

野の国 (ポーランド) の

景観、歴史、構造技術 新連載第1回

和田 章(東京工業大学名誉教授)



1. イギリス構造物視察

日本では建築構造と土木構造に関する教育や設計を別の分野として扱うことが多いが、本質的には使われる材料も構造の原理も技術も同じであるから、両者の交流や交わりがもっと必要のように思う。このたび、川口衛先生が計画して下さったイギリス構造物視察団には、建築構造に関わる設計者がほとんどであったが、世界を歴史的に先導してきた多くのイギリスの橋梁を見て、実際に渡り、触れることができた。川口先生は坪井善勝先生らと以前にも訪問したことがあるといわれていたが、すべての構造物についてその歴史と仕組みを我々に分かりやすく丁寧に説明して下さいました。

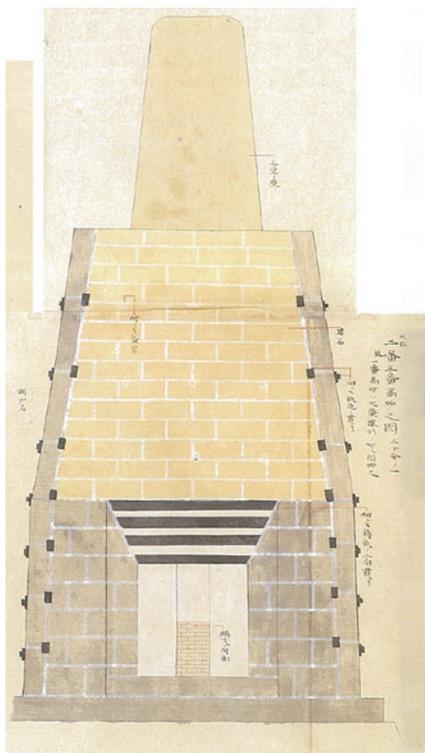
構造物の作り方を成功と失敗の経験の

積み重ねで培っていくのではなく、理論的に考える方法を示したのはイタリアのガリレオ・ガリレイ (Galileo Galilei、1564-1642) であるが、その亡くなった年にイギリスにニュートン (Isaac Newton、1642-1727) が生まれ、万有引力の発見、微分積分学の体系を作った。日本では江戸時代が始まったころである。そして、18世紀に産業革命が起き、製鉄が始まり、蒸気機関車が走り、渓谷や川には石のアーチ橋、鉄の橋が作られていった。日本がまだ鎖国を続け、明治維新の起こる前の時代である。

化石燃料を燃やして得られるエネルギーによって、人々の生活は大きく変わり、豊かになり、この大きな変革は世界を変えていった。黒船が来航したのは江戸時

代の末期 (1856)、翌年には釜石に西洋式の高炉が作られた。同じ頃、福沢諭吉、伊藤博文らは、欧米の視察に行き、欧米に負けないようにと維新後の富国強兵を進めていった。4回の大きな戦争を経ても、日本の基本的なこの方向は変わっていない。戦後の教育を受けた我々も、ヨーロッパやアメリカの進んだ技術を輸入し、世界に負けない技術立国を目指して頑張ってきた。この勢いは発電のための50基以上の原子炉を作り、今に至った。

2011年3月11日、東日本大震災が起きた。日本の国土は多くの山々と100本以上の急峻な川と少ない平地によりなり、67%が森、そして美しい海、素晴らしい自然豊かな国である。しかし、何千年の間、自然の猛威にも曝されてきた。日



▲大橋二番三番高炉之図

江戸時代末期、釜石に築立された溶鉱炉の図⁶⁾



フォース橋 (Forth Bridge、1890)



アイアンブリッジ (Iron Bridge、1779)

本人は、この猛威に無理とは闘わず、自然から富を得る場合も災害を受ける場合も含めて、自然を受け入れて生きてきたように思う。自然現象や自然の仕組みを理解しようとするヨーロッパ的な人間の努力は必要であるが、分かったつもりになって自然を制御しようなどと慢心してはならない。わがままな人間の文明が自然の条理を超えてしまったのではないか、東日本大震災を受けた日本人の誰でもが感じたことと思うが、この悩みを持って

イギリスに出発した。

イギリスの土木学会の初代会長のテルフォード (Thomas Telford、1757-1834)、チャーチル首相の次に人気のあるといわれるブルネル (Isambard Kingdom Brunel、1806-1859)、さらに多くの素晴らしい技術者の活躍の成果の大きな橋が今でも使われていること、感動的な1週間であった。視察の初めに訪ねたエディンバラのフォース橋 (Forth Bridge、1890) は教科書でしか知らない橋であり、感動的

であった。視察の中間地点ではどうしても訪ねたかったコールブルックデールのアイアンブリッジ (Iron Bridge、1779) を渡り、触れることができた。

スコットランドに1878年に開通したテイ橋 (Tay Bridge) が、その翌年に強風そして鉄の粘りのなさが原因で崩壊したことなどがあり、フォース橋は多くの考察を経て慎重な設計・施工が行われた。今でも鉄道橋として使われていることに驚嘆させられる。これより100年以上前、アイアンブリッジの作られた頃に、座屈に関する設計法が確立されないまま作られていたから、その後の判断でこの有名な鉄橋にも補剛部材が追加されていることが興味深い。耐震技術や耐震設計法が地震災害を受けつつ進歩していること、日本の国内に古い考え方で建ててきた多くの建築物が次々と耐震改修されていることと、共通点があるように感じる。

ブルネルの名前が大きく書かれているロイヤルアルバート橋 (Royal Albert Bridge、1859) を訪ね、日本の明治維新の前にこれほど大きな鉄の橋が完成していたことに感心せざるをえない。神宮外苑に建設予定の新国立競技場ではスパン370mの大きなアーチが2本架けられるが、21世紀の日本の技術で必ず美しく作られることと期待する。同じブルネル設計のチェーンによる吊橋のクリフトン橋 (Clifton Bridge、1864) は、ブルネルが25歳のときに先輩のテルフォードと設計案のことで競い、施工にも資金問題で非常に長い期



ロイヤルアルバート橋 (Royal Albert Bridge、1859)

間を要し、竣工は亡くなられた5年後であった。馬車の時代に作られた吊橋はブリストルの2つの高い丘を繋いで150年近く使われ、今でも乗用車が渡っている。大金を使って架橋しても、長く使うことによって大きな価値を生むことが分かる。

出発前の悩みは少しずつ薄れてきた。ただ、残念なことではあるが、技術の進展には失敗や事故が必ずといってよいほどついている。イギリスやカナダの鋼橋の崩落、アメリカのタコマ橋 (Tacoma Narrows Bridge, 1938) の落橋 (1940) など、人類は事故から多くを学んで科学や技術を進歩させてきた。あつてはならないことだが、世界で3回目の原子力発電所の重大事故 (2011) を起こしてしまった。日本の関係者に技術への過信・慢心があつたことは否めないと思う。ただ、これらの被害や事故に打ち^ひ拉がれているわけにはいかない。

どのような問題に対しても、事故の原因や現象を正しく理解し、これに基づききちっと設計・施工し、時代の変化についていけるように、維持管理にも努め、作ったものを大切に長く使うことが必要である。過去の設計に問題があることが分かったら、改善・改修を続けていかねばならない。産業革命以来、世界の先輩も同じようにしてきた。我々は世界をみて学ばなければならない。

『鉄構技術』の2012年10月号から2013年8月号までこのイギリスの構造物視察団の報告が連載されてきた。本稿はこの締め括りである。この連載には訪ねた橋梁だけでなく、建築も含めて一つひとつが丁寧に説明されていて、非常に興味深い。

2. ポーランド構造物視察

IASSの国際会議がポーランドのボロツアフで開かれることを機会に、2011年のイギリス視察のときと同様に川口衛先生の指揮でポーランドの構造物の視察に行った。我が国は1945年以降、西側の国に属していて、アメリカ・ドイツ・イギリス・フランスなどの先進国を目標に頑張ってきた。この雰囲気の中かで少年時代を過ごしてきたから、西側の国々は自由で豊かで進んでいて、東側の国は、不自由で貧しく遅れていると思込んでいた。確かに、初めての東ヨーロッパの経験は、

1987年にチェコスロバキアのブラティスラバにて合成構造の国際会議があつたときであるが、オーストリアのウィーンからの鉄道で国境を通るときパスポートをチェックするのに何時間もかかったように思う。それでも伝統的な古い街はしっかりと静かで気持ち良いところであつた。静かな街のビルの地下には美味しいワインが飲める酒場があり、政治がきつくて、人々には自由があるように思えた。

1989年11月、ビロード革命により共産党体制が崩壊し、1993年1月にはチェコとスロバキアは分離した。ルーマニアの革命は1989年12月であり、世界は次々に変革し、ソビエト連邦は1991年12月に崩壊してロシアになった。日本はこれらの国から遠く日常生活には何も変化はなかったが、これらの革命の後、ルーマニア、ハンガリーなどの東ヨーロッパの国々は自由で身近になったように感じる。

このたび初めて訪問したポーランドは東ヨーロッパの国の中で最も西ヨーロッパ寄りの国で、1980年に独立自主管理労働組合 (連帯) が結成され、このときにはソビエトの弾圧を受けたが、1989年6月に行われた選挙で大勝利し平和的に民主化された。この変革は、その後起きた東ヨーロッパの民主化運動のきっかけになった。ただ、ポーランドはソビエトとドイツの間の国であり、大きな戦争のたびに占領され厳しい時代を通過してきた。民族が独立して国を持つことは素晴らしいと思う。我々は民主化後24年目に訪ねたことになるが、ワルシャワは公園の多い都市で、ポーランドは農業国で自然の豊かな素晴らしい国と感じた。

政治の仕組やイデオロギーの違いがあつたとしても、それぞれの国に暮らしている人々は人間であり、文学、音楽などの芸術はどちらでも盛んに行われ、数学や物理などへの探究心の強さも同じである。音楽ではショパン (Frédéric François Chopin, 1810-1849) が有名である。力学の分野は、1922年にドイツのフォン・カルマン (Theodore von Kármán, 1881-1963) が始め、現在の本部がフランスにあるIUTAM (International Union of Theoretical and Applied Mechanics) では、東ヨーロッパの国々も以前から活発に参加している。航空工学・力学で著



ショパンの銅像

名な倉西正嗣は1959年にIUTAMのワルシャワで開催された弾塑性のシンポジウムに出席されたときのノートを残している。このように、民主化される前からも多くの日本の力学の研究者がこれらの国を訪れ、学术交流を進めてきた。

土木構造物や建築物も政治の仕組とは関係なく、人々の活動にはなくてはならない。スポーツも同様であり、ポーランドにおいても大空間構造は大いに発展してきた。ポーランドの個々の建築物や大空間構造については、この連載に次々に書かれていくと思うので、楽しみにしていただきたい。

3. ヨーロッパと日本

海外に出かけて人々や大学を訪ね、各地を観光するだけでなく、建築や土木構造物を見て回るのは本当に楽しい。特に川口衛先生のようにその地の歴史から構造物の仕組みに至るまでお詳しい先生とご一緒させていただくことは至極のときである。

ヨーロッパには陸続きに多くの国があり、人種や民族も異なる。長い歴史の間には大きな戦いが何度もあつた。スペインやイタリアなどの古い都市は城壁で囲まれ、外敵から市民を護り、今でも使われている古く大きな建築物は周辺の道路に対して閉鎖的であり、内部に美しい中庭を持つものが多い。都市や建築は中に住む人たちの平穏を護るのが第一の役割であり、当然のように思う。

都市の防災を考えると、ロンドンの大火 (1666) の後、シカゴでも大火 (1871) があつたが、燃えない都市を作ろうとこれらの国の人々は努力し、今の都市を作つたことを見做わねばならない。日本を振り返り、例えば東京を見ると、何度もあつた江戸の大火 (1657, 1772, 1806

など)、関東大震災(1923)、東京大空襲(1945)などを経て人々は懲りているはずなのに、木造の可燃建築の密集地が今でも大きく広がっている。

1995年の阪神・淡路大震災、2011年の東日本大震災でも大火が起きた。地震で傾かないように建築を作ることが必要だが、燃えない都市を作ることには力を入れるべきと思う。東日本大震災において大きな津波被害を受けた多くのまちや村でも同じである。同じ大津波の災害の繰り返しに、人々は懲りていないように感じる。

福島の原子力発電所の爆発は本当に大変なことであり、日本人は自然と上手に付き合ってきたなどとはいえない大災害である。我々は、フランスに大きな地震が起きるようには思っていない。実はフランスの地中海側はイタリアやスペインと同様に地震があるそうで、原子力発電所は何十年も前から免震構造で作られている。日本では研究が足りていないといいつつ、一つも免震構造は採用されていない。近代文明を進めてきたヨーロッパの国々や人々の安全に対する徹底さに比べ、我が国、国民は甘く、自然の恐ろしさに対して防御が足りないように感じる。

童話やお伽噺のハッピーエンドは、ヨーロッパでは「彼と彼女は仲良く森に戻って幸せに暮らした」、日本では「彼は都にでて大きく出世した」となることが多い。このように我が国では人々は中央に出ようとする傾向があり、大都市への集中は止まらない。大都市の膨張と高密度化、これと同時に起こる地方の過疎化は次の大災害を生むように思う。このことについて、川口先生のご指摘は重要である。

半径 R の都市の面積は πR^2 であるが、半径が nR の都市の面積は $\pi n^2 R^2$ であり、この比は n^2 倍になる。大都市は n 倍に高層化されると仮定するとみかけの面積や人口は n^3 倍になる。しかし、外周の長さは $2\pi R$ と $2\pi nR$ の比であり、 n 倍にしかならない。

都市の内部に農場や大きな工場はなく、牛や豚を飼っているわけではない。エネルギー源の石油やガソリンも限られた量しかなく、大きな発電所もない。都市に住む日々の人々の生活は、外部の地域で作られる多くの食料、製品、エネルギーさらに情報などで支えられ、これらが外周線を渡って運び込まれる。圧倒的な容



フランスに建設中の国際熱核融合実験炉 (ITER) を支える免震装置 (ITERの公式ホームページより引用)



日本の人口の約1/3を集める東京圏に、無秩序に広がる過密可燃木造住宅

量の大きな都市で大災害が起きると、日々の生活や活動に必要な物資の供給能力が絶対的に不足する。ヨーロッパの国々やアメリカを訪ねて感じるが、これらの国の国土に多く分散した都市、それぞれ都市の適正な規模を見て、定常時の効率のみに重点をおいた日本の方法を見直さねばならないと考える。

ポーランドの美しい風土と歴史、スポーツスタジアムなどの構造物、ヴロツワフで開催されたIASSシンポジウムの様子などに続く連載記事を楽しみにしてください。

参考文献

- 1) 川口衛：「サスペンション構造の展望」国際建築、1966年1月号
- 2) Centre Pompidou：Exposition “l’art de l’ingénieur”, Paris, 1997
- 3) 八束はじめ：「ロシア・アバンギャルド建築」INAX, 1993
- 4) Jean-Louis Cohen：“Building the Revolution：Soviet Art and Architecture 1915-1935”, Royal Academy Books, 2011
- 5) Richard Pare：“The Lost Vanguard：Russian Modernist Architecture 1922-1932”, Monacelli, 2007
- 6) 百年史編纂委員会：「鐵と共に百年」新日本製鐵釜石製鐵所, 1986.10