



橋の設計と力学の初歩

設計における力学の役割

17世紀、アイザック・ニュートンはリンゴの実が木の枝から落ちる様子を目にし、「万有引力」のアイデアを思いついたと伝えられています。こうした多くの科学者の功績により、物体の挙動を説明する「力学」が発展を遂げ、より強靱で合理的な建物や構造物の設計方法が確立することとなりました。

物体に力が作用したとき、物体の内部にはその力に応じて抵抗が生じます。外部からの作用による力を「外力」、それに抵抗するために内部に生じる力を「内力」と呼んで区別します。

リンゴの実を枝が支えているとき、枝の結合部の下端には実の重量分の力が外力として作用するため、結合部は上方に持ち上げるような抵抗力で実を支えます。この時、結合部を小さな部品（要素）の集合体として捉えると、各要素は下の要素から引張の力が働いて、それを上の要素へと伝えています。



図1 リンゴへの重力作用

桁橋の場合

橋梁の上部工形式のうち最も多いのは桁橋ですが、これは設計上ではしばしば梁としてモデル化されます。単純支持の梁部材に上から外力がかかると、曲げの作用により下方向に沈み込むたわみ変形が生じます。このとき、部材断面の上側は圧縮応力によって縮み、下側は引張応力によって伸びます。

図2(a)はRC梁の解析モデルで、(b)は変形と内力分布の模式図です。部材を小さな要素の集まりとして考えると、それぞれの要素には隣接する要素同士での圧縮・引張応力やせん断応力が合成して作用します。荷重が増加するとRC梁では下縁から鉛直方向の曲げひび割れが進展し、やがて斜め方向のせん断ひび割れへと発展します(図2(c))。

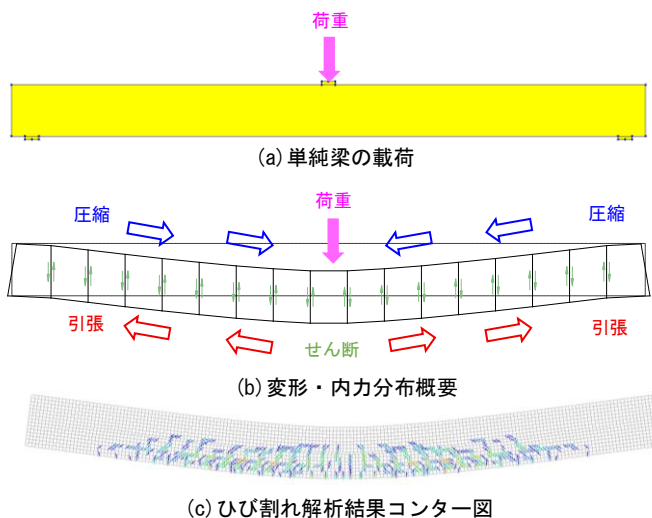


図2 RC梁単純梁の解析

アーチの場合

アーチ橋は、弓なりのアーチ部材を用いて荷重を伝達する橋梁です。先ほどの梁では上側に圧縮、下側に引張が作用していましたが、アーチ橋では内力の方向が部材軸の方向へと変換され、部材の要素にはほぼ圧縮力のみが作用する状態となります。アーチのこの特徴は、石やレンガのような圧縮に強い部材には都合が良く、特に近代より以前の橋にはアーチ橋が多く見られます。

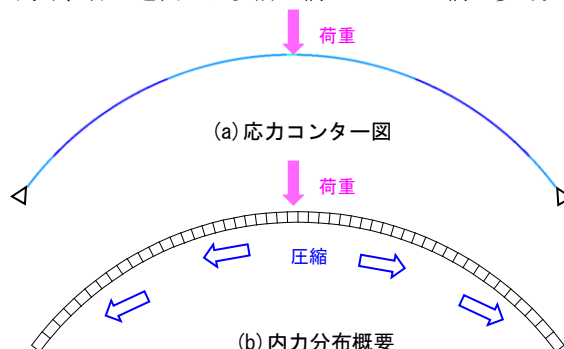


図3 単純アーチの解析

トラスの場合

部材が三角形の網目状に連なる橋は力学的にはトラス橋に当たります。下図4(a)のように、単純下路トラス橋に荷重を載荷すると、上弦材には圧縮、下弦材には引張の力が作用します。図4(b)のコンター図では、圧縮応力は寒色系、引張応力は暖色系で表示しています。各々の部材には圧縮もしくは引張のどちらかの軸力のみが作用していますが、構造物全体では梁の場合と同じく上側が縮み、下側が伸びることで、下に凸の変形が生じます。

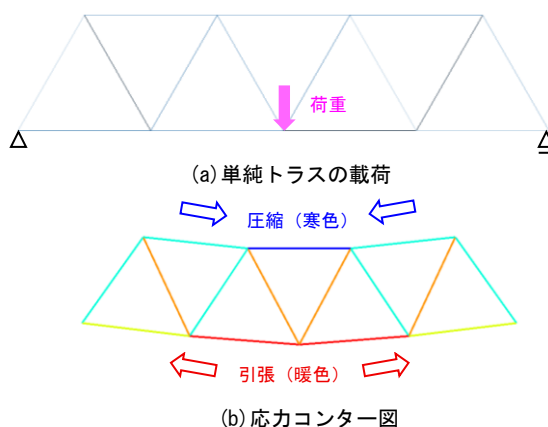


図4 単純トラスの解析

おわりに

コンピュータの発達により、構造解析はより便利に扱いやすくなりましたが、その結果として、使う側に知識や経験がないと、検討の不足や結果の不合理な点を見逃し、設計不良を引き起こす事態も考えられます。設計者個々人の本質的な理解は依然として求められています。

解析には、DIANA FEA 社製「DIANA」を使用しました。

株式会社 昭和土木設計の紹介

弊社は、道路、河川・砂防、橋梁等の計画・設計、CIM、i-Constructionに対応した3次元空間計測及び設計を行っております。

”なんでもインフォ“のバックナンバーについては<http://www.showacd.co.jp>をご覧ください。

作成者：コンサルタント事業本部
八重樫 大樹