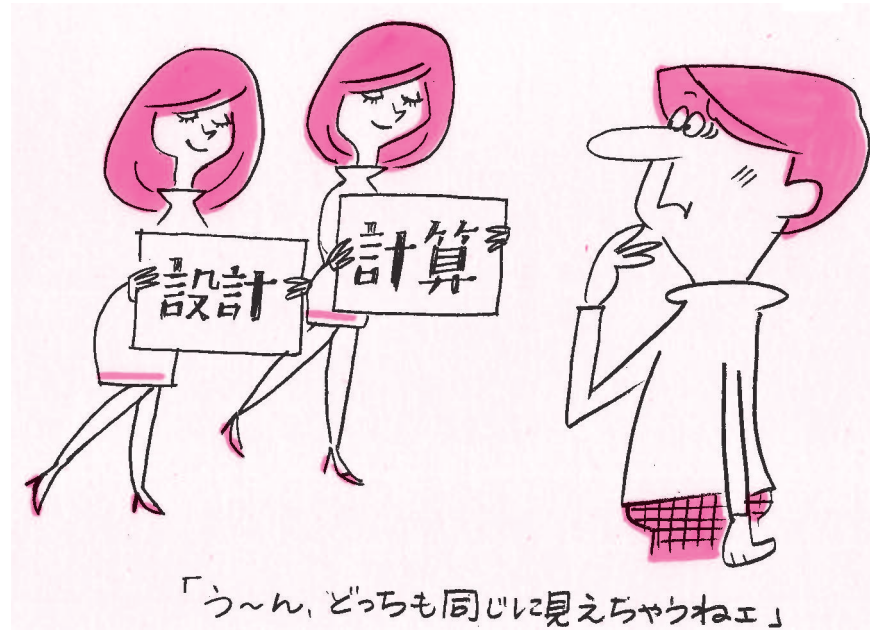


構造設計と構造計算は 同じことかと思っていたが、 どこが違うのでしょうか



「設計」と「計算」は表裏の関係にある

「構造設計は自然外力に対して、建物の機能保持と復元、損傷をバランスを取りながら追求する作業」。工学判断は経験に加えて創意工夫が求められます。構造計算は構造設計における結果の検証手段ですべてではありません。

また、英語で考えると分かりやすいと思います。「設計」は「デザイン Design」、「計算」は「キアルキュレーション Calculation」、構造設計すなわち「構造 Structural」と聞くと、何やら難しいことをやっているの、即「キアルキュレーション」と思い込みがちですが、必ずしもそれだけではありません。ここでは、その解釈を掘り下げて考えてみたいと思います。

デザインとは、図案、意匠、設計のことです。図案とくればアート(芸術、美術)にまでその世界は広がります。一方、キアルキュレーションは数学(マスマティクス Mathematics)が不可欠になります。数学の一分野には、図形および空間の性質を研究する幾何学(ジオメトリ Geometry)もあります。こうしてみると、「設計、計算、図案、意匠、芸術、美術、数学、幾何学」と、そのキーワードは多岐にわたります。これらの概念のなかに共通するものはあるのでしょうか？

伝統的数学の発達には物理現象の解明とともにありました。いわゆる「自然の法則の追究」に近いものです。しかし、構造設計の世界は、重力、風力、地震、水圧、土圧などの外力に対して土、石、木材、鉄、レンガなどの自然素材そのものを相手とします。これにより、つくられた空間に居住するのは自然の生んだ芸術品である人間であり、動植物です。

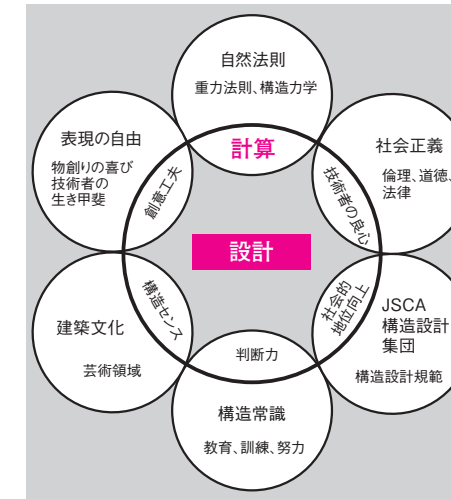
自然の基本は「釣り合い、バランス」です。物事が「不釣り合い、アンバランス」であればバランスを求めて物事に動きが生じます。人間の感覚でアンバランスになると、崩れたバランスを取り戻し完全に落ち着くまで、気分は晴れ晴れしないものです。

さて、仮に前述の共通のキーワードが「自然の法則の追究」だとすれば、構造の「設計」と「計算」の根っ子は同じであり、物事の表裏の関係で別問題ではないことが分かります。しかし、この解釈だけでは論理のすり替え、「コジツケ」といわれかねません。

構造設計は計算行為ではなく創造行為

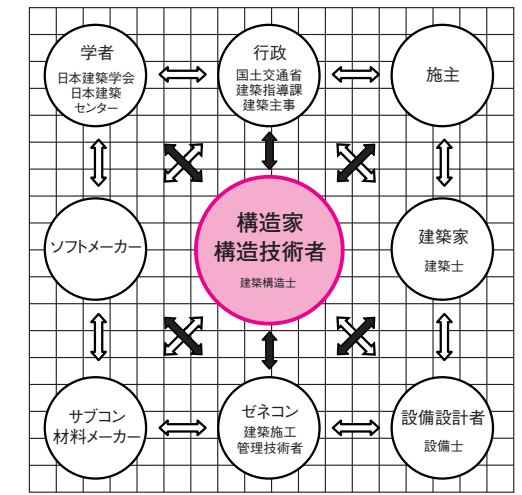
構造設計および構造計画の判断項目には、満足させなければならない以下の制約条件があります。すなわち、建築主の条件(好み、予算、工期)、環境条件(敷地、近隣対策)、意匠設計者の条件(美的感覚、設計意図)、設備・避難・施工の条件、構造

図1 「設計」と「計算」の位置づけ



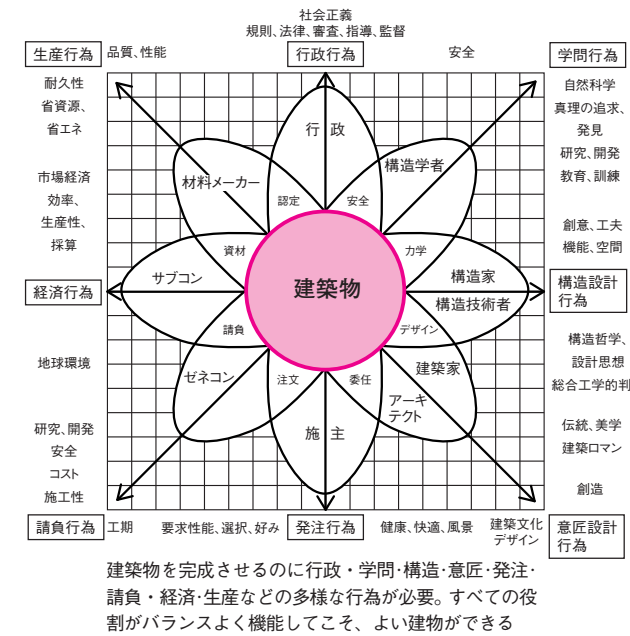
構造設計のもつ概念には、計算だけでなく、物づくりとしての創意工夫、構造センス、常識、良心、切磋琢磨がある。計算も自然の法則に対する謙虚な探求がベースにある

図2 構造技術者を取り巻く相関図



構造家の仕事に関わるのは、施主・建築家に始まり設備設計・行政・ゼネコン・学者・ソフトウェア・材料メーカーと多種多様

図3 建築システムベクトル図



建築物を完成させるのに行政・学問・構造・意匠・発注・請負・経済・生産などの多様な行為が必要。すべての役割がバランスよく機能してこそ、よい建物ができる

材料特性・耐久性・維持管理・性能レベルの条件です。また近年は、構造判断に制約を加える建築基準法や、場合によっては実験、検証、解析ソフトの開発からの条件なども加わりその制約は多岐にわたります。

そもそも構造設計とは、自然の外力に対して建物のエネルギー吸収・消散である損傷過程を「力と変形」のエネルギーの流れとしてとらえてバランスをとりながら追求する作業です。建築基準法に準拠する「計算」は、結果の検証手段ですから、構造設計(構造計画を含む)の一部分であってもすべてではありません。しかし、一般には(建築業界内でも)、「構造計算書」「構造図書」「構造設計」それぞれの違いに対して理解が十分でないところがあるようです。最近、耐震強度偽装事件によって「構造

設計者」の存在が、広く世間に知れ渡ったので、この機会に「構造設計業務」そのものの説明をすることも必要でしょう。そのためには、建築システムにおける構造家のスタンスを正しく理解することが大切です(図1、図2、図3)。

意外に思う人もいるようですが、構造設計にもとづく構造計算書および構造図面(以下、構造図書)は、携わる構造設計者によって結果はマチマチで、1つとして同じものはありえません。なぜなら、構造設計とは、コンピューターに計算条件を入力した結果を構造図書にまとめることが業務ではないからです。構造設計者は、自身の構造業務に対する思想、信条、倫理観、道徳観により構造安全性を検討するなかで、コンピューターを道具として使用しているにすぎません。しかも、道具として使用するコンピューターの計算ソフトは各自で異なります。場合によっては、自身のイメージするエネルギーの流れを確認するために、複数のソフトを併用して結果の信頼性を判断することも多々あります。構造設計は、種々の要件を力学的なルールにのせるものですが、数学的に簡単に割り切れるものではありません。その結果として、構造設計者によって構造安全性に対する技術的なスタンスの違いが多岐にわたることは当然といえば当然でしょう。構造設計は「単なる計算作業ではなく創造行為」なのです。すべての物事は「部分が全体の一部」であり、あらゆる部分の変化は必ず全体に影響を及ぼすものです。

たとえば設計完了後に、RC造の中層ビルの1カ所の窓の大きさを変更したとします。すると再計算の結果を元に平面的な偏心検討、高さ方向の剛性検討、柱、梁部材の検討、梁、柱リストの配筋の納まり検討など、条件バランスを見直す必要が生じます。計算も複数回行うこともあります。そうしてできた建物でも、地震などの外力を受けたとき、計算したイメージどおりに挙動するかどうかは定かではありません。(真崎雄一)