

デザインソース

寺田 和己*

はじめに

「私の好きな構造物」というタイトルをいただいて、「サテ…」、「プレストレスコンクリート」という雑誌に書くのだから、やはりPC橋を扱うべきか…」などと考えてみた。しかし視点を変えると、構造物はピラミッドやパルテノン神殿から航空機までが含まれる多様なものである。そこで、「PC業界の士気を高めるには、業界の外に発信できるコンセプトが必要だろう」と思い直して、勝手なことを書かせていただくことにした。

筆者の工学的センスの下地は小中学生時代に「ハマって」いた航空機にある。それが人騒がせな設計の佐渡島の黒姫大橋にたどり着かせ、猿田川橋/巴川橋などにつながったといえる。航空機は構造物の華であり、設計の基本を学ぶに相応しい題材である。

本文では、筆者のデザインソースの背景を描きつつ、構成の仕方に感心した橋の事例と、それがもたらした影響などにふれる。

1. 飛行機の話

筆者は小学校4年生から中学2年生まで、いまでも書店に置かれている「航空情報」という月刊誌を毎月購読していた。子供の理解力は意外に大きく、学習図鑑の巻末に書かれた専門的な説明まで理解していることも多い。

筆者も小学校6年生の頃には飛行機の設計について下記のようなことは知っていた。

1. 翼面荷重をどの程度にするか。
2. アスペクト・レシオをどの程度にするか。
3. 翼厚比をどの程度にするか。

翼面荷重とは、飛行機の重さを翼の面積で割った数値である。第一次世界大戦の複葉機の時代から次第に数値が大きくなってきているが、これは飛行機の重さに比べて翼面積が小さくなっていることを意味している。翼面積が減ると巡航速度は上がるが、一方で離着陸滑走距離が延びるので整

備された長い滑走路が必要になる。この二律背反を補うため、飛行機的设计者はフラップなどに工夫を凝らしている。

TVの画面形状などにも使われる用語だが、アスペクト・レシオとは、翼の長さの2乗を翼面積で割った数値である。この数値が大きいと翼が細長くなる。翼の下面の空気の圧力は上面より高いので飛行機が空を飛べるのだが、それゆえ、翼端では下から上に向かう空気の流れが起きて渦を作り、エネルギーを損なう(誘導抗力)。これは船の舳先からハの字形に起きる波が奪うエネルギー(造波抵抗)に似ている。

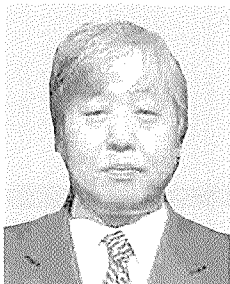
このように翼端部は空気抵抗を起こす元なので、翼を長くした方がその影響を小さくできる。しかし、翼は片持ち梁なので、延ばすと翼桁の曲げモーメントが増すことで重い構造になる。グライダーのように荷重が小さい場合にはアスペクト・レシオが30というように大きな数値が取れるし、高張力アルミ合金などが使えて、かつ高い設計技術があれば数値を大きくすることができる。ちなみにアスペクト・レシオ1といえば凧のような四角いものになる。トビやタカの翼端を眺めると、翼端の境界条件を上手くすりつけているように思えるが如何なるものであろうか?

翼厚比というのは、翼の厚さを翼の前縁から後縁(後端)の長さで割った数値で、%で表される。これは橋の設計者が用いる桁高比を連想させる。翼厚比12%とか、9%などといい、薄くなるにしたがって重くなる傾向があるのは橋梁と同じである。

筆者は、子供時代に飛行機を通じてフランジ、ウェブ、リブという単語も知っていたが、さすがに断面2次モーメントというような概念はなかった。

「構造物としての飛行機」の中で筆者が好きなもののなかに、わが国でも生産されたロッキードP2Vネプチューン対潜哨戒機(後にピストンエンジンをターボプロップに代えた新型の川崎P2Jへ発展)がある(写真-1)。グライダーを思わせる大きなアスペクト・レシオのスリムな外観の機体は見るからに安全そうである。事実、海上自衛隊所有の約120機は配属されてから引退するまでの全期間(約40年間)1機も失われなかった。

どのような構造物を設計しても、設計者は「あちらを立てればこちらが立たない」という問題に直面するのだが、とりわけ飛行機には明確なトレードオフ(二律背反)がつかまとうので、ある程度の知識があると、さまざまな設計業務に役立つことが多いと思う。たとえばよく零戦の運動性のよさが話に登るが、これは翼面荷重を小さくすれば達成できる。しかし、速度は遅くなる。つまりジェット戦闘機へ向かうベクトルとは逆の複葉機方向に向いた設計だと



* Kazumi TERADA

(株)寺田技術アドバイザー事務所



写真 - 1 : 川崎 P2J

翼端のサーチライトに付いたフィン、翼端の渦を打ち消す役割を果たす

いえよう。余談だが、チャンバラ映画に見られるように、わが国の、ともすれば暴力を空想的に捉える気風が設計に反映したのだろうか。

このように、設計 / デザインとは選択・構成行為なのである。一方、研究とは、たとえば翼の断面形ごとの特性を調べるような行為である。部外者にはどれも同じ魚の形のように見えるが、すべて微妙に形が異なっており、NASA : ○○番というような名前が付いているようだ。ちなみに、NASA はロケットを打ち上げるだけの組織ではない。つまり、設計者は研究者の作ってくれたデータの中から、○○番の翼断面を選んで設計の中に取り込むのである。研究と設計を混同すると、“私が好きな構造物” は生まれてこないと思う。

2. 私の好きな橋

読者に特集号の意図とズレた話として受け取られかねないことを長ながと書いてしまったので、ここで PC 橋に戻す。写真 - 2 は群馬県にある梅田大橋（設計：星野邦男氏）である。河岸段丘の上にある杭基礎橋脚には支承があり、背の高い橋脚の方は上下部剛結構造となっている。また、桁下空間の小さくなる河岸段丘部の桁高は小さくて湖面上では大きい。つまり、ダックスフンド犬のような橋にならないように考えてあるのだ。筆者はこの橋の構成の仕方に感心したので、昨年島根県内に完成した複合トラス橋である志津見大橋（フォトモンタージュ - 1）の形を考える時に影響された。

すなわち、志津見大橋のデザインソースは、前述した梅田大橋と、岩手県の久慈（滝ダム）の付替県道橋を計画したときに考えた造船所のタワークレーン風の変断面鋼デッキトラス橋からきているのである。筆者が 30 年も前に検討したこの案は、PC 桁の張出し施工のようにトラベラークレーンを使って鋼トラスを伸ばそうとしたのであるが、完全に失敗した。鋼橋では、PC 桁に取って強い味方である“クレーンによる架設時応力の解放”ができないので、張出し施工を用いると高コストにつながる。当時、筆者にはその点がよく把握できていなかったのである。

なお、複合トラス橋を計画にするにあたっては、土木学

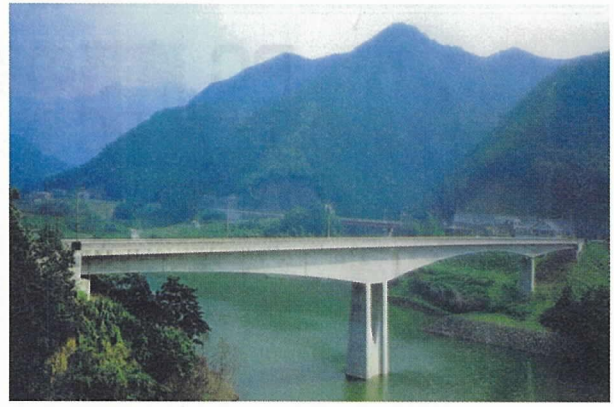


写真 - 2 : 梅田大橋（湖面橋）



フォトモンタージュ - 1 : 志津見大橋

すでに橋が供用されているが、デザインの意図が分かりやすいのでフォトモンタージュを示す（作成：オリエンタル建設）

会のコンクリートに関する景観委員会（コンクリートに関するエスティックス委員会 / 委員長：篠原 修教授）などで得た知識が役立った。すなわち、コンクリート構造物は造形上の自由度が高く、ソリッド感があるのが長所だが、ともすると鈍重な印象になる。複合トラス橋を採用したことで、志津見大橋が鳥根県の“ふるさと景観賞”を獲得できたと考えている。

あとがき

この稿を書いている間に、幕張メッセに出かけて恐竜の骨格や化石を眺めてきた。少し前に取り沙汰された構造デザイナー、サンチャゴ・カラトラバの作品の解説の中に「動物の骨格をモデルにして…」というものがあったのを思い出した。へそ曲がりな筆者が「引張材としての筋肉が無くなった骨格は構造ではない」、「その証拠に骨格は支柱で支えられているではないか」と言って笑われたことがある。そういうものの、エキストラロード橋を見ると恐竜を連想する。肩胛骨から首に向かう筋肉がケーブルである。

周囲から「あの橋は好きだ」と言われるような構造物を創るには、数十年にわたってデザインソースを蓄積する必要があるはずだ。それには、PC 業界内の情報だけでは不足すると考え、あえて土木以外の題材を紹介させていただいた。最後に、鋼部材が変化する面倒な複合トラス橋に施工にあてられたオリエンタル建設(株)などのエンジニアに感謝する。

【2006年9月11日受付】