

平成 29 年度第 1 回残留ひずみ・応力解析研究会
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

主催：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
SPring-8 ユーザー協同体，JAEA 微細構造解析プラットフォーム

共催：J-PARC MLF 利用者懇談会(結晶解析・pdf 解析分科会)

協賛：総合科学研究機構(CROSS)中性子科学センター

QST 微細構造解析プラットフォーム

日本材料学会 X 線材料強度部門委員会

開催日時：平成 29 年 10 月 26 日 10:00～17:20

場所：研究社英語センター大会議室

〒162-0825 東京都新宿区神楽坂 1-2 TEL 03-3269-4331

http://www.kenkyusha.co.jp/modules/11_meetingroom/index.php?content_id=1

参加費：無料

ただし，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：配管・圧力容器溶接部における残留応力

趣旨：

配管や圧力容器においては，溶接部の残留応力が構造信頼性に及ぼす影響は大きい。今回の研究会では，配管や圧力容器における溶接残留応力の数値シミュレーション手法と量子ビームによる実測例，ならびに，溶接部におけるき裂進展シミュレーション手法などを紹介する。また，チュートリアルにおいては，材料の微細化による疲労強度の向上策について残留応力との関係について講演していただくこととする。

プログラム

10:00-10:05 開会挨拶 研究会主査 秋庭義明（横浜国立大学）

<施設の概況>

10:05-10:30 J-PARC MLF の現状と産業利用 富田俊郎（茨城県）

J-PARC MLF では供用開始後 8 年を経て産業界からの採択課題件数の比率が依然として約 30%を維持している。MLF における全体の課題採択状況に加えて，産業利用の採択状況の概要と，産業利用による主要な成果などを紹介する。

<チュートリアル>

10:30-11:30 材料組織の微細化と残留応力による疲労強度の向上

田中啓介（名古屋産業科学研究所）

材料の疲労強度に影響する因子として，材料の微視構造，材料欠陥とともに残留応力がある。実際の部材における残留応力の形成においては，微視構造変化や欠陥の導入をともなっている場合が多い。そのため残留応力の疲労強度向上あるいは低下に及ぼす影響を評価するにあたっては，組織的要因および材料欠陥による応力集中も同時に考慮する必要がある。本講演では，材料の疲労機構に関する最新の理解を基礎として，材料組織の微細化，材料欠陥，残留応力制御が疲労強度およびき裂進展に及ぼす影響を検討することから強度向上策について説明する。

<き裂進展予測>

11:30-12:00 溶接残留応力場における SCC き裂進展評価

岩松史則（日立製作所）

有限要素法解析を用いることにより、溶接残留応力のような複雑な分布応力場において想定されるき裂形状を表現可能なき裂進展評価手法を開発した。実機発電プラントなどで応力腐食割れによるき裂が検出された場合、通常、各産業分野で制定されている維持に関する規格に従って健全性を評価する。規格では、応力分布、欠陥形状などの評価条件を簡易的にモデル化した評価方法が与えられている。規格のモデル化は安全側の評価結果になると考えられるが、複雑な問題に対して評価結果に及ぼす各種条件のモデル化の影響は必ずしも明らかではない。このため、実機条件を詳細に考慮可能な評価手法を開発して、例題評価により規格評価の妥当性を確認した。

12:00-12:30 大型構造物の溶接残留応力場におけるき裂進展挙動

林眞琴（CROSS）

BWR 型原子炉压力容器の内部にはシュラウドと呼ばれる直径が約 6m、高さが 12m もある円筒状の大型溶接構造物が設置されている。大型であるために長手溶接と周溶接が多数ある。溶接部表面には高い引張り残留応力が形成されているが、それにバランスするかたちで構造物内部には圧縮の残留応力場がある。表面の引張り残留応力の影響で発生したき裂が、複雑な残留応力場においてどのように進展するかを予測した結果を、き裂の発生・進展メカニズムと合わせて紹介する。

12:30～13:30 昼 食

<溶接残留応力解析と実験>

13:30-14:00 理想化陽解法 FEM を用いた円筒多層溶接継手の残留応力とショット

ピーニングによる残留応力改質効果の予測

生島一樹（大阪府立大学）

溶接時には残留応力が必然的に発生することから、SCC や疲労き裂発生の原因となり、問題となっている。本研究では、多層溶接時の残留応力を予測するために、大規模非線形解析手法である理想化陽解法 FEM を用いて、100 万要素を超える規模の 3 次元移動熱源熱弾塑性解析を実施した。また、溶接後、表面に生じる引張り残留応力場を改善するためにショットピーニングが用いられるが、この時の応力挙動を予測するために、ショット衝突時の力学モデルを構築し、ショットピーニング後の残留応力分布を予測した。以上の解析と残留応力の計測結果との比較を行い解析精度を検討した。

14:00-14:30 放射光 in-situ 計測と数値シミュレーションによる溶接応力の比較考察

岡野成威（大阪大）

溶接構造用圧延鋼材 SM490A の TIG 溶接中の過渡応力の放射光 in-situ 計測と、溶接アークの熱源特性と相変態を考慮した溶接シミュレーションモデルによる数値解析を比較・考察した。放射光 in-situ 計測では、溶接金属部・熱影響部・母材部における過渡応力を取得でき、また、相変態に伴うフェライト・オーステナイトの各相の応力変化を捉えることができた。一方、数値シミュレーションでは溶込み形状・温度履歴、溶接中の過渡応力や溶接後の残留応力を全体的に精度良く評価できた。ただし、溶接金属部や熱影響部では、冷却過程での相変態に伴って明らかな乖離が認められ、回折法を用いた応力計測や数値シミュレーションモデルの高度化に向けた課題も示唆された。

14:30-15:00 原子炉压力容器及び配管溶接部に対する残留応力解析・構造健全性評価に

関する最近の研究

勝山仁哉（原子力機構）

溶接残留応力は、原子炉圧力容器や配管溶接部に対する構造健全性評価において最も重要な影響因子の一つであり、き裂進展評価を含め、機器の健全性評価を精度よく行うためには、高精度な溶接残留応力解析手法の整備が不可欠である。本講演では、原子炉圧力容器内面のクラッド部や原子炉配管溶接部を対象に、中性子回折法や Deep hole drilling 法等の試験による検証を通じて整備した溶接残留応力解析手法について説明するとともに、機器の経年劣化に係わる様々な影響因子の不確かさを考慮して、機器の破損頻度を求めることができる確率論的破壊力学に基づく健全性評価手法に関する最近の研究を紹介する。

15:00-15:15 休憩

<実機における残留応力測定>

15:15-15:45 X線回折によるワイドレンジ高速検出器を用いた残留応力測定

小川理絵（島津製作所）

従来の X 線回折装置での残留応力測定においては、1本の回折ピークについて Ψ 角度を変えて何度もゴニオメータのスキャン測定する必要があり測定時間を要する。多数の半導体のチャンネルからなるワイドレンジの高速検出器を用いると、ゴニオメータを固定し、広い取り込み角度を活かして 10 度～20 度（ゴニオメータに依存）もの角度範囲のデータをゴニオメータのスキャンなしで一度に取り込むことが可能である。1本のピークに注目する残留応力測定においては、このような「ワンショット分析」が有効である。本講演では、このワンショット分析を活かした高速残留応力測定例や、硬度計での測定結果との相関など、多角的な測定について紹介する。

15:45-16:15 ポータブル型 X 線残留応力測定装置による溶接部の現地測定

野末秀和（パルステック工業）

配管や圧力容器のような溶接構造物の疲労や応力腐食割れ(SCC)の原因に、残留応力が関係していることは良く知られている。残留応力を測定することにより、疲労き裂や破断に至る前に適切に補修を行うことが可能である。X 線応力測定法は、配管や圧力容器を非破壊で測定できる利点を有しており、最近我々が開発したポータブル型 X 線残留応力測定装置 μ -X360 シリーズを用いた現場測定が行われつつある。また、新しく上市した μ -X360s は、従来装置よりも小型軽量かつ X 線出力強化や大きなセンサを搭載することにより、高速測定が可能で、かつ、簡便な設置を可能となったため、より多くの現場での測定が期待できる。本講演では、ポータブル型 X 線残留応力測定装置の測定原理や特長、活用事例を紹介する。

16:15-16:45 中性子回折による遠心鋳造二相ステンレス鋼の相応力に関する研究

王 昀（日立製作所）

フェライト・オーステナイト系の二相ステンレス鋼は、強度および耐食性に優れるため、産業への適用が広がっている。しかし、両構成相は、熱膨張係数や弾性定数などの物性が異なるため、鋳造などの熱履歴を受けた場合、相間応力が発生し、疲労強度や機械的特性に影響を与える。本研究では、J-PARC MLF の BL19「匠」を用いて、遠心鋳造で製作した二相ステンレス鋼の残留相応力分布を測定し、残留応力の発生機構および応力緩和の可能性を検討した。さらに、相応力に及ぼす材料プロセスによる加工履歴の影響を検討するため、同材の単軸引張試験において、中性子回折のその場測定により、格子ひずみおよび相応力の変化挙動を考察した。

16:45-17:15 電磁鋼板におけるせん断加工による残留応力の中性子回折による測定

野崎 洋（豊田中研）

軟磁性材料である電磁鋼板は、ハイブリッド自動車(HV)などのモーターに利用されている。電磁鋼板を目的の形状に打ち抜く際に切断面付近に歪が生じ、モーターの損失となる磁気ヒ

ステリシスの原因となる。モーターが小型化するにつれて、切断面の割合が大きくなるので、そのひずみ分布を知ることが増々重要になっている。しかし、電磁鋼板の結晶粒径は非常に大きいので、透過力の弱い X 線では測定が困難であった。そこで、透過力に優れる中性子を用いてひずみ分布を測定した。

17:15-17:20 お知らせと閉会の挨拶 峯村哲郎（茨城県）

交流会：17:40～19:40

近くの地ビールダイニング「ラ・カセット」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。会費は当日受け付けます。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せん。

<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

(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。

<問合せ先>

林真琴

総合科学研究機構中性子科学センター

茨城県東海村白方 162-1

いばらき量子ビーム研究センター D409

TEL: 029-219-5310 Ext:3211

E-mail: m_hayashi@cross.or.jp

<会場へのアクセス>

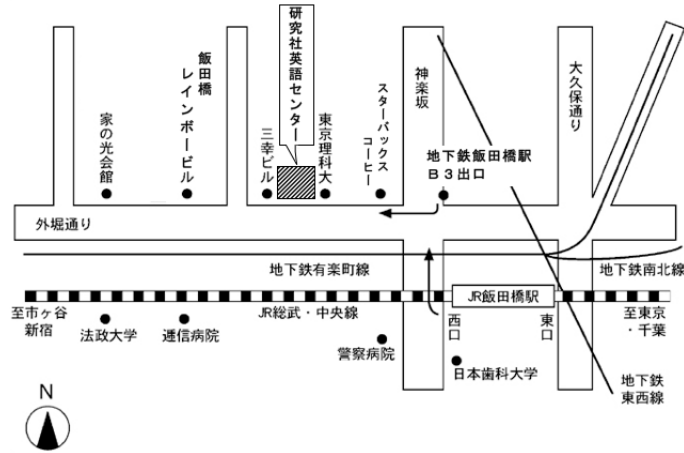
研究社英語センター

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：17:40～19:40

会場：神楽坂 ラ・カセット (<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

