

第2圖 焼戻硬度曲線

は Si の増加につれて比重は小となる。940°C 油冷の場合焼鈍状態に対する容積膨脹量は Si 1% までは Si の増加につれて増大するがそれ以上は減少の傾向を示す。940°C 油冷後 500°C まで焼戻をして比重を測定せる結果低 Si のものは 200°C まで徐々に比重は増加し 260~300°C で残留オーステナイトの分解に伴つて比重は一時的減少し 300°C 以上では次第に比重が増大するが高 Si のものは 400°C までは殆んど比重は変化せず 500°C で急激に比重は増加するに至る。

#### (6) 焼戻による長さの変化

5φ×80 試片を 920°C 油冷後本多式熱膨脹計で 600°C まで 2.5°C/min で加熱して長さの変化を連続的に測定した。200°C までの、焼戻の第一段階における長さ変化は低 Si 高 Si 同様であり次に低 Si のものは残留オーステナイトの分解に相当する膨脹が僅か認められ、次に Si 0.24% では 250°C, Si 0.34% では 275°C より著しい収縮を生ずる。この収縮は焼戻の第 3 段階としてのセメントタイトの形成によるものであるが Si が高くなるにつれてこの収縮開始温度は上昇し Si 0.93% で 375°C, Si 1.38% で 415°C となる。

#### (7) 高温硬度及高温引張試験

小試片を 940°C 油冷, 200°C 焼戻後 200~400°C の高温硬度を測定した。200°C では殆んど Si の影響は認められぬが 300°C では Si の増加につれて硬度は高くなり 400°C ではこの傾向が更に顕著となる。Mo を含有する場合には低 Si でも硬度はかなり高目で Si の影響は余り認められぬ。次に 940°C 油冷, 200°C 焼戻後 400°C で引張試験を行つた。この結果 Si 0.34% で  $\sigma_B$

168kg/mm<sup>2</sup>, Si 0.98% で 198kg/mm<sup>2</sup> と増加するがこれ以上の Si に対しては稍々低下の傾向を示す。

#### (8) 靱性及び衝撃試験

7φ 試片を 940°C 油冷 200°C 焼戻後静的曲げ試験を行い荷重-撓み曲線が直線より外れる点の強さを比較した。試片は何れも破断せず降伏点は Si 1% までは上昇の傾向を示す。次に 100~450°C 焼戻後シャルピー衝撃試験を行つたが低 Si の場合には 200~250°C に衝撃値の山を生じ 300°C に谷を生ずるが高 Si では衝撃値の低下する温度が高目に移動する傾向を示す。

### III. 結 言

以上 C 0.5%, Cr 1.5%, W 2.2%, V 0.2% 及び Mo 0.4% を含有するものに Si を添加してその影響を調べたが、マルテンサイトは Si の増加につれて安定となり焼戻によつて軟化しにくくなり又セメントタイト形成温度を上昇させる。硬化能は Si 0.8% まで増大し高温強度及焼戻後の降伏点も Si 1% まで大となるが脱炭量は Si の多くなるほど大となるため熱処理には注意を要する。

## (102) ピーニング用ショットに就いて (I)

(On the Shot for Peening-I)

三菱鋼材本社製作所

研究課長 内山道良  
同技師 理上正原和典

### I. 緒 言

近時我が国でもショットピーニング加工が行われるようになり、これに関する研究の発表も二、三行われているがショット自身に関する研究は未だない様で、海外、特に米国の文献に散見せられるに過ぎない。本報告は筆者等が行つたショットに関する一連の実験の中、国産の鑄鉄ショット、カットワイヤーショット、並びに米国製の鑄鋼ショットに対してその寿命の調査、比較を行うと共に、ショットの粒度、ピーニング強度が寿命に如何に影響するかを研究した結果である。尙本研究の遂行には通産省鉄工業技術研究補助金を受けている。

### II. 試料及び試験方法

試料ショットは、鑄鉄、鑄鋼及びカットワイヤーショットの 3 種類であるが其の寸法は第 1 表の通りである。又本実験に使用した試験機は筆者等の設計になるもの

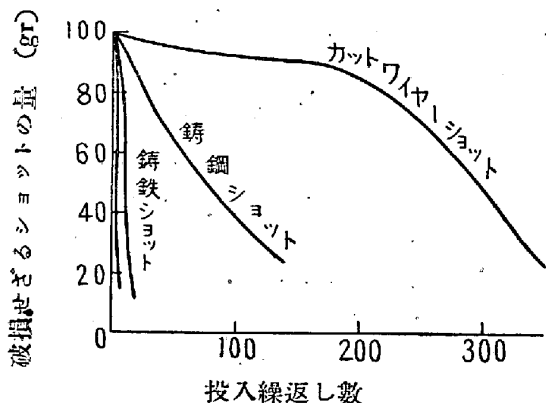
で、米国に於いて使用されているものと同形式の遠心式ショットピーニング機と似ており、実験に便利な様に特殊な工夫を施したものである。

第1表 試料ショット

ショットの種類	大きさ (mm)	
	直径	線径
鑄鐵ショット	$\begin{cases} 1.18 \\ 1.81 \end{cases}$	—
鑄鋼ショット		0.73
カットワイヤーショット	—	1.23

### III. 破壊試験

ショット破壊試験機を規定のホイール回転数にしてから 100g のショットを投入し、取出口から出たものの中破壊したものを取り除き、然らざるショットの量を秤量する操作を繰返してプロットすると、投入繰返し数を横軸、破損せざるショットの量を縦軸とする寿命曲線を得る。この寿命曲線より全量の 55% が破壊した時に対する投入回数を求め、これをそのピーニング強度に於ける該ショットの寿命とすると第1図に示す。様な寿命曲線を得る。

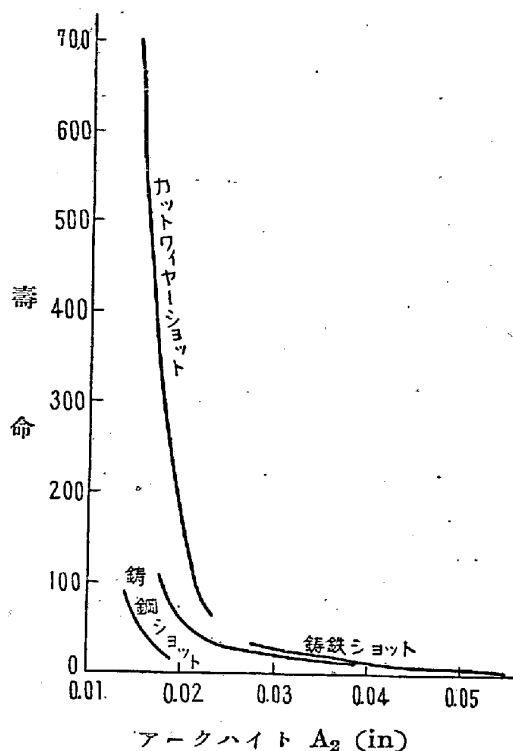


第1圖 各種ショット寿命曲線

即ち第1図に於いて鑄鋼ショット寿命を1とすると、鑄鐵ショットは 0.04~0.12、又カットワイヤーショットは 3.4 と相当な開きを見せている。

### IV. 寿命の評価

ピーニング強度はアルメンAストリップの反りをアメソゲージ No. 2 によつて測定したがこれにはアークハイト測定用ターゲットを試験機に装置し、規定のホイール回転数の下でショットを投入し、フルカバレッジになった時のアークハイトを測定する方式をとつた。尙このようにして得たアークハイトと寿命の関係を示すと第2図の如くなる。

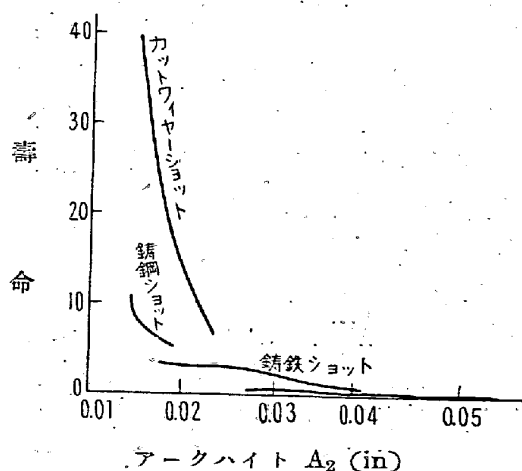


第2圖 アークハイトとショットの寿命

今第2図に依つて同一アークハイトに於ける寿命を比較すると、カットワイヤーショットは鑄鋼ショットの約10倍の値を示し鑄鐵ショットも鑄鋼ショットより良好で約3倍である。

以上の如く同一回転数、並びに同一アークハイトで寿命を比較することは一応出来るが之等は何れも寿命を決定するには不充分であつて、この他にカバレッジを考慮しなければならない。

一般的には大きいショット、低い回転数はフルカバレッジまでに長い時間を要するが、この加工速度を考慮に入れて第2図を補正すると第3図の如くなる。



第3圖 加工速度を考慮に入れたショットの寿命

即ち第3図に依るとカットワイヤーショットの寿命は

鋳鋼ショットの3~4倍を示している。又鋳鉄ショットに就いては大きいショットは不利であるが分担するピーニング強度が異なることにも注意しなければならない。尙現場で使用されているショットは大きさ、硬度が拡がり有し小さく軟かいショットは破損しにくいがピーニングに寄与する所は小さいので、ショットの大きさ、硬度の均一性が重要となる。

## V. 結 言

ショットの寿命の比較には単にホイールの同一回転数或は同一アークハイトの下で行うだけでは不充分であり、加工速度も併せて考慮しなければならないが、鋳鉄、鋳鋼、カットワイヤーの3種ショットの寿命はカットワイヤー、鋳鉄の順であり其の間に大きい開きがある。同じピーニング効果を現わすショットに就いては径の小さいショットの方が寿命が長い。

### (103) ダクタイル鑄鐵の鋼塊用鑄型への採用について

(Application of Ductile Cast Iron to Ingot Moulds)

住友金屬 K.K. 鋼管製造所 工 守 川 喜 久 雄  
○小 谷 良 男

#### I. 緒 言

ダクタイル鑄鐵は普通鑄鐵に比較して、極めて優秀な性質を有しているので、欧米は勿論の事本邦に於いても急速に用途が拡大されつゝある。然しながら鋼塊用鑄型に於いては種々試験はなされているが、実用化の域には達してないのが現状である。当所に於いては鑄型は単に原単位面のみならず、鋼塊品質向上の見地より Cracking 防止、寿命延長が特に要望されている。従つて耐 Cracking 対策として、高 Mn, 低 Si, Ti 追加等の試験を行い、耐 Cracking 性への材質改善を実施し一応の効果は挙げているが、仲々期待されるものが得られず、且又普通鑄鐵で現状以上の改善を今後更に要求することは、非常に困難な問題がある。

新しい材質である斯界注目のダクタイル鑄鐵は、Stress-Strain の鑄型理論を始めとして色々の点より、鑄型への採用は理論的には可能であり、採用が完全に行えれば大きい期待が持てるので、改 F と呼称する 2.2T 正錐鑄型に S 27-9-15, 第 1 次の試験を行い、其の結果を基として第 2 次の試験を行つた。特に第 2 次はダクタイル鑄鐵の特性を生かす為、薄肉の試験を実施した。其の

結果、優秀な成績を示し、現在 50% 以上ダクタイル鑄鐵に切換の処置をとつているが、以下第 1 次の要約と、第 2 次の試用結果を報告する。

#### II. 第 1 次試験結果の要約

第 1 次試験は、基礎的調査の目的で 10 本試用した。その結果の要約は次の如し。

##### (1) 初期 Cracking の発生時期

鋼塊表面に現われる Cracking 跡で測定した結果、発生回数

$$\begin{aligned} \text{ダクタイル鑄鐵 } n_1 &= 10, \bar{x}_1 = 25.3, \sigma_{x1} = 5.25 \\ \text{普通鑄鐵 } n_2 &= 30, \bar{x}_2 = 17.7, \sigma_{x2} = 3.86 \\ t &= 4.87^{**} \end{aligned}$$

ダクタイル鑄鐵は、43% 発生時期が延長されている。

##### (2) Cracking

初期 Cracking 発生後、2 本下部隅部を起点として Cracking を生じた。回数は 34 回と 49 回であつたが、之は共に球状黒鉛が 50% に満たないもので、球状化の不完全なものであつた。

##### (3) 使用成績

比較の普通鑄鐵は、ダクタイル鑄鐵と同一時期に廃却となつたものを行い、第 1 表に成績を示した。

##### (4) 結 言

2 本 Cracking が発生したが、40% 内外の Cracking 発生時期及び寿命の延長を示し、更に Cracking を防止すれば飛躍的向上が期待出来るものと推定され、而も Cracking は球状化の不充分なものであつた事よりして、組織の選別実施により防止出来る見透しが得られたので、第 2 次の試験を計画した。

尙細かい問題として残された点は

- i) 焼鈍によるスケールの附着。
- ii) 上部注入線附近に、明瞭に発生する輪状割れ、但し之は実質的影響なし。

#### III. 供 試 鑄 型

##### (1) 鑄型の概況

i) 鋼塊寸法  $450\phi \times 420\phi \times 1.760l = 2.240\text{kg}$

ii) 鑄型寸法 第 2 表に示す

普通肉厚は、本邦の鑄型では最薄に属し、第 1 図に其の実例を示すため本邦の同型鑄型との比較を示した。更に第 2 図に鑄型内壁最高温度と、鑄型断面比との関係を示したが、改 F は、耐 Cracking 面よりの抑制最高温度の断面比の限界を稍々割つている。従つて、改 F の肉厚は普通鑄鐵として理論的にも、實際的にも最薄で、薄肉