

 <b>MLF Experimental Report</b>	提出日 2011/04/15
課題番号 Project No. 2010B0084 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 久保田 悠美 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 2011/1/25 10:00 ~ 2011/1/27 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造品 (AC2A-T7)
- ・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。

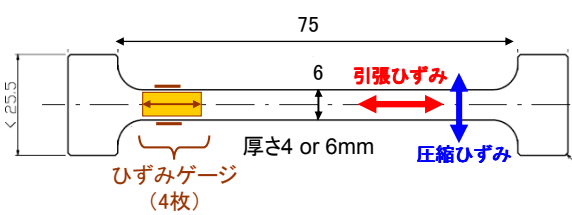


図1: 引張試験片(赤青矢印はひずみ測定方向)

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 設置の引張試験機で試験片に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)およびそれに垂直な圧縮方向(North)の回折プロファイルを取得した。試験片に50Nの引張荷重を印加した状態をひずみ算出の基準とし、さらに荷重を増加させていった際のひずみゲージの測定値を、回折プロファイルから求めたひずみの値と比較して測定精度検証を行った。

- ・入射側スリット: 表1記載の3種類を使用
- ・測定位置: 試験片長手方向の中央(Z=0), ±2mm, ±4mm, +4.9mm

スリット(mm)	結晶粒数
横 8×縦 6	2000 個以上
横 2.5×縦 6	約 1000 個
横 2×縦 2.5	約 100 個

- ・検出範囲: 水平±15°, 鉛直±20° (North & South 検出器全範囲)
- ・検出器側はスリット、ラジアルコリメータ等の使用なし。
- ・スリットサイズ横 2mm×縦 2.5mm は、実機部品測定を想定。

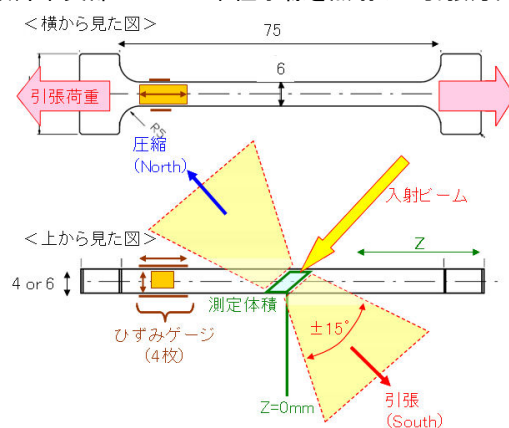


図2: 測定レイアウト

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

### 【実験結果】

#### (1) 回折プロフィール

本実験で得られた回折プロフィールの一例を図 3 に示す。ピークが複数見られ、強度の大きいものについてはそのピーク位置 (TOF) より Al 結晶粒からの回折であることが分かった。ひずみ  $\varepsilon$  算出の際には Z-Rietveld によるプロフィール解析、または主要な 4 つの回折ピーク(111, 200, 220, 311)について Gauss フィットを行い、格子定数  $a$  を求めた上で算出式  $\varepsilon = (a - a_0) / a_0$  を用いた。尚、Gauss フィットの場合は 4 回折面それぞれから求められた  $a$  の値をフィットエラーの大きさと重み付け平均した値を採用した。

#### (2) 十分な結晶粒数が確保できているとき(2000 個以上)

中性子線照射領域内の Al 結晶粒数が 2000 個を超える場合の引張試験結果を図 4 に示す。回折プロフィールから求めたひずみの傾向はひずみゲージとよく一致しており、両者のずれは最大で  $220 \mu\varepsilon$  であった。十分な結晶粒数が確保できているため各回折面のピーク強度も十分であり、Gauss フィットと Rietveld 解析の結果に大きな違いは現れなかった。

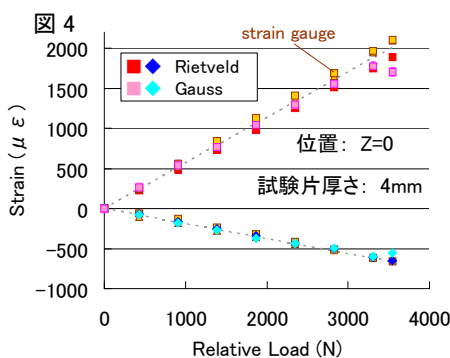
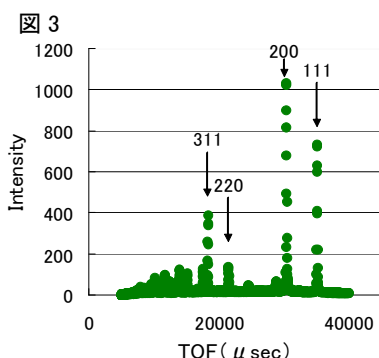


図 3: 回折プロフィールの一例

図 4: 結晶粒数 2000 個程度のときの引張試験結果 (Z=0 の位置)

#### (3) 結晶粒数が 1000 個以下のとき

結晶粒数が 1000 個程度、および 100 個程度の場合の引張試験結果を図 5 に示す。回折プロフィールから求めたひずみは荷重の増加に対してほぼ直線性を見せるが、その傾きは測定位置によって変化する、ひずみゲージとは異なる。このことから、試験片内部には“巨視的”ひずみ平均値からずれている微小領域が点在し、中性子線照射範囲の減少によりその領域内の、巨視的平均値とは異なるひずみが検出されていると考えられる。この場合、その領域内での(局所的ひずみも含めた)平均ひずみと“巨視的

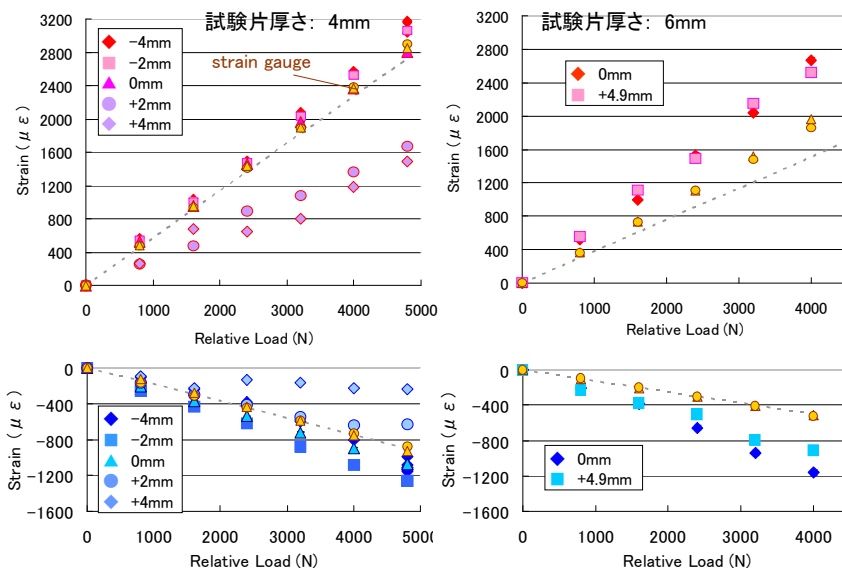


図 5: 引張試験結果(左: 結晶粒約 1000 個、右: 約 100 個)

的平均ひずみ”との大小関係により、ひずみゲージに対して直線の傾きが大きくなるか、小さくなるかが決まるため、測定位置によって傾きがそれぞれ異なる結果となり得る。従って、表面のひずみゲージとは測定値が大きく異なるが、中性子線が照射されている“微小領域内における平均ひずみ”を正しく測定できている可能性がある。

### 【結論】

- ・回折に寄与する結晶粒数が 2000 個以上の場合、ひずみは十分に平均化され、表面のひずみゲージと同様の値を検出することができる。ひずみゲージ測定値からのずれは、最大で  $220 \mu\varepsilon$  であった。
- ・結晶粒数が 1000 個以下になると、巨視的ひずみからずれた微小領域のひずみが検出され、測定値はひずみゲージとは異なる。ただし、照射領域内における平均ひずみの値を正しく測定できていると考えられる。