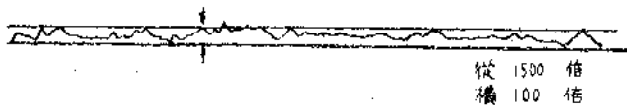


|           |              |
|-----------|--------------|
| (1) 砥石回転数 | 1050rpm      |
| 工作物回転     | 27rpm        |
| 砥石        | WA60H (Rc18) |
|           | 600×25×308   |
| 1回の切込量    | 0.02mm       |
| 1日の仕事量    | 15本(6気筒用カム軸) |
| 切削油       | 乳化切削油        |
| 仕上面粗さ     | 第9図          |



第 9 図

|            |              |
|------------|--------------|
| (2) 砥石軸回転数 | (1) に同じ      |
| 工作物回転数     | 44rpm        |
| 砥石         | WA60L (Rc35) |
| 1回の切込量     | 0.075mm      |
| 1日の仕事量     | 30本          |
| 切削油        | 特殊切削油        |
| 仕上面粗さ      | 第10図         |



第 10 図

### 3. 結 び

燃料噴射装置の製造は高精度製品の量産ということに問題がありこれも、設備の改善、工作技能者の教育加工工程の合理化特に測定器具に関しては高精度高倍率であつて而も能率的なものが多数生産工程の中にとり入れられねばならないこれは噴射装置製造工場の特色の一つである。空気マイクロ等に就いては前記したが高倍率で瞬

時測定可能なものが洞内で生産されどしどし使用出来るようになることを切望する。High Speed Inspection もとり入れて行きたい次に自動定寸装置であるが Studer Movolimit や Fortuna Finitor

の如くミクロンの精度を有する定寸装置と機械は噴射装置製造の能率向上の為に必要である。ラッピング加工は多くの熟練せる作業員の手作業により行はれその熟練度と感は実に驚く程でミクロンの数値を感知するようであるが勿論これらも高精度の計測装置でチェックさるべきである。針弁送山弁等一部は高精度仕上が機械化されているが、其の他の部分に就いても非常に困難な問題を

持つてはいるが、機械化されねばならない。研削の発達進歩がラッピング作業を必要とせぬに至るかもしれないが、ラッピングの機械化は前加工の精度と均一性にかゝつていふと考える。

## 自動車機関用鑄物について

日産自動車KK

毛利 陽 一

### 1. 緒 言

自動車のエンジンは現在一部の例外を除いては大部分鉄鉄鑄物を用いている。その理由は主として大量生産に適する為で他の鑄物に比較して特長と見られるのは次の諸点である

- 1、量産を目的として鑄造法には機械化された所が多く、将来は自動化する傾向がある
- 2、造型法は生型を用い焼型は用いられない。
- 3、シリンダーは横込として縦込とする事はない。
- 4、中子には油中子を用い取扱を容易とすると共に品質の保持を計っている。
- 5、ウォータージャケットとを有する部品は特に水洩不

良の防止に注意されている。

6、シリンダーは耐摩耗性が重要である。

7、機械加工性を良くする為と品質を維持する為に要求される硬度の範囲が狭くその為成分の範囲も限定されている。

以下その内容につき更に詳細に述べて見よう。

### 2. 工場設備

自動車工業では量産を目的として製品は単一化されて居る。鑄造工場もその為極力機械化されて作業は単能化される事が望ましい。例えば型込作業を例にすれば、砂処理機によつて一定の性質に調整された砂をベルトコンベアー又はテルフアーにより造型機の所まで運ぶ。造型

機の上にはホッパーがあり、その砂を肌砂及び型砂の別に貯蔵する。作業者は先づ造型機に金枠を取り付けて所要量の砂をその中に落し込み、次いで機械を操作して造型を終り、完成した鋳型をエアホイスで釣り上げて動かしエプロンコンベアー又はローラーコンベアー上に移す、次に中子を収め上型を被せて注湯場へ動かす。注湯された鋳型は徐冷された後にシェークアウトマシンでばらして次にノックアウトマシンで中子砂を除く。さらにサンドブラスト又はショットアブレーターにより砂落しの後に鋳張りをグラインダーにて除き各種検査の後機械工場へ運搬する。

中子の場合には一定の配合調整を行った砂をコーブローイングマシン又は手込で中子型に込め、此れはロールオーバーマシン又は手にて型より取り出して乾燥する。

熔解設備は多くの場合キューボラを用いるが又電気炉による場合もある。キューボラには熱風炉の場合もあり冷風を送る場合もある。何れも自動投入装置を用いる。出鉄した物は直ちに炉前テール試験を行い常にその成分が目的に合った様に管理せなければならない。

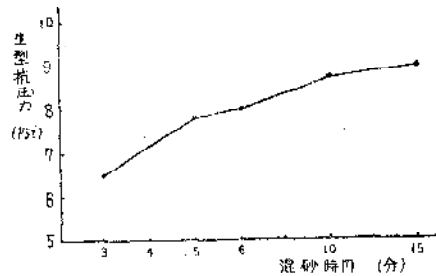
以上の事は外国では益々自動化される傾向にあるが我国では比較的生産規模が小さいため充分に設備も行い得ず手作業によつて行っている面も非常に多い。その為能率の点でも米国では従業員1名当り1日の熔鉄量が約500 匁あるのに対し我国ではその  $\frac{1}{10} \sim \frac{1}{20}$  程度にしかない。此等の設備機械を如何にして取り入れるかが大きな問題であるが又我国では其れ等の製作能力も充分でなく、又その需要も一部に限定されて居る為に国産化も困難な現状にある。

### 3、造 型 作 業

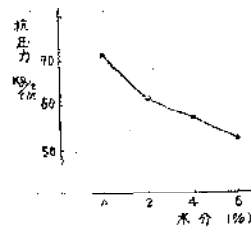
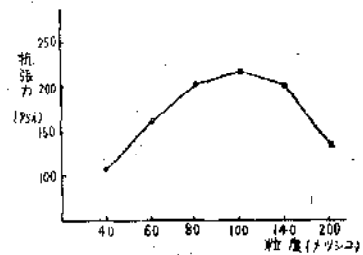
造型法は大量生産を目的として主として生型鋳造法を用いる。肌砂は合成砂を用いその主体は珪砂、山砂、古砂である。粘結性を与える為に珪砂に対してはベントナイトを重量比にて4~5%加える。山砂及び古砂を加える時にはその量に応じてベントナイトを減少する。水分は4~5%が良く多くとも6%を越えない方が良い。鋳肌を改善する為に石炭粉を2~3%加える。又最近では木粉を加える事も研究されている。型砂は多くは古砂をそのまま用いられるが時には山砂、ベントナイト等を加えて老化を防止する。砂の合成は古砂はマグネチックセ

パレーターで鉄屑等を除き更に篩で他の不純分を除く、次にサンドミル中で他の成分と共に水を加えて混砂する。混砂時間は普通5分以上である。(第一図参照)米国ではスピードマラーを用いて能率を上げていると云われるが、我国では未だ実用の域に達しない。

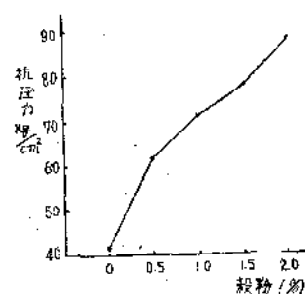
第 1 図



第 2 図



第 3 図



第 4 図

サンドミルで混砂された砂は、更にエアレーターに掛けて各造型機に運搬される。造型機はジョールトスクイーズモールドングマシンを用いる事が多く、サンドスリッパには余り用いられない。最近米国で用いられるのはほとんど半自動機であるが、我国では未だ国産化されないもので用いられない。従つて半自動機による造型時間は約30秒と云われるのに対して、我国では其の数倍の時間を要して居る現状である。造型された下型はエアホイスによりエプロンコンベアー若しくはローラーコンベアー上に降す。必要のある場合は更に塗型するか、若しくはそのまま中子を収め、上型を被せて、クランプする。米国では中子は予め治具によつて組立てたものをそのまま型の中へ収めるが、我国では未だ型の中でゲージによつて寸法を出しながら組立てて行く状態である。

### 4、中 子 作 業

自動車用鋳物は多くは複雑で薄肉である為に中子を用いる事が多い。又中子の良否は鋳物の成否に重大なる関係がある。中子砂は多くは油砂であり、重要度の低い物はオーデン等を併用する事もある。使用する油は多くはブマニ油であるが、一部には尿素樹脂等の合成樹脂も研究され、実用化している所もある。砂は知多産の内海珪砂を用いる。時には生型の成型性を与える為に山砂を少

量加える事もある。硅砂の化学成分及び粒度分布は第1表、第2表の如くである。

第1表 硅砂の化学成分

| 化学成分 | SiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | CaO  | MgO  | 灼熱減量 |
|------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|------|------|
| %    | 88.42            | 8.38                           | 2.18                           | 2.28 | 0.54 | 0.39 |

第2表 硅砂の粒度分布

| メッシュ | 14  | 20  | 28  | 35  | 48  | 65   | 100  | 150 | 200 | 270 | パン  |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|-----|-----|-----|-----|
| 乾燥前  | 0.2 | 0.2 | 1.4 | 4.6 | 7.6 | 26.6 | 54.0 | 4.8 | 0.2 | 0.2 | 0.1 |
| 篩分後  | 0   | 0   | 1.5 | 3.7 | 7.6 | 21.5 | 55.7 | 7.0 | 1.4 | 0.5 | 1.0 |

硅砂は一度乾燥して水分を除き、更に篩にて草木の根、石炭の粉、粘土粒等を除く。その結果の粒度分布は第2表の下通りである。油中子の乾燥強度は第2図の様な関係があり、油量2%で粒度80~100メッシュに於て最も強い。砂中にある微粒子は一般にその乾燥強度を減ずるので除いた方がよい。その為重要なジャケット類の中子には山砂の如く粘土分を含んだ砂を用いる事はない。

油はアマニ油を2~3%用いる。砂中に粘土分を含む時は若干その量を増加するか、又はオーデン等を補助に用いる事がある。

油中子の水分は第3図の如く乾燥後の強度を減ずるので少い方がよいが、此れが無いと生型の成型性が無く普通4%程度が加えられる。

最近ではこれを補う為に穀粉を加える事が研究せられて居り、それによると第4図の如く乾燥後の強度を増加し成型性も増加する。

成型はコアーブローイングマシンによるか、又は手込である。我国にはコアーブローイングマシンの優秀な物が少く、比較的小さい中子にしか用いられて居ない。しかしコアーブローイングマシンで成型された中子は一般に通気性も良く、又能率も良いので速に実用化されなければならない。中子金型もその為には充分研究する必要がある。

型抜きはコアーロールオーバーマシンによるか手抜きである。

乾燥はトンネル式オープン又はタワーオープンが用いられる。乾燥温度は180°~220°で乾燥時間は2~3時間である。熱源としては電熱、ガス、重油等が用いられる。又最近では高周波電気炉を用いる事が実用化されつつあり、此の時には、砂の結合剤としては尿素樹脂等が用いられている。此の時の乾燥温度は若干低く乾燥時間も15分程度である。

乾燥された中子はそのまゝか若くは黒鉛塗型され、再

乾燥の後に使用される。

## 5、熔 解 作 業

地金の熔解は主としてキューボラであるが、コークス事情の悪い時は電気炉を用いた事もある。キューボラは熱風炉又は冷風炉何れも用いられて居る。前炉も用いられる事もあり用いない事もある。材料投入は自動投入装置を用いて人力の節約につとめる。

地金は一般に癖のない良質の鉄を必要とする。

戦後は戦前に比較して良質の物が乏しくその為に困難も多いが現在は釜石鉄が比較的良い結果を得て居る。其の他に炭素量を調節する為に軟鋼屑を20~30%配合する。軟鋼屑は錆の無い寸法の一定の物を用いないと成分の変動の原因となる。尚ほ配合される鉄屑や鋼屑は成分の明確な一定の物を用いる必要があり、分析値の一定せない故鉄等は用いない方がよい。又製品の化学成分はその品質に及ぼす影響が非常に大きい。此の問題は綱谷氏が深い研究をして居るがその一部は後に紹介する事とする。化学分析値としては炭素、硅素、マンガン、磷、硫黄の五元素が重要視されている。此の中炭素は配合成分により決定され、硅素、マンガンは合金鉄を用いて調整される。磷はやはり配合成分により決定され硫黄は此の外にコークスより入る事も考えられる。一配に炭素は3.1~3.3%とし硅素は1.8~2.3%マンガンは0.6~0.8%磷は0.3%以下硫黄は0.13%以下とする。第3表に米国のSAE規格を示し参考とする。

コークスは灰分10%以下の高級品を用いる。コークス比は地金に対し11~13%用い高温でかつ充分還元雰囲気中で燃焼せなければならない。

第3表 SAE自動車用鑄鉄規格

### 1. 物理的性質

| SAENo | BHN     | 曲げ荷重<br>(lb) | 撓み(in) | 引張強さ<br>(lb/in <sup>2</sup> ) |
|-------|---------|--------------|--------|-------------------------------|
| 110   | 187max  | 1800         | 0.15   | 20,000                        |
| 111   | 170~223 | 2200         | 0.20   | 30,000                        |
| 120   | 187~241 | 2400         | 0.24   | 35,000                        |
| 121   | 202~255 | 2600         | 0.27   | 40,999                        |
| 122   | 217~269 | 2800         | 0.30   | 45,000                        |

### 2. 使用指針

SAE 110 強さを第一義としない軟質鑄物、排気集合管は此の種のものあり。

SAE 111 小型 Cylinder block, Cylinder head, 寒冷 Cylinder, Piston, Clutch plate, Oil

pump body, Transmission case, Gear box, Clutch housing, 薄い Brake drum.

SAE 113 (略)

SAE 114 (略)

SAE 120 自動車用 Cylinder block, Cylinder head, Fly wheel, Brake drum, Cylinder liner, Piston,

SAE 121 トラック及トラクターの Cylinder block, Cylinderhead, 厚い Fly wheel, Transmission case, Diff carrier, 厚い Gear box,

SAE 122 Diesel engine 鋳物, Cylinder liner, Piston 一般の重荷重部分

### 3. 付表的基本成分

| SAE No | T.C       | Si      | Mn        | S    | P    |
|--------|-----------|---------|-----------|------|------|
| 110    | 3.40~3.70 | 2.8~2.3 | 0.50~0.80 | 0.15 | 0.25 |
| 111    | 3.25~3.50 | 2.3~2.0 | 0.60~0.90 | //   | 0.20 |
| 120    | 3.20~3.40 | 2.2~1.9 | //        | //   | 0.15 |
| 121    | 3.10~3.30 | 2.1~1.8 | //        | //   | 0.12 |
| 122    | 3.00~3.20 | 2.1~1.8 | 0.70~1.00 | //   | 0.10 |

## 6. 耐水圧試験

自動車用鋳物に起り易い欠陥の中その技術上の問題として最も困難を感ずるのは水洩とボアーの摩耗である。此の両者は鋳造直後には発見されずに加工後、或は使用後に発見されるので対策も手遅れとなり易く、その工場の経営に対し致命的な影響を及ぼす事もある。此の両者については前述の如く網谷氏の広範な研究があるのでその一部を紹介して尚ほ若干の私見も加へて見よう。

水圧試験は自動車用エンジンでは多くの場合水冷式を用いて居るので、そのウォータージャケットの水密性を試験するのに用いられる。此の試験は多くの黒皮の場合は水洩は発生しないが、主として加工後に肉厚部の加工面より発生し易い。此の現象は設計上の止むを得ない要求より鋳物の肉厚に不同が出来、その為各部の冷却が一樣に行はれず肉厚部に出来た収縮巣によるものである。その原因として考えられるのは

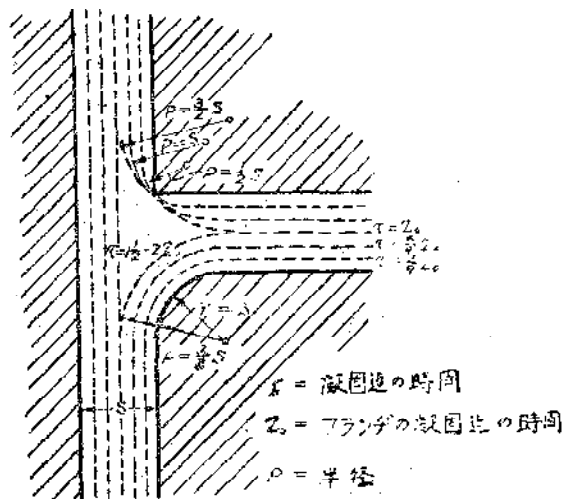
- (1) 鋳込方案が不適当で肉厚部で収縮を起すのに対して充分な熔湯の補給が行はない。
- (2) 鋳物砂中に水分が多い又は其の他のガス発生物が多くガス抜が充分でない。
- (3) 鋳型の一部例えば突出した部分が過熱されてガスを発生し、又は此の部分の冷却が悪い為に最も凝固が遅れ其所へ巣が発生する。
- (4) 材料の成分が不適当な為上記に対する対策を行つても巣が発生する。

の4つが考えられる。殆どの3つは主として造型法に原因して居り、(4)は熔解法に原因がある。

(1)については湯道若しくは揚りが不適当である為で、此等の物はその寸法形状に注意して温度勾配に注意する必要がある。又その液状である時の静圧が充分鋳物の内部に及ぼす様に必要な圧力頭を持たさなければならない。

(2)は生型鋳物の場合に不注意から水分を多く使用し又は砂中に有機物等が存在した場合に起る。その大きな場合にはブローホールとして明確になるが、小さい場合には他の原因と重り合い、外観上も発見し難い為に誤り易い。

(3)は特に問題となり易い。自動車用エンジンは形状は複雑である為に各種の小さい中子を使用し、又外型も凹凸が多い為、鋳物の冷却速度を複雑異常となり易い。その為普通ならば肉厚部の中心附近にあるべき最高温度が凝固の終期までに移動し外皮に近づく。第5図はChworinoff氏の鋳鋼凝固理論の説明図である。此れにより鋭角部の結晶の発達や弱点、亀裂の発生し易い事が



第5図 鋳鋼の凝固時に於ける等温線 (Chworinoff)

説明され、又此所に高温が保存され収縮も集るが、他方鋳型、溶湯等よりのガス量も多く集り、外引けが起り易い。此等の内外の引け巣は互に関連して、一方が大きければ他方が小さくなるのが当然である。しかし時には内外共に存在し、此れが接合したり、合体したりする事がある。又此等の巣の生ずる部分は収縮によつて微細な熱間亀裂を伴い易く、此れが内外に通じている場合が多い。此等はすべて加工後に水圧不良の原因となるものである。

(4)の溶湯成分は先進国でも問題の多いのであるが、戦後我国に於て戦前と同じ様に行つても問題の多いのは、技術低下と云うよりも、原材料の粗悪化と考えられる点が多い。今日ガス其の他の微量成分の影響が良く問

題にされているが、此等の綜合結果と集の關係は未だ簡單に云えない点もあるが大体に於て總量の少い方が此の集を助長しない点や初期膨脹を小さくする等からも良い。然し此所まで考えなくても単に普通含有成分の吟味制限を行つただけでも大いに効果がある。

第6図(A)及び(B)はシリンダーブロックについてもその炭素量及び炭素当量が水圧合格率に如何なる關係があるかを統計的に調査した結果である。Si%については此の当時比較的高い物が多く、判然とした結果は出なかつたがSi%の高い方が良い様になつていた。これは Timmins 氏其の他の実験とも相反して居る。筆者はシリンダーヘッドに於ては Si %は高い時より低い時の方が長かつた経験もあり Si %が 2.2~2.3 %と 1.9~2.0 %では可なり差があつた。此の点は或は鑄込の条件、鑄物形状等によつて一概に云えないのかも知れない。又シリンダーブロックでは Si %は磨耗にも關係があり、其の適量には熟考を要する。P %は当時は 0.13~0.20 %であつたが此れについては後述したい。

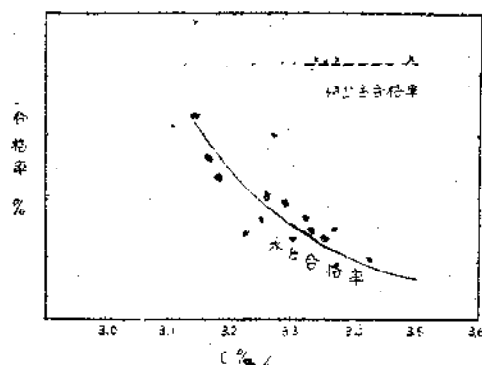
第4表は此れを更に検討する為、加工工場の流れより、加工後最終水圧試験に合格したもの(A群)

最終試験に不合格であるが予備試験では合格であつたもの(B群)、粗仕上の際予備水圧試験で不合格のものC群、の各々を分析した結果である。これにより溶湯の

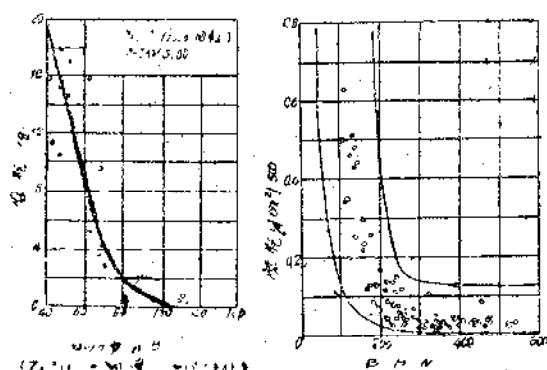
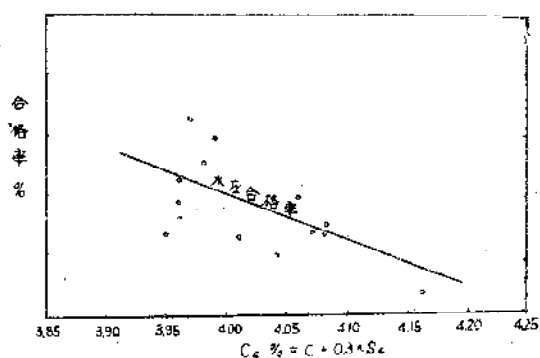
第4表 合格と炭素量 (網谷)

| 群 別 | 水圧検査          | C %  | Si % | Ce   |
|-----|---------------|------|------|------|
| A 群 | 完 全<br>合 格    | 3.20 | 2.15 | 3.85 |
|     |               | 3.25 | 2.15 | 3.80 |
|     |               | 3.38 | 1.56 | 3.85 |
|     |               | 3.25 | 2.20 | 3.91 |
|     |               | 3.34 | 2.12 | 3.97 |
| 平 均 |               | 3.28 | 2.04 | 3.89 |
| B 群 | 最後水圧<br>不 合 格 | 3.39 | 1.54 | 3.85 |
|     |               | 3.30 | 1.95 | 3.89 |
|     |               | 3.48 | 1.58 | 3.95 |
|     |               | 3.38 | 2.17 | 4.03 |
|     |               | 3.50 | 1.88 | 4.06 |
| 平 均 |               | 3.41 | 1.82 | 3.96 |
| C 群 | 予備水圧<br>不 合 格 | 3.52 | 1.81 | 4.04 |
|     |               | 3.48 | 1.90 | 4.05 |
|     |               | 3.55 | 2.20 | 4.21 |
|     |               | 3.49 | 2.01 | 4.09 |
|     |               | 3.49 | 2.28 | 4.17 |
|     |               | 3.55 | 2.11 | 4.18 |
|     |               | 3.51 | 2.22 | 4.17 |
| 平 均 |               | 3.51 | 2.08 | 4.13 |

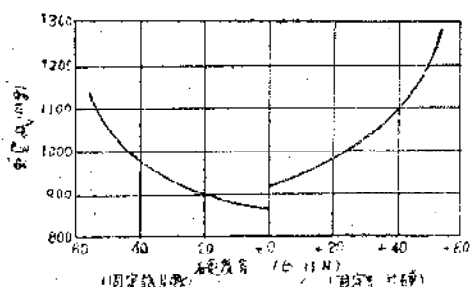
第6図 合格と炭素量 (網谷) (A)



(B)



第7図(A)硬さと滑磨耗 (Piwow, u. Heimes) 第7図(B)鉄の滑磨耗と硬度 (Söhnchen n Piwowarsky)



第7図(C) (Knittel)

普通分析成分と水圧試験と関係のある事を証明しているが、これのみで総てが解決されるとは云えない。

シリンダーブロックの様に肉厚不同の鋳物には溶湯の補給の充分に効かない部分が存在する。此の様な鋳物に対してはむしろ材質的には亜共晶の成分の方が良い結果を得る様である。其の理由は色々あるであろうが共晶成分の方が長く融体で止る為流動性もよく後に凝固する部分は他に補給を良くし自分自身の内部は不足し易い事。亜共晶になる程外殻を作り易く初晶が早く厚くなる。従つて湯口よりの補給が良く行はれる。又外殻の收縮が大きいので内部の収縮を相殺する。亜共晶の方が凝固に当り発生するガス量が少い。此等の理由によつて亜共晶の方が外周は瘦せた形になるが内部は充実したものとなる。

Pの影響は此の種の水圧試験には可なり大きいものである。P化合物は共晶温度を甚しく下げるものとして知られている。その為前述と同様の現象を助長する。従つてPは出来るだけ低い方が良い。筆者は或る種の部品でPが0.3%程度の物と0.1%程度では、後者の不良率が1/4以下に低下した経験を持つてゐる。米国の規準は0.2%以下であつてディーゼル用には0.1%、普通には0.12~0.15%程度をすすめている。一般にPの低い方がC%とSi%の範囲を拡くし得る。

最後に最近知られて来たものとして熔解温度の問題がある。此れは既に知られている様に高温溶解の方が黒鉛の発生が微細になる為と思われるが、出湯温度は少くとも

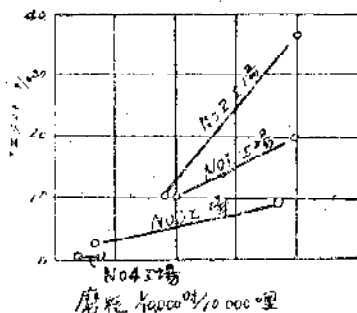
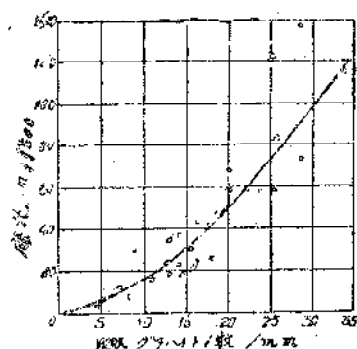
1450°C以上が望ましい。注湯温度に関しては色々議論もあるが筆者は1400°C位を標準としているが、それには鋳物砂の耐熱性を良くする必要がある。

## 7、耐 磨 耗 性

自動車用エンジンは普通シリンダー、ウォータージャケット、クランクケース等を一体にして、此れをシリンダーブロックと云う。シリンダーブロックは其の為形状は複雑であり、前述の様に耐水圧性を要求せられると共に、シリンダーボア部の耐磨耗性を要求せられる。耐磨耗性に関係する物として古くより研究されて居る事は材質の面では、硬度、成分、組織等であるが此等ははつきりした区別のある物でなく互関連性のある物と考えられる。又材質以外の条件としては摩擦速度、表面精度、摩擦する相手の性質、使用燃料、潤滑油の性質、吸気中の塵芥等多数の要素があり、其の解決は困難な物であり、特に初期磨耗は常に問題となるものである。

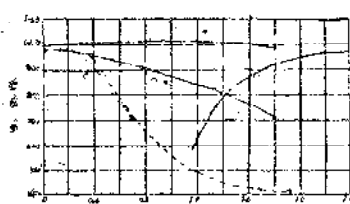
一般に硬い方が磨耗に耐えるものと思われている。然し細かく研究すれば必ずしもそうでない場合も多い。第7図(A)(B)は此の関係を示したもので、硬質はブリネル200以上の良い事を示している。又他の研究ではブリネル200附近が最も良く、それ以上ではわづかながら耐磨性の低下する事を示したものもあるが、その影響は小さい。第7図(C)は Knittel 氏の示した磨耗と硬

第 8 図  
(Wallfisch u. Greger)

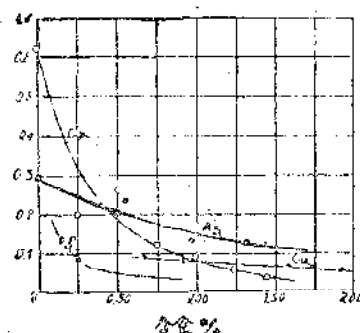


第10図 磨耗とフエライト  
(E. K. Smith)

第 9 図 磨耗元素 A)  
(Maschinenfabrik Esslingen)



第 9 図 (B)  
(Piwowarsky u. Jähnehen)



度差の関係を示したもので硬度差の小さい程磨耗も少く、又固定片の軟い方が良い事を示している。従つて自動車ではピストンリングとボアの硬度差は20以下を要求されている。

含有成分について云えばその組織と深い関係があつて、黒鉛化はCによつて変る。この黒鉛化率はC自らの含有量にもよるが他方Si量にも関係がある。同一Si量では高C鋳鉄の方が低Cより磨耗は大きく、又黒鉛の粗く太いものは薄く長く彎曲したものより悪い。又此れと

反対に非常に小さく共晶状黒鉛の時も悪いが此れはむしろ後に述べるフェライトに伴つて焼付を先ずるものと思われる。第8図は磨耗と黒鉛量の関係を示したものである。一般に基地は完全パーライト組織の物が良いが、共析成分より多少化合炭素の多い方が良いと云う報告もある。Si は第9図Aに示す如く多くなると悪い。しかし薄肉のシリンダーブロックでは加工性等の為余り低くする事は出来ない。Pは耐磨耗性に良い事は一般に良く知られている。特にC%の高い時に有効な様である。然しKhingenstain氏の報告では一度加熱されるとPの効力が弱るとされて居り、又多くなると脆性を増し、内引けが多くなるので多く出来ない。Mnは耐磨耗性には余り期待出来なく普通0.55~0.9%である。Sはキューボラ溶解では高くなり易いが普通0.06~0.13%である。

特殊元素としてはCrは甚だ有効であつて、基地をパーライト化するが、炭化物を作り白鉄化するので沢山は用いられない。普通高級鑄鉄には0.2~0.5%用いられる。Niは耐磨耗性には直接の関係はないが間接的に良い性質を与え黒鉛片を粗大にせず析出を助け、肉厚の感受性を減じ、硬度を増しても加工性は良くパーライト化を助ける。しかし高価であるので最高2.0%であり、普通は1.0%以下とする。CuはNiの代用とする事もあるが余り多くなると害がある。Moは黒鉛を小さくするので用いられる事もあるが普通0.2~0.4%である。

組織の点では完全なパーライトが良いと云うことに諸研究は大体一致して居る。フェライトの現われる事を嫌い、特に共晶状黒鉛と共存するフェライトは古くより問題にしている。

第5表 磨耗と硬度及び組織 (E. K. Smith)

| 製造工場  | BHK  | Si   | Mn   | T. C | G. C | C C  | S     | P     | Cr   | Ni   | Mo   | 磨耗量 <sup>①</sup> | 顯微鏡組織                      |                          |                       |
|-------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|------|------|------|------------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------|
|       |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |                  | グ<br>ラ<br>フ<br>ア<br>イ<br>ト | パー<br>ラ<br>イ<br>ト        | フ<br>エ<br>ラ<br>イ<br>ト |
| No. 1 | 176  | 2.00 | 0.87 | 3.32 | 2.73 | 0.59 | 0.139 | 0.248 | 0.02 | 0.12 | 0.01 | a                | 普<br>通                     | 殆<br>完<br>全              | 微<br>量                |
|       | 183  | 1.83 | 0.78 | 3.39 | 2.87 | 0.52 | 0.103 | 0.137 | 0.02 | 0.07 | 0.03 | 2 a              | 〃                          | —                        | 多・同塊状                 |
| No. 2 | 196  | 2.18 | 0.71 | 3.33 | 2.84 | 0.49 | 0.115 | 0.248 | 0.03 | 0.26 | 0.01 | 0.001941         | 〃                          | 殆<br>完<br>全              | 僅<br>少                |
|       | 169  | 2.52 | 0.76 | 3.34 | 3.00 | 0.34 | 0.103 | 0.293 | 0.02 | 0.06 | 0.01 | 0.004026         | 細                          | —                        | 多・分散                  |
| No. 3 | 183  | 2.42 | 0.59 | 3.38 | 2.79 | 0.59 | 0.142 | 0.203 | 0.35 | 0.25 | 0.02 | 0.000664         | 普通、稍粗                      | 完<br>全                   | な<br>し                |
|       | 183  | 2.39 | 0.56 | 3.48 | 2.79 | 0.69 | 0.153 | 0.188 | 0.36 | 0.21 | 0.02 | 0.000701         | 普<br>通                     | 〃                        | な<br>し                |
|       | 183② | 2.15 | 0.46 | 3.28 | 2.65 | 0.63 | 0.116 | 0.121 | 0.32 | 0.13 | 0.05 | 0.003730         | 樹<br>拔<br>状                | —                        | 微<br>細                |
| No. 4 | 187  | 1.76 | 0.74 | 3.28 | 2.68 | 0.69 | 0.124 | 0.200 | 0.26 | 0.21 | 0.02 | 0.000538         | 普通、細                       | 完全、小 <sup>③</sup><br>炭化物 | な<br>し                |
|       | 201  | 2.01 | 0.82 | 3.40 | 2.89 | 0.50 | 0.118 | 0.176 | 0.21 | 0.23 | 0.02 | 0.000467         | 〃                          | 〃                        | な<br>し                |

① 10,000 哩走行当り磨耗时

② 研究設計のものにて冷却速度の相違が影響

③ 炭化物あれども切削容易

第5表は Smith 氏が米国の自動車につき実際に運行試験を行つて組織と磨耗の関係を表記したものである。これによると必ずしも成分や硬度によらず、むしろ少量でもフェイトの析出する方が大害のある事を力説して居る。

第10図は各々よりフェライト量を測定して磨耗量の関係を図示したものである。故にシリンダーブロックでは高級鑄鉄と称せられても冷却条件により黒鉛が共晶状又はバラ状となり、フェライトの併うものは良くない。従つて組織としては黒鉛片が稍長く多少彎曲し全くフェライトの無いパーライト組織が良いと云われる。

次に冷却速度も問題である冷却が早いと共晶黒鉛やフ

エライトが出易く、遅いとパーライト鑄鉄にならない。又シリンダー壁の肉厚は 12~15 耗が良く内面に冷金等を利用する事を排斥する説もある。

## 8、結 言

以上我國の自動車鑄物には多くの問題があるが、生産の規模も欧米のものには及ばないので早急に解決する事は困難な面もある。しかし前記の耐磨耗性についても国産小型車の中には 10 万軒以上を手入せずに走る車が多数あるので意を強くする次第である。最後に本文を書くに当り、技術上の指導のあつた当社顧問網谷俊平氏、下河辺収氏に感謝する次第である。