

塑性加工製品の 表面の美しさ

福井伸二

塑性加工は多量生産的である。製品は日用品として衆人の眼にふれる場合も多いし、または機械とか、装置の部品として、ほかの部品と組合わされる場合も多い。したがって眼で見て奇麗であること、またほかの物との接觸がなめらかであることが要求されるのは當然である。さて奇麗とか、なめらかというのを考えて見ると、時と場合で違うのでむづかしい問題であるが、大ざつぱに

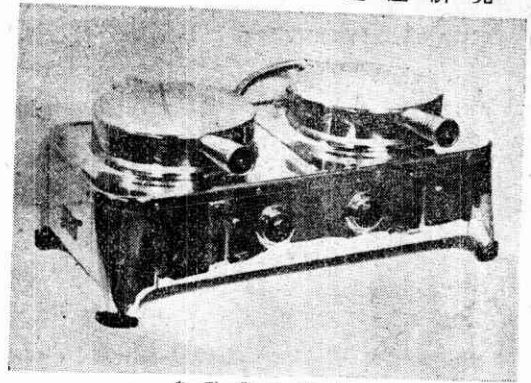
きずのないこと、凹凸のないこと、光澤のあること、等とみて大體間違ないであろう。もつとも適當にきず、凹凸があり、光澤もけばけばしくない場合、たとえば銅板から手打ちで叩き出した薬罐の表面にはある種の藝術的美さをおぼえさせるのは事實であるが、その判定は困難だから一應除外しておく。ところでこの三つの条件もせんじつめれば凹凸の大小、およびその規則性に歸せられるわけであつて、表面あざ試験の結果でいろいろ區別され、また研磨、ラップ、超仕上、電解研磨等の方法で改善されるわけであるが、こゝではこれらを使わない場合を取扱つておく。

粗性加工といつても種類が多いが、表面を考える立場から大ざつぱにわけてみると、

(1) 曲げ、深絞り加工のように表面に押し付けられる程度が小さいか、また全然接觸しない部分がある場合、

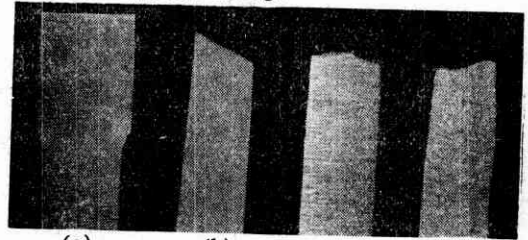
(2) 型鍛造のように最後には型の表面に押しつけられる場合、

(3) 壓延、引抜き、しごき加工のように型の表面が押しつけられながら迂り去る場合がある。製品となる素材にかゝる應力は弾性限をこえ、粗性變形をするのであつて、材質はほとんどすべて多結晶體であるから、表面にはこまかくみれば一つの結晶内の迂り線からおこる凹凸が生ずる。また個々の結晶はそれぞれ向きが違つて、變形状況も違ひ、凹凸の程度が結晶ごとに違ひ、結晶單位、またはある結晶群單位の凹凸ができる可能性があるわけである。もつとも手つとり早い例は材料を引張つてみればわかるので、第1圖はその例である。(a)は引張る以前の材料で表面はなめらかで、ある程度の光澤がある。(b)、(c)、(d)はいずれも長さの方向に引張つて切つた後である弾性限を越えると光澤が次第にうすれてきて、ざらざらになつてくる。これらいずれもが表面に相當な凹凸ができたのを示している。そのうちで(b)が一番細く、(c)、(d)は相當大きい。(b)のは大體結晶あら



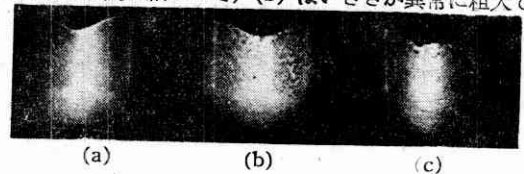
自動菓子焼器

さ程度で、まず普通の程度である。(c)、(d)はAlで、Wassermannのいわゆる縞組織 (Streifen Gefüge) に相當するので、數個の結晶の群毎の凹凸で、一つ一つの中にはさらに小さな凹凸がある。これに似た場合は(1)の曲げ、とか深絞りにおこる。



第1圖

第2圖は平板からコップ状容器を深絞りで作つた結果で、底はほとんど一樣な引張りをうけ、しかも粗性變形の程度が小さいからざらざらにはあまり目立たない。底から側壁へのうつり目の彎曲部は曲げ作用をうけ、外表面は曲げ引張り變形をうけるので、その程度によりざらざらになるのがはつきりわかる。その上の側壁部は圓周方向の壓縮で主に變形するので同様ざらざらを示すが、彎曲部とは變形の種類が違つて、その境目は相當はつきりした線となつて現れている。この中で(a)は結晶組織が普通の程度に細いので、(b)はいささか異常に粗大で

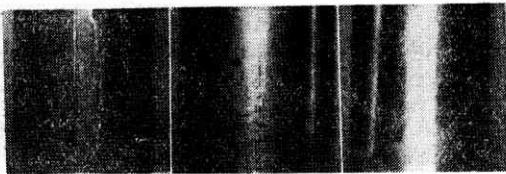


第2圖

あつた物で、その間にはつきり差がわかる。さらに(c)では板に壓延方向の條があつたのが變形の結果異様な形にあらわれて、前の凹凸に附加されている。曲げ加工の場合の、曲げの先端部もこれらの彎曲部とはほぼ同様である。以上のように粗性變形すると表面は必然的にざらざらになり、その程度は結晶粒の粗大な程度凹凸は大きく、またあらかじめあつたきずのような物は誇大化されてくる。凹凸が大きければ一般に綺麗さに反し、また應力を

うけると應力集中の原因となるから、なるべくこれを避ける必要がある。それには少くとも素材の結晶は成可く微細化しておき、またあらかじめきずのないように心掛ける必要がある。次にはできる凹凸を押しつぶすか、すりつぶす必要がおこってくる。このためには表面にかゝる壓力はやはり塑性域應力であることが必要で、數 kg/mm^2 から數十 kg/mm^2 、なわち數百氣壓から數千氣壓に及び、しかも押しつけられる相手はこの程度の壓力では塑性變形をしないように弾性限の高い、硬い物であることが當然必要である、ところで(2)の型鍛造のような場合は型に押しつけられ、しかも接觸壓力が充分高いから、あらかじめあつた大きなきずや、途中で大きなきずができないかぎり、型の表面の凹凸がそのまま製品にうつされるとみて大過ない。したがつてまず型の表面を充分綺麗に、また充分硬くしておく必要がある。油のような潤滑剤を使う時、その逃げ路がなくである場所にたると、そこだけ接觸不充分で、ざらざらがこのつて不體裁になることがある。またいわゆる型鍛造のように熱間加工をする場合は、どうしても酸化スケールができるのであとで砂吹き、酸洗等でスケール落しを必要とすることが多い。またなるべくスケールを少くするには無酸化熱處理の効果は充分考慮されるべきである。

次にすりつぶすのは(3)の型表面に押しつけられながら去る場合に相當する。數百氣壓から數千氣壓の接觸壓力の下で去るのだから普通われわれの經驗する最高摩擦の部類に屬する。したがつて型表面は前と同様充分綺麗で、硬いことを必要とすると同時に潤滑條件が重要で、よく焼付きとか粘着をおこし、そのために型表面にも、製品表面にもあたらしいきずを生じがちである。第3圖の(a)はその例で、不銹鋼をしごいた時長さ方向の條痕と同時にそれと直角のさざ波状のきずが現れている。一度このようなきずができると大概同時に型表面にもきずができ、それから後の製品にはすべつきずがつくよう



(a) (b) (c)

第 4 圖

になる。したがつて型表面の仕上直しを必要とするわけである。この現象は潤滑條件の改善で防ぐのが一つの手段であるが、接觸壓力は高いし、接觸長さは短かく、しかもその両端は大氣に開放されているので、普通の油潤滑では充分壓力に耐へられなくて、すこぶる高價な潤滑油を必要とする場合が多い。そこでこのような場合には固體潤滑剤が用いられる。鋼の加工が接觸壓は最も高くなるので石灰、磷酸鐵被膜、銅、錫、鉛の被膜、鱗片状

黒鉛、滑石等が多く油とともに使われる。その効果の原因は複雑で不明な點が多いが、多孔質の被膜で油をよく吸着する場合と、これらの固體自體がよく變形して潤滑作用をする場合と、兩者がともに働く場合等が考えられる。(b)圖は不銹鋼の表面に鉛被膜をして加工した例で。圖の向つて右半は鉛をつけたままの状態、左半は被膜をむりにはがした状態で、(a)と較べてきずがほとんどないことがわかる。なお(c)は鉛被膜を綺麗にはがした物で、きずなく、なめらかな面が得られるのがわかる。このように面を綺麗にするために適當な處置をすると型自體にもきずがつかず、壽命が長くなる。この例でも數倍に延びている。粗性加工では衆知のように型の壽命は生産原價に大きく影響し、また型の取換え作業は直接作業能率に大きく影響する。さらにきずのつかない場合は潤滑條件がよいので、作業に必要な力も數十%少くてすむ。したがつて面を綺麗にする處置は同時に作業全體の向上に貢献するのである、この種の方法で最近の話題⁽¹⁾になつてきているのに

(a) 溶劑にとかしたゼインールのようなラッカー

(b) 水に分散された可塑化合成樹脂

(c) 水に可溶なエナメル

等を吹付け、はけ塗り、浸漬、ロール塗りのような適當な方法で素材のうちに表面に被膜としてつけ、加工後にはがすのであつて、でき上り後は複雑な形をしている、仕上げ作業の不可能な場合に好都合で、前述のように

1. 外觀が綺麗である
2. 型の壽命が延びる
3. 不良品がへる
4. 單價が下る
5. 作業能率が向上する

等の利點があげられ、自動車の前方に出ているバンパーの作業で成功したといわれている。このようなラッカーエナメル等が安價で入手できればまことに便利で、専門家の今後の研究問題として取扱われることであらう、

さらにいわゆるバニシエ法はすりつぶしにより寸法を規定すると共に積極的に面を綺麗にしようとするもので谷口氏⁽²⁾の研究によれば、綺麗さは接觸壓力潤滑油等により複雑な影響をうけると報告されている。

以上のように塑性加工製品の面を綺麗にするには、先づきずのない、結晶の微細な物を選び、型の表面を綺麗に、硬くしておいて、潤滑條件を充分注意するという月並みな處置以外には秘傳はないのであるが、その結果**不良品がへる、作業力が少なくてよい、型の壽命が延びる、單價が下る、作業能率が向上する。**

というような利益が期待され大切な事柄であることを銘記すべきである。

文 献

- (1) K Rose, Materials and Methods 1949~10 67 頁
- (2) 谷口和雄, 精密機械 16 卷, 2 號, 昭 25~251 頁