

平成22年7月15日発行（毎月1回15日発行） 昭和31年4月12日第3種郵便物認可 第59巻第7号

ISSN 0514-5163

材 料

JOURNAL OF THE SOCIETY OF MATERIALS SCIENCE, JAPAN

VOL.59 NO.7 JULY 2010

日 本 材 料 学 会



同大学院工学研究科機械工学専攻修士課程、博士課程を経て昭和43年3月に京都大学工学部助手として任官され、同年に助教授、さらに昭和58年3月に教授に昇進されました。平成8年には京都大学大学院エネルギー科学研究科の創設に参加され、エネルギー機能設計学講座を担任されました。その後、平成15年3月に京都大学を定年退官され、同4月に京都大学名誉教授の称号を受けられました。さらに平成15年4月から福山大学工学部教授に就任され今日に到っております。

先生のご研究は、熱応力・熱疲労から始まり、損傷力学、高温変形ならびに非弾性構造解析、分子動力学による構造・組織の解析、さらに変態塑性学体系の構築と温度/応力/組織に関する連成問題の解法など、固体力学に関わる基礎理論から応用まで多岐にわたる分野への展開を図られることで学術に貢献されました。その業績は、300編を超える学術論文/総説・解説、40編の単著・共著による学術著書としてまとめられています。これらの研究業績に対して、本会論文賞のほか、日本機械学会論文賞、同材料力学部門功績賞等を受賞され、日本機械学会フェロー、ASMフェローの称号も受けられています。

本会においては、有限要素法講習会の当初からの企画および英文誌(MSRI)の発刊に当たられたほか、部門委員会活動として塑性工学部門委員会委員長および高温強度部門委員会委員長を務められ学会活動の活性化に尽力されました。特に創立40周年にあたってはICM-6を誘致され実行委員長として成功させるとともに、その後ICM Presidentとして会の発展に尽くされました。さらに創立50周年事業においても組織委員長として成功に導かれるなど、本会の節目節目に多大の貢献をなされました。

以上のように、井上達雄先生の本学会に対するご貢献ならびに固体力学に対する寄与は極めて顕著であり、本会の名誉会員に相応しいものと判断します。

平成21年度論文賞・技術賞・学術奨励賞・ 学術貢献賞・支部功労賞贈賞

総会終了後、同席上において、平成21年度論文賞、技術賞、学術奨励賞、学術貢献賞および支部功労賞の贈賞を行った。まず、瀧川敏算学会賞選考委員会委員長より受賞に至る経過説明があり、久保司郎会長より賞状ならびに副賞が贈呈され、参加者一同拍手をもってその栄を讃えた。

[論文賞]

受賞課題

木材粉炭の高温二次炭素化で生成した円錐黒鉛ウイスカとその光学および磁気特性

「材料」第57巻、第4号、356頁～361頁

受賞者：東京大学

宮崎県木材利用技術センター

斎藤幸恵

有馬孝禮



斎藤幸恵氏



有馬孝禮氏

[受賞理由]

古来より木材から炭が作られ、燃料として、また近年は吸着剤としても広く使われている。これらのいわゆる木炭は1000℃

程度までの温度で木材を炭化して作られる。近年、さらに高温の処理によって炭化された木材中にオニオン様構造やダイヤモンドが見いだされるなど、新たな炭素材料として注目されている。特に、著者らは2500℃という高温で発生した木材由来の気化炭素や熱分解ガスから生成した炭素材料を発見している。一般的には、木炭を高温処理してもグラファイトのように再配置しない無定形炭素としかならないが、この炭素材料は炭素六角網平面が円錐構造をとって堆積した高規則性を有している。著者らが用いた手法は、木材の特徴である細胞構造を μm サイズの反応炉(セルリアクター)として利用し、気相の炭素から炭化ケイ素を核として円錐黒鉛ウイスカを成長させるものであった。おそらくは木材の気相炭素化を適用して、規則性の高い炭素構造を得た最初の例である。この炭素材料は、極めて特徴的な構造を持っているため、様々な用途展開が期待されるが、クロードセル構造となっている樹木細胞内で成長させるために、ウイスカの単離が難しく、その単体の特性を測定することが困難であった。

本論文では、上述の問題を克服すべく、粉末状の木炭塊を利用することによって円錐黒鉛ウイスカを成長させることに成功した。一様な構造をとっている樹木細胞内で成長したものと同等のウイスカが、粉末状木炭塊内部で成長していることを確認し、カーボンナノチューブで用いられている方法で単離できることを示した。さらに、単離されたウイスカの構造を詳細に観察し、炭素六角網平面のエッジがナノチューブ構造となっていることを確認した。これらの末端は黒鉛の末端構造と指摘されている“nano-terminated surface structure (NTSS)”に類似しており、エッジ制御の可能性を示唆した。NTSSでは酸化処理することによりエッジを解放させることができ、解放されたエッジはリチウムイオン二次電池における Li^+ の取り込みにも有利とされている。また、単離されたウイスカの磁場配向性も確認し、円錐黒鉛ウイスカが磁場に垂直に配向することを観察した。これは磁場に平行に配向するカーボンナノチューブと逆の現象であった。

これまで未利用であった木炭製造時に排出される熱分解ガスから、セルリアクターによる気相炭化によって作り出された新規カーボン材料は、様々な可能性を秘めたものである。その新たな用途展開に向けて、本論文が果たす役割は非常に大きい。円錐黒鉛ウイスカの単離方法を示し、詳細な構造と磁場配向特性を明らかにすることで、用途開発の一方方向性を示すことができたと思われ、一層の開発・研究の進展が期待される。

以上の理由により、本論文は日本材料学会論文賞に値すると評価した。

[論文賞]

受賞課題

リチウムイオンによるASR膨張抑制効果に関する一考察

「材料」第58巻、第8号、697頁～702頁

受賞者：極東興和(株)

京都大学

江良和徳、三原孝文

山本貴士、宮川豊章



江良和徳氏



三原孝文氏



山本貴士氏



宮川豊章氏

[受賞理由]

骨材のアルカリシリカ反応（以下、ASR）により劣化したコンクリート構造物の内部に亜硝酸リチウムを圧入し、ASRによる膨張を抑制する工法が注目されている。本論文は、亜硝酸リチウムによる膨張抑制効果を促進膨張試験により確認するとともに、様々な分析法によるマッピングおよび定量分析を行い、リチウムイオンの分布およびASR膨張の抑制メカニズムの考察を行ったものである。

著者らは、まずLi/Na添加モル比を実験水準とし、事前混入および内部圧入した供試体を作製し、温度40℃、湿度95%の促進環境下で膨張量を測定することにより、リチウムイオンによるASRの抑制効果を考察している。事前混入は、実施工において反応性骨材を使用することが止むを得ない場合に、ASR対策としてコンクリート製造時に添加混入することを念頭に置いたものと思われる。無混入の場合が410日で5800 μ もの大きな膨張を示したのに対し、事前混入した場合は、いずれのLi添加量においても膨張しないことを端的に示している。一方、内部圧入とは、実構造物においてASRの劣化が生じた場合に注入孔を削孔し、亜硝酸リチウム水溶液を圧入し、コンクリート中へ浸透させる補修工事を想定していると思われる。この内部圧入においても事前混入と同程度のLi添加量で膨張の抑制効果が表れている。筆者らも述べているように内部圧入の場合は、コンクリート中に均一にリチウムイオンを分散できる事前混入に比べてアルカリシリカゲルへの供給濃度にムラが生じることが推察されるが、この実験の範囲内では事前混入の場合と効果に差がないという結果になっている。将来的には供試体と実構造物のコンクリートの均質性や圧入条件の違いを考慮して安全係数のようなものを考えた詳細な検討が必要と思われるが、現時点では、両方法によるASR膨張の抑制効果を明確にする貴重な成果といえる。

さらに著者らは、内部圧入方式によるリチウムイオンの必要量を推定することを目的に、SEM、EPMAおよび二次イオン質量法によるイオン分布のマッピングおよび定量化を行っている。マッピングにおいては、内部圧入方式によってリチウムイオンが骨材内外のアルカリシリカゲルに到達していることを定性的に証明するとともに、定量分析を行い、内部圧入を行ったLi/Na添加モル比に対して実際にゲルに到達し、ASRによる膨張抑制効果に寄与したりチウムイオン量を示している。このように定量化できたことは、内部圧入方式によるリチウムイオン量の合理的な必要量設計の重要なデータであるといえる。このようなデータの蓄積により必要最小量の決定が行え、実構造物における圧入浸透ムラ等の要因を考慮した実用設計に向けた今後の発展が期待できる研究であるといえる。

社会資本であるコンクリート構造物にASRが生じた場合の対策工の一つとして、合理的な設計法を構築する上での貴重な研究成果であると総括できる。したがって、日本材料学会論文賞に値するものと評価した。

[論文賞]

受賞課題

軸受鋼のモードII疲労過程における水素誘起組織変化

「材料」第58巻、第12号、1009頁～1016頁

受賞者：九州大学大学院

藤田慎治

九州大学

峯 洋二、松岡三郎、村上敬宜



藤田慎治氏



峯 洋二氏



松岡三郎氏



村上敬宜氏

[受賞理由]

本論文は、転がり軸受の信頼性確保・性能向上にとって不可欠な白色フレーキングの基本メカニズムを解明する道を切り開いた極めて優れた論文である。

転がり軸受には、繰返し移動荷重によるフレーキングと呼ばれる疲労損傷（表層部がうろこ状にはがれる現象）が起こる。このフレーキングは、主にせん断型（モードII）き裂進展によるものであると考えられており、転動面内部の非金属介在物を起点とする内部起点型フレーキングと転動表面の欠陥を起点とする表面起点型フレーキングの2種類に大別されている。これらのフレーキングに対しては、長寿命化技術が確立している。内部起点型フレーキングは、介在物の寸法と分布を制御した鋼を用いることで防ぐことができる。表面起点型フレーキングは、残留オーステナイトと硬さを制御した熱処理を施すことで防ぐことができる。一方、潤滑剤の分解により発生した水素が、転動面内部に侵入すると、転動面内部に白色組織と呼ばれる組織変化を伴うフレーキング（白色フレーキング）が起こり、転がり軸受の寿命が低下することが問題となっている。ところが、白色フレーキングの発生メカニズムは解明されておらず、白色フレーキングに対する長寿命化技術は確立されていない。白色フレーキング現象においても、せん断型（モードII）疲労き裂進展が支配的であることから、白色フレーキングの基本メカニズムを明らかにする第1歩として、モードII疲労挙動に及ぼす水素の影響を明らかにする必要がある。

著者らは、前の研究において、転がり軸受の転動内部の応力状態を模擬した独創的な平均圧縮軸荷重・ねじり試験（平均圧縮応力が作用した状態でねじり試験を行う方法）を考案し、軸受鋼JIS-SUJ2（ビッカース硬さ748）のモードII疲労挙動に及ぼす水素の影響を明らかにしている。水素によって多数のモードIIき裂が発生・進展する新奇な現象が起こる。水素チャージ材の疲労寿命は、未チャージ材に比べて1/2～1/10に低下する。モードIIき裂の発生起点は、未チャージ材では試験片表面の介在物であり、水素チャージ材では基地組織のすべり帯状の組織変化部である。このことは、驚くべきことに、水素チャージ材で生じたすべり帯状組織は、表面の介在物よりも有害であることを意味している。

そこで、著者らは、本論文において最新の観察・解析装置を駆使して、水素チャージ材に生じたすべり帯状組織変化部の実体を明らかにすることを目的として、原子間力顕微鏡（AFM）観察、電子線後方散乱回折（EBSD）解析、走査イオン顕微鏡（SIM）観察、透過型電子顕微鏡（TEM）観察を行っている。EBSDを用いた解析では、すべり帯状組織変化部近傍において、基地の焼戻しマルテンサイト組織のブロックが、繰返しせん断応力の作用する方向、すなわちすべり帯状組織変化部が発生・成長する方向に沿って規則的に配列していることを見出している。AFMとSIMを用いた観察から、すべり帯状組織変化部自体は、き裂でないことを明確にしている。TEMを用いた解析で