

球状黒鉛鑄鉄の強度及び切削性と ミクロ組織因子の関係の解明

利用者 山口 祥司¹、窪田 哲¹、中谷 伸也¹、平出 博司¹、内藤 大幹²
 所属 ¹日立建機株式会社、²茨城大学

1. はじめに

RESA- を使いバルク平均情報が得られる中性子回折を利用して、引張圧縮(疲労)変形前後の格子面間隔を測定し、残留格子ひずみを求めることで力学的特性とミクロ組織との関係を検討した。

2. 実験目的

建設機械の主要部品である油圧機器のケース類は形状が複雑であることから鑄物が多く用いられており、高い圧力のかかる部材には球状黒鉛鑄鉄が多用される。最近ではエネルギー伝達効率向上の観点から、油圧機器の高圧化、油路拡大が求められており、素材である球状黒鉛鑄鉄の高強度化、耐久性向上が望まれている。そこで、バルク平均情報が得られる中性子回折を利用して、引張圧縮(疲労)変形前後の格子面間隔を測定し、残留格子ひずみを求めることで力学的特性とミクロ組織との関係を検討した。

3. 実験方法

3.1 試料

本実験は同一の溶湯(Fe-3.71C-2.70Si-0.31Mn-0.02P-0.008S(mass%))を用い冷却速度を変えることにより黒鉛および基地組織の異なるa、c、ah、chの球状黒鉛鑄鉄を作製した。a、cは鑄放し状態、ah、chは焼鈍して基地組織をフェライト化した素材である。引張(ひずみ2%)・除荷・圧縮(2%)・除荷を10サイクル繰り返し、圧縮後に除荷した状態の試料(疲労材)を用意した。各素材をFig.1に示し、Table1にミクロ組織の特徴を示す。さらにFig.2に測定点であるS(Start)、C10(Compression cycle at 10)を示す。

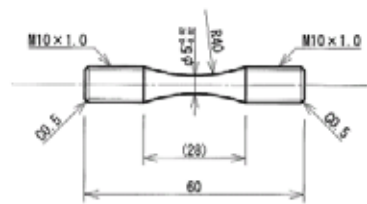


Fig.1 Shape and dimension of specimen

Table 1 Tensile properties and microstructures

	黒鉛粒径 μm	黒鉛粒数 個/mm ²	黒鉛面積率 %	フェライト面積率 %	パーライト面積率 %
a	23.6	245	11.3	82.3	6.5
c	38.9	77	10.1	70.3	19.6
ah	27.6	194	12.7	84.2	3.1
ch	38.0	106	13.1	84.5	2.4

3.2 測定方法

中性子回折装置(RESA-)を用い、疲労試験前の試料(S)と疲労材(C10)の格子面間隔を測定し、両者の差から変形による残留ひずみを得た。Fig.3に試料の設置状況を示す。本実験ではフェライト相について引張圧縮方向に垂直な面からの回折(Axial方向)を検出した。

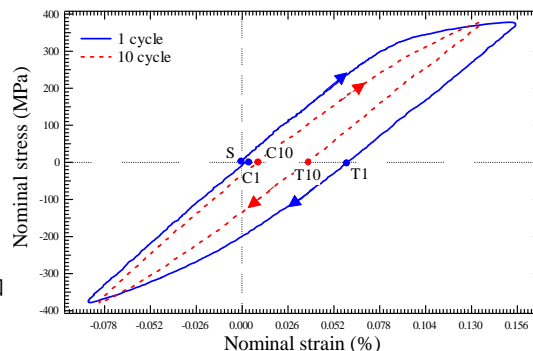


Fig.2 Nominal stress-strain curves.

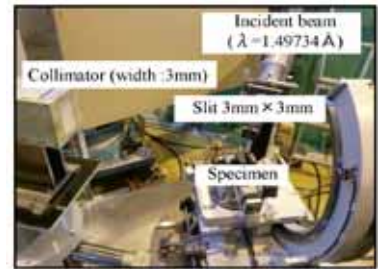


Fig.3 Outlook of neutron diffracton by RESA-

4. 研究成果

4.1 半価幅

半価幅の変化には転位密度変化の効果が含まれる。よって、粒径が変化しないと仮定すると、半価幅の増加は転位密度の増加を意味する(1)。Fig.4に本実験で得られた半価幅の変化を示す。(200)の半価幅はahの(200)を除けば減少する傾向にあり、(110)と(211)の半価幅は増加傾向にある。これらの結果には組織による差異はなく、10サイクルした後の試料の半価幅は、基準材に比べて収束する傾向にある。一般に引張変形後の半価幅は増加する傾向にあるので、引張圧縮試験特有の結果が得られた。

4.2 残留格子歪み

残留格子ひずみは、荷重を除荷した後に残る弾性ひずみであり、内部応力情報を得ることができる。強い粒(硬質粒)と弱い粒(軟質粒)が混在する組織を有する材料において、引張変形後の残留格子ひずみは、引張(Axial)方向では硬質粒に引張、軟質相に圧縮ひずみが残る。Fig.5に本実験で得られた残留格子ひずみを示す。フェライト相のみを有するah、chについては、(110)、(211)は引張方向、(200)は圧縮方向に残留格子ひずみが残った。引張変形によって得られるAxial方向の残留格子ひずみは、硬質粒である(200)は引張、軟質粒である(110)は圧縮の残留格子ひずみが残るといった報告がある。本実験は、圧縮からの残留格子ひずみであるので、同様な傾向が得られた。a、cについては、パーライトを含み結果が複雑となり、さらなる実験が必要である。

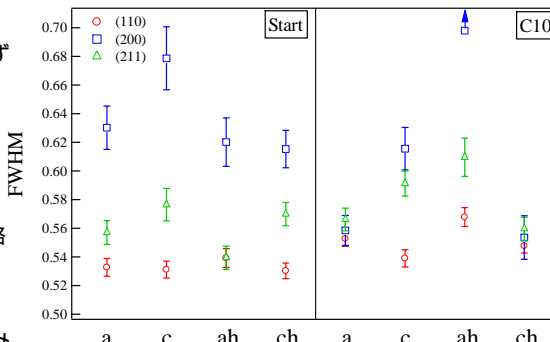


Fig.4 Change in FWHM

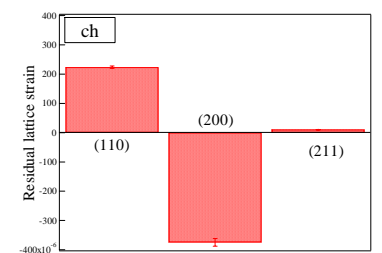
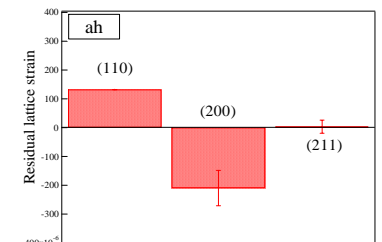


Fig.5 Residual(hkl) lattice strains after tension-compression cyclic deformation

5. 結論・考察

基地組織と黒鉛粒径が異なる4種類の球状黒鉛鑄鉄について、引張圧縮変形前後の試料で中性子回折実験を行い、フェライトの応力分配を追った。得られた主な結論を以下に示す。1. 組織による差異はなく、10サイクルした後の試料の半価幅は、基準材に比べて収束する傾向にある。2. 基地組織をフェライトのみとした場合、硬質粒である(200)は圧縮、軟質粒である(110)は引張ひずみが残った。今回の実験では測定時間の都合上、多くの水準の試料についての測定はできなかったが、今後測定を増やすことで、各ミクロ組織の違いが残留格子ひずみに及ぼす影響を調査し、各ミクロ組織因子のパラメータと機械的特性とを定量的に評価できる実験式を得ることを目標としたい。

6. 引用(参照)文献等

(1) B.D.Cullity,新版カリティ X線回折要論P261(FWHM)