

身近な金属の
ミクロ組織を読む
第●回
70

長さを計る

(その1:身近な物差し)

正確に長さを測定することは、機械の製作や大工仕事をはじめ、物づくりには欠かせません。今回は身近な物差しについて調べました。

はじめに

物差しは物の長さを測る道具で、直線や曲線を引く定規(雲形定規や三角定規など)とは区別されています¹⁾。

長さには色々な単位が慣習的に使用されていますが(表1)、次第にSI単位(国際単位系)に統合されつつあります。

SI単位の長さの基本単位はmですが、SI接頭語(10の整数乗倍:ギガ、メガ、キロ、センチ、ミリ、マイクロ、ナノ等々)を使用する場合には意図した表示に注意が必要です。

表1 長さの単位(m)

| メートル | インチ | フィート | ヤード |
|--------|--------|--------|--------|
| 1 | 0.0254 | 0.3048 | 0.9144 |
| マイル | 海里 | 寸 | 尺(曲尺) |
| 1609 | 1852 | 0.0303 | 0.303 |
| 尺(縮尺) | 間 | 町 | 里 |
| 0.3788 | 1.818 | 109.09 | 3927.2 |

身近な物差し

(1)曲尺(かねじゃく): L字型をした金属製の物差しで(写真1)、そのいわれは金属(かね)製である、棟梁が指図をした道具等色々あり、曲尺、差金、指金、指矩、などの呼び名がある。短い方を右を向いた目盛りを「表目」、左を向いた目盛りを「裏目」と呼ぶ。もともと大工用に寸や尺の目盛りであったが、現在は殆どがメートル法の目盛りである。JISでは500mmに対して0.2mmの精度が規定されているが、実際の精度はこれより遥かに高い。

曲尺は材料に直角に線を引く場合に最もよく用いられる。その他、45度、30度、60度、等分、勾配等を知るのに便利である。また、円を画くことも応用できる。裏目には表目の1.414倍の目盛り(角目)を付けたもの、3.142倍の目盛り(丸目)が付いているものがある。これから丸太の円周長、丸太から切り出される角材の最大辺の寸法が分かる、など多様な使い方ができる²⁾。

(2)直尺: 直線状の物差しで、金属、プラスチック、竹が用いられている(写真2)。長さは15cmくらいから数mの長いものまである。



写真1 曲尺(ステンレス製)



写真2 直尺(ステンレス製、アルミニウム製、竹製)

収納に便利な物差し

(1)巻尺: 布やプラスチックの帯が巻き取れるようになったものである。1mくらいから数10mくらいの長いものまである。昔懐かしい木製の折尺もある(写真3)。

(2)ウォーキングメジャー: 棒の先についた輪の回転から距離を測るもので、長い距離の測定に用いられる(写真4)。

(3)コンベックス: 最も身近な巻尺であるが金属製の帯を引き出した場合に直線状(剛性)を確保し、巻き取り易いように幅方向にコンベックス(凸状)になっている(写真5)。プレーキを解除すると、ABS樹脂ケースの中心部に捲かれた板状のばねにより内部に巻き込まれる。



写真3 巻尺と折尺



写真4 ウォーキングメジャー



写真5 コンベックス

材料と組織

物差しに用いられている材料は、ステンレス鋼、合金鋼、工具鋼、非鉄、プラスチック、竹、木等々多様である。

代表的な金属材料の化学成分を表2に示す。

(1)曲尺: 高級な物差しは、耐食性に優れ熱膨張変化が少ない(線膨張係数: $10.3 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)³⁾ ステンレス鋼が用いられている。マルテンサイト系ステンレス鋼SUS403やSUS410が用いられており、圧延方向に伸張した組織から、冷間圧延材が用いられていることが分かる(写真6)。硬度は237HV1程度である。

(2)直尺: SUS材による直尺は焼入・焼戻されたマルテンサイト系ステンレス鋼420J2が用いられている(写真7a)。C量はSUS410より高く、硬度は曲尺より高硬度(436HV1)に調整されている。

アルミニウム製の直尺(写真7b)は、押出加工性がよい6101系のMg₂Siによる時効硬化合金が用いられている。軽くて錆びにくい特徴があるが、SUS420と比較すると、柔らかく(102HV1)、熱膨張が2倍($23.5 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)なので、長さの温度変化が大きい欠点がある。極端な例として炎天下に置かれた1mの物差しの温度が50°C変化すると、両者は各々0.52mm、1.18mm伸びて、その差は0.5mm以上となることもある。

(3)コンベックス: ABS樹脂のケースに収められたゼロ点補正の端部の爪、長さ測定部(目盛り部)のテープ、ケースに収納するばね、からできている(写真8)。爪は冷間加工し易いためか硬度が低い(169HV0.1)フェライト系ステンレスSUS430が用いられている(写真9a)。リールに捲かれたばねは目盛りテープとほぼ同じ長さであり、ばねが全て引き出されないように両者の形状に工夫がなされている。

表2 物差しの材料の化学成分 (mass%)

| 種類 | | C | Si | Mn | P | S | Cr | その他 | 硬さHV |
|--------|--------|-------|------|------|-------|-------|--------|--------|------|
| 曲尺 | | 0.06 | 0.29 | 0.86 | 0.026 | 0.003 | 12.4 | Ni0.09 | 237 |
| 直尺 | (SUS製) | 0.30 | 0.45 | 0.42 | 0.011 | 0.003 | 13.4 | Ni0.21 | 436 |
| | (Al製) | 0.001 | 0.35 | 0.01 | 0.002 | 0.02 | Fe0.14 | Mg0.79 | 102 |
| コンベックス | 端部 | 0.08 | 0.29 | 0.61 | — | 0.001 | 16.4 | Ni0.08 | 169 |
| | テープ | 0.86 | 0.24 | 0.46 | 0.015 | 0.005 | 0.17 | Ni0.02 | 602 |
| | ばね | 0.98 | 0.21 | 0.46 | 0.010 | 0.008 | 0.19 | Ni0.02 | 597 |

テープとばねはSK85~SK95相当の高炭素鋼の焼入・焼戻組織で極めて高硬度(600HV0.1)である(写真9b~9c)。このように薄い鋼材を均一に焼入れる技術は感心させられる。炭素鋼や合金鋼の熱膨張係数はSUS420とほぼ同じである。

物差しに用いられる金属材料は、温度や時効による寸法変化が少ない、錆びにくい、傷が付きにくい、加工し易い等々を考慮して選定されている。高炭素鋼はステンレス鋼と比較すると、耐食性に難があるが、表面処理や使用後の管理により物差しとしての特性は遜色がないといえよう。

シリーズ 材料の素顔に迫る

住友金属工業株式会社 社友
工学博士 大谷 泰夫

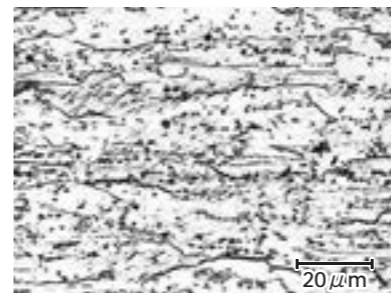


写真6 曲尺(ステンレス鋼)の光学顕微鏡組織

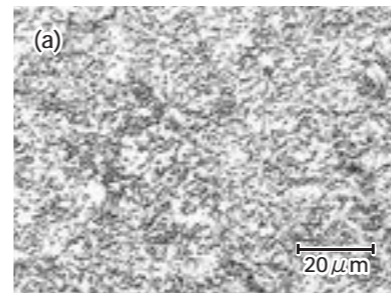


写真7 直尺の光学顕微鏡組織 (a)ステンレス鋼 (b)アルミニウム合金

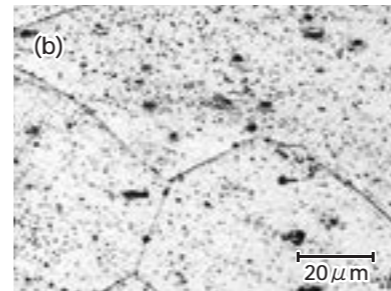
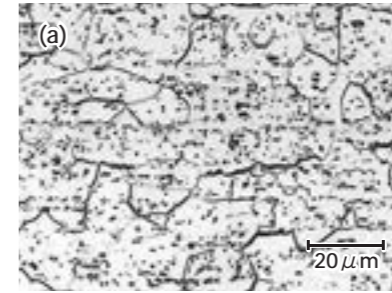
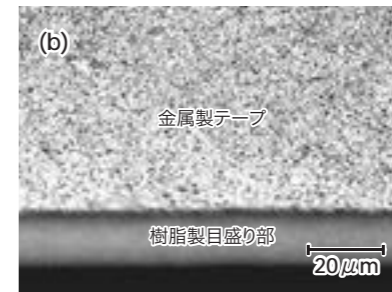


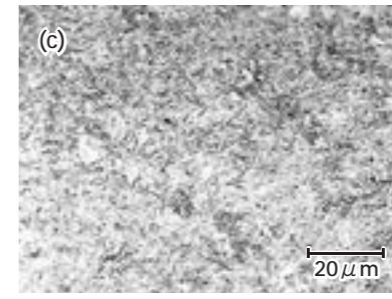
写真8 コンベックスを構成する部品



(a)爪(ステンレス鋼)



(b)テープと目盛り(樹脂)



(c)ばね

写真9 コンベックスの各部品の光学顕微鏡組織

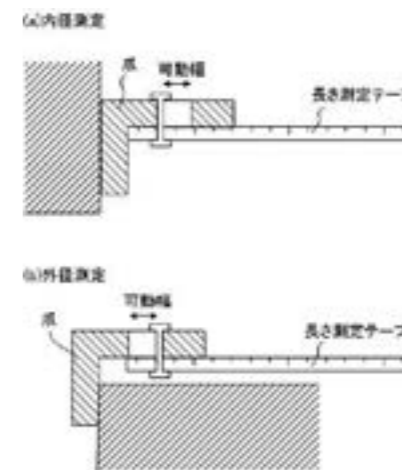


図1 コンベックスのゼロ点補正機構

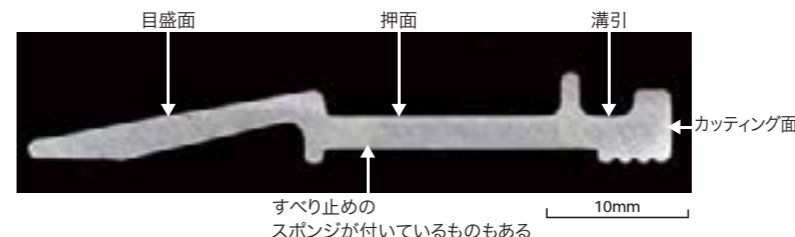


写真10 直尺(アルミニウム製)の横断面形状

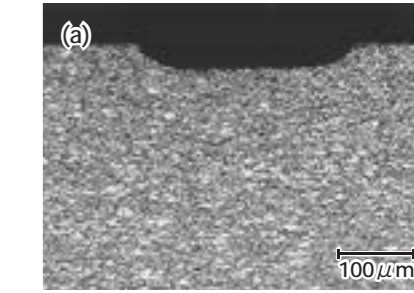


写真11 曲尺のエッチングによる目盛り部の作成

製品の特徴

(1)溝引き: マジックインキ・ペン・筆など直接物差しに当てられない物で線を引きたい場合に、溝に当てた棒と一緒に滑らせばインクを物差しに触れずに線を描くことができる(写真10)⁴⁾。また、溝引きの壁の高さはカッターの刃がずれた場合の安全確保にも役立つであろう。

(2)ゼロ点補正: 材料の外法と内法が正確に測定できるようにゼロ点補正のために、帯の先端のL型の金属が厚さ分だけ可動できるようにになっている(図1)。

(3)目盛りの作成: 目盛りの作成は機械加工、エッチング、写真焼付け、樹脂塗装、等があるようである。写真11はステンレス鋼製の曲尺のエッチングによる目盛り部を示す⁵⁾。表面全体は約1.5μmのクロムめっきが施されている。目盛り部は、均一な形状にエッチングされていることが分かる。この上に黒色塗装が施されている。

アルミニウム製の直尺の目盛りは樹脂塗装、コンベックスの目盛り部は焼入・焼戻された高強度のテープに、ポリエステル樹脂を焼付塗装した後に、目盛りを印刷して、更にクリヤー焼付塗装をしているようである⁶⁾。

終わりに

物差しは正確に長さを測ることに加えて、色々な使い方がある便利な道具です。しかし、上述のような曲尺の機能を上手に使いこなすことが必要です。例えば、曲尺で角材を直角に線引きをする場合に、角材を一周すると意外と元の線に一致しないことはよく経験します。これも使い方の工夫一つで上手く線を描くことができます。

文献

- 1) <http://ja.wikipedia.org/wiki/定規>
- 2) <http://www.kumamotokokufu-h.ed.jp/kokufu/math/kanejaku.html>
- 3) 金属データブック: 日本金属学会編、丸善(2004)
- 4) <http://item.rakuten.co.jp/kentikuboy/shinwa0722/>
- 5) <http://item.rakuten.co.jp/arde/2207215/>
- 6) <http://www.monotaro.com/c/026/118/>