

軽量金属構造体のための接合技術

大学院工学研究科・工学部 | 川上 博士(准教授)

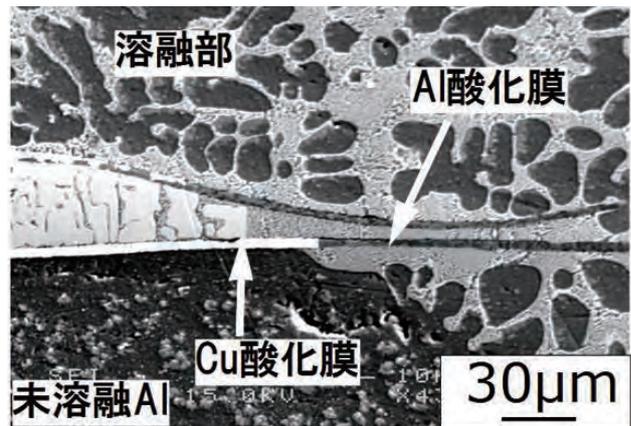
アルミニウム、マグネシウムは比重が2程度の軽金属として分類されています。どちらも水の中に沈みますが、鉄などのほかの金属は比重が7~8くらいなので、これでも十分軽い金属なのです。簡単に言うと、同じ大きさのものであれば、軽金属を使うと重さが70%程度軽くなることとなります。自動車に軽金属を使うと重量が軽くなり、走行に使われるエネルギー量(燃費)を抑えることができます。

我々が手にする便利なものは、部品や部材がすでに組み立てられた状態のものです。この組み立てる工程を「ものづくり」と言います。ものづくりで用いられる手法は多岐にわたります。そのうち、つなぐ技術には、接着、締結、接合があります。日常生活で強くつなぐ場合、誰でも簡単に作業することができることから、ドライバーを使うネジ止めを選択する機会が多くなります。より強くつなぎたい時には接合技術を選択します。例えば、原子力事故で必要になった汚染水貯蔵タンクの汚染水漏れが問題になったときに、対策としてボルト締結タンクから接合技術の一つである溶接を用いて製造されたタンクに変更されたのは記憶に新しいところです。ガスタンクも溶接によりそれぞれの部材が隙間なくつなぎ留められています。金属の固体では、原子は数オングストローム(10^{-10}m)間隔できれいに並んでいます。接合という技術は、つなぎたいもの同士の原子を精密に位置合わせする過程を含んでいます。一見難しそうに思えますが、うまくお膳立てしてやればスムーズに接合することができます。

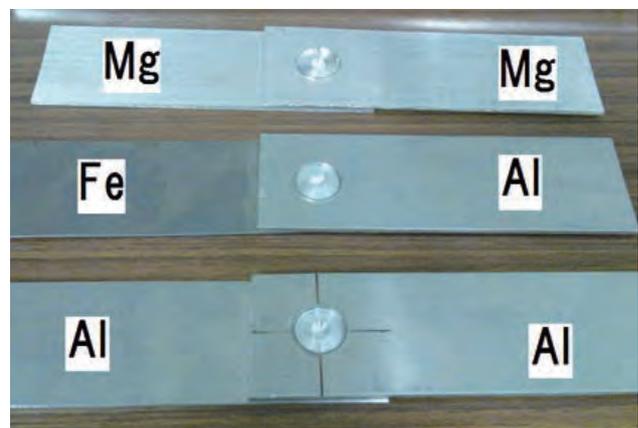
アルミニウムは、冒頭で述べたように軽い金属でエネルギー消費量低減を実現させることを期待されているのですが、接合に一工夫が必要な材料として知られています。その理由はアルミニウムの表面にあります。空気中には酸素が存在していることはよく知られていることですが、この酸素が表面に酸化膜を作ってしまう。ほかの金属も同じことなのですが、特にアルミニウムの酸化膜は原子同士の接合のための新たな結びつきを妨害します。空気から酸素を取り除いてしまうと人間が生活できなくなるので、金属表面から酸化膜を取り除いてから接合することを考えねばなりません。

研究テーマとして、数十マイクロメートル(10^{-5}m)の振動を与えて小さな力で酸化膜を分断する方法と表面同士をこすり合わせて大きな力で酸化膜をはぎ取る方法を試みています。前者は、原子同士が行き来する相互拡散を利用して、両者の融点以下の温度でそれぞれを溶融させ

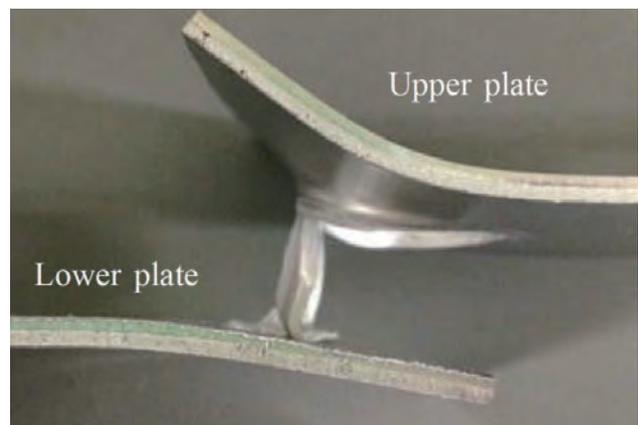
る方法で、溶接と同じ密着性を与えようとしています。後者は、回転している接合ツールを接合部周辺に差し込み、摩擦熱により軟化させて材料の変形抵抗性を小さくさせると同時に回転トルクにより密着面を回転させる方法です。完全な固相接合で寸法精度を高めようとしています。この方法で作られたマグネシウム継手は、金属への先入観に反してかなり軽くなっています。



溶融部にて観察された酸化膜(室温観察による)



各種金属による継手



継手健全性の確認(アルミニウム)