

は 1100°C に各 30mn 保持後試験したが、SKD61 がもつとも優れた焼入性を示し、ついで SKD4, SKD5 がもつとも劣る結果を示した。

(c) 熱処理について

焼入を行なうに当つて、そのオーステナイト温度を SKD61, SKD4 については 950~1150°C 間を、SKD5 については 950~1200°C 間をそれぞれ 50°C 間隔に変化させ、Ⅱに示した3種類の冷却条件にしたがつて焼入を行ない、焼入温度と硬度の関係を調べた。Fig. 1 はその結果を示す。

質量効果は SKD5 が最大で SKD4, SKD61 の順で小さくなる。

また焼入温度としては、SKD61, SKD4 では 1050°C, SKD5 では 1100°C が適当と考えられ、SKD61 については焼入温度からの空冷または衝風冷却、SKD4, SKD5 については油冷が望ましい。なお、焼入保持時間を 1, 3, 5h に変化させ試験を行なつたが、3h 以上では焼入硬度に大差を認め得なかつた。Fig. 2 は上記にしたがつて焼入した後の焼モドシ温度と硬度の関係を示す。

各鋼種とも2次硬化を示し、その極大値は SKD61 では 550°C 付近に、SKD4, SKD5 では 600°C 付近に現われる。なお、各鋼種とも焼モドシ時間は 8~10h が適当であることが認められた。

(d) 機械的性質について

機械的性質を試験するに当つて、焼入処理として、SKD61, SKD4 は 1050°C/3h, SKD5 は 1100°C/3h 後Ⅱに示した3種類の冷却速度で焼入を行ない、のち SKD61 では 550°C/8h, SKD4, SKD5 では 600°C/8h の焼モドシを行なつた。Fig. 3~5 にその結果を示す。

引張試験片は平行部直径 9.9mm φ, 標点距離 35mm の高温引張試験片を、衝撃試験片は U-notched Charpy standard 試験片を用いた。引張性質は常温 ~500°C の範囲では SKD61 がもつとも優れ、続いて SKD4, SKD5 の順となつており、衝撃試験も同様な結果を示している。しかし使用温度がさらに高くなるか、耐摩耗性が問題になる場合には高 W 鋼が優れた特性を発揮するものと考えられる。

V. 結 言

(1) 直径 150mm φ 程度の mass を有する製品を対象とした場合、焼入条件として、SKD61 に対しては 1050°C/3h 後静止空気冷却、または衝風冷却、SKD4 に対しては 1050°C/3h 後油中冷却、SKD5 に対しては 1100°C/3h 後油中冷却、焼モドシについては SKD61 は 550°C/8h, SKD4, SKD5 は 600°C/8h が適当である。

(2) 質量効果は SKD61 がもつとも小さく、SKD4, SKD5 の順に大きくなる。

(3) 機械的性質については、引張試験、衝撃試験に関する限り、常温 ~500°C 間では SKD61 がもつとも優れ、SKD4, SKD5 の間には大差を認め難いが、前者が後者に比してやや優れると考えられる。

(117) ダクタイル鑄鉄の機械的性質および熱衝撃抵抗におよぼす化学成分の影響

久保田鉄工尼崎工場

山下 章・尼木 敏雄
常田 修・〇太田 隆

Effect of Chemical Composition on Mechanical Properties and Thermal-Shock Resistance of Ductile Cast Iron.

Akira YAMASHITA, Toshio AMAKI
Osamu TSUNEDA and Takashi ŌTA.

I. 緒 言

ダクタイル鑄鉄の強度と伸びは顕微鏡組織と化学組成によつて決まる。セメントイトを含まず焼入焼戻などの特殊な熱処理をしない球状黒鉛、フェライト、パーライトの3相よりなる普通のダクタイル鑄鉄ではパーライトの多いほど強度は大でフェライトの増加とともに強度は低下して伸びが大きくなる。その値は 70 kg/mm²×2% ~42 kg/mm²×28% の組み合わせのごとく組織によつて大きく変動する。そこで組織を一定にして機械的性質におよぼす C, Si, Mn の影響を調べ同じ試料について熱衝撃抵抗を調査した。したがつて不完全球状黒鉛、セメントイト、パーライトの影響はまったく除去され化学組成の影響のみが判明した。なお化学組成を一定とし組織を変えた試料については次回報告する。

II. 試料の製法

鑄鉄、鋼屑の配合比を変えて高炭素 C=3.8, 中炭素 C=3.5, 低炭素 C=3.2 の3種類の熔銑をつくり、各 35kg を 0.5%Mg でダクタイル処理を行ない Fe-Si (75) 0.25% で接種したのち、8メッシュの Fe-Si, Fe-Mn を合金せしめCの異なる各群について Si=1.7~3.1, Mn=0.3~1.0% の範囲で試料を同一冷却速度になるごとく乾燥砂型に鑄造した。他の元素は P=0.07~0.08, S=0.004~0.006, Cr=0.07~0.08, Ti=0.04~0.05, As=0.008~0.010, Mg=0.06~0.08% で一

定である。これを 890°C×2 h, 735°C×5 h, 680°C まで 1 h の 2 段焼鈍を行なった。平行部 14φ×50mm の抗張試片と 45φ×30mm の熱衝撃用円壩を切り出し機械的性質、熱衝撃変形、密度を調査した。

III. 試料の顕微鏡組織

いずれの試料も黒鉛の球状化は 100% であつた。フェライト化は最低 95% でありほとんど全フェライトと考えて差支えない。黒鉛形状は C, Si の減少, Mn の増加とともに 0~50% 大きくなり粒の数は減少する。

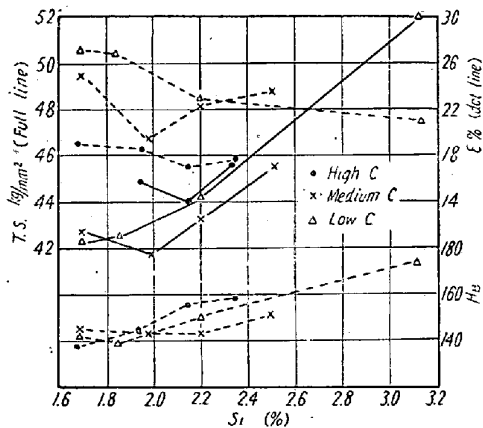


Fig. 1. Relation between tensile strength, elongation and Brinell hardness of ferritic ductile cast iron, vs. Si content.

IV. 機械的性質

Fig. 1 は Mn=0.3 一定で C, Si を変えた試料についての結果である。抗張力は 42 kg/mm² から Si の増加とともに 52 kg/mm² に達する。伸びは 17~28% で低炭素のものが大きく Si の増加とともに若干低下の傾向がある。降伏点は抗張力と同様に Si に比例して 28~41 kg/mm² に上昇する。

ブリネル硬度は全フェライトでありながら 138~173 の範囲になつて Si の増加とともに硬くなる。Fig. 2 は Si=2.6% と一定にした場合の Mn の影響を示す。強度は Mn=0.6% までは約 2 kg/mm² 増加し 45~47 kg/mm² にな

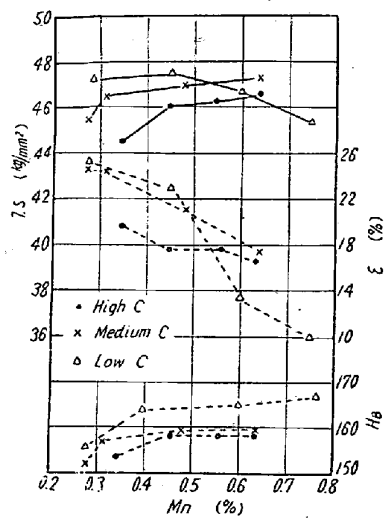


Fig. 2. Relation between tensile strength, elongation, Brinell hardness and Mn content of ferritic ductile cast iron.

る。低炭素の方が強度大であるが Mn=0.5% 以上では反つて低下する。伸びは Mn の増加とともに約 20~25% から 10% まで急に低下し低炭素のものほど靱性を失いやすい。降伏点は C, Mn の影響が少ない。ブリネルは 150~168 で Mn とともに若干高くなる。

V. 熱衝撃試験

(1) 試験法 45φ×30mm の 10 試料を 800°C に保つた 150×200×640mm 内容積のシリコン電気炉へ装入した。試料の温度は 120s で最大温度差 190°C を生じ約 25mm で試料内外ともに 800°C になる。装入後 30mm で 10 試料を一度に取り出し、ただちに 0.5m³ の水槽に投入する。冷却時の内外面の最大温度差は 470°C 以上に達し約 40 kg/mm² の熱応力が発生したと考えられる。この操作を 50 回繰り返した。

(2) 結果 試験後の試料外観は Photo. 1 に示すように中央が凸、側面が波形に変形し不安定な水平に定置できにくい形になる。いずれの試料も肉眼的には外面に割を発見できなかった。高さ変化を Fig. 3~4 に示す。Fig. 3 は Si を変化した系列の試料で Si に比例して中央の凸変形が増す。円壩周囲の高さはほとんど初めの 30mm に近く、最高 0.5mm しか減少しないが中央高さは最高 +6mm も膨張した。0.5mm はスケール除去によるもので実質的には変形していない。同一 Si では 2.2%Si 以上で C の高いものは変形が少ない。Fig. 4

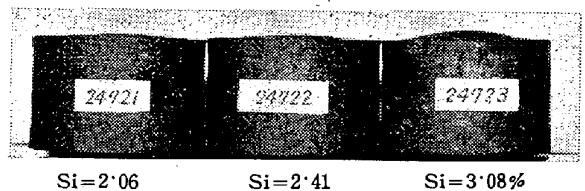


Photo. 1. Outside view of some thermal-shock specimens of quenched ferritic nodular iron. C=3.8; Mn=0.3%; Si variable.

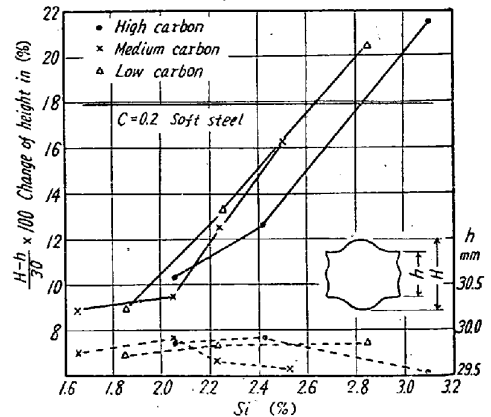


Fig. 3. Effect of Si content on plastic deformation of ductile cast iron after 50 cycles of quenching.

は Mn 変化系列の群で Mn の増加とともに変形は少なくなり低 C のものはいちじるしく減ずる。低 Mn 範囲では C の高いほど変形は少ないが、Mn 増大とともに不明確になる。この群も円筒周囲の高さ変化は少ない。直径方向の変化は 0.2~0.9mm で僅少であつて中央高さ変化とは逆になる。図中に C=0.2, Si=0.4, Mn=0.3 の軟鋼の変形率を示した。中央変形量は 17.9% でいちじるしく大きく直径方向は中央で -1.6% 変形したのみであつた。

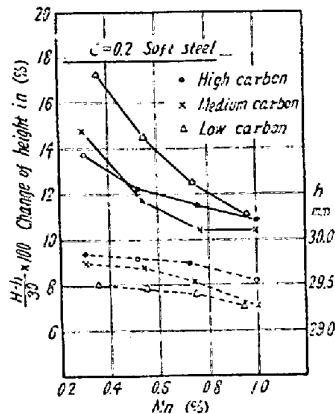


Fig. 4. The effect of manganese content on plastic deformation of ductile cast iron after 50 cycles of quenching.

(3) 熱衝撃実験後の試料硬度組織および密度 試料を半分に切断して中心の硬度を測つた。表面はマイクロピッカースを用いた。両群ともに焼鈍前の硬度に近くなつた。すなわち Si 系はブリネル 160~250, Mn 系は 190~260 になり Si の低いほど Mn の高いほど硬くなる。この硬化はフェライト基地が一部ソルバイト化したためである。結晶粒界に黒鉛の析出が見られ Si の高いものは量が多い。これは Si によつて C の溶解度が小さくなり、フェライト粒界に析出したりもつて、Mn は Si と反対の効果がある。密度は Si 系は 7.17~7.01 から 7.13~6.90 へ、Mn 系は 7.12~6.99 から 7.11~6.88 へ低下し変形量に比例して密度の低下が大きくなつた。これはフェライト粒界が脆くなり変態膨張による亀裂がミクロ的に進行し空隙生成が主原因となつたようで、成長によるものではない。フェライト DCI の成長は僅小で Si, Mn とともに減少する傾向があるからである。

VI. 結 言

(1) フェライト DCI の強度は Si に比例し Mn 0.6% 以上では低下し 42~52 kg/mm² になる。伸びは 10~28%, 硬度は Si, Mn に比例して 138~173H_B の間になる。

(2) フェライト DCI に 470°C の温度差以上の熱衝撃を繰り返し与えると軟鋼に似た粘さを示して円筒中央が 9~21% 膨んだが外面に割はできなかつた。

(3) 変形は塑性変形で回数と Si に比例し C, Mn に反比例する。また、結晶粒界への C 析出と内部のミクロ亀裂が発生した。

文 献

- 1) 草川: 鑄物, 28 (1956), 10, p. 729
- 2) W. R. GLOUGH, M. E. SHANK: J. Metals, 6 (1954) 9, p. 1093~1094

(118) 準安定オーステナイト域における塑性加工が 13Cr 鋼の二次硬化におよぼす影響について

(13Cr 鋼のオースフォーミングの研究—II)

金属材料技術研究所 細井 祐三

Effect of Deformation in the Metastable Austenite Condition on the Secondary Hardening of 13Cr Stainless Steel.

(Study on ausforming of 13Cr stainless steel—II)

Yūzo Hosoi.

I. 緒 言

13Cr 鋼を準安定オーステナイトの状態において塑性加工後焼入をし、マルテンサイト変態させると、普通の焼入の場合にくらべ機械的性質をかなり向上させ得ることをさきに報告したが、そのさいかような加工処理(オースフォーミング処理)を与えた場合には、その後の焼戻過程において現われる二次硬化に影響をおよぼし、普通の焼入鋼の二次硬化とやや異なつた挙動を示すことも述べた。本報告はこの現象をさらに深く追及するために試料として 410 型および 420 型ステンレス鋼を用いて、オーステナイト化温度、加工温度、加工度などがいかに二次硬化に影響をおよぼすかを検討した。

II. 実験試料および方法

実験に供した試料は 410 型および 420 型ステンレス鋼(以下 410 型および 420 型と略す)に相当する C 量の異なる二種の 13Cr 鋼で、おもな成分は 410 型は、C 0.12%, Cr 12.32%, Ni 0.30% であり、420 型は C 0.37%, Cr 13.5%, Ni 0.16% であつた。

実験方法は、410 型の場合はオーステナイト化温度として 900°, 950°, 1000°C を選び、また 420 型の場合は 1000°, 1050°, 1100°C を選んだ。これらの温度で 1 h オーステナイト化したのち、450°C あるいは 650°C に保持した塩浴中に急冷し 3mn 保持して試料を塩浴と同温度にしたのちただちに圧延を行ない、てきとうな加工度を与えて油焼入れした。つぎに半分は液体 N 中に 1 h 浸漬して残留オーステナイトをできる限り減らし、