

身近な金属の  
ミクロ組織を読む

第 回  
23

# 自転車(1)

●シリーズ●

## 材料の素顔に迫る

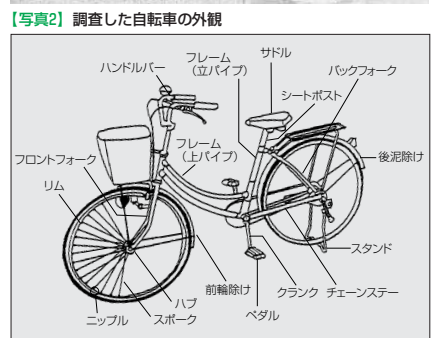
### 1. はじめに

自転車博物館（堺市）の前庭に銀色に光る大きな二輪車のモニュメントがある（写真1）。大きな前輪と小さな後輪が特徴的である。前輪の上部にサドルが乗っており、ペダルは前輪の軸に直結している。これは、フランスで1860年代に登場し、イギリスで大いに普及したといわれるオージナリー型と呼ばれるものである。自転車の発達史の上で一時代を画したタイプである。1) サドルに乗っかるのも容易ではないが、乗り心地も良くなかったようで、注1) Bone Shaker（骨ゆすり、又はがたくり車）とあだ名されていたそうである。自転車が登場したのは1810年代といわれるが、1) 2) それからほぼ2世紀を経て、一時期は自動車に押されて衰退するかと思われたが、今日なお自転車は盛んに愛用されている。

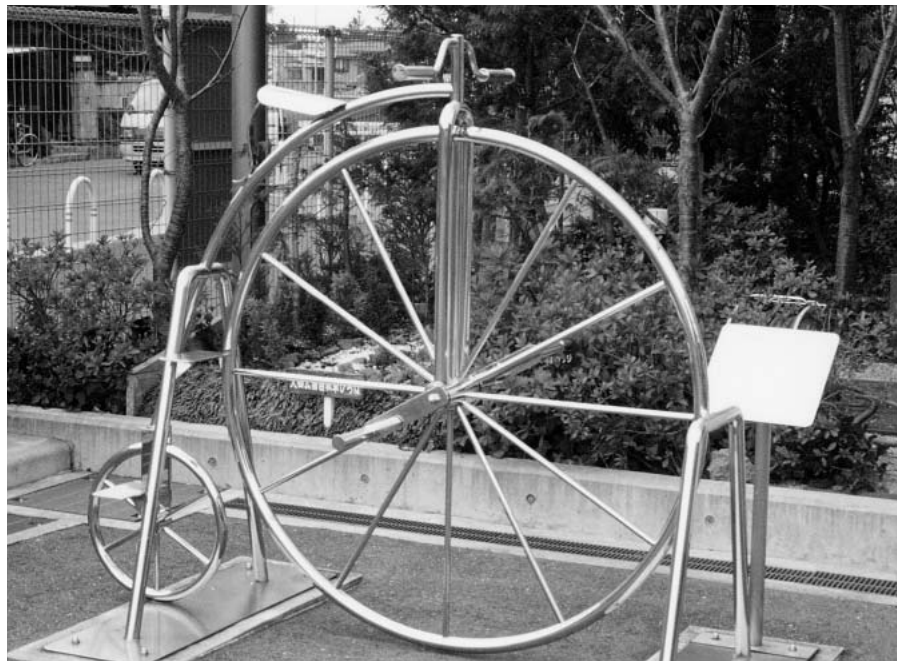
ここでは、現代の自転車を材料という切り口から解剖してみることにするが、まず自転車のいろいろな部品の中で、主として構造部品を取り上げる。

### 2. 調査した自転車

調査した自転車はごく普通の市販のタウン用の自転車である（写真2）。フレームサイズは420mm、ホイールベースは1075mmである。注2) フレームはスチール製のループ型で注3)、タイヤ径は26インチである。主要な各部の名称を図1に示す。



【図1】自転車の各部名称



【写真1】自転車（オージナリー型）のモニュメント（自転車博物館：堺）

### 3. 調査結果

ハンドルとフロントフォークの外観を写真3に示す。フレーム、フォーク、ハンドルはいずれも低炭素鋼である。炭素量は0.03~0.09%、硬さ(MHV)は120~210である(表1)。写真4に顕微鏡組織を示す。C量が低いので、ほとんどフェライトだけからなる金属組織を示す。

【表1】自転車の主要な構造部品の化学成分・硬さ

部材	形態	成分系	化学成分 (wt.%)						硬さ MHV (100g)	
			C	Si	Mn	P	S	その他		
ハンドル	パイプ (φ22)	低炭素鋼	0.043	0.01	0.18	0.015	0.008		118	
フレーム	立パイプ	φ28.5	0.088	1.41	0.54	0.019	0.006		206	
	上パイプ	φ28.5	0.048	0.01	0.23	0.015	0.007		130	
	チェーンステー	φ19	0.030	0.02	0.17	0.014	0.009		127	
フォーク	フロント	φ25.5/φ20.5	0.068	0.03	0.26	0.014	0.010		152	
	バック	φ13	0.038	0.03	0.23	0.017	0.013		129	
シートポスト	φ25		0.028	0.01	0.22	0.012	0.008		121	
ホイール	リム	溝形 (φ0.6)	17Cr ステンレス鋼	0.015	0.38	0.25	0.034	0.007	Cr17.20	198
	スポーク	線 (φ2)	高炭素鋼	0.63	0.26	0.51	0.011	0.006		389
	ハブ[軸管]	糸車 (φ13.4)	低炭素鋼	0.045	<0.01	0.28	0.014	0.016		132
		「エンドプレート」	φ43		0.21	<0.01	0.30	0.014	0.011	
	ニップル	ねじ (φ12)	低炭素快削鋼	0.11	<0.01	1.08	0.080	0.36	Pb0.22	193
車軸	棒 (φ10)	中炭素鋼	0.32	0.29	0.76	0.019	0.014		247	

注) 低炭素鋼については、その他の残留元素量は、Cu≤0.06%、Ni≥0.05%、Cr≤0.04%

サドルを支えるシートポストも、ほぼ同様である(CO0.028%の極低炭素鋼、MHV=121)。ホイールのリム、すなわちワッパは外径603mmで溝形の断面形状を有し、溝底部の肉厚は0.6mmである。その材質はフェライト系17%Crステンレス鋼である。一方、スポークはC量0.6%の高炭素鋼線(径2mm)で、焼入れ・焼戻し組織を示し、硬さは高い(表1)。ハブは

# 【構造部品】

邦武 立郎

自転車はすばらしい乗り物です。なにより、人力だけで遠くまで早く移動できます。

風を受ける 爽快感、街中でも渋滞を横目にスイスイと。種類も価格も多様な「自転車」について、構造部品と駆動部品に分けて二回連続でご紹介します。



【写真3】ハンドル、フロントフォークの外観



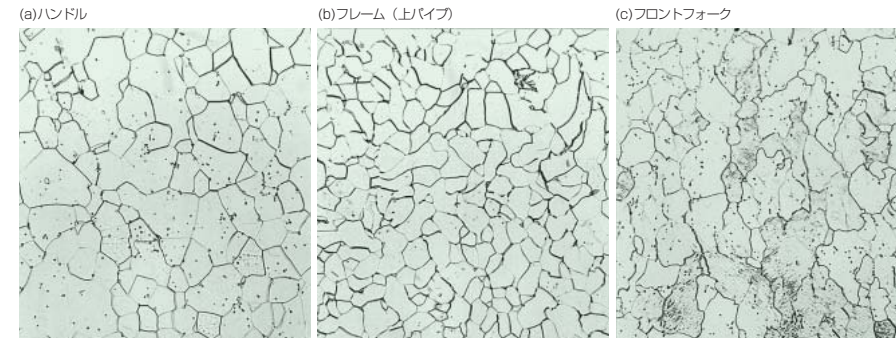
【写真5】ホイール・ハブの外観

写真5に示すように、糸車のような形をしており、エンドプレートにはスポークを受けるための孔が円周に沿って18個配列されている。従って、両側のエンドプレートの孔の計は36個で、1つのホイールのスポークを支えていることになる。注4) ハブは軸管、エンドプレート共に低炭素鋼製である。スポークのリムへの取り付け部のニップルは、低炭素鉛快削鋼で、径3.5~6.25mm、長さ約12mmで、一端の内側には深さ3mmのねじが切られている。注5) 車軸(径10mm)が収まっている。車軸は中炭素鋼で、フェライト+パーライト組織である。ホイール関連部品の顕微鏡組織を写真6に示す。

その他の部品の化学成分、硬さは次の通りである。

チェーンカバー (厚さ0.4mm)	0.06% C炭素鋼	MHV=108
後部泥除け (厚さ0.4mm)	0.006% C極低炭素鋼	MHV=118
荷台	0.05% C炭素鋼	MHV=206
スタンド	0.03% C炭素鋼	MHV=199

ばね類、例えば、サドルやスタンドのコイルばねは、0.6% Cの炭素ばね鋼(MHV374及び432)である。



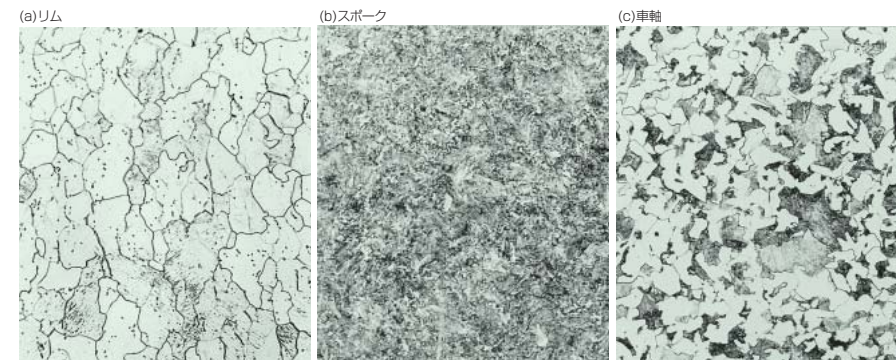
【写真4】自転車各部の顕微鏡組織写真(1)

以上をまとめると、構造の主体をなすフレーム、フォーク、シートポストには成形しやすい低炭素鋼管が用いられている。ハンドルも同様である。ホイールのリムには、加工性の他に、美観上から特に耐食性が要求されるので、フェライト系の17%Crステンレス鋼を用いている。以前は、炭素鋼にめっきを施していたと考えられるが、めっきはかなり厚く施さねばならず、ステンレスの方が有利と考えられるようになったのであろう。ホイールのスポークには熱処理を施した高炭素鋼線が用いられている。ハブには、低炭素鋼(Niめっき)が用いられている。ニップル(1個のホイールに36個)に快削鋼を用いているのは、切削性を重視するからであろう。車軸にはやや強度の高い中炭素鋼を用いている。

泥除け、チェーンカバー、荷台、スタンドなどはすべて低炭素鋼板、鋼棒である。

### 4. おわりに

自転車のフレームには、この調査で調べた自転車のように、スチールが永く主役をつとめてきたと考えられるが注6)、最近ではアルミ、ステンレス鋼が多く使われるようになってきている。特に、軽量化を目的とする場合、アルミ、アルミ合金からチタン、チタン合金、さ



【写真6】自転車各部の顕微鏡組織写真(2)

らに炭素系複合材料まで用いられるようになっている。例えば、市販の自転車では、スチールやステンレス鋼の場合、本体の重量は14~20kgであるが(ちなみに今回調査のものは約17kg)、アルミやチタン系の場合、11kg程度のもも市販されている。

最後に、自転車に関わりのあるエピソードとして、かのラジウムの発見などで有名なキュリー夫妻は、1895年に結婚し、新婚旅行は2台の自転車によるフランスの田園旅行だったという。3) 写真で見ると、彼らの自転車と現在の自転車は外見上大きくは違わないように見える。冒頭に述べたBone Shakerの話からすると、自転車はヨーロッパで前世紀末に大いに進歩したことがうかがえる。ちなみに、キュリー夫妻は1903年に栄えあるノーベル物理学賞を受けることになる。

【参考文献】  
1) サライ 1995年22号 小学館  
2) 日用品の思想 自転車 柏木 博 日本経済新聞 1997.9.14  
3) 自転車の文化史 佐野裕二 文一総合出版 1985

●お問合せはこちら