

巻頭言

油機は円筒形!?

風 間 俊 治*



油圧シリンダは、油圧アクチュエータの筆頭といえましょう。その基本構造は、円筒状のシリンダ、ピストン、ロッドおよび各部のシールとなり、その基本形は紛れもなく円筒です。ポンプもモータもバルブも、取り分けて作用要素となるピストンやスプールは、筒状であることに気がきます。これは偶然でしょうか、必然でしょうか。あるいは、先達の経験則でしょうか、基本的な論理則でしょうか。別の形は取り得ないのでしょうか。

基礎に立ち返って考えてみると、油圧機器の第一仕様は、高圧液体を取り扱うことにあるといえます。すなわち、基底は圧力容器を呈することになります。それでは、なぜ円筒になるのでしょうか。

円筒の断面は円であり、同一の断面積で最短の周長となることや距離が等しい点の集合から成る曲線であることと等価です。工学的には、富塚清先生が論じられておられるように、摺動面と密封面の寸法が最小で摩擦とシールの両面で有利に働くこと、発熱による熱変形や高圧による弾性変形が生じて軸対称性を保ち易く変形の影響を最小限に抑えられること、さらには旋盤やフライス盤をはじめとした汎用工作機械を用いて回転切削により高い精度で加工製作できることにまとめられます。

ふと本稿のタイピングを止めて手を眺めてみると、指は円柱形であることを了します。腕や足、首や胴も例外ではなく、私たちの体は円柱形が組み合わされて作られています。ヘビやミミズなどは体全体が円柱形とも捉えられますが、実のところ、大抵の動物は円柱の組合せです。しかるに草木の莖や根も円柱形であり、S.A. Wainwright先生や本川達雄先生が見出しておられるように、生きものは円柱形に帰することになります。なぜ生物の基本形状が円柱になるのかとの問いに対して、地球環境の中で生物の形が進化する過程では力学的な作用の影響が非常に大きく、内外力に対して円柱形が最も有利である故

と述べられておられます。つまり、生物は風船のように内圧が掛かって膨らんでおり、加えて運動に伴う圧縮力やモーメントにより座屈や曲げが生じ易いために、それに耐え得る形状を要する訳です。

円筒は、少ない材料で大きな容器を形作ります。ところが、同一形状の円筒を立てて敷き詰めた集合体では、隙間ができて嵩が増えてしまいます。空間を有効活用するためには密着させることになり、その断面形状は、正三角形と正四角形と正六角形の三つ以外には存在しません。この中で外周長を等しく置く条件では、正六角形が最大の面積になります。生物の世界の、営巣効率が高く力学的強度も高い、蜂の巣に見られるハニカム構造が想起されます。

自然界の六角形となれば、中谷宇吉郎先生の「雪は天から送られた手紙である」を懐きます。雪の結晶の形成には、エネルギーが小さくなるように氷結する現象が関与します。レオナルド・ダ・ヴィンチは、あらゆる自然の行動はその自然によって可能な限り短い方法と時間とでなされるとの言葉を残したそうです。自然の摂理を再認識します。

なおも多面体に目を移してみましよう。すべての面が合同の正多角形で構成される正多面体は、プラトンの立体と呼ばれるシンメトリカルな美しい多面体ですが、正四面体、正六面体、正八面体、正十二面体、正二十面体の五つに限られます。いま、すべての面を合同とする、との条件に緩和すると、アルキメデスの立体(半正多面体)となり、サッカーボールの基本形ともいえる切頂二十面体が現れます。

さらに形について思い巡らしてみます。古代ギリシャの哲学者で自然について説いたパルメニデスは、究極の形を球と考えたようです。球は回転対称性を有しており、将に均整や調和の極限美とも申せましよう。なお、同一球で囲むとき、中心球には最大十二点で接することになります(最密充填)。

油圧機器の基本形状として、円筒形は未だ満足解に留まっているのかもしれませんが、将来、油機に対する究極的な最適解が求まることを夢見ています。

*室蘭工業大学大学院 教授