

# オフィスの名脇役

●シリーズ●

## 材料の素顔に迫る

身近な金属の  
ミクロ組織を読む

第18回



### はじめに

私達が日常使用している文房具は、非常に多岐にわたる。それぞれ「書く」「消す」「測る」「切る」「削る」「貼る」「綴じる」などの機能を分担しており、何か一つ身の回りに見あたらなくても非常に不便を感じるものである。しかしながら、文房具の基本は書くことにあり、その出発点は鉛筆、ボールペン、万年筆などの筆記具と紙であろう。最近では書類、レポートの作成にもつばらパソコン、ワープロを用いる人が多いであろう。作成した書類やレポートはクリップしたり、綴じたりすることになる。今回は簡易に「綴じる」のに用いられるクリップ類を取り上げることにする。文房具の中では、地味で目立たない存在である。

### 調査品

調査したのは、目玉クリップ、ゼムクリップ、Vクリップの他に、ホッチキスの針とガチャ玉



左から目玉クリップ、ホッチキスの針、ガチャ玉、Vクリップ、ゼムクリップ

【表1】クリップの化学成分、硬さ

クリップの種類	化学成分(wt.%)						硬さ HV: 100g
	C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	
目玉クリップ	0.028	0.01	0.19	0.03	0.02	—	142
ゼムクリップ	0.031	0.01	0.19	0.02	0.01	—	225
Vクリップ	0.040	0.01	0.20	0.02	0.03	—	297

【表2】ホッチキスの針の化学成分、硬さ

ホッチキスの針	化学成分(wt.%)						硬さ HV: 100g
	C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	
ホッチキス針	0.094	0.02	0.30	0.02	0.02	—	257

チャックの玉(通称ガチャ玉)である。(写真1)併せて、メモをボードに留めたりするのに用いる画鋲を加えた。

### 調査

#### (1) クリップ

化学成分と硬さの測定結果を表1に、顕微鏡組織を写真2に示す。いずれも極低炭素鋼である。目玉クリップはポリゴナルなフェライト多結晶からなる焼なまし状態の組織を呈するが、ゼムクリップ、Vクリップはいずれも強加工を受けた状態を示している。

目玉クリップは別の巻バネによって挟む力を与えられているが、ゼムクリップやVクリップはそれぞれ自体がバネ作用をもつように、伸線し高硬度としている。いずれも表面にはめっきを施している。目玉クリップ、ゼムクリップのめっきはニッケルめっきで厚さはそれぞれ約5μm、約20μmであった(写真3)。ゼムクリップのめっき層内は破砕されているが、めっき後の伸線加工によるものであろう。書類を久しぶりに取り出してみると、クリップが錆びて、紙に錆びがくっ付いていることはしばしば経験することであるが、このようなめっきの状態によるのであろう。(注1)

【写真2】各種クリップの顕微鏡組織



上から目玉クリップ、ゼムクリップ、Vクリップ

【写真3】クリップのめっき層(走査電顕による)



左は目玉クリップ、右はゼムクリップ  
めっきの化学成分はEPMAによればNi

#### (2) ホッチキスの針

調査したのは、卓上型のホッチキスの針で、50ヶを一連として接着し、溝型の断面のブロックとしている。その化学成分、硬さを表2に、顕微鏡組織を写真4に示した。化学成分はC約0.1%の低炭素鋼で、組織は針の長さ方向に強度の延伸状態を示している。加工硬化によって硬さは上昇している。ホッチキスの針は径5.5mmの線材から出発して、中間焼なましを経て、径0.42mmまで伸線される。最終的には圧延で、円形断面をつぶして、厚さ0.3mm、幅0.5mmの平たい形に圧延される(注2)。これを一本一本切断、曲げ加工後、接着するか、または平線を束ねて接着してから切断、曲げ成形して、市販されているようなブロックの形とする(注3)。表面には亜鉛めっきを施し、その厚さは15~20μmである。顕微鏡観察によれば、めっき層には割れが観察されるが、これは中間伸線後にめっきを行うので、その後の伸線工程で生じたものであろう。

【写真4】ホッチキスの針の顕微鏡組織



90°L方向 90°C方向

#### (3) ガチャ玉

ガチャ玉は書類を綴じるものとしては、最も新しく登場したものの一つで、比較的枚数の少ない書類の綴じ込みに適している。ガチャックという器具を用いて極めて簡単に綴じ込みができる。ガチャ玉の化学成分、硬さを表3に、金属組織を写真5に示す。オーステナイト系ステンレス鋼で、加工硬化によって硬さはHV約450に上昇している。

【表3】ガチャ玉の化学成分、硬さ

ガチャ玉	化学成分(wt.%)						硬さ HV: 100g
	C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	
ガチャ玉	0.10	—	—	8.67	17.02	—	458

【表4】画鋲の化学成分、硬さ

画鋲	化学成分(wt.%)			硬さ HV: 100g	
	C	Si	Mn		
画鋲	針	0.069	<0.01	0.29	303
	台座	0.049	<0.01	0.25	209

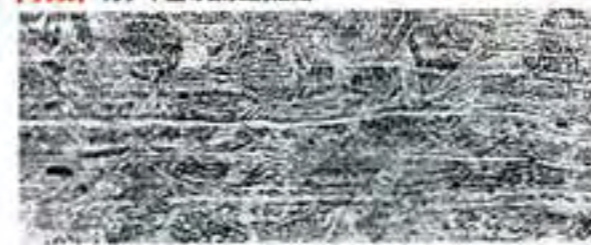
# 「文房具のクリップ」

●当社元相談役  
邦武 立郎

OA化によりペーパーレス化するはずなのに……  
一寸油断すると、オフィスは紙であふれてしまいそうです。

それらを「綴じる」道具としてのクリップ類、小さく、とても地味ですが、無いと絶対に困る必需品です。どんな材料でどのように作られているか、ミクロの組織を分析してみました。なにげなく使っている文房具に、より愛着を持ってもらえるのではないかと思います。

【写真5】ガチャ玉の顕微鏡組織

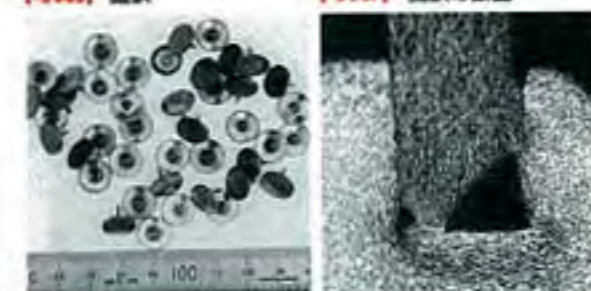


#### (4) 画鋲

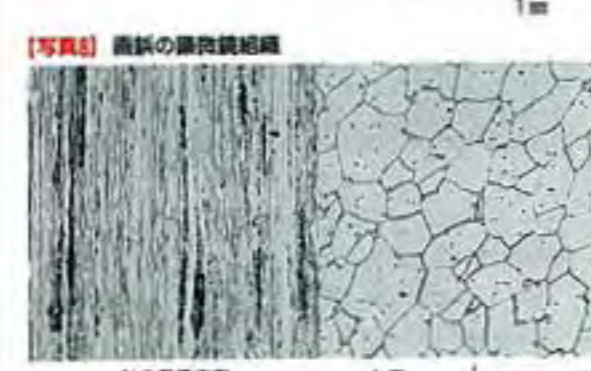
調査した画鋲(押しピン)の外観を写真6に示す。円盤状の台座の直径が11mmほどの小さいものであるが、台座の縁は2段になっており、外側の一方の円周上にはギザギザがついており、小さいけれども結構入り組まれている。外観から真鍮めっきが施されているものと考えられる(注4)。

画鋲の針の中心軸に平行な断面を写真7に示す。画鋲は台座とこれに埋め込まれた針から成る。化学成分、断面硬さを表4に、金属組織を写真8に示す。台座、針共に極低炭素鋼であるが、針は素材材金の伸線方向に伸びた組織を呈している。台座にも組織の流動が見られる。針は台座に設けられた穴に圧入され、固定されている。

【写真6】画鋲



【写真7】画鋲の断面



針の長手方向 台座

### おわりに

ゼムクリップはアメリカのW.ミドルブルックが1899年に特許を取ったという(注3)。径1mm程度、長さ10cm前後の針金を二重に巻いただけの簡単なものであるが、十分に性能を発揮することが出来、非常にすぐれたアイデアである。その後多くの改良案が出されたが、結局今日のものもミドルブルックのオリジナルデザインとほとんど変わらないようである(注3)。

さて、ホッチキスはその通称で広く使われているが、ステープラー(ホッチキス)ステープル(ホッチキスの針)というのが正し

いのだという(注1)。機関銃の弾送りの原理とホッチキスの針送りの原理は非常に似ており、一方、アメリカの機関銃の発明者はB.B.ホッチキスというのだそうで、日本でもホッチキスが通称になった由来は案外こんなところにあるのかもしれない。

- 注1) 黒色に塗られたものや、カラフルに着色したクリップも市販されている。
- 注2) ハンドタイプの小型のホッチキス(JIS 10号)の場合について示した。
- 注3) この際、針先(チゼル)の加工も大切である。
- 注4) ギザギザの付いた縁の円周上に中間溝の設けられている画鋲もあり、これについては面白い歴史があるようである。2つに別にして、縁のギザギザや、段や、溝は画鋲を引き抜く時には便利である。

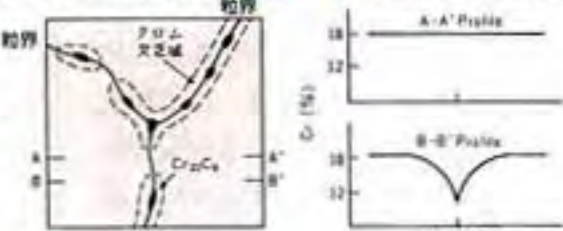
- 【参考文献】
- 1) もの作り不器用百科 JSTP編 コロナ社 1992
- 2) モノづくり解体新書 一の巻 日刊工業新聞社 1992
- 3) 日用品の歴史 柏木 博 97/6/6 日本経済新聞
- 4) モノづくり解体新書 二の巻 日刊工業新聞社 1992

## QSA 腐食試験 PART 1

化学工業プラントや発電プラントの炉容器や配管材料に多用されているステンレス鋼の溶接熱影響部(HAZ)は、実環境下ではしばしば鋭敏化によって粒界腐食を起こします。さらに、鋭敏化は孔食・すき間腐食・応力腐食割れ(SCC)等の局部腐食感受性を高める原因ともなります。今回は鋭敏化を検出する粒界腐食試験法(表1)についてご紹介いたします。



【写真1】鋭敏化した304鋼の粒界腐食(沸騰65%硝酸浸漬、14h)



【図1】クロム欠乏帯の生成(横断面)

### Q “鋭敏化”ってなに?

A 溶接施工時にステンレス鋼がクロム炭化物(Cr<sub>23</sub>C<sub>6</sub>)析出温度域を通過するような熱履歴を受けると結晶粒界にクロム炭化物が析出し、その周辺のクロム濃度が低下します。クロム濃度が約12%を切ると、特定の環境で粒界腐食感受性(写真1)を示すようになります。この現象を“鋭敏化”と呼んでいます(図1)。

### Q ストラウス試験とは?

A 沸騰硝酸・硫酸銅水溶液中に試験片を16時間浸漬し、試験後180°曲げて粒界に割れが生じるか否か調べ、クロム欠乏層の有無を検出します。とくに銅片を接触させると比較的速度やかにステンレス鋼の自然電位が活性化電位に達して安定しますので、比較的短時間で完了でき、広く用いられています。

### Q ストライカー試験とは?

A 沸騰50%硝酸にインヒビターとして硫酸第二鉄を添加した液中に120時間浸漬し、腐食減量を測定する方法で、比較的純粋にクロム欠乏に起因する粒界腐食感受性を検出でき

ます。わずかな硝酸濃度の変動によって腐食速度が著しく変化しますので注意を要します。(JISでは50±0.3%と規定)

### Q ヒューイ試験とは?

A 沸騰65%硝酸浸漬によりステンレス鋼の電位を過不働態に近い高電位に保持し、クロム炭化物およびシグマ相の析出による粒界腐食感受性を調べるもので、他の方法ではわからないシグマ相析出に起因する粒界腐食が検出できますが、本誌は硝酸プラントにおける粒界腐食事例をもとに開発された試験法で、その利便に当たっては使用環境を考慮する必要があります。

### Q EPR試験とは?

A 沸騰水型原子炉(BWR)ステンレス鋼配管のHAZのSCC感受性を調べるために考案された方法です。KSCNを含む硫酸水溶液中で、活性域から不働態域まで速い電位走査速度で往復分極させ、復時に流れる電流値、または往復時のピーク電流の大きさを計測して試験片の鋭敏化の程度を調べます。実装置に小型試験槽を取り付けて直接計測できることが特徴です。

【表1】粒界腐食試験法

試験法名称	JIS	試験条件	評価	対象	特徴	目的
ストラウス試験(硝酸-硫酸銅法)	G-0575 1980	沸騰15.7% $H_2SO_4$ +5.5% $CuSO_4$ +0.2% $FeCl_3$ 溶液	180°曲げ 電流値計測	ステンレス鋼	クロム欠乏層	品質管理
ストライカー試験(硝酸-硫酸銅法)	G-0572 1984	沸騰50% $HNO_3$ + $Fe_2(SO_4)_3$ 120V浸漬試験	腐食減量より腐食速度を 求める (当量重量の換算)	ステンレス鋼	クロム欠乏層 一部鋼種の析出	品質管理
ヒューイ試験(65%硝酸浸漬試験)	G-0573 1980	沸騰65% $HNO_3$ 中で48V 5分(ただし3回でもよい)	腐食量の平均値 (当量重量の換算)	ステンレス鋼	クロム欠乏層 炭化物の析出	品質管理
10%シラウス試験	G-0571 1980	10% $H_2SO_4$ 中で 電解エッチ、電流 電流計測1.5min 電流値計測A/V	結晶粒界 浸漬(stee)各種 浸漬(ditch)手動 浸漬(duch)各種	ステンレス鋼	クロム 炭化物析出状態	熱処理試験に対する 鋭敏化試験として用い る
EPR試験(電位走査法)	G-0580 1986	0.5M $H_2SO_4$ +0.01M KSCN中で往復 分極電位の測定、30℃	ピーク電流比	ステンレス鋼	クロム欠乏層	非破壊計測