

はじめに — 構造デザインとは

齋藤公男 [日本大学名誉教授]

Structural Designとは通常、「構造設計」を意味します。Structural DesignerあるいはStructural Engineerはそれぞれ「構造設計者」、「構造技術者（エンジニア）」であり、日本でいう「構造家」に当る言葉は、海外では見当たりません。日本特有の名称といえそうです。

「構造デザイン」には、「構造家」に通じるあるひとつのコンセプトがこめられています。それは「構造設計+ α 」ということ。建物の安全性の確保、経済性の向上が構造設計本来の役割です。それに加えた α とは「建築」への愛着や憧れ、「構造空間」の創出に参画する誇りと自負、多くの「協同」によって到達し得る感動と喜び。そうした気持ちにみちびかれた創造的設計活動をさします。近年、建築の世界では、その理念に共鳴する多くの若いエンジニアが生まれつつあるように思えます。いま日本では世界的にも注目されているどんな構造デザインがあるのだろうか。そのめざすものは何か。いろいろな興味がわいてきます。

さまざまなストラクチャー

自然界には、無限の“かたち”が存在します。流れゆく雲、立ちこめる霧、きらめく虹。波浪やミルク・クラウンに見る一瞬の造形。揺れ動き、立ち現れる思いもかけないこうした自然美は、時に深い感動を誘い、建築の空間や形態へのイメージをかき立てます。

一方、かたちと力が密接につながった構造フォルムを自然現象や生物の世界に見出し、驚くことがあります。たとえば表面張力によるシャボン玉や水滴、蜘蛛が構築する巧妙なネットワーク、皮膚に包まれた筋肉といった「柔かい構造」。また風雪に穿かれた岩の洞窟、貝、卵殻や頭蓋骨、巨木の幹といった「硬い構造」。植物の反り返った花卉や葉、雪や風にたわむ小枝や竹などはその中間的な存在。そして強靱でしなやかな人間の身体はさしづめ「ハイブリット構造」といったところでしょうか。

こうした自然界にみるストラクチャーを建築構造に重ねてみると、アーチ・シェル・折板・吊屋根・空気膜・スペースフレーム・張弦梁・テンセグリックシステム・柱・梁・ラーメンといった構造方式とのアナロジーに辿りつきます。さらに建築構造につながる造形（構造形態）はもっと身近に、たとえば身の廻りの道具や乗り物などに見ることができます。電球、スプーンやカップ、ヘルメット、ボートや航空機などは立体的な曲面構造であり、自転車のスポーク・ウィールやテニスのラケット、人力飛行機などはハイブリッドな張力構造ともいえます。空に泳ぐ鯉のぼり、風をはらんだヨットやパラグライダーがみせるダイナミックな構造フォルムは膜構造の形態創生や安定論にもつながります。いずれも機能（用）と力学（強）と形態（美）とが融合している点で建築構造と同じです。「カタチやモノには構造が不可欠だ」という視点に興味をもつこと。それが構造デザインを理解する第一歩だと考えます。

ところで自然界やプロダクツ（社会で広く使われる生産品）では見られない恣意的表現が“かたち”となって現れるのが人間のつくりだす彫刻です。同じ芸術とはいえ彫刻と絵画の一番の違いはスケールにあります。規模の拡大とともに造形的形態への干渉が発生し、力学・材料・製作・運搬・設置といった技術的検討が必要となります。自由であろうとする芸術的形態と安全を成り立たせようとする好例は何といっても、巨大な大阪万博（1970年）につくられた「太陽の塔」（岡本太郎）でしょう。

構造的形態との葛藤に思いをめぐらすことは「構造デザイン」を理解する上で大切です。自然と道具と彫刻。三者三様にそれぞれが「構造」との深い接点をもっており、それ

を解きほぐしていくところに建築における「構造デザイン」とは何かを考えるヒントが隠されているように思えます。

構造空間のデザイン

古代遺跡、たとえばアテネのパルテノン神殿やローマのカラカラ浴場などを訪れると、ひとつの感慨がわいてきます。大理石やタイル・装飾も失われたそこに残されているのは組積構造と壮大な空間だけ。意匠がなくなっても空間はあるが、構造がない空間は存在しないのだということが実感されます。同様にローマのパンテオンのドーム空間を訪れた人々が感じる第一のものは、構造のもつ神秘的ともいえるその迫力とこれをつくりあげた人々の知力・情念ではないでしょうか。あるいはまた木造や鉄骨の建設現場。スケルトンだけによって創られるダイナミックな空間のイメージに感動することは誰も経験することでしょう。

建築と構造とは空間を介してつながっている。建築空間のデザインと同じように「構造空間のデザイン」があると考えられます。身体と衣服の関係を建築の意匠と構造への関係に当てはめてみると、こんな表現となりそうです。すなわち「しなやかで強靱な身体(構造)は裸のままでも美しく、またどのような衣服(意匠)をまとも、その美しさや健康さ(合理性)はにじみ出るものである」と。

構造設計 + α

ところでそもそも「構造設計」とは何か。機械工学であれ土木工学であれ、構造技術が課せられている主要な役割は安全性の確保であり経済性の向上です。建築の構造設計の第一歩はここから始まります。自重や積載荷重はもとより、地震・台風・積雪、時に津波や水圧、温度変化にも耐え、建築空間のはたすべき機能や性能を維持しながら必要とされる規模や形態を実現することが構造設計の使命であり、エンジニアに与えられた役割となります。

一般的なプロダクト、たとえば自動車やシステムハウスはプロトタイプの開発に向けて十分な時間と生産的エネルギーをかけてつくられます。しかし建築の世界、とりわけ構造設計は日々、常に未知との遭遇だといわれます。外力や材料も不安定な部分があり、製作や施工も設計した通り、思案通りとは限らない。コンピューターを駆使しつつ、法的規準はクリアしながら、設計者はその構造体が完成するまで目が離せません。

さらに機械や土木の分野と比べると、建築のエンジニアの立場は少し異なります。機械や土木の設計者が設計のプロセスを通じて独自に知的な創意工夫を発揮できるのに対して、建築の世界ではほとんど全てが建築家の要請に応える、という形が基本です。その「要請」が建築家の個性と実力によってさまざまであることが、構造設計者を時に悩ませることになります。したがって構造設計に携わるエンジニアの個人的責務と能力が問われると共に、その社会的役割に対する十分な評価が望まれます。さらにこうした本来の構造設計に加えて+ α 、つまりより創造的な目標と信念をもって取り組むのが「構造デザイン」なのです。