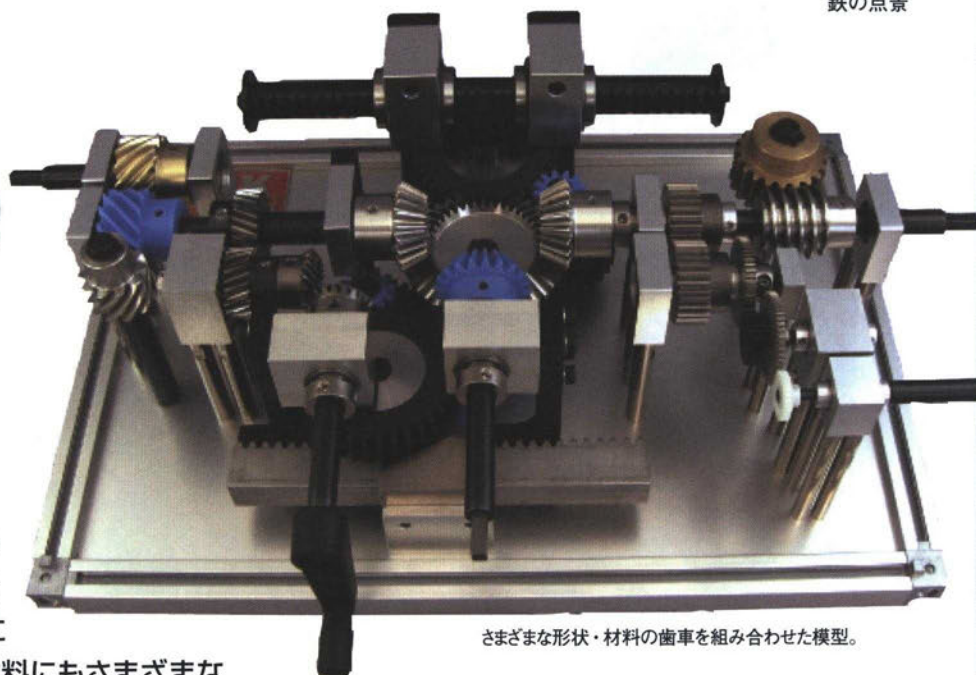


Steel Landscape

歯車

鉄の点景



さまざまな形状・材料の歯車を組み合わせた模型。

回転する動力を伝達し、またそれを増速・減速する仕組みとして欠かせないのが歯車である。ほとんどすべての動く機械に使われ、用途に従い、大きさ、形状、材料にもさまざまなものがある。鉄鋼も多く使われる歯車の種類とその材料について紹介する。

■歯車の種類

歯車は、紀元前 350 年頃に書かれたアルキメデスの文献の中にも登場するほど長い歴史をもつ機構である。構造が簡単で運動の伝達が確実であり、信頼性・耐久性が高いなどの利点がある。直径が 1mm に満たない極小のものから、発電所のタービンなどに使用される直径 4 m 以上の大型のものまで、さまざまな大きさのものがある。

その形状はさまざまだが、噛み合う 2 つの歯車の軸の関係を元に、大きく 3 種類に分類できる。

▼平行軸の歯車：円筒歯車

円盤、円筒の外周または内周に歯を付けたもので、平行な 2 軸間の動力伝達に使われる。軸に平行に歯を刻んだ「平歯車」、歯がらせん状になった「はすば歯車（ヘリカルギヤ）」がある。「はすば歯車」や、向きの異なるはすば歯車を 2 枚合わせた形状の「やまば歯車（ダブルヘリカルギヤ）」は、単純な平歯車に比べ噛み合い率が高く、強度、騒音低減の利点があるため、自動車の駆動系などに多用されている。

また、回転運動を直線運動に変えるラックも、円筒歯車の径が無限大になったバリエーションと考えることができる。

▼交差軸の歯車：かさ歯車（ベベルギヤ）

円錐の外周に歯が刻まれた歯車で、交差する軸間で動力を伝達するために用いられる。円筒歯車同様、歯筋が直線で円錐の頂点に向かっている「すぐばかさ歯車」と、歯筋がねじれている「まがりばかさ歯車」がある。

▼食い違い軸の歯車

交わらず、平行でもない軸間で動力を伝達する歯車。らせん状に歯が刻まれており、円筒形のものを「ねじ歯車」、円錐形のものを「ハイボイド歯車」という。また、ねじ歯車に平歯車を組み合わせたものを「ウォームギヤ」という（この場合、ねじ歯車をウォーム、平歯車をウォームホイールと呼ぶ）。

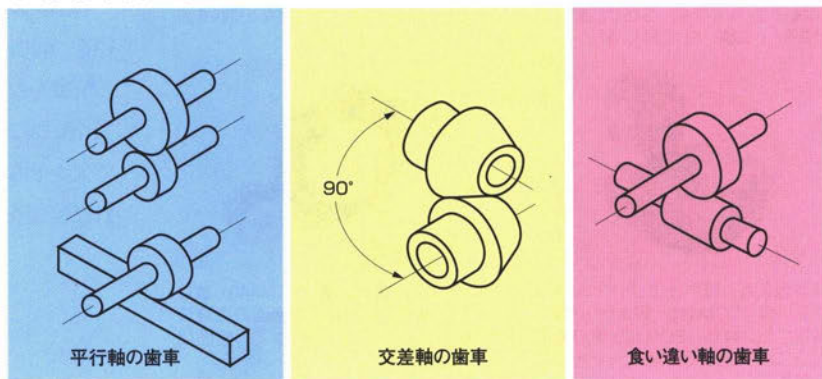
■歯車に使われる材料

水車や風車など歴史的な装置には木製の歯車が多く使われていたが、現在の機械装置では金属製、樹脂製の歯車が主に用いられる。歯車に求められる主な要素には強度（歯面強さと曲げ強さ）、精度、防錆性能があり、用途による各性能のバランスとコストとの兼ね合いで材料や、熱処理などの加工方法が選択される。

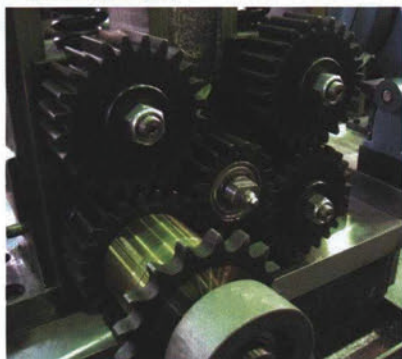
▼鉄鋼材料

極小のものを除き、歯車の材料として最も一般的なのが鉄鋼材料

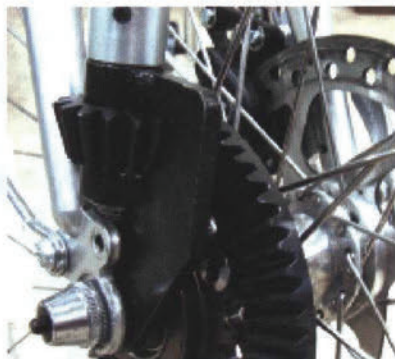
●【図】 歯車の種類



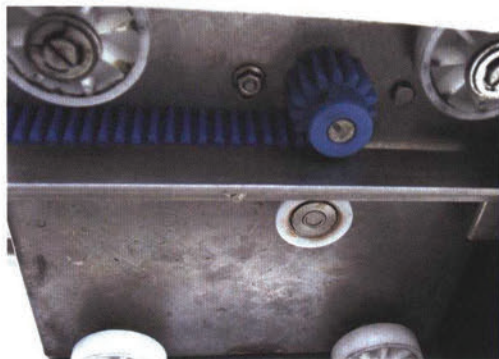
●歯車の使用例



機械構造用炭素鋼 (S45C) 製平歯車。熱処理は行わず切削仕上げとしている。工作機械 (線材矯正切断装置) の送り機構に使われているもの。



機械構造用炭素鋼 (S45C) 製すくばか歯車。熱処理は行わず、防錆のための黒染めのみを施している。雪上や氷上でも走行できる2輪駆動自転車で、前輪への動力伝達用に使用されているもの。



食品加工機械で送り機構に使用されている樹脂 (ナイロン) 製ラックとピニオン。食品用の機械は特に錆を嫌うため、ステンレス鋼や樹脂製の歯車が使われる場合が多い。

である。一般機械用としては機械構造用炭素鋼 (主に S45C)、より強度の必要な自動車部品などにはクロム鋼 (SCr)、クロムモリブデン鋼 (SCM) などが広く用いられる。また食品機械など特に錆を嫌う機械では、ステンレス鋼 (主に SUS303、SUS304) が使われる。また大型の歯車では、ねずみ鋳鉄 (普通鋳鉄やミーハナ介鋳鉄) による鋳造で作られるものもある。

鋳鉄以外の鋼材では、棒材からの削り出しで作られるほか、数量が多く量産効果が期待できる場合は基本形を鍛造で作り切削加工することもある。また比較的小型の歯車ではロストワックスによる鋳造や粉末成型焼結などの製造法も用いられる。

硬度が必要な場合は形状加工後に調質や高周波焼入れ、浸炭焼入れ、ショットピーニングなどの処理を行うが、これらの処理によってわずかに変形するため、再度の歯の研削が必要となることが多い。

●歯車の形状と材料



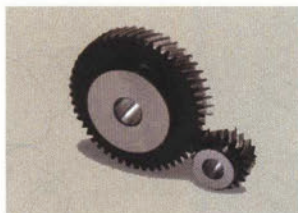
ねじ歯車はウォームギヤ同様、歯面の滑り摩擦が大きいため、異なる材料の歯車を組み合わせることが多い。黒は機械構造用炭素鋼 (S45C) 製、銀はステンレス鋼 (SUS303) 製。



浸炭焼入れ、研削仕上げのクロムモリブデン鋼 (SCM415) 製まがりばか歯車。SCM415、SCM420 等の強度向上には、全面浸炭焼入れを施す場合が多い。



ウォームホイールにアルミ青銅 (CAC702)、ウォームにはクロムモリブデン鋼 (SCM440) が使用されたウォームギヤ。歯面の焼き付き、かじりを防ぐため、ウォームギヤでは異なる材料を組み合わせるのが一般的。



クロムモリブデン鋼 (SCM440) 製はすば歯車。調質および歯面の高周波焼入れを行っているタイプで、歯面研削仕上げ。

▼非鉄金属材料

黄銅 (真鍮) は、時計など小型精密機械の歯車として適度な強度と加工性を持ち、歴史的にも古くから用いられてきた材料である。また、歯車のなかでもウォームギヤは歯の噛み合い面の運動が主に滑りであるため磨耗しやすく、ウォームとウォームホイールが同一材料・同一硬度であると、歯面に“かじり”や焼き付きを生じやすい。そこでウォームに鉄鋼材料を使い、ウォームホイールにはりん青銅 (CAC502 など)、アルミ青銅 (CAC702 など) などの銅合金鋳物やナイロン樹脂が多く用いられる。またこれらの材料は錆が発生しにくいので、ステンレス鋼と同様、錆を嫌う機械にも使われる。

▼樹脂材料

ナイロンやポリアセタールなどの材料が使われる。金属製歯車に比べ軽量で、粘弾性が高いため騒音・振動の発生を低く抑えることができる。射出成型で大量生産ができ、また低速・低トルクの場合、潤滑油なしで使えるので、OA 機器や油を嫌う機器で多用される。

しかし一方で、樹脂は熱伝導性が低いため、ある程度以上の負荷がかかる場所では金属製歯車と組み合わせ熱を逃がすなどの工夫が必要になる。

■歯車の開発課題

機械のダウンサイジングに伴い、歯車にも小型軽量化が求められている。同じトルクを伝えつつ小型軽量化するためには、より高い強度と精度をもつ必要がある。鋼製歯車の場合、強度を上げ、精度を長く保つには熱処理などの加工法が最も重要となる。機械部品として欠かせない地位をもつ歯車だけに、今後もコストを抑えつつ、より優れた性能を実現するための研究開発は不可欠と言える。

[取材・文=川畑英毅]

取材協力・写真提供=小原歯車工業株式会社
写真提供=株式会社高島高速度直線機製作所、
株式会社リマックス