

第1章 トラス構造

1-1 トラス構造とは？

割りばしを2つに折ろうとするとき、あなたは図1-1-1のうちどれを選ぶだろうか？ 当然、図1-1-1(c)のように曲げるであろう。つまり、割りばしは曲げれば変形しやすく、折れやすいが、引っ張りや圧縮に対しては変形しにくく、壊れにくい。鉄の棒でもプラスチックの棒でも同様である。

屋外で料理をする場面を考えてみよう。木の棒を用いて図1-1-2(a)のような構造を作ったら上の棒が折れそうで危ない。図1-1-2(b)のように組み上げれば安定する。図1-1-2(a)をラーメン構造、図1-1-2(b)をトラス構造 truss と呼ぶ。ラーメン構造も建物ではよく使用されるが、力学的にはトラス構造の方が合理的である。なお、ラーメンとは、ドイツ語の Rahmen (「枠」の意味)であり、中華麺を料理するための構造という意味ではない。英語では frame (枠) という。

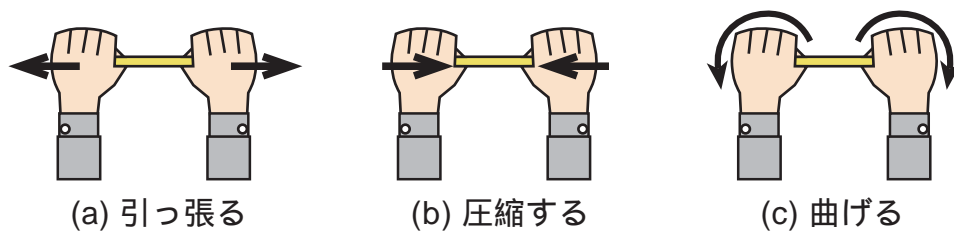


図1-1-1 割りばしを2つに折る

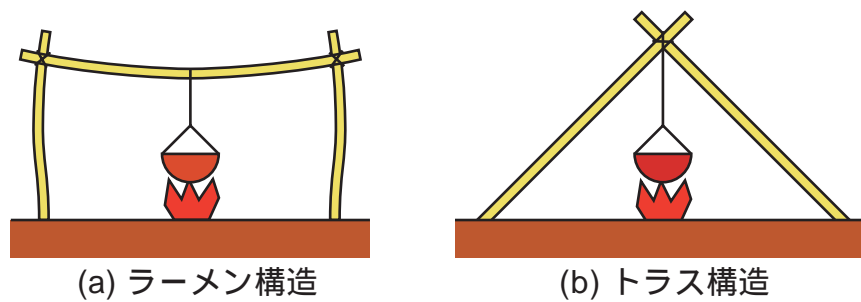


図1-1-2 屋外での料理

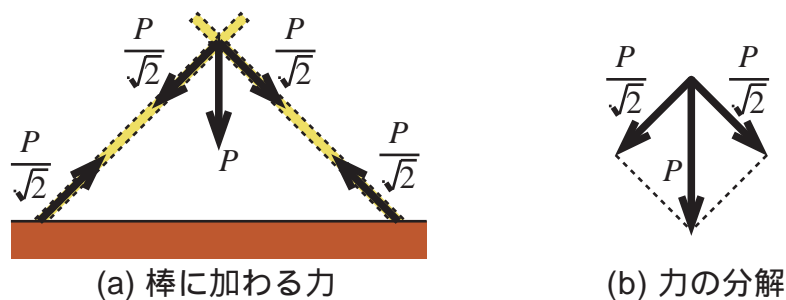


図1-1-3 力の釣合い

ラーメン構造，トラス構造とも，構造物を構成する棒のことを「部材」member という。

図1-1-2(a)がなぜ曲がるのかという理由は第2章で詳しく学ぶことになるが，図1-1-2(b)がなぜ安定しているかは，図1-1-3を見るとわかる。すなわち，鍋による荷重Pが図1-1-3(a)のように斜めの圧縮力 $P/\sqrt{2}$ に分解されて地面に伝わるからである。

ティモシェンコの「材料力学史」(鹿島出版会)によると，古代ローマ人はトラス構造を木造の橋や屋根に使用していた。図1-1-4(a)のように木の棒を単純に渡しかけるだけの橋*1では曲がりやすいが，図1-1-4(b)のように三角形を組んでトラス構造にすると，格段に強く，たわみにくくなることを経験的に知っていたのである。また，ルネッサンス時代の有名な建築家パラディオは，トラス構

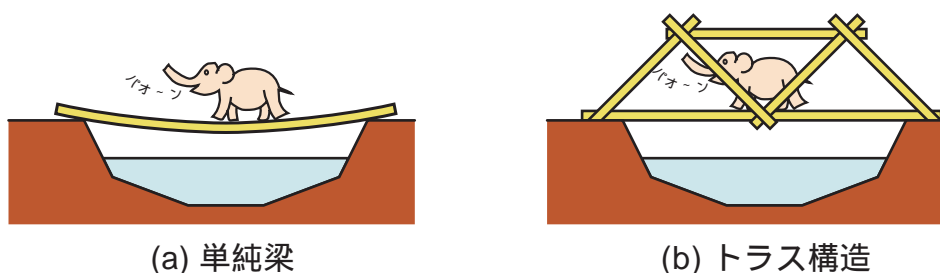


図 1.1.4 木造の橋

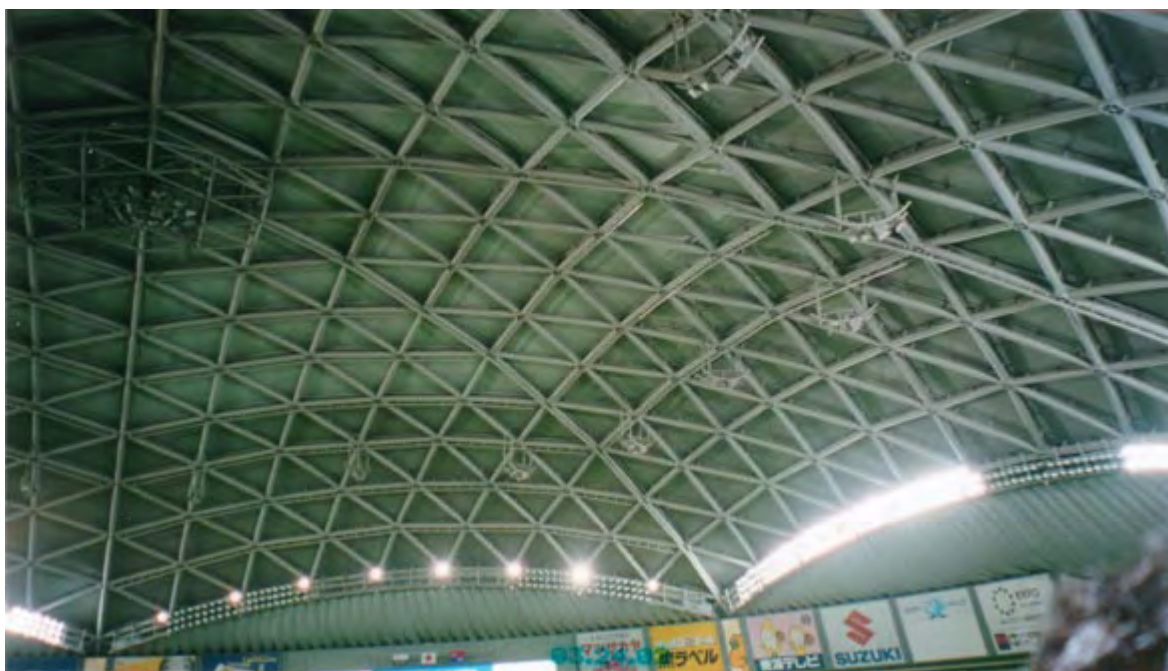


図 1.1.5 ナゴヤドームのトラス

*1 構造力学ではこれを「^{たんじゅんばり}単純梁」simple beam と呼ぶ

造の大規模木造橋を数多く設計した。19世紀になると、鋼鉄の大量生産が可能になり、トラス構造の鉄橋が多く造られるようになった。1889年のパリ万博モニュメントとして建設されたエッフェル塔 (<http://www.tour-eiffel.fr/>) もトラス構造である。20世紀後半になると、大空間を覆う建物が建設されるようになった。ナゴヤドーム (<http://www.nagoya-dome.co.jp/>) などドーム球場の多くは三角形に組み上げたスチールパイプが使われており、トラス構造であることがわかる。さらには、建設中の国際宇宙ステーションでもトラス構造が使用されている (<http://www.nasa.gov/>)。

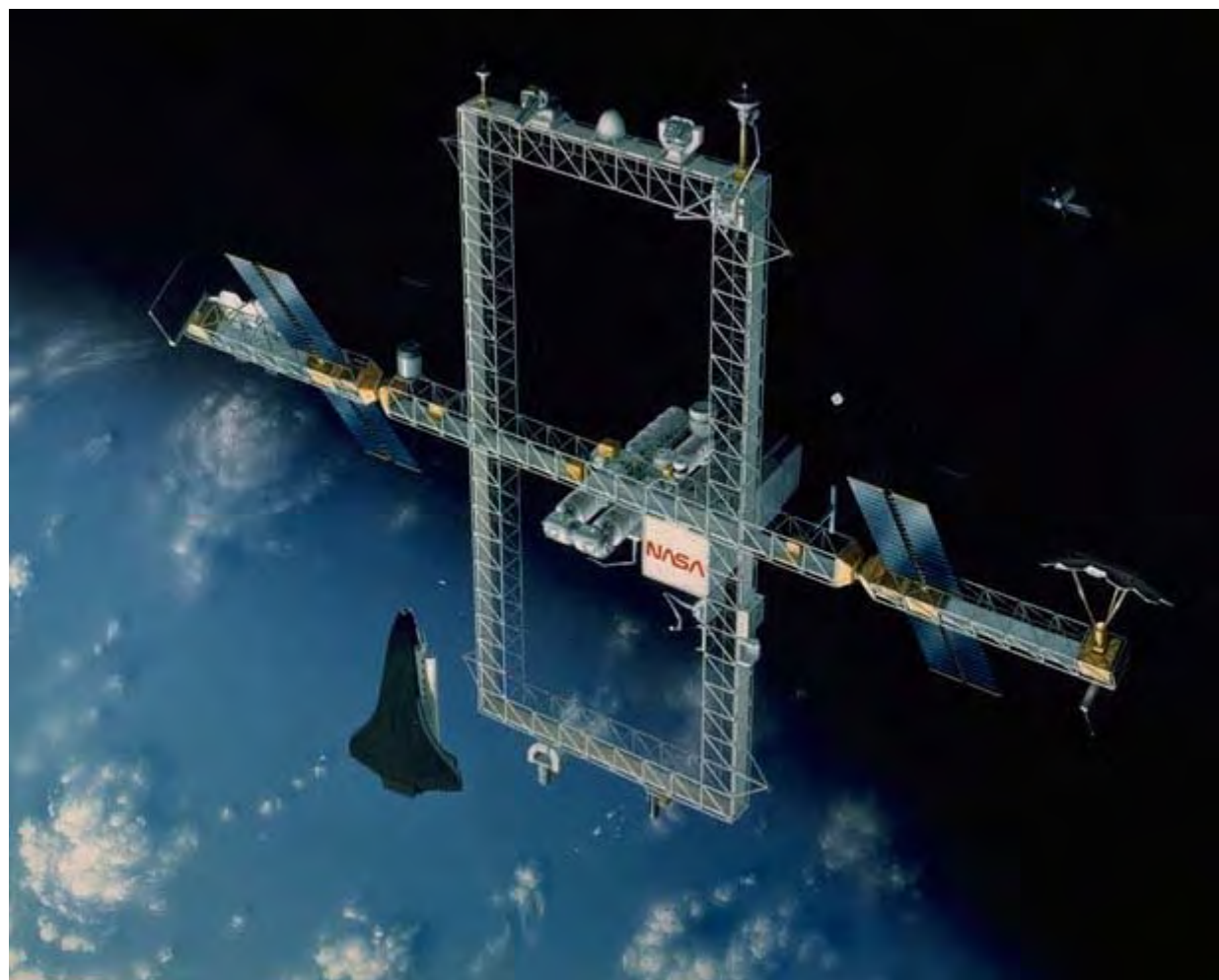


図 1.1.6 宇宙ステーションのトラス
宇宙開発事業団 (NASDA) 提供 <http://www.nasda.go.jp/>

ただし、三角形を適当に組み合わせただけではちゃんとしたトラス構造にならない。構造物が大規模になるほど、綿密な計算が必要になる。中世以前の人々は大規模な構造物をほとんど経験だけで組み上げたが、それは実に恐ろしい作業だった。旧約聖書には「バベルの塔」崩壊のエピソードが記載されているが、中世以前の建設現場では同様の事故が絶えなかった。エジプトには建設中に崩壊して放棄されたピラミッドが今でも数多く残されている。苦勞してできあがった構造物も、台風や地震など、様々な原因による崩壊の危険性に脅かされていた。しかし、19世紀以降、状況は急速に改善されつつある。構造力学の研究が非常に進み、綿密な計算をして安全性を確かめてから建設をはじめることができるようになったからである。また、無駄のない合理的な設計が可能になった。

現代の建設業は、意匠設計、構造設計、設備設計そして現場での施工と分業化が進んでしまったが、建設現場で働く人の安全性と、完成後の構造物を使う人の安全性を守るためには、建設業にたずさわる人すべてが最低限度の構造力学を学ぶ必要がある。一級・二級建築士の試験で構造力学が必修になっている理由もここにある。トラス構造は、ラーメン構造に比べて原理も単純であるから、この章ではまずトラス理論の初歩を学ぶことにする。