

材料の強さを壊さずに調べたい！ タイタニック号の沈没から、発電所・自動車の検査まで



工学部
マテリアル工学科
教授
かまだ やすひろ
鎌田 康寛

近年、タイタニック号の引き上げ調査が進み、使われていた鋼の遷移温度が非常に高かったことがわかっています。つまり、脆い悪質な鋼を使用していたため、衝突時の衝撃で簡単に壊れ沈没したのです。

発電所の機器構造材料の劣化

ねばり強い良質な鋼でも、使用中に脆くなる場合があります。例を紹介しましょう。

私は、工学部マテリアル工学科および工学部附属ソフトウェア工学総合研究センターの金属材料保全工学研究部門で、材料工学に関する教育と、安全・安心に関わる研究を進めています。キーワードは材料の強さと非破壊検査（壊さずに調べること）です。

タイタニック号はなぜ沈んだか？

学科の3年生の学生実験で、約100年前に北大西洋に沈んだ豪華客船タイタニック号の話をしています。沈没の原因を聞くと、皆さん「氷山と衝突したから」と答えてくれます。しかし、材料工学的には別の答えがあります。

ここで、材料の強さについて考えてみましょう。日常生活で使うその言葉には、硬さとねばり強さの2つの概念が含まれています。ダイヤモンドは非常に硬いですが、衝撃を受けると簡単に割れます。そこからわかるように両者は異なる概念です。構造物に使う材料には、ねばり強さが必要で、鉄に炭素を添加した鋼（はがね）が広く用いられています。しかし、この鋼がくせ者です。室温でねばり強くても、温度を下げると急に脆（もろ）くなる場合があります（低温脆性）。学生実験では、巨大なハンマーを使っていろいろな温度で鋼の角棒をたたき割り（シャルピー衝撃試験）、脆くなる温度（遷移温度）を測定しています。ねばり強い鋼が、遷移温度以下でガラスのように脆くなる様子を、皆さん驚きます。

対策が必要です。

電気・磁気を使った非破壊検査

材料の強さを調べるためには、衝撃試験のように材料を破壊する必要があります。しかし、壊すとその構造物は二度と使えないため、非破壊に検査できればベストです。人の健康診断、例えば肺がんの検査では、いきなり外科手術で体を切つて調べず、まずX線で診断します。一方、鋼では、X線は劣化で生じる組織の変化に敏感でなく透過力も弱いいため、脆化の検査に使えません。それでは、何をすれば良いでしょうか？

私たちの研究グループでは、電気・磁気を使う方法に着目しています。原子配列の乱れた部分を格子欠陥と呼びます。一般に、鋼の脆化と格子欠陥とは密接な関係があります。電気・磁気的な性質は、格子欠陥の存在に敏感です。これを活用した、脆化の非破壊評価が期待されます。

このアイデアに基づき、照射劣化の問題では、東北大学金属材料研究所ホットロボ、ベルギーBR2炉、九州大学応用力学研究所の

重イオン・電子線照射施設などを活用し、照射材料の格子欠陥と電気・磁気的性質の関係調べています。高温劣化では、鉄鋼メーカーから素材を提供して頂き、熱脆化模擬材の実験をしています。また、照射と高温の複合劣化問題として、国際熱核融合炉に関係した材料研究も日本原子力研究開発機構六ヶ所サイトの方々と始めています。

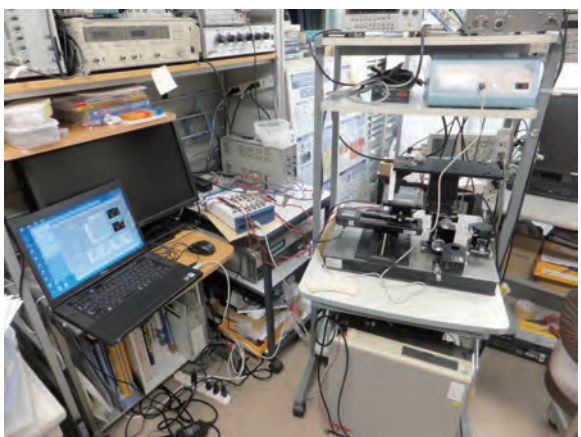
自動車部材の新しい品質検査

使用時の材料の劣化と安全対策の必要性についてお話しましたが、タイタニック号のように最初から悪質な材料を使うことは論外です。ここで、最近の自動車材料に話題を変えましょう。衝突安全性を確保しながら軽量化による燃費向上が求められており、最先端材料の高強度鋼が開発されています。製造時には、設計どおりの良質な鋼ができていないか、品質の検査が必要です。実際の工場では、一日に何千個も作る製品の一部を抜き取り、破壊検査が行われています。この品質検査の非破壊化にも、企業と一緒に取り組んでいます。

以上、私の教育研究活動の一部を紹介しました。工学部には、非破壊検査と関係した研究をされている先生が多数おられます。その方々の活動が、平成25年度より3年計画で岩手大学の拠点形成事業に採択されました。安全・安心な社会の実現につながる教育研究活動を、協力して進めて行きたいと考えています。



3年生の学生実験の様子（シャルピー衝撃試験）




磁気計測による自動車用鋼板の非破壊品質検査の実験

私の研究・・・材料の健康診断

● 人間の肺ガン

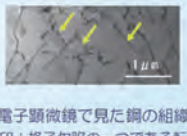
原因：ガン細胞の形成

体を傷つけず診断するには....



レントゲン (X線)

● 機器構造物の材料劣化



電子顕微鏡で見た鋼の組織
矢印：格子欠陥の一つである転位

原因：格子欠陥の形成
(原子配列の乱れ)

構造物を壊さずに調べたい！
どうする？