 MLF Experimental Report	提出日 Date of Report
課題番号 Project No. 2009A0076 実験課題名 Title of experiment 構造物内部のボルトの軸力測定 実験責任者名 Name of principal investigator 浅井 洋光 所属 Affiliation 株式会社デンソー 材料技術部	装置責任者 Name of responsible person ステファヌス・ハルヨ 装置名 Name of Instrument/(BL No.) BL19(匠) 実施日 Date of Experiment 2009/12/15

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.

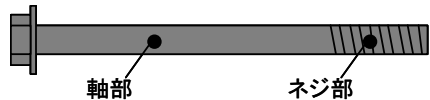
<p>1. 試料 Name of sample(s) and chemical formula, or compositions including physical form.</p> <p>測定試料には図 1.1 のネジを切っていない部分(軸部)を有するボルトを使用した。 材質は SCM435、ボルトの強度区分は 10.9 である。 本ボルトにはひずみゲージを埋込み、軸力を測定可能としている。 また、長手方向に集合組織を有している。 以下の2種類の構造物内部に組み付け、軸力の測定を実施した。</p> <p>① アルミ中空円筒(A6061) ② コンプレッサハウジング(ADC12)</p>	
--	--

図1.1 ボルト(測定試料)


<p>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.</p> <p>2.1 測定方法</p> <p>ビームスリットはすべての測定で 3mm×3mm で実施した。 ボルトの位置決めはボルト頭部の中心を利用した。 測定時間はカウント 32000 を目安としそれぞれの試験ごとに設定した。 測定装置概観を図 2.1.1 に示す。 応力算出は、ボルト無負荷状態での回折面距離を基準としたひずみに 応力弾性係数 223.5GPa((220)面、(211)面、(110)面)、174GPa((200)面) ポアソン比 0.3 を利用した。</p> <p><u>測定① M8 ボルト+アルミ円筒(肉厚:5mm)</u></p> <p>概略図を図 2.1.2 に示す。図中の軸部・ネジ部・ナット部にて 測定を実施した。測定時間は各点600秒、3回ずつ測定した。 ひずみゲージで、0(基準),500,1000,1500$\mu\epsilon$で測定を実施した。</p>	
---	---

図 2.1.1 測定装置概観

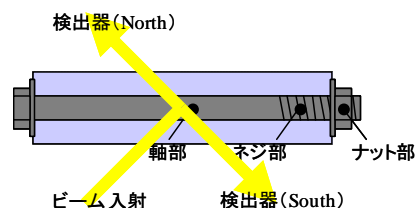


図 2.1.2 測定①試料模式図

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

測定② M8 ボルト+アルミ中空円筒(肉厚: 10mm)+ヒータ

概略図を図 2.1.3 に示す。図中の軸部のみで測定を実施した。

測定時間は 720 秒、測定は各条件 1 回とした。

測定条件は、基準となる無負荷状態で 30°C、90°C、150°C、

30°Cにてひずみゲージで 1000 $\mu\epsilon$ 与えた状態で

30°C、90°C、150°Cにて測定を実施した。

測定③ M6 ボルト+コンプレッサハウジング

概略図を図 2.1.4 に示す。図中の軸部のみで測定を実施した。

測定時間は 1200 秒、測定は各条件 1 回とした。

測定条件は、ひずみゲージで 0(基準),300,500,900 $\mu\epsilon$ とした。

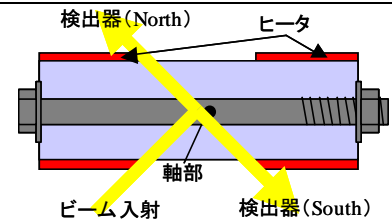


図 2.1.3 測定②試料模式図

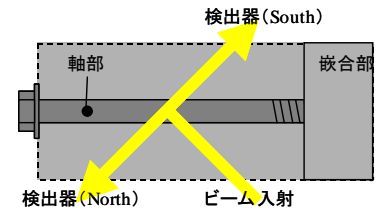


図 2.1.4 測定③試料模式図

図 2.1.5 に各測定試料の概観を示す。



(a) 測定①



(b) 測定②



(c) 測定③

図 2.1.5 測定②試料模式図

2.2 測定結果

2.2.1 測定①

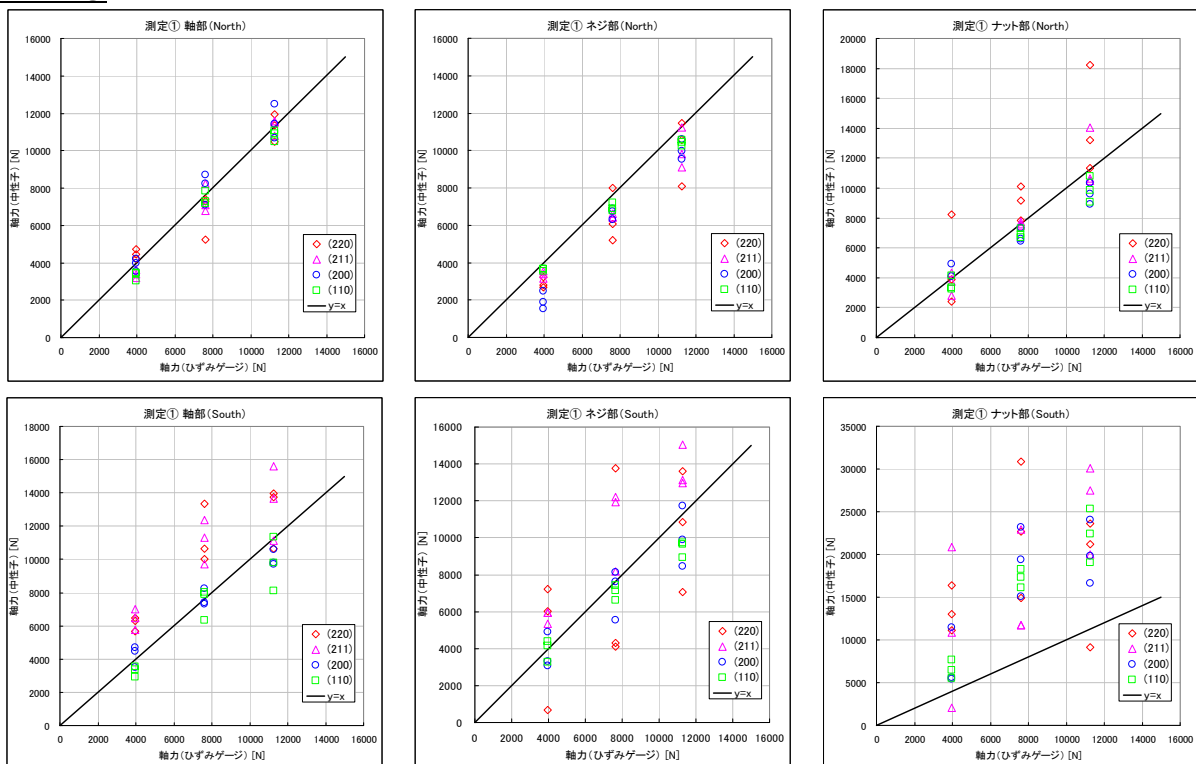


図 2.2.1 測定①測定結果

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

測定結果を図 2.1.1 に示す。

横軸はひずみゲージにより測定された軸力(以下、ゲージ軸力)、縦軸は中性子により測定された軸力(以下、中性子軸力)としてプロットした。

軸力負荷方向が回折面法線に平行な測定(検出器 North)

軸部: すべての回折面で測定バラツキは少なく、精度も良い。

ゲージ軸力との誤差は平均値で5%以内、各測定でも20%以内となった。

ネジ部: 軸部と同様、すべての回折面にて測定バラツキは小さかった。

ただし、ゲージ軸力に対し平均値がどの条件でも少し小さく測定された。

ナット部: (220)面での測定バラツキが大きい但他的回折面では測定バラツキは小さかった。

(220)面以外の測定結果は軸部には劣るものの精度良く測定されている。

軸力負荷方向が回折面法線に垂直な測定(検出器 South)

すべての測定部位で、測定バラツキが大きくなった。ただし、(200)面、(110)面では比較的ゲージ軸力に近い測定結果が得られた。

考察

負荷方向//回折面法線(検出器 North)での、ネジ部・ナット部のゲージ軸力との誤差は測定バラツキが少ないことから軸力算出過程に起因すると考える。本部位はゲージ容積内に応力勾配を持つため、応力分布が予測できる必要がある。一方、負荷方向⊥回折面法線(検出器 South)では、測定されるひずみがポアソン比であり、測定された応力をポアソン比で割って軸力方向に直す必要がある。そのため、応力感受性が悪く測定バラツキが大きくなったと考える。ただし、軸力に対しての相関はあるため、測定時間を多くとるなどで改善できるか検証の必要がある。

2.2.2 測定②

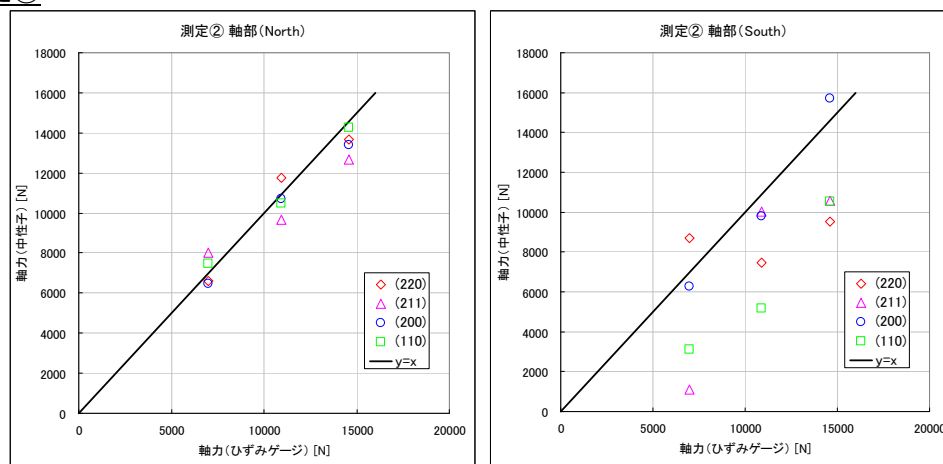


図 2.2.2 測定②測定結果

測定結果を図 2.1.2 に示す。

検出器 North ではすべての回折面で精度良く測定された。

一方、検出器 South では(200)面ではゲージ軸力に近い結果が得られているが、他の回折面では乖離が大きい。温度を変化させた場合も測定可能であることがわかった。

考察は測定①と同様であるため省略する。

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

2.2.2 測定③

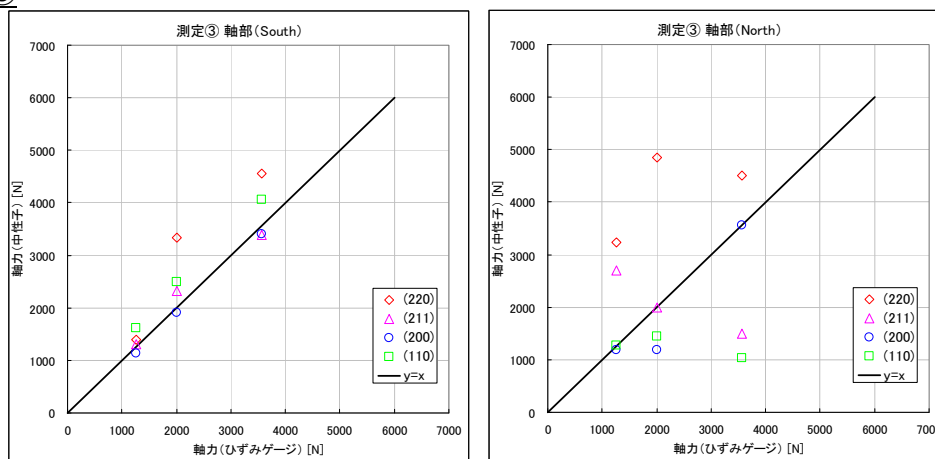


図 2.2.3 測定③測定結果

測定結果を図 2.1.2 に示す。

負荷方向//回折面法線(検出器 South)

(220)面では、ゲージ軸力との誤差が大きかったが、他の回折面では精度良く測定された。

負荷方向⊥回折面法線(検出器 North)

すべての回折面で精度が悪く測定出来ていないと考える。

また、他の測定と異なり中性子軸力が負荷した軸力に対して相関が小さくなったが、相関が小さくなる理由は現時点で不明である。

2.3 結論

3種類の測定より、以下の結論が得られた。

- ・回折面法線が負荷方向に平行な場合は精度良く測定された。
- ・回折面法線が負荷方向に垂直な場合、測定バラツキが大きくなるが応力に対する相関は大きい。
- ・応力勾配がある場合でも、ゲージ容積の応力分布が既知であれば測定は可能であると考えられる。

また、実製品を用いた測定より適用可能であることがわかった。回折面法線と負荷方向が垂直な場合における測定精度が十分であれば適用範囲が広がるため、検証試験を実施したい。

今回の測定ではビーム強度が 100kW であったが最終的には 1MW となる予定とのことで、測定時間が短縮されれば高温時の座面やボルトのへたりによる応力低下などの動的な測定にも活用できることが期待される。