

人に優しい生体用金属材料の開発

機械制御システム工学科
村山研究室

1. 生体用材料

日本の65歳以上の高齢者の人口割合は、2055年には40.5%に達するとされており、平均寿命も延び続けており、医療の発達と相俟って、医療材料の開発によって、いつまでも実り豊かな社会生活を営むことは、私たちにとって大切な課題です。高齢者用に限らず、人工骨や人工歯根といった人口補填材料の需要は、今後増え続け、快適な社会生活を維持する上で、高い機能を持った材料の開発が、ますます望まれることとなります。

2. 生体用材料に必要な性質

生体への埋入を念頭に置いた時、材料には基本的に要求される機能があります。第一に、生体に対して毒性のない元素によって合金が設計される必要があるということです。しかし、現在よく使われているステンレスやチタン合金などは、アレルギー性や発癌性が心配される合金元素を含んでいる場合が多く、このような懸念の全くない元素で新しい合金が開発されることが望まれています。第二に、人口補填材料として必要な機械的性質を備えている必要があります。実は、人骨の弾性率が30GPa程度といわれているのに対し、金属材料は弾性率が低いとされているチタンでも約110GPaと4倍近くあります。この弾性率の違いは、人工骨と人骨界面での破壊や骨吸収（骨がやせ細ってしまう）を誘発する問題があります。第三に、人口補填材料は生体と直接接触することから、生体との結合に適した表面を有する必要があります。

3. 新しい生体用材料開発のアプローチ

ところで、金属材料の中でもチタンは、生体との親和性が高く、毒性もないとされており、従って、このようなチタンをベースとして、生体細胞に対して毒性がなく、人骨の弾性率に近く、なおかつ十分な強度を持った人工補填材料の開発が望まれています。

では、どのようにして、材料の弾性率を下げるのかという問題が、むずかしく、かつ、材料研究者の興味を引きつける問題であります。一つの解決策としては、材料を穴だらけにしてやることです。材料の弾性率は、ポアー（穴）の量によって大きな影響を受け、また、このようなポアーは、生体組織との接触界面においては生体の成長侵入孔として働き、

それにより強固な結合界面が実現可能ということで望ましい組織形態でもあります。

本研究室では、粉末合成法における、粉末の作製法と粉末の固化成型法を工夫することによって、ポアーの割合を0%から40%まで変化させ、それに伴う弾性率を110GPaから30GPa以下まで制御することができるようになりました。しかし、材料を穴だらけにすると、強度面で問題が生じかねません。

4. 新しいチタン合金の開発

今ひとつの解決策は、ベータ安定化元素といわれる金属元素をチタンに混ぜ合わせ、高温で安定なベータ相といわれる結晶構造のチタン合金を、高温から急冷してやって、室温でもベータ相のままにしてやることです。通常は高温で安定な準安定ベータ相は、組成によって弾性率が極めて小さくなりますが、同時に、脆くて弾性率を上昇させるオメガ相も生じやすく、オメガ相を抑制しつつ準安定ベータ相を得る工夫が必要となります。

現在、チタンにニオブを添加し、弾性率を低下させる研究が多く行われていますが、ニオブは高価な金属である上、多量の添加が必要とされています。そこで、本研究室では、ニオブに変わる合金添加元素としてクロムなどを取り上げ、新しいチタン合金の開発に取り組んでおります。たとえば、チタンとクロムとスズの合金組成を適切に選んでやると、純チタンの弾性率の半分ほどの60GPa以下まで弾性率を低下させることができました。しかしこれらの合金は、単軸引っ張り試験では十分な伸びを示すにもかかわらず、室温で圧延などの加工を行うと割れてしまい展延性を示さないなど、奇妙な現象を示します。現在さらに、第4、第5の合金添加元素を検討し、弾性率がさらに低く、展延性があり、強度も高いチタン合金を開発中であります。

Tel&Fax: 0257-22-8113

E-mail: murayama@mce.niit.ac.jp