

 MLF Experimental Report	提出日 2011/01/20
課題番号 Project No. 2010A0024 実験課題名 Title of experiment 自動車アルミ鋳造部品の内部残留応力計測 実験責任者名 Name of principal investigator 濱名 雅之 所属 Affiliation 日産自動車株式会社 計測技術部	装置責任者 Name of responsible person 相澤 一也 装置名 Name of Instrument/(BL No.) 工学材料回折装置(BL-19) 実施日 Date of Experiment 2010/10/20 10:00 ~ 2010/10/22 10:00

試料、実験方法、利用の結果得られた主なデータ、考察、結論等を、記述して下さい。(適宜、図表添付のこと)
 Please report your samples, experimental method and results, discussion and conclusions. Please add figures and tables for better explanation.

1. 試料 Name of sample(s) and chemical formula, or compositions including physical form.

引張試験片
 ・材質: アルミニウム合金鋳物(AC2A-T6)
 ・寸法: 図1の通り
 ・ひずみゲージ: 中性子線の照射される試験片中央部は避け、試験片長手方向(引張軸)およびそれに垂直な方向(圧縮)が測定できるように各2枚ずつ、計4枚を貼り付けた。
 ※対となる1組の平行面(2面)で引張方向を測定し、それに垂直なもう1組の平行面で圧縮方向を測定。

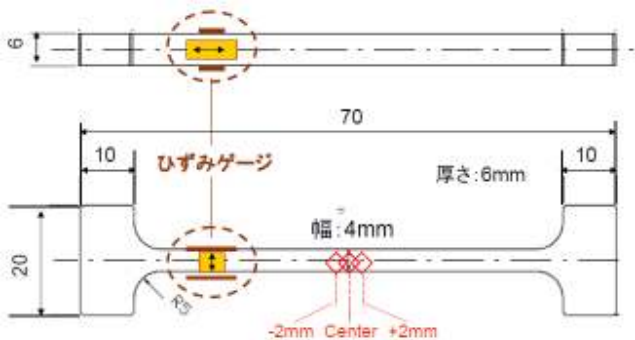


図1: 引張試験片(矢印はひずみ測定方向)

2. 実験方法及び結果 (実験がうまくいかなかった場合、その理由を記述してください。)

Experimental method and results. If you failed to conduct experiment as planned, please describe reasons.

【実験方法】

BL-19設置の引張試験機により試験片に50 ~ 2150Nの引張荷重を段階的に印加し、試験片中央部にパルス中性子線を照射して引張方向(South Bank)およびそれに垂直な圧縮方向(North Bank)の回折プロファイルを取得した。引張荷重を印加した際のひずみゲージの測定値を中性子回折の結果と比較し、測定精度検証を行った。

- ・ 入射側スリット: 横 2.5mm × 縦 5mm
- ・ 測定位置: 図1, 2の◇箇所(Center, ±2mm)
- ・ 測定時間: 1点あたり40分程度
- ・ 検出範囲: 水平角 ±15°、鉛直角 ±20° (North & South 各検出器の全範囲)

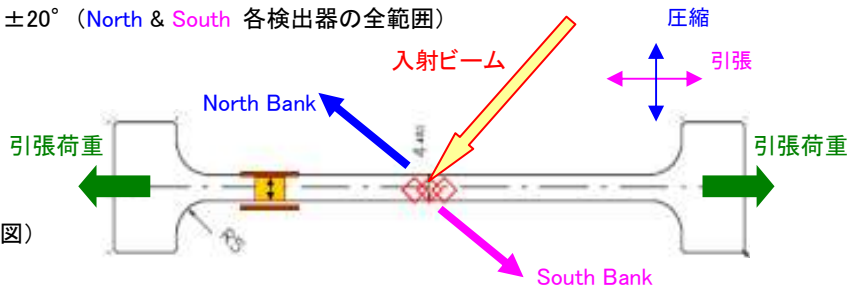


図2: 測定のレイアウト(上方から見た図)

2. 実験方法及び結果(つづき) Experimental method and results (continued)

【実験結果】

本実験で得られた回折プロファイルの一例を図3に示す。試験片の成分は約90%がAlであるが、Alの回折ピーク以外にCu由来と思われるピークの強度が非常に大きくなった。これは、材料に含まれる不純物もしくはひずみゲージ導線からの散乱が原因だと考えられる。他にも α -FeやSiなど、材料中に不純物として含まれる他元素のピークも見られたが、データ解析の際はAlからの4つの回折ピーク(図3)のみを抽出し、各ピークをガウス分布関数でフィットすることによりピーク位置(TOF)を求めてひずみに換算した。

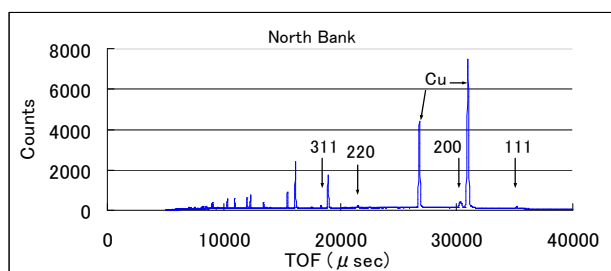


図3: AC2A 材引張試験片の回折プロファイル (North Bank)

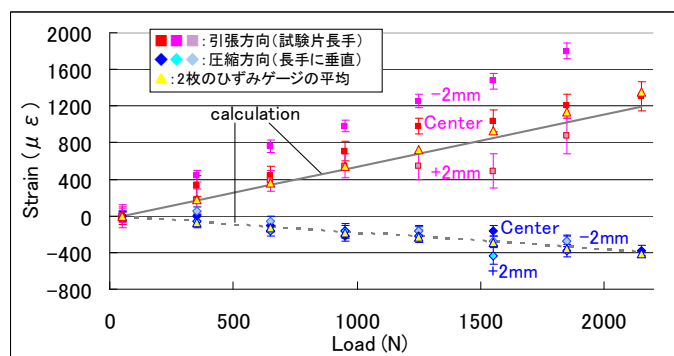


図4: Al311 回折から求めたひずみ変化

引張試験において、Al 311 回折ピーク位置からひずみを算出した結果および、同じ方向を測定する2枚のひずみゲージの平均値をプロットしたものが図4である。ひずみの値は引張荷重50Nを加えた状態をゼロ基準(d_0)としており、ひずみゲージについても同様である。ひずみゲージの平均値は理論値とよく一致するが、中性子回折の結果は理論値から大きく外れるデータが多数現れた。この傾向は他の回折面でも同様であり、荷重変化に対するひずみの傾きが理論値やひずみゲージの2倍以上になっている測定点・回折面もある。原因として、以下の3点が考えられる。

(1) 粗大結晶粒による統計的精度悪化。

アルミ鋳造品は結晶粒径が $500\mu\text{m}$ に達する場合もあり、一般的な鉄鋼材と比較すると回折に寄与する結晶粒数は少ない。

(2) で述べるようにひずみ分布が一様でないかと仮定すると、回折条件を満たす1個の粗大結晶粒が偶然、平均値からずれたひずみ方をしているために理論値から大きく外れることも考えられる。

(2) 均等に引張荷重が加えられていない。

ひずみゲージについては、2枚の平均値は理論値と近いものの各々の値は図5のように引張側で約20%、圧縮側で約50%の差異が生じている。このことから、荷重は試験片平行部で1方向に均一に加わっておらず、曲げやねじりなどの成分が発生していると考えられる。

(3) 測定時間の不足。

今回のデータの中にはピーク強度が30カウント程度の回折面もあった。ピーク強度が小さいとフィット精度が悪く、測定誤差が大きくなる。精度向上のためには、過去のRESAでの測定実績から強度100カウント以上を得られるだけの測定時間を取る必要がある。

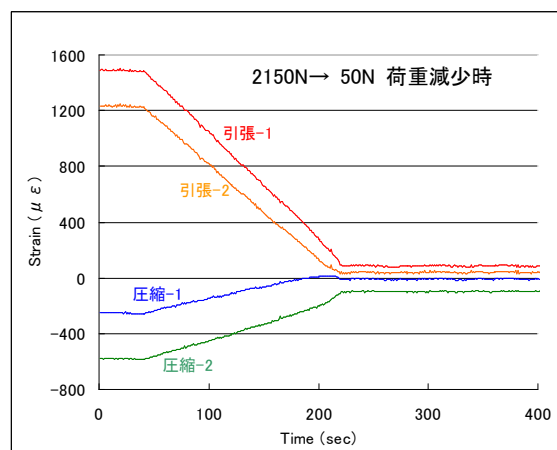


図5: ひずみゲージの表裏測定値

【今後の課題】

アルミ鋳造品での精度検証として信頼できるデータを得るためには、以下のような対策をして再度実験を行う必要がある。

- (1) 試験片中央部に均一に荷重が加わるようにする。2枚のひずみゲージの値が一致することを確認した上で、測定を行う。
- (2) 測定時間を増やす。111、200、220、311の4回折面のいずれについてもピーク強度が100カウントを超えるようにする。