

自然に学ぶ

渡 辺 明\*

スペインのセコヴィアに通称“悪魔の橋”と呼ばれて残っている、ローマ時代の水道橋（写真参照、2層石造アーチ形式、全長 750 m、全高 34 m）は、現代の土木屋にとって大きな驚きである。

昔、この地に住んでいた美しい娘さんが、水汲みを嫌って、代りに水を汲んでくれる人と結婚すると思わず口走ったのを聞きつけた悪魔が、ほとんど一夜のうちにこれを築き、いよいよ最後の石をすえ付けようとしたとき朝日がさして、娘さんはあやうく難をまぬかれたという伝説があるそうだが、それをそのまま信じて、悪魔の魔法によって架けられたとでも考えたくらい、当時の人間がアーチの理論を知っていたことに、大いなる驚きを感じるのである。

圧縮に強く、引張りに対してはきわめて弱いコンクリートではりを造ることは、ブロックをならべてはりを造ることに等しく、したがって、そのままではブロック間が開いて、曲げモーメントに抵抗し得ないので、引張応力を生ずる側に鉄筋を入れ、引張力をすべてそれに肩替りさせることを思いつき、今日の鉄筋コンクリート構造の道を拓いたのは 19 世紀も後半のことであるが、まだ鉄がなかった時代の人々にとっては、ブロック（当時は石）を組積してはりを造る以外に策はなく、しかも、それは重要課題であったに違いない。

構造力学の整った今日では、中三分点則などは誰でも知っており、アーチ構造にすれば、ブロック目地に引張応力を生じないことを理解しているが、モーメントもせん断力も知らなかったはずの人間が、すでに数千年前にこのことを実践していたのである。「構造力学とは釣合の美学である」といった誰かの言葉が、いまさらながらにうなずける次第である。

ちなみに、日本でこの形式に属し著名なものには、長崎県・眼鏡橋(1839 年・中国僧如定作)があり、木橋では、山口県・錦帯橋(1673 年・岩国城主吉川氏作)があげられる。

今日、飛行機は SST の時代に入ろうとし、世界の主要都市は、およそ 4、5 時間で結ばれようとしている。1903 年、ライト兄弟がはじめて空を飛んで以来、驚くべき進歩である。一方、海上には水中翼船なるものが現

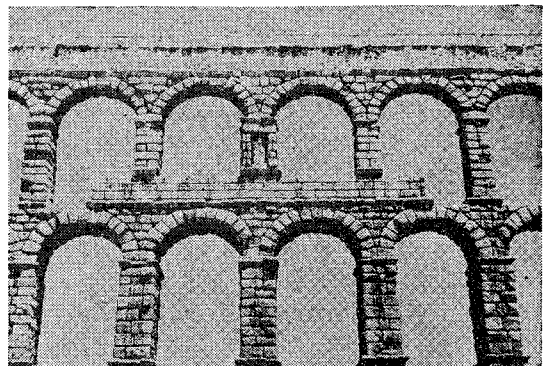
われ、従来の船にくらべていちじるしくスピードアップしている。万物の霊長たる人間は、いまや陸海空に君臨して、大気圏外まで掌握しようと試みている。たしかにこの発展はすばらしい。

だが、人間は果たして偉大なのであろうか。

鳥は大昔から空を飛んでいるし、飛魚もまた、大昔からあの泳法を知っていたことを考えるとき、明治改革が西洋文明の猿真似開花であったように、人間の、空と海への進出も、どうやら鳥や魚の猿真似で始まったと考える方が妥当のようである。しかも、まだまだ、免許皆伝までには至っていないのである。すなわち、鳥は死にでもしない限り墜落はしないそうだが、一昨年、日本で相続いた航空機事故にみられるとおり、人間がこしらえた飛行機には、全幅の信頼などおけそうもないし、また、板子一枚下は依然地獄なのである。1970 年代に登場するボーイング機種の翼が、離着陸時 30 度、音速時 72 度に変化する設計になっているということは興味深いことであり、近年の航空機の進歩には目をみはるものがある。しかしながら、これとて、あくまでも鳥への挑戦にすぎず、おそらく永遠に鳥にはおよぶまい。ここで筆者は、「大砲の砲身にらせんを刻む知恵は小便の流線からヒントを得たものだ」という面白い話をしてくれた小学校時代の教師をふと思い出すのだが、人間の科学の歴史は、どうやら自然に学んだ歴史と思えてならない。

近年、土木、建築の世界で“フレキシブル”という考え方が積極的にとり入れられつつある。すなわち、汽車

セコヴィアの悪魔の橋  
平井 敦氏撮影・転載



\* 正会員 工博 九州工業大学助教授 開発土木工学科

が煙を吐いて走っていた時代には、鉄道橋の橋脚は非常に大きく、見るからに剛強であったのに、時速 250 km の新幹線では驚くほど小さくなっており (Rocker Pier)、また、ビルは格段と高層化されたにもかかわらず、その柱はかえって小さくなり、しかも壁は単にカーテンの役目を果たすのみ (Curtain wall) という考え方にもとづく設計が増えてきている。地震力を静的に取り扱わず、動的に考えること、一步も退かせぬという剛強なる姿勢から、構造物にある程度の変位を許すという柔軟な考え方に変わってきたためであり、日本のような地震国にも、超高層ビルが出現することになった所以である。

ずいぶん前のことだが、筆者はモスクワに 500 m のテレビ塔がプレストレスト コンクリートで造られたとの報告を読んだ記憶がある。そして、塔頂が最大風圧で 4 m も動くということに少なからず驚いたが、これなどもフレキシブルのよき例である。

また、近年、港湾堤防をいたずらに激浪地点に築かずわざと後退させて造る考え方が論議されていると聞く。波の最前線に築造することは、一見勇ましいが必ずしも強くなく、長期的には良策ではないという観点に立っている。

これらは端的に言って“柳に風折れなし”という諺の実践であり、自然が教えた英知ともいえよう。

これも、数年前になると思うが、筆者は三船敏郎主演の「キスカ島」なる映画を観た。キスカ島に残る多くの将兵を救った大村艦隊の勇気と苦闘を描いたものであった。筆者はこの映画を観るまで、その物語はおろか大村少将の名すら知らなかったので、この映画には少なからず感銘を受けた次第だが、戦前の人間で、アッツ島で玉砕した山崎大佐のことを知らぬものはないとしても、大村少将に関しては筆者と同じという人が案外多いに違いない。そして、“大和魂”にもとるものであるとして“退却”ということを極端に嫌った軍部が“転進”という新語をもって報道した戦時中を思い出される方も多いに違いない。

さて、幾千の兵を殺して玉砕した山崎大佐は“軍神”となり、二階級特進したが、5200 の将兵を救った大村少将は別に評価もされなかつたのはなぜであろう。いわずもがな、進む者への過大評価、退く者への蔑視精神にもとづくものであり、それは軍部のみならず、当時の日本人全体の気風でもあったと思う。

とかく勇ましいことの好きな日本人である。民主主義が普遍し、人権の確立した今日でも、退いた勇断を、真に讃え得る人は案外少ないのかも知れない。従来の構造物設計の基本線もこれに似ていた。しかしながら、剛強なる設計が行なわれたにもかかわらず、それが必ずしも強くないことを幾度かの災害は人間に教えてくれた。剛

から柔への設計の体質改善が進められるに至った動因である。

このように考えるとき、自然ほど偉大で、示唆に富んだものはないと筆者は思う。ただ、自然は人間に対して差別なく、多くの啓示を与えているのだが、学ばんとする姿勢のあるなし、学び得る能力のあるなしなどにより、キャッチの仕方には格段の差がでてこよう。ニュートンが万有引力を発見する以前にも、リンゴは幾多の人間の前で落ちていたのである。

何事にまれ、感動できる人は幸せであり、すばらしいと筆者はかねがね考えている。たとえば、月を見て、ある人は美しいと思ひ、ある人は悲しいと思うだろう。単に地球をまわる衛星だと思ふ人、兎が餅をつけていると思ふ人もあるだろう。また、ある人は句の一つも出てこようし、熱いカップルは、遠回りして帰りたいともなるだろう。あるいは、何とも思わない人だっているに違いない。ともかく絵画的、天文学的、詩的、そのさまざまに感動の仕方は異なるだろうが、無感動な人間よりははるかに幸せであると信じている。絵を眺め、音楽を聴き、そして一片の人情にも、また一本の草花にも感動できる人間でありたいと常に思う。よくいわれることだが、人間はテレビみたいなものではないだろうか。できるだけ感度の高いアンテナを持って、自然の教える啓示をキャッチしたいものである。美や音楽に感動するのが芸術なら科学する心とは、自然にひそむことわり (理) に感動することではないのだろうか。

ローマ時代に、アーチ理論を経験的に学んで、石で、はりを造ることに成功した人間は、いまや、コンクリートはりにあらかじめ圧縮応力を導入しておいて、将来の荷重による引張応力を、キャンセルさせるというアイデアに立脚して、プレストレスト コンクリートを現出させた。しかしながら、これとて、昔から行なわれてきた桶屋の“たがはめ”にその原理がひそんでいたし、近年、屋内競技場などに偉力を発揮するシャーレン構造も、もとはといえば、卵の殻が教えたことであることに思いを致せば、土木技術者は、特に、素直に、自然に学ぶ心がまえを持つべきであると痛感する次第である。

さて、しかしながら、自然を学ぶ過程には一つの危険性もひそんでいると、筆者は考えている。過日、四国へ飛んだ機中にて、レッドウイング ニュース 中の「ニッポン飛行機ものがたり」を読んだが、その中に、日本の航空機界が第1次大戦頃、複葉型のファルマン機に固執していたため、単葉型のプレリオ機を中心に、急速な進歩をとげていたヨーロッパの航空機界に、大きく差をつけられたというようなことが書いてあった。馬力の不足がちの当時の飛行機として、翼面積が大きく、安定のよいファルマン機が好まれたのは、むべなるかなであり

また、大正2年、青山練兵場で公開飛行の際、ブレリオ機が墜落したことも、その傾向に拍車をかけたのだそうだが、その後、日本では飛行機といえば複葉型と決まっていたというのである。そういえば、空に憧れた筆者の少年時代にすら、複葉がしきりに飛んでいたことを思い出す。

また、船の歴史はかなり古い、水中翼船がお目見得したのはごく新しい。船とは、いわゆる“おわん型”と、もっぱらきめ込んでいて、船腹に翼をつけるなど思いもしなかったことは、今にして思えば残念なことである。何の場合でも、先達がある型を提示すると、とかくフォロワーはそれに固執するため、型が固定化する傾向があることは、一種の危険性といえないだろうか。

鳥は、あくまで、一枚羽根であること、飛魚は、腹に羽根をつけていることなどに、もっと虚心に注目し、研究を進めていたら、飛行機や船舶の進歩のテンポは、少なくとも、もっと速かったに違いないと思うのである。

土木や建築構造物の基礎をとり抜かう土質力学は、近年、特に、重要視される部門であるが、この道を拓いたクーロン、ランキンらの理論が、多くの問題点が指摘されながらも、今日強く踏襲され、実測の結果を、むしろ、この理論の方に近づけて説明しようとする傾向のあるこ

となど、考えさせられる問題と思う。他人の型にとらわれず、個々新鮮な眼で自然をみつめ、追及してゆくことが大切なのではないだろうか。“型破り”は“道場破り”以上にむつかしいことなのだから……。

自然の啓示には、まだまだ、無限のものがひそんでいる。それに比べれば、人間の知恵など、たかのしれたものとしか思えない。ニュートンは、万有引力を発見したのであって、それを創り出したのではないのである。

この偉大なる自然に、より多く、より深く学ぶべきであろう。数学 (Mathematics) はギリシャ語の *Mathemata* より出た語で“学んで知るべきもの”という意味だそうだが、誠に興味深いと思っている。

ついでながら、最後に、マグネトダトイオードを開発した山田敏之氏のことばを掲げる。

「このたびのことは理論としては目新しいとは思いませんが、異なった二つの原理が組合わさっていることを解きあかしたわけです。幸運といえば、幸運といえましょう。しかし、ただ、リンゴの木の下に立っていても、万有引力の理論ができるわけではないでしょう。基礎的ま積み上げがあって、初めてリンゴの落下現象に目が止まるわけです」。

(1968.3.29・受付)

**新刊**

最新土木工学演習集成 第4巻・第8回配本

**水理学演習(1)**

北海道大学 工博 岸 力著  
A 5判 301頁 1,100円

**主要目次**

第1編 水理学概論	第2編 実用水理学
第1章 水の物性	第1章 静水力学
第2章 静水力学	第2章 管水路の流れ
第3章 流体の運動	第3章 開水路の流れ (漸変流)
第4章 流体摩擦	第4章 開水路の流れ (急変流)
第5章 管水路の流れ	第5章 流体力学初歩 と小振幅の波
第6章 水流の測定	第6章 地下水流
第7章 開水路の流れ	第7章 気体力学

**既刊**

<b>測量学演習(1)</b>	中央大 工博 春日屋伸昌著 A 5判 392頁 1,300円
<b>構造力学演習</b>	東京大 工博 久保慶三郎著 A 5判 268頁 1,000円
<b>橋梁工学演習</b>	早稲田大 堀井健一郎著 A 5判 328頁 1,200円
<b>道路工学演習</b>	土木研 工博 伊吹山四郎著 A 5判 410頁 1,400円
<b>港湾工学演習</b>	日本大 工博 小山 元著 A 5判 412頁 1,400円
<b>発電水力演習</b>	電力中研 工博 千秋信一著 A 5判 424頁 1,500円
<b>上下水道工学演習</b>	中央大 工博 内藤幸穂著 A 5判 280頁 1,200円
<b>近刊 水理学演習(2)</b>	北海道大 工博 岸 力著 7月刊

東京都文京区小石川3-1-3 (伝通院ビル)  
振替口座 東京13152 電話 (813) 7362・3

**株式会社 学 献 社**