンの構成を示す。チェーンは全長約1m20cmで、歯車の歯と直接噛み合うローラーブッシュと、リンクプレート(2種類)、ピンから成る。写真5は後部車輪部の動力伝達用ギヤ(小歯車)、ハブ、後輪の制動ドラムから成る組立部品である。そのギヤ(小)を調査した。制動系では、ブレーキワイヤを調査した。ブレーキワイヤは直径0.33mmの細い素線を19本撚り合わせた撚線(径1.5mm)で、ハンドルの作動部から写真に示される制動系の「てこ」まで延びている。



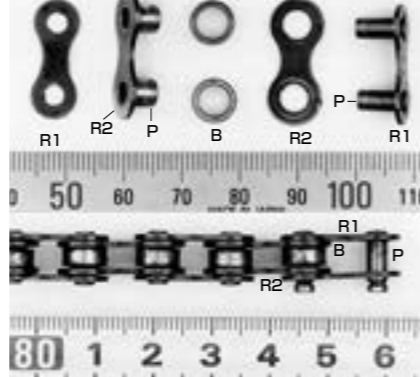
【写真2】クランクとペダル(右はクランク)



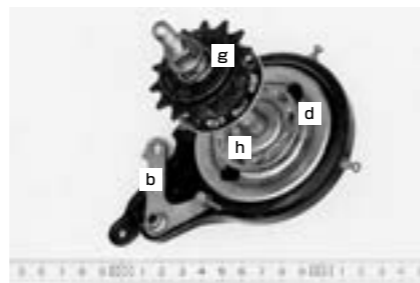
【写真1】ドライジーネ型自転車(自転車博物館:堺)



【写真3】ペダルの回転軸とスプロケット(最上段はフレーム下部の回転軸取付部)



【写真4】チェーン(R1,R2:リンクプレート、B:ローラーブッシュ、P:ピン)



【写真5】後部のハブ・ギヤ・ブレーキドラム等 組立部品(b:ブレーキのてこ、d:ブレーキドラム、g:ギヤ、h:ハブ)

【表1】調査結果(1)

分類	部品名	形態	大きさ*	化学成分 (wt.%)					硬さ** (ビッカース)
				C	Si	Mn	P	S	
ペダル回転部	クランク	棒状両端孔	W20×15×190	0.19	0.02	0.71	0.018	0.015	HV 208
	回転軸	丸棒	φ16×125	0.17	0.25	0.84	0.016	0.014	HV 315
	ギヤ(大)(スプロケット)	歯数32	φ約140,1.9	0.034	<0.01	0.20	0.026	0.007	MHV 180
チェーンによる動力伝達部	リンクプレート	ひょうたん形	W8.1~9.5×1.2	0.74	0.22	0.69	0.014	0.017	HV 451
	ブッシュ	円筒リング	φ7.7(外径)	0.21***	0.03	0.43	0.021	0.016	深部MHV 312
後部ハブ部	ギヤ(小)	歯数14	φ約50,12.3	0.26***	<0.01	0.37	0.021	0.032	深部MHV 175
制動系	ワイヤ	撚線	φ1.5(素線19本)	0.61	0.19	0.72	0.019	0.010	—

*W:巾、t:厚さ、φ:長さ **荷重 HV:1kg, MHV:100g ***:浸炭炭除去後のC%で参考値

自転車(2)

●シリーズ●

材料の素顔に迫る

【駆動・制動部品】

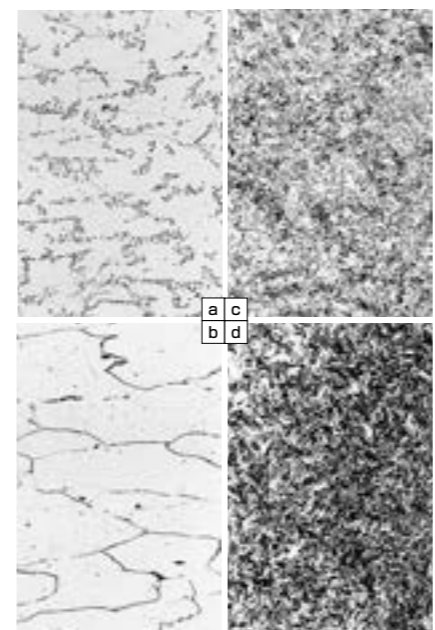
邦武 立郎

第2の足 とも言える愛すべき乗り物、自転車は、約2000もの部品を組み立てて出来ています。

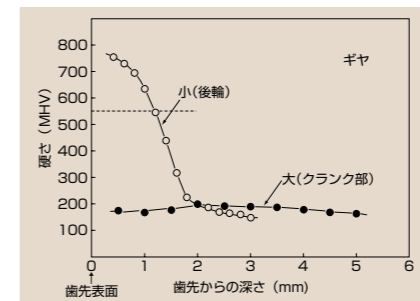
丈夫で快適、なによりも安全に走るための工夫の結晶です。今回は自転車の命とも言える「動く、止まる」ための部品を分析しましょう。

3. 調査結果

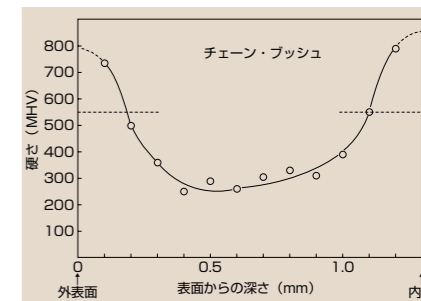
表1に調査品の化学成分の分析結果と硬さの測定結果をとりまとめた。クランク、回転軸は低炭素鋼、チェーンのリンクプレート、ブッシュはそれぞれ高炭素鋼、低炭素鋼である。前者はプレスによる打ち抜き後、焼入れ、焼戻しを行っているが、後者はリング円筒の内外表面に浸炭後、焼入れ、焼戻しを行っている。ギヤは、ペダル部の大きいものは極低炭素鋼でプレス打ち抜きのままで、熱処理を施していないが、後部のギヤ(小)は歯部表面に浸炭を施したのち、焼入れ・焼戻しを行っている。代表的な顕微鏡組織を写真6に示す。クランクの炭化物は偏在して球状化している。ギヤ(大)ではフェライト結晶粒が細長く変形しており、冷間加工状態のままと考えられる。ブレーキワイヤは素線の横断面について示した。写真7は、ローラーチェーン・ブッシュの表面硬化部の顕微鏡組織である。表面硬化処理の有無、本体熱処理の状況を表2にとりまとめた。ギヤの歯先表面から内部へ向かっての硬さ分布を図1に示す。ギヤ(小)の硬化層はかなり深い(有効深さ1.2mm、全硬化層約2.5mm)。図2にチェーンのブッシュについて、表面から肉厚方向の硬さ分布を示す。ブッシュの円筒表面には内外面に有効深さ0.2mm、全硬化層深さ0.4mm程度の硬化層が与えられている。



【写真6】顕微鏡組織写真(a:クランク、b:ギヤ(大)、c:チェーンのリンクプレート、d:ブレーキワイヤ)



【図1】ギヤの歯先からの硬さ分布



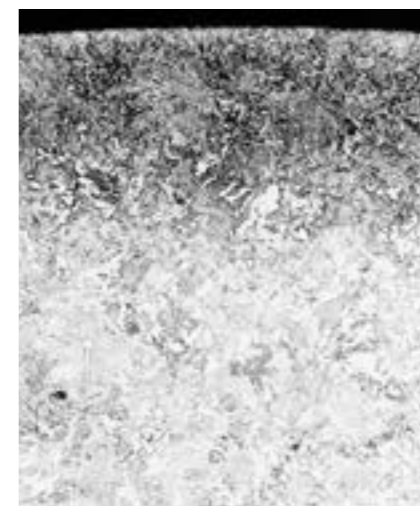
【図2】ローラーチェーン・ブッシュの肉厚方向硬さ分布

【表2】調査結果(2)

分類	部品名	材質	成形	熱処理	
				表面硬化の有無	本体熱処理*
ペダル回転部	クランク	低炭素鋼	鍛造(冷間か)	無	鍛造のまま
	回転軸	低炭素鋼	鍛伸	無	QT
	ギヤ(大)	極低炭素鋼	プレス打抜	無	打抜のまま
チェーンによる動力伝達部	リンクプレート	高炭素鋼	プレス打抜	無	QT
	ブッシュ	低炭素鋼	引抜鋼管	有(内、外面)	QT
後部ハブ部	ギヤ(小)	低炭素鋼	プレス打抜	有(歯部)	QT
制動系	ワイヤ	高炭素鋼	線引	無	線引のまま

*QT:焼入れ、焼戻し

ブレーキのワイヤは0.6%Cの高炭素鋼である。伸線引き抜きのままと考えられる。



【写真7】ローラーチェーン・ブッシュの表面部顕微鏡組織写真

4. おわりに

前回に1870~80年頃に開発されたオーディナリー型と名付けられた自転車を紹介した。これは、乗るのも漕ぐのも一苦労だったが、停止するのも大変だったようである。レース用にも使われたが、ゴールは必ず池の岸辺だったという。なぜなら、急に止まれないから、池に自転車ごと飛び込んで止まったのだ、という嘘のような話が伝わっている。1) 自転車の技術発達史の上で、動力伝達と共に制動も大切である。自転車の技術発達の上で、重要だったと思われる事項のいくつかについて、発明・開発された年代を表3に挙げてみた。1)~4)

【参考文献】

- 1) サライ 1995 No.22 小学館
- 2) 柏木 博 日用品の思想—自転車 1997.9.14 日本経済新聞
- 3) 佐野 裕二 発明の歴史—自転車 発明協会 1980
- 4) ドラゴスラフ アンドリッチ 自転車の歴史 ベースボールマガジン社 1992

【表3】自転車に関する技術開発(例)

年代	発明・開発事項	発明・開発者	備考
1839	後輪駆動(「てこ」による)	マクミラン(イギリス)	ペダル式、ただしチェーンなし初めて足が地面を離れる
1861	クランク—ペダル	ミショー(フランス)	前輪軸にクランク直結
1877	軸受け 管フレーム		
1879	チェーン—スプロケット	ローソン(イギリス)	チェーン、スプロケットによる後輪駆動(現在の自転車の原形)
1880	ローラーチェーン	レイノルド(イギリス)	
1885	ダイヤモンド型フレーム	スターリー(イギリス)	
1888	空気入りタイヤ	ダンロップ(イギリス)	木製車輪→鉄の輪をはめる→中実ゴムタイヤ→空気入りタイヤ