

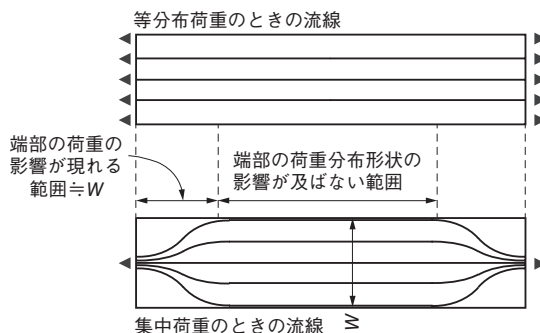
## 付録1 サン・ブナンの原理

設計便覧などに計算されている材料力学の公式はすべてサン・ブナンの原理に基づいて誘導されている。機械工学便覧では、サン・ブナンの原理を次のように説明している。

「荷重の分布状態に差があっても、合力および合モーメントが等しい場合には、荷重領域から十分に離れた断面に生じる変位および応力は等しく、これをサン・ブナンの原理という」

この原理を筆者流に解説してみると、次のようになる。

- ①まず、形状寸法が同じ部材が2つあって、**図付 1.1** に示すように、一方には等分布荷重を、他方は集中荷重を作用させる（集中荷重は第二種の特異点となるので好ましくないが、ここでは分布荷重とは対照的な荷重として、イメージ的にとらえていただきたい）
- ②種類の荷重は、分布形状が違って、それ



図付 1.1 サン・ブナンの原理は流線をイメージすれば理解が簡単

らの合力と合モーメントは等しいとする

- ③このとき、荷重端からある程度以上離れた位置で発生する応力や変位は荷重分布の影響を受けない

サン・ブナンの原理は流線をイメージしてみれば簡単に理解できる。通常、荷重端から板幅分程度離れば影響のない範囲となる。

## 付録2 主応力とフォンミーゼスの相当応力

応力計算をするとき、注目箇所について引張・曲げ・せん断・振りなど、複数の種類の応力成分が現れることがある。また CAE 解析を行った場合には、応力は 1 点につき 6 成分計算されてくる。それらがすべて同程度のオーダーであると、扱いに困ってしまう。このような時にこれらの応力成分をまとめあげ、わかりやすい等価な値に変換してくれるのが主応力と相当応力である。

### 1. 主応力

機械の世界では強度を検討する際に重要な応力は、垂直応力（引張応力・圧縮応力）であり、せん断応力はねじ山や軸の振りのようなせん断支配型の強度を検討するときでもない限り、“現れる

と邪魔”という印象の強い応力成分である。

ところで応力成分というのは、設定した座標系に従って計算されてくる。このため、物理的には何ら変わらないのに、部材が座標系に対する向きを変えたばかりに応力成分が変わることがある。たとえば棒を  $x$  軸方向に置いて引っ張ると応力  $\sigma_x$  が発生するが、これを  $y$  軸方向に置いて引っ張ると応力  $\sigma_y$  が発生するようになる。斜めに置くともっとややこしくなって、6 成分すべてが現れることもある。棒を軸方向に引っ張ったという物理的状态は同じなのに、置き方を変えたために応力成分だけが変わり、しかも本質的に関係ないはずのせん断応力成分などが現れてくるのでは思考の邪魔になって困る。このような悩みに応えて、部材を垂直応力成分だけの、できるだけ単純な応力