

氏 名	中 野 幸 紀 なか の ゆき のり
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	工 博 第 619 号
学位授与の日付	昭 和 54 年 7 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 1 項 該 当
研究科・専攻	工 学 研 究 科 冶 金 学 専 攻
学位論文題目	鑄鉄の定量金属組織学的研究

論文調査委員 (主 査)
教授 尾崎良平 教授 中村陽二 教授 村上陽太郎

論 文 内 容 の 要 旨

鑄鉄の機械的性質の向上と高信頼性の確立は工業的に極めて重要な問題であるがその実現には種々困難な点が多い。この論文は最近注目を集めている定量金属組織学的手法によって、鑄鉄の金属組織の定量化とその制御を目的として研究した結果をまとめたもので、7章からなっている。

第1章は緒言で、鑄鉄黒鉛相の形状係数の算定法ならびに鑄鉄の磁性に関する従来の研究を明らかにし、本研究の目的と研究方法を述べている。

第2章は本研究の最も重要な部分で、鑄鉄の金属組織の極めて明確な合計114種の試験片を準備して爾後の研究の基盤として提供した経過を明らかにしている。すなわち鑄造冶金学的条件を種々変化させて、球状黒鉛試料56種、片状黒鉛試料39種、中間形態黒鉛試料19種、またこれらを基地組織別に分類するとフェライト基地51種、パーライト基地17種、両者の混合基地46種を調整し、まずこの中の107試料について、磁性、組織および機械的性質との間の統計的相関関係を検討し、磁性パラメーターとして選定した磁場400 Oeにおける磁束密度(Bm)、微分透磁率(dB/dH)、残留磁束密度(Br)、残留磁束密度比(Br/Bm)、保磁力(Hc)、初透磁率(μ_a)および最大透磁率(μ_m)のうち4種類の組合せによって、鑄鉄の磁性の変化の大部分が表現できることを明らかにし、またこれらの磁性パラメーターと基地組織中のパーライト量率、黒鉛球状化率および引張強さとの間にそれぞれ成立する相関関係式を導出している。

第3章は鑄鉄の磁気特性についての統計的研究で、上記の試料を黒鉛組織別と基地組織別とに層別分類し、相互の分散分析を行ない、また磁性データ全体について主成分分析を行なって磁性変化の主要成分を決定している。すなわち主成分(Za1)の因子構造は「軟磁性化」として現われ、主としてパーライト量率で決定されること、一方「磁化容易化」の動きに相当する主成分(Za2)のそれは比較的単純で、黒鉛形態の変化のみに関与していると考えてよいことなどを明らかにし、各成分の構造を示す式を確定している。

第4章では片状から球状まで幅広く連続的に黒鉛相の形態の変化した試料について、磁気履歴曲線から得られるBr/Bm、Hc、 μ_a 、dB/dHおよびBmからなる磁気成分を計算し、黒鉛の分布、大きさおよび形状との対応をつけている。黒鉛相の分布形態および球状化率は同様の因子構造(Z)を有し、 $Z=5.5(Br/$

$B_m - 0.034H_c - 0.54(dB/dH) + 1.5$ の式に簡略化できる磁気主成分に対応づけられること、またこの磁気主成分は黒鉛球状化率と比例的関係を示すのみならず、Cタイプからメッシュ状、A、D、E、いも虫状を経て球状に到るまでこの順に対応して次第に増大すること、いも虫状と球状の黒鉛が混在する離散系の黒鉛相V+NからAタイプ片状といも虫状の黒鉛が混在する連続系の黒鉛相A+Vへの移行する領域において磁気主成分の値が大きく変化すること、一方黒鉛粒数および基地中のパーライト量等の変化の影響は少ないこと、黒鉛形態と有意な関係をもつパラメーターはdB/dHと B_m であることなどを明らかにしている。

第5章では回転楕円体で近似した黒鉛粒が種々の仮定のもとで集合しているモデルを設定し、楕円体の軸比を立体形状係数として、平面的な実測量である球状化率との関係を定量金属組織学的手法によって求める方法を明らかにし、また2種の異なる形状の回転楕円体が混在しているモデル(モデルⅡ)によって実際の鑄鉄黒鉛組織の形状分布が近似できること、さらに実測との対比によって立体形状係数(\bar{s})と黒鉛球状化率(DN)との間に、 $\bar{s} = 0.57 DN + 9.4$ の関係が得られることを確認している。

第6章では黒鉛相の立体形状係数と磁性との関係を明らかにした結果を述べている。黒鉛粒子を扁平回転楕円体で近似し、強磁性体中に分散する磁気的空隙とみなし、回転磁化範囲における数種の磁気量を仮定をおいて計算によって求め、実測値と比較した結果、実際の鑄鉄についての磁性データは黒鉛分布の上記モデルⅡに定性的に近いことなどを明らかにしている。

第7章は本論文の総括である。

論文審査の結果の要旨

鑄鉄の機械的性質の向上と高信頼性の確立は工業的に極めて重要であり、そのためには鑄鉄の金属組織の定量化とその制御法の確立が必要である。この論文は最近注目を集めている定量金属組織学的手法を用いて鑄鉄の金属組織の定量化を試み、実験方法として主として磁気測定法を利用し、金属組織、機械的性質および磁気的諸性質の間の相関関係を明らかにしたもので、得られた主な成果を要約すると次のとおりである。

(1) 鑄造冶金学的条件を種々変化させて黒鉛形状および基地組織を変化させた多数の試料を調製し、磁性、組織および機械的性質との間の統計的相関関係を究明し、磁性パラメーターとして選定した磁束密度(B_m)、微分透磁率(dB/dH)、残留磁束密度(Br)、残留磁束密度比(Br/ B_m)、保磁力(H_c)、初透磁率(μ_a)および最大透磁率(μ_m)のうち、4種類の組合せによって鑄鉄磁性変化の大部分が表現できることを明らかにし、かつこれらのパラメーターと基地組織中のパーライト量率、黒鉛球状化率および引張強さとの間に、それぞれ成立する相関関係を示す式を導出した。

(2) 上記の試料を黒鉛組織別と基地組織別とに層別分類し、相互の分散分析を行ない、また磁性データ全体について主成分分析を行なって磁性変化の主要成分を決定し、「軟磁性化」として現われる主成分(Za1)の因子構造は主としてパーライト量率で決定されるが、一方「磁化容易化」に相当する主成分(Za2)は黒鉛形態の変化のみに関与することなどを示した。

(3) 黒鉛相の形態が片状から球状まで幅広く連続的に変化した試料について、磁気履歴曲線から得られ

る B_r/B_m , H_c , μ_a , dB/dH および B_m からなる磁気成分を計算し、黒鉛の分布、大きさおよび形状との対応がつけ得ること、黒鉛相の分布形態および球状化率は同様の因子構造(Z)を有し、磁気主成分に対応づけられることなどを明らかにした。

(4) 黒鉛粒の形状を回転楕円体で近似して、楕円体の軸比を立体形状係数として平面的な実測量である黒鉛球状化率との関係を定量金属組織学的手法によって求める方法を明らかにし、立体形状係数(\bar{s})と黒鉛球状化率(DN)との間に、一定の関係が得られることなどを明らかにした。

以上要するにこの論文は、鋳鉄の組織を構成する黒鉛組織および基地組織と黒鉛球状化率などが磁気特性パラメーターと定量的な相関をもつこと、鋳鉄の機械的性質に大きく影響する黒鉛の形態が磁気特性パラメーターによって十分識別できることを明らかにし、黒鉛の形状を回転楕円体で近似して定量金属組織学的に定量化し、黒鉛の形態の定量的評価法を確立するなど、工業的には勿論学術上にも寄与するところが少なくない。

よって、本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。