

平成 27 年度第 2 回残留ひずみ・応力解析研究会  
平成 27 年度文部科学省ナノテクノロジープラットフォーム  
事業微細構造解析プラットフォーム第 2 回放射光利用研究セミナー

共催：中性子産業利用推進協議会，茨城県中性子利用促進研究会  
(一財)総合科学研究機構(CROSS 東海)，  
SPring-8 ユーザー協同体 残留応力と強度評価研究会  
JAEA 微細構造解析プラットフォーム  
NIMS 微細構造解析プラットフォーム

協賛：J-PARC/MLF 利用者懇談会  
日本材料学会 X 線材料強度部門委員会

開催日時：平成 28 年 3 月 1 日(火)10:00-17:20

場所：研究社英語センター大会議室  
〒162-0825 新宿区神楽坂 1-2  
TEL 03-3269-4331

[http://www.kenkyusha.co.jp/modules/11\\_meetingroom/index.php?content\\_id=1](http://www.kenkyusha.co.jp/modules/11_meetingroom/index.php?content_id=1)

参加費：

参加費は無料ですが，資料代として 5,000 円いただきます。なお，中性子産業利用推進協議会の会員の皆様と大学，研究機関の方は無料です。それ以外の方は事務局までご相談ください。資料代は当日徴収させていただきます。

## テーマ名：機械加工と熱処理による残留応力とその評価

趣旨：

機械構造部材の強度評価においては溶接や機械加工などにより導入される残留応力の評価が極めて重要である。特に，非破壊手法による残留応力測定技術に対する期待が大きい。本研究会においては，チュートリアルにおいて表面処理や機械加工により形成される残留応力と強度の関係，ならびに，2次元検出器を用いた高精度残留応力測定技術の講義を行うとともに，実機部材への適用事例を紹介する。また，海外の中性子実験施設における残留応力測定装置とその実機への適用例も紹介する。

## プログラム

10:00~10:05 開会挨拶 主査 秋庭義明 (横浜国立大学)  
10:05~10:25 J-PARC/MLF の概要と中性子の産業利用  
林 眞琴 (茨城県)

J-PARC/MLF と茨城県 BL の現状，J-PARC/MLF における産業利用の状況，2016A における課題採択結果，ならびに，産業利用成果などを紹介する。

## <実機の残留応力 1 >

10:25~10:55 FRP 製円盤部品の残留応力測定  
岩堀恵介 (デンソー)

近年，炭素またはガラスの短繊維で強化した熱可塑性複合材料が自動車部品に適用されている。製品の疲労強度安全性を保証するため，繊維強化複合材料における疲労損傷評価技術の確立が急務である。熱可塑性複合材料は射出成形を用いて作製されるため繊維配向による異方性が非常に強く，損傷およびき裂進展挙動の評価のためには，全体および危険部における繊維配向性を考慮して応力状態を評価する必要がある，さらに，応力測定領域は危険部の局

所および内部領域を測定する必要がある。本講演では、実製品の円盤状部品に対し放射光を用いて残留応力測定を行った結果を報告する。

#### 10:55~11:25 鉄道レールの転がり疲労とシェリング損傷の X 線回折による評価

佐々木敏彦（金沢大学）

レールと車輪は直径 20mm 程度で高速回転しながら接触し、転がり接触疲労を受けることが知られている。このため、接触部には塑性変形による塑性フローや三軸応力状態の残留応力が形成される。このような初期の変化を二次元 X 線検出器と新解析理論  $\cos\alpha$  法を用いて評価した結果について紹介する。また、X 線装置の小型化により実路線に対する現場測定を行った例についても述べる。

### <チュートリアル>

#### 11:25~12:15 複合表面処理および摩擦攪拌接合した金属材料の各種特性と残留応力

森田辰郎（京都工芸繊維大学）

近年推進した研究の結果に基づき、各種表面処理（微粒子衝突処理、表面硬化処理、DLC 被覆等）およびそれらから構成される複合処理を施した金属材料の特性と残留応力に関する説明を行う。また、摩擦攪拌接合材および三次元プリンターにより積層造形した材料について、組織形態、残留応力および疲労特性について説明する。

#### 12:15~13:10 昼食

#### 13:10~14:00 2次元検出器を利用した X 線応力測定法

鈴木賢治（新潟大学）

2次元検出器を利用した応力測定方法は、粗大粒、集合組織、溶接部などの残留応力測定のための重要技術である。2次元検出器を利用した X 線応力測定法についてはこれまで  $\cos\alpha$  法、2D 法、直接法などが提案されているが、精度や信頼性に係わる基本的問題についてはあまり検討されていない。本講演では、それらの問題にも触れながら、2次元検出器を利用した X 線応力測定および放射光による測定を解説する。また、2次元検出器を利用する応力測定の課題、標準、新しい測定方法についても提言する。

### <実機の残留応力 2 >

#### 14:00~14:30 放射光を利用した超伝導線材の低温負荷中ひずみ評価

菅野未知央（KEK）

次世代の粒子衝突実験用加速器では、高衝突エネルギー化のために高温超伝導線材を用いた高磁場磁石が不可欠である。高温超伝導材料では、臨界電流が結晶格子の変形によって変化することや、セラミックスである超伝導体の破断ひずみが 1%以下の微小であることから、超伝導体のひずみ管理が重要である。我々は、複合材料である超伝導線材の内部の超伝導体自体のひずみ測定を目的として、小型引張試験機を製作し、SPring-8 の放射光を利用して様々な超伝導材料のひずみ測定を行ってきた。最近では、冷凍機と引張装置を組み合わせることで、超伝導材料が実際に使用される低温でのひずみ測定も可能になった。本講演では、高磁場磁石応用に特に有望な薄膜高温超伝導体について室温と低温でのひずみ測定について紹介する。

#### 14:30~15:00 線形摩擦接合体の残留応力評価

津乗充良（IHI）

線形摩擦接合(LFW : Linear Friction Welding)は 2 つの物体を互いに押し付け、一方を接合面に対し水平に往復運動させることにより、摩擦発熱を誘起し圧接する技術である。航空エンジンの軽量化を目的とし、翼とディスクを一体化したブリススク製造への適用を目指した

研究開発を行っている。LFW による接合部近傍の残留応力は、接合体の形状や接合プロセスによって異なる事が懸念される。本講演では、中性子残留応力計測法を用い、異なる大きさの接合体に発生する残留応力を計測した事例を紹介する。

15:00~15:30 固有ひずみ理論に基づく X 線回折を用いた 3 次元溶接残留応力の評価  
小川 雅 (横浜国立大学)

溶接残留応力を非破壊的に評価する方法として、実験室 X 線回折装置や可搬型の X 線回折装置があるが、部材表面のみ測定することができる。放射光や中性子を用いれば、部材内部の残留ひずみや残留応力も測定可能であるが、現在では専用の照射施設を要するため、現場利用の面で課題がある。そこで、講演者らは X 線回折による部材表面の非破壊測定データから、逆問題解析により溶接固有ひずみを推定することで、3 次元の溶接残留応力を現場で非破壊的に評価できる方法を提案している。本研究では、実際のフェライト系突合せ溶接平板に対して残留応力を推定し、X 線回折による実測値との比較を行うことで推定精度の評価を行う。

15:30~15:40 休 憩

### <放射光残留応力測定装置>

15:40~16:20 卓上型放射光装置の紹介と残留応力測定の実施例  
山田廣成 (光子発生技術研究所)

卓上型放射光装置 MIRRORCLE は、その名の通り放射光を発生する装置であり、高輝度の遠赤外線からハード X 線まで発生し、FTIR や XAFS、大型構造物の顕微 CT などに用いられていますが、金属内部の残留応力測定も可能です。100keV までの高エネルギー X 線を用い、深さ 1mm での測定が可能です。X 線ビームを 0.5mm に絞り、0.1mm ピッチで各深さでの残留応力を測定できます。エネルギー分散型測定のためギヤー等の複雑な形状でも測定可能であることが特徴です。

### <海外の応力測定装置>

16:20~16:45 Mitigation of residual stresses in large scale components  
Anna Paradowska (ANSTO)

16:45~17:10 Weld Residual Stress simulation and validation of results  
Phil Bendeich (ANSTO)

Simulation of the welding process and resulting residual stresses have evolved tremendously in recent years. The results from this type of analysis are used in the structural integrity assessment of high value high consequence applications. Additionally strategies for mitigation of the effects of residual stresses have been developed and optimised by simulation. However without proper validation of the results the results of these simulations are, at best, a rough guess. In this presentation, we will be outlining the basic requirements of a welding simulation and subsequent post weld heat treatment and the necessary steps required to validate the results.

17:10~17:15 閉会挨拶 秋庭義明 (横浜国立大学)

17:15~17:20 閉会挨拶&お知らせ 峯村哲郎 (茨城県)

### 交流会 : 17:30~19:30

神楽坂の地ビールダイニング「ラ・カシエット」で交流会を開催します。参加費は 2,000 円です。施設側とユーザーのざっくばらんな意見の交換の場になります。是非ご参加ください。詳細は文末をご参照ください。参加希望者は事前に登録してください。当

日も受け付けます。会費は当日いただきます。なお、事前に登録されて当日キャンセルされた場合には会費を申し受けます。

**<参加申込み先>**

中性子産業利用推進協議会 事務局 大内 薫

E-mail: [info@j-neutron.com](mailto:info@j-neutron.com)

(1)名前, (2)所属, (3)連絡先(電話番号, E-mail address), (4)交流会への参加の有無  
(領収書を発行します)

をご記入の上, メールにてお申込みください。

## <会場へのアクセス>

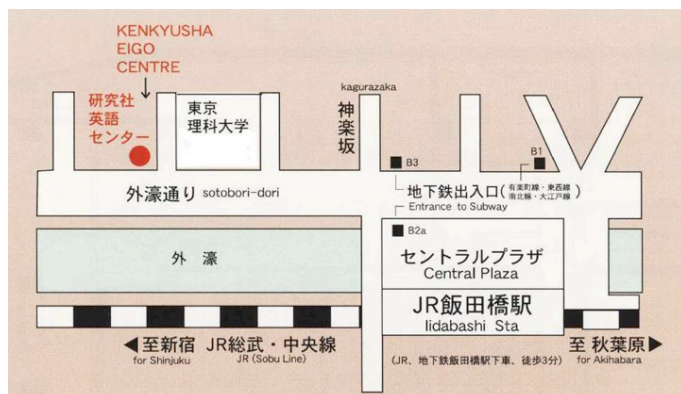
研究社英語センター

所在地：〒162-0825 東京都新宿区神楽坂 1-2

TEL：03-3269-4331

JR総武線飯田橋駅西口徒歩約3分

東京メトロ南北線・有楽町線飯田橋駅 B2a, B3 出口徒歩約7分



## <交流会場のご案内>

会費：2,000 円

時間：17:20～19:20

会場：神楽坂 ラ・カシエット (<http://la-cachette.co.jp/>)

美味しい地ビールを楽しめるところです。

〒162-0825 東京都新宿区神楽坂 1-10 三経第 22 ビル 3F

TEL: 03-3513-0823

