

アルミニウム合金の水素脆化メカニズムを解明、今後の高強度化に期待

九州大学大学院工学研究院の戸田裕之主幹教授、清水一行特任助教らの研究グループは、大型シンクロトン放射光施設 SPring-8 での 4D 観察を活用し、航空機用などとして広く使われている高強度アルミニウム合金の破壊メカニズムを解明しました。

高強度アルミニウム合金は、既に航空宇宙や、スポーツ用品などに広く使われているものの、水素脆化や応力腐食割れと呼ばれる、水素が関係する破壊現象のため、さらなる高性能化が阻まれていました。研究グループは、高強度アルミニウム合金の破壊過程を 4D 観察し、得られた画像を詳細に解析しました。その結果、金属材料中の水素の分布を精密に求めることに成功しました。

これまで、アルミニウム合金の水素脆化は、転位と呼ばれるミクロな欠陥に起因して生じるとされてきました。しかし、解析の結果、これまで水素を引きつけないとされてきた材料中の微細粒子にほとんどの水素が存在し、微細な粒子とアルミニウムの界面が剥離することでアルミニウム合金の水素脆化が生じることがわかりました。また、従来は邪魔者と考えられていた粗大な粒子が水素を蓄えるため、適切な粗大粒子を生成させることで、微細な粒子の水素量を減らしてアルミニウム合金の水素脆化を抑制できることもわかりました。

この研究により、アルミニウム合金の高強度化・高延性化などの高性能化が期待できます。さらに、今後も様々な解析を行うことで、簡便で低コストな、産業的にも応用可能な技術につながることを期待されます。

本研究成果は、金属材料工学分野で最も権威のある英文誌である『Acta Materialia』のオンライン速報版に 7 月 3 日（水）に掲載されました。正式には 9 月 1 日発行の第 176 巻に掲載される予定です。

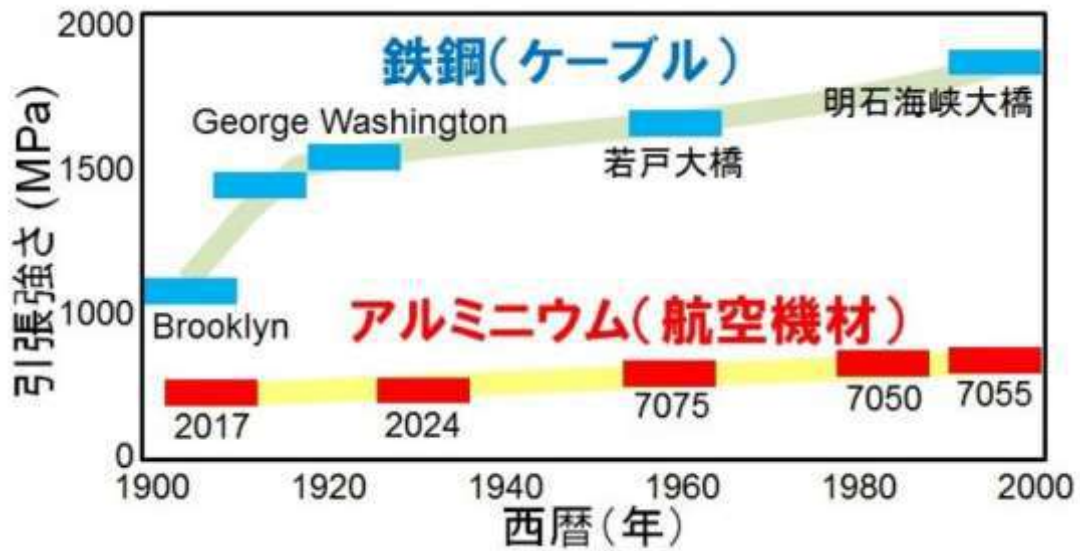


図1 この100年間の材料強度の向上の歴史

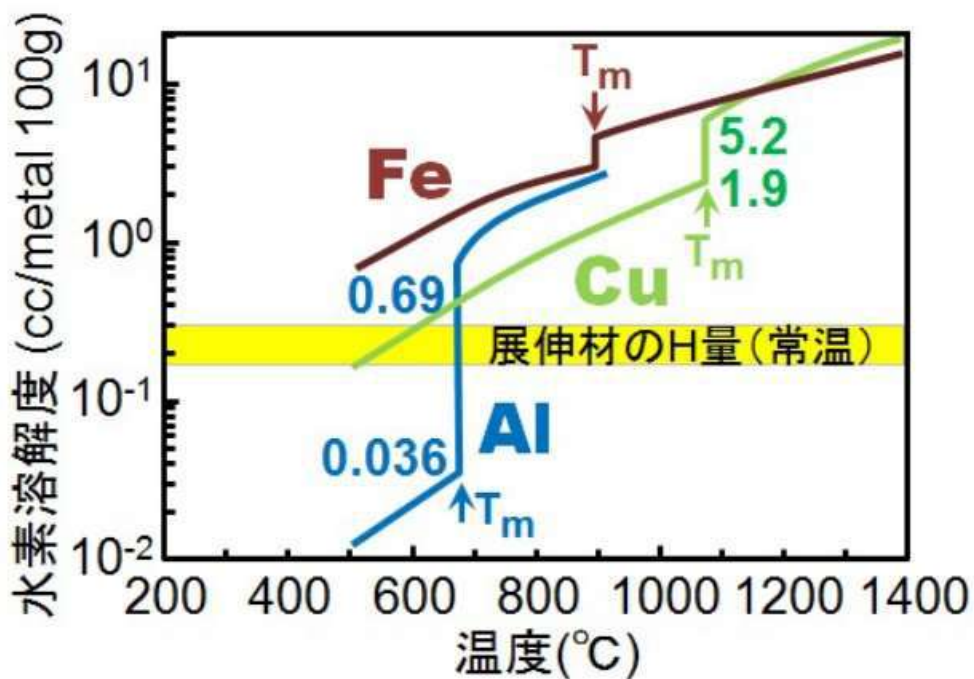


図2 アルミニウム (図中 Al)、鉄 (Fe)、銅 (Cu) の水素の溶解度の温度依存性。アルミニウムのみが融点 (670°C程度) で水素の溶解度が大きく変化するため、固体のアルミニウムには水素が多量に含まれる。実際、黄色のバンドは、実用材料の常温での水素濃度。液体アルミニウム並の多量の水素が含まれることが分かる。

Assessment of hydrogen embrittlement via image-based techniques in Al–Zn–Mg–Cu
aluminum alloys ,Acta Materialia,

<https://doi.org/10.1016/j.actamat.2019.06.056>

日文新聞发布全文 https://www.kyushu-u.ac.jp/f/36663/19_07_30_2.pdf

文：JST 客观日本编辑部翻译整理