

CRCニュース

産学連携共同研究センター

Collaborative Research Center NEWS No.9

9号

「環境」「情報」「心の時代」

INDEX

CRCニュース・9号 目次

CRCからのお知らせ

大同工業大学創立60周年記念事業
「国際学術講演会」「特別講演会」「狂言会」

研究ラボ紹介

酒井 陽一 教授チーム
「メスパウアー分光ラボ」
和田 均 教授チーム
「異材接着継手の衝撃破壊強度の評価に関する研究」

近藤 芳孝 教授
「放電・プラズマ基礎過程の研究」
太田 福男 教授
「コンクリート部材表層部の圧縮強度推定方法」
「マイクロ波による鉄筋コンクリート構造物の劣化診断に関する研究」



「竣工した新キャンパスの本館写真」

●CRCからのお知らせ●

大同工業大学創立60周年記念事業

『国際学術講演会』

日時：3月28日(水)13:00～15:00

場所：本学ゴビ・ホール

演題・講師：

「ヨーロッパにおける地球環境問題R&D活動状況」
～特にドイツでの生産技術について～
R Kopp アーヘン工科大学教授

『特別講演会』

1.建設が進む国際宇宙ステーション

大同工業大学 学長・宇宙開発事業団研究統括リーダー

澤岡 昭氏

2.ユニバソロジーの世界観

日本科学未来館 館長・宇宙飛行士

毛利 衛氏

日時：4月21日(土)14:00開演

会場：名古屋市公会堂

『狂言会』

1!「仏師」野村万作

2!「二人袴」野村万之介

他の出演者 / 石田幸雄、深田博治、
高野和憲、月崎晴夫

日時：5月1日(火)14:00開演

会場：名古屋市名古屋能楽堂

主催：学校法人大同学園

大同工業大学・大同高等学校

後援：愛知県教育委員会、名古屋市
教育委員会、中日新聞社(予定)、
中部日本放送

業務メニュー

申込先: 社会交流センター
TEL.052(612)6193 FAX.052(612)5623
E-mail:pccir@daido-it.ac.jp



現在22の研究ラボが活動を進めています。今回はそれらのうち、一般教養化学教室 酒井陽一教授チームの『メスbauer分光ラボ』、機械工学科 和田均教授チームの『衝撃破壊ラボ』の研究概況について紹介します。

内容については、本学ホームページ：<http://www.daido-it.ac.jp>を参照下さい。

酒井 陽一 教授チーム

「メスbauer分光ラボ」

メスbauer分光法は、1953年メスbauerによって発見された無反跳原子核線共鳴現象(メスbauer効果)を利用した測定法です。メスbauer効果はすべての原子核でおこるのではなく、ある条件を満たしたものに特定されます。代表的な原子核は⁵⁷Feです。メスbauer分光ラボでも鉄についての非破壊状態分析を行っております。試料は鉄の含量にもよりますが数十から数百ミリグラムの固体(粉末)です。得られる鉄の状態についての主な情報は次の4つです。

- (1)酸化状態(たとえばFe²⁺なのかFe³⁺)
- (2)化学構造状態(鉄の周りが電氣的に対称かどうか)
- (3)磁気状態(たとえば、鉄が強磁性なのか常磁性なのか)
- (4)結晶学的状態(鉄原子が結晶格子中でどれくらい強く束縛されているか)

これは測定されるメスbauerスペクトルの以下の情報から抽出されます。

- (1)異性体シフト(吸収ピークの位置)
- (2)四極分裂(吸収ピークの電気四極の分裂 2本に分裂)
- (3)磁気分裂(吸収ピークの磁気的分裂 6本に分裂)
- (4)吸収強度(吸収ピークの面積)

以上の情報を総合的に検討すれば、試料中に含まれる鉄の化学種(化合物の種類、金属状態)が推定される可能性があります。複数の化学種であれば相対的な存在比が求められます。

これまでに得られた研究成果の一例を紹介します。研究テーマは「気体プラズマ法による鉄-炭素系のナノメートルサイズ粉末の生成とそのメスbauer分光分析」です。これは本学応用電子工学科岩間三郎教授(CRC長、メスbauer分光ラボメンバー)との共同研究です。鉄蒸気、アルゴン、メタンの混合気体にマイクロ波プラズマを作用させ瞬間高温加熱後急冷し生成する粉末に対してメスbauer測定をおこなった結果が図1です。 α -Fe、 γ -Fe、Fe₃Cが生成することがわかりました。混合気体中のメタンの濃度により生成物の分布が大きく変化することがメスbauerスペクトルに明瞭にあらわれております。図2にはスペクトルから求められた化学種の相対生成率のメタン含有量に対する依存性を示しました。このように⁵⁷Fe-メスbauer分光分析は鉄の非破壊状態分析法として大変有用な手段であります。

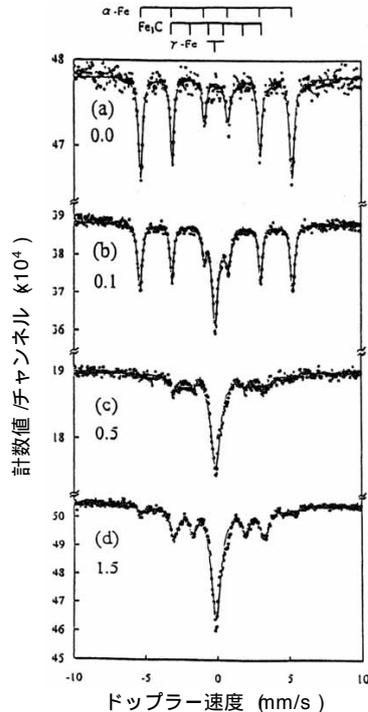


図1. Fe-C系ナノメートルサイズ粉末のメスbauerスペクトル
図中の数値は混合気体のメタンの含有量 (vol%)

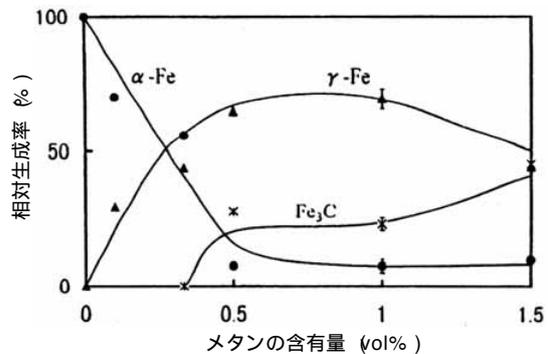


図2. 鉄化学種の相対生成率のメタン含有量依存性



和田 均 教授チーム

「異材接着継手の衝撃破壊強度の評価に関する研究」

1. 研究の背景

近年、接着接合は機械構造物の軽量化やコストダウンの観点から、あらゆる分野に取り入れられています。しかしながら、接着接合は強度のばらつきが大きく、強度設計に有用な破壊基準の確立が困難な状況にあります。これまで、数値解析技術の発展に伴い、静的問題を主体にして接着界面の応力解析や強度評価に関する研究が精力的に行われてきました。特に、強度評価に関しては、応力解析により得られる最大応力に基づく強度則による方法、異種材継手に関する応力特異場パラメータによる方法、き裂を含む問題に対する破壊力学による方法などが報

告されています。一般に、材料定数が異なる材料を接合した場合、接合界面端近傍で応力の特異性が現れることが知られています。そのため異材接合部の強度評価においては、これを考慮した応力特異場パラメータによる強度評価法が静的問題において提案されています。また、構造物の過酷な使用に伴い、接合部材の耐衝撃性が重要な問題となりつつあり、接合部の耐衝撃性を評価する手法の確立が望まれています。



2. 研究の目的

本研究では、衝撃引張を受ける異種材(PMMA/Al)丸棒突合せ接着継手の強度に対する応力特異場パラメータによる評価法の有効性を調査し、破壊を支配する因子を明らかにすることを目的としています。すなわち、ひずみゲージによる破壊開始時間の測定結果と、有限要素法によりシミュレートした破壊開始時間直前の接着界面端近傍の動的応力場との双方から、動的破壊強度を評価しています。また、あわせて静的破壊強度についても同様の方法で評価して、試験片に作用する応力の負荷速度の相違による強度特性を明らかにしようとするものであります。(注 PMMA:アクリル樹脂)

3. 研究の成果

Fig.1は、異材丸棒継手モデルを用いて衝撃破壊実験を行った場合のひずみゲージによる測定結果と有限要素法シミュレーション結果の双方を示したものであります。有限要素法シミュレーションに際しては、荷重端から100mmの位置(G1)に接着したゲージ信号から得られる荷重の時間履歴をPMMA材端に作用させました。したがって、PMMA材端に荷重が作用した瞬間を時間 $t=0$ として表示しています。図から判るように、測定と計算の両結果は、いずれの点(G1とG2:接着界面近傍)でも良い一致を示しています。接着界面端近傍のひずみゲージ(G2)信号は、破壊が始ると応力の開放により急激な減少を示し、破壊開始時間が明確に決定できます。また、破壊開始時間での接着界面の応力分布が有限要素法解析により詳細に把握できます。

Fig.2に、接着界面に垂直な応力成分 σ_z から求められる臨界応力特異場の強さに対するワイブルプロットの結果を示します。各データの累積破壊確率 F (%)は、メディアン・ランク法を用いて定めました。図中には静的および動的臨界応力特異場の強さ K_{zc} 、 K_{zd} を合わせて示しています。動的応力場で応力特異性指数 $m=0.2735$ となり、静的応力場ではPMMA材とAl合金材の縦弾性係数比が大きくなることから $m=0.2910$ となります。ここでは特異応力場が破壊を支配していると考えますから、 m の増加は破壊強度を低下させる因子となります。図に示した静的と動的応力場における継手強度の間には、この m の相異が両者の強度差をわずかに増加させることとなりますが、明確な有意差が認められます。

以上のように、PMMA/Al異材突合せ丸棒接着継手の動的および静的破壊強度を応力特異場パラメータ法により評価しました。その結果、本手法によって破壊開始時の接着界面での応力分布が精度良く把握できる、応力速度のより高い領域での衝撃破壊強度は、静的強度に比較して高くなる、などの知見が得られました。

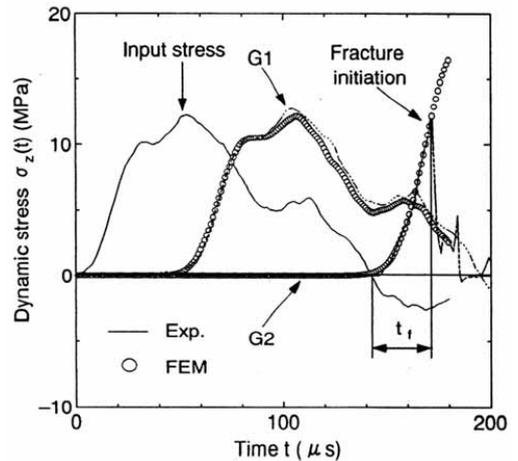


Fig.1 応力波伝播の有限要素法シミュレーション

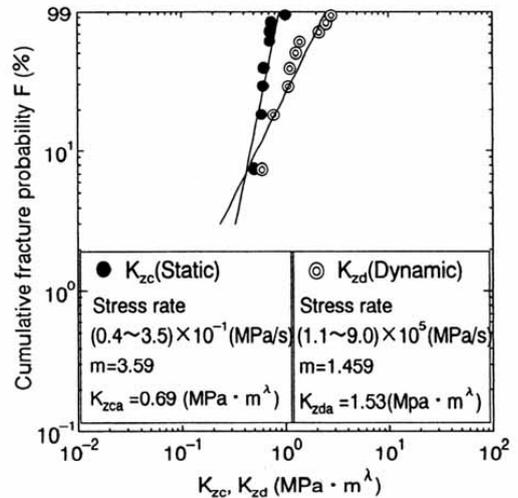


Fig.2 K_{yc} と K_{yd} のワイブル分布

近藤 芳孝 教授

「放電・プラズマ基礎過程の研究」

近藤教授は照明用放電、気体レーザ、オゾナイザー、放電表面処理、NOx処理、半導体プラズマプロセス等広い応用分野を対象として電子と気体の衝突過程の研究および電子・イオンのスオーム過程の研究を行っています。

実験装置は殆ど手作りです。作り上げた装置、その機能および進行中の研究を以下に述べます。

1. 全衝突断面積測定

1eVから200eVのエネルギーのそろった電子ビームをターゲットガスに衝突させて、無散乱で集電極に達する電流を、ターゲットガス圧を1~5torrと変化させて測定します。この方法で、フロン22、C₂H₆、CF₄、C₂F₆、C₃F₈、c C₄F₈について、全衝突断面積を求めました。

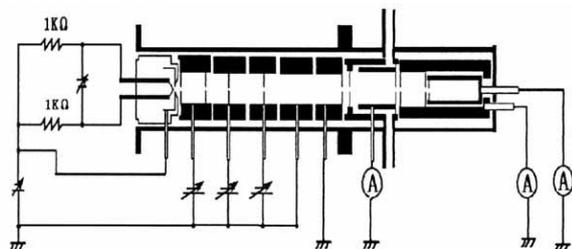


Fig.1. 実験装置

2. 励起断面積測定

1eVから200eVのエネルギーのそろった電子ビームをターゲットガスに衝突させて、出てくる光を分光測定します。このとき、標準ガスとして励起断面積が確定しているN₂ガスを試料ガスと等量で混ぜて光強度の比較によって、励起断面積をもとめます。この方法で、フロン12, 22, 113の断面積を求めました。

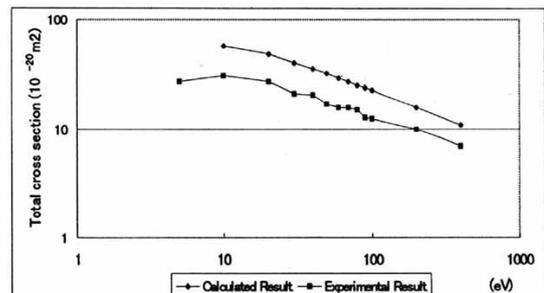


Fig.2. TCS of CHClF₂
TCS (全衝突断面積)

3. 電離断面積測定

1eVから200eVのエネルギーのそろった電子ビームをターゲットガスに衝突させて、生成された正イオンを4重極質量分析部で選別して発生イオン信号を検出します。電離断面積が正確に分かっているアルゴンを試料ガスと等量で混ぜてイオン信号強度を比較して、電離断面積をもとめます。この方法で、フロン12, 22, 113の断面積を求めました。

4. 電離係数、移動速度、拡散係数の測定

前3者をまとめて電子のスオームパラメータと呼びます。バルスタウンゼント法を用いて、マイクロ秒で測定を終えるシステムを作り上げました。これを用いて、放電中、放電終了直後、フローイング・アフターグロー部でスオームパラメータを計測することによって、放電生成物(ラジカル、準安定分子)がこれらに与える影響を調べています。

太田 福男 教授

太田教授は鉄筋コンクリート構造物の劣化診断に関するテーマを中心に研究しており、現在次の二つの研究に取り組んでいます。

「コンクリート部材表層部の圧縮強度推定方法」

火害を受けたコンクリートの特徴は劣化程度の顕著な部分がコンクリート部材表面から数ミリないしは数センチと比較的浅い層をなし、深部の健全なコンクリートとの境界が比較的はっきりしていることにあります。このようなコンクリートの劣化診断を行う場合、部材表層部から深部にかけての強度劣化がどの程度どの深さまで進行しているかを把握する必要があります。このような表層部の強度測定はきわめて難しく、一般に行われているコア抜き取り強度試験方法では不可能であります。

このため本研究では現在、コアドリルの切削効率がコンクリートの圧縮強度と良い相関性があることに注目し、コンクリートの部材表面から深部にかけて数ミリ単位の層厚のコンクリート強度の推定方法を提案し、この方法の適用限界と推定精度について検討しています。

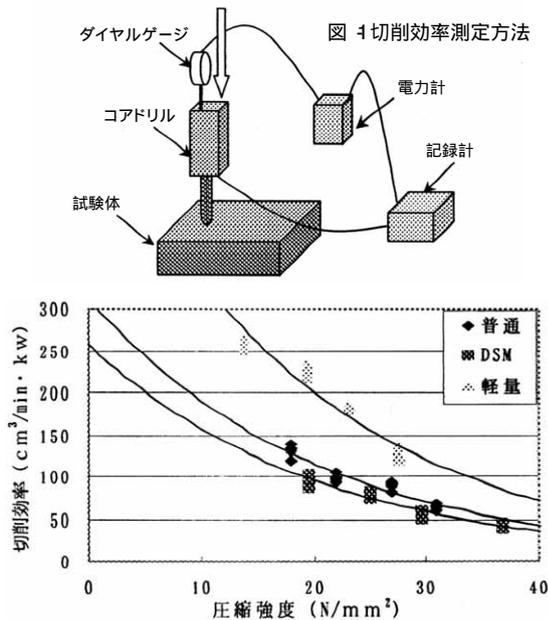


図2 切削効率とコンクリートの圧縮強度との関係

表1 錆判定基準

錆程度	鉄筋の状態
I	黒皮状態、又は全体的に薄い緻密な錆は生じている
II	部分的に浮き錆があるが、小面積の斑点状である
III	鉄筋の全周、全長にわたって浮き錆が生じている
IV	断面欠損を生じている

「マイクロ波による鉄筋コンクリート構造物の劣化診断に関する研究」

鉄筋コンクリート構造物の劣化診断を行う場合、コンクリート中の鉄筋の錆程度を測定することが必要不可欠であるため、鉄筋より放出されるマイクロ波電圧と鉄筋の錆程度との間に良い相関性があることを利用した、マイクロ波によるコンクリート中の鉄筋の錆程度を推定する非破壊試験方法を提案し、基礎的な実験を行ってきました。その結果、鉄筋の全周全長にわたって浮き錆が生じているか、断面欠損が生じているような錆程度については明確に識別できることが判明したが、同時に、測定時が真夏時のような高気温下での電磁ホーンの温度変動による錆程度推定誤差、あるいは測定器の電源投入から測定開始までの時間などによる推定誤差が生じること等も明らかになってきました。このため本研究では現在、上記推定誤差要因の内、電磁ホーンの温度変動による推定誤差を除去する方法について、研究を進めています。

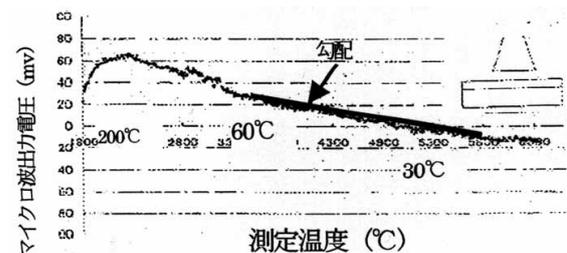
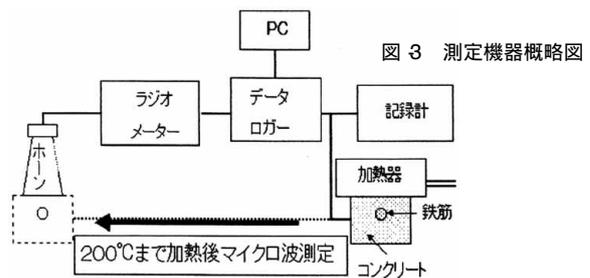


図4 マイクロ波出力勾配

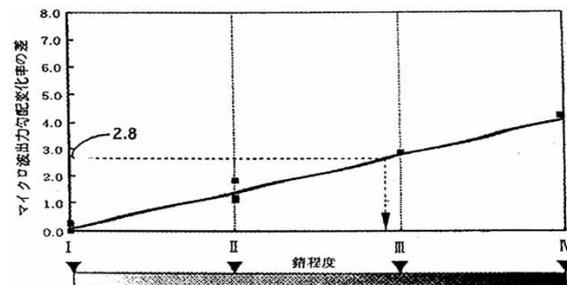


図5 出力勾配と錆び程度との関係

お問い合わせ

大同工業大学 産学連携共同研究センター リエゾンオフィス
 〒457-8530 名古屋市長区滝春町10-3 TEL(052)612-6132 FAX(052)612-5623
 Eメール crc@daido-it.ac.jp ホームページ http://www.daido-it.ac.jp/