

空間創造技術の開発

長岡技術科学大学 環境・建設系 教授

丸山 久一



1. はじめに

幼少のころ、私が育った街（新潟県小千谷市）では、地域の外部からくる人を“たびの人”と言っていた。時代劇の股旅物ではないが、当時でもまだ古老の多くの人々は、地域の外に出ることなく一生を送っていて、地域の外に出るには相当の覚悟が必要な“旅”であった。

わが国に鉄道が初めて敷設されたのは、“汽笛一声新橋を・・・”の鉄道唱歌（1899年）でご承知のように、1872（明治5）年の新橋-品川間である。それから各地に徐々に鉄道網が広がっていったが、上野から新潟までつながったのは1898年で、高崎から長野を通り、直江津、宮内（長岡市内）を経て新潟に行く信越線であった。小千谷（当時はまだ市ではなかった）は、支線として宮内とつながることによって、どうにか全国の鉄道網にアクセスできたが、本線の駅になったのは、それからさらに20年以上経って、上越線が開通した1931年である。

上越線の開通には、越後山脈を貫通する清水トンネルの完成が必須で、約10年をかけてループ式のトンネルが完成した。その後、大深度でより直線的なトンネル掘削技術の開発がなされて、新清水トンネル（1967年完成）では4年、大清水トンネル（1982年完成）は3年で完成している。それらのトンネル技術および車両技術のお陰で、新潟-上野間の所要時間は、信越線の時代の11時間余から、7時間余、5時間余と短縮され、現在の上越新幹線（1982年開業）では2時間を切る運行が可能となっている。今では、新潟から東京に出かけるのは“旅”ではなく、日帰りの日常業務の一環である。

2. 駅舎

鉄道の利用者がもっとも馴染んでいるのは、それぞれの街にある駅舎である。1960年代半ばの3年間、長岡高校に通学するため小千谷駅を利用していた。当時の小千谷駅の印象は、浅田次郎作の『鉄道員』（ぼっぼや）を映画化（1999年）した駅舎とよく似ていた。当時の駅長は市内でも名士の一人で、駅員も通勤客とは顔見知りという感じであった。映画と多少違うのは、当時、長岡市に通う通勤客が多く、ラッシュ時はかなり混んでいた。

高校卒業後、東京で大学生活を過ごしたが、上野駅は格別であった。1964年に流行った井沢八郎の「あゝ上野駅」の歌詞は、田舎から上京した人々全ての気持ちを表していた。ターミナルとしての上野駅は、まさに、“どこかに故郷の香りを乗せた”列車が着く終着駅であった。上京直後は、石川啄木ではないが、上野駅で降りてくる人の方言を聞くと、ほっとするこ

Profile

略歴

- | | |
|--------|----------------------------|
| 1948年 | 新潟県小千谷市に生まれる |
| 1972年 | 東京大学工学部土木工学科卒業 |
| 1974年 | 東京大学大学院工学系研究科土木工学専攻修士課程修了 |
| 1979年 | 米国テキサス大学大学院博士課程修了(Ph.D) |
| 1979年 | 長岡技術科学大学工学部建設系講師 |
| 1980年 | 長岡技術科学大学工学部建設系助教授 |
| 1998年 | 長岡技術科学大学工学部建設系教授 |
| 2003年 | 長岡技術科学大学副学長 |
| 2004年～ | |
| 2009年 | 国立大学法人長岡技術科学大学 理事・副学長 |
| 2009年 | 長岡技術科学大学工学部環境・建設系教授 |
| 2003年～ | |
| 2007年 | 土木学会コンクリート委員会委員長 |
| 2005年～ | |
| 2007年 | コンクリート工学会国際委員会委員長 |
| 2008年～ | |
| | 土木学会コンクリート標準示方書改訂小委員会委員長 |
| 2010年～ | |
| | 土木学会理事（調査研究部門 主査理事） |
| 2010年～ | |
| | コンクリート工学会コンクリート技術講習会委員会委員長 |
| 2011年～ | |
| | 土木学会東日本大震災特別委員会委員 |
| 2011年～ | |
| | コンクリート工学会副会長 |

ともしばしばであった。

時代が変わり、その要請に応じて東北および上越新幹線が開通し（1982年）、上野駅に乗り入れる頃（1985年）には、上野駅のターミナルとしての性格も徐々に変わってきて、同新幹線が東京駅に乗り入れる頃（1991年）には、ターミナルとしての役割はなくなった。その代わり、上野の街の中心としての機能が求められるようになった。1987年の民営化後、駅構内の商店街が整備され、その後のリニューアル等を経て、今や高級ショッピング街の様相を呈している。白を基調とした明るい雰囲気は、昔の面影が無くなっていて、時代の変わりを感じさせる。（写真1）



写真1 上野駅構内ショッピングセンター

同様なことは、1997年に完成した京都駅についても言える。駅というよりは階段のある商店街という雰囲気、京都の中心的ショッピングセンターになっている。（写真2）

自動車の普及により、地方都市における鉄道の役割もかなり変化してきていて、駅の役割も大きく変わっている。人口が4万人弱で、新幹線も停車しない小千谷駅は、ローカル線の駅となっていて、映画「鉄道員」の駅のようになりつつある。一方、新幹線の停車駅である長岡駅は、駅を中心とした旧市街地の再開発計画が実施されていて、駅の内部もショッピングセンターとなっている。



写真2 京都駅東広場

余談ではあるが、ターミナルの雰囲気は、欧州では今でも残っている駅がいくつかある。写真はチューリッヒの駅構内を映したものである。空港のようにも見え、なかなかターミナルの雰囲気を映すことはできなかったが、電光掲示板を見ると、欧州の各地からここに到着し、ここからまた出発することがよく分かった。（写真3）



写真3 チューリッヒ駅構内

3. トンネル

1872（明治5）年の新橋－横浜間29kmからスタートした鉄道網は、JRとなった現在、管理している総延長は2万km（新幹線は2523km）を超えて、北海道から九州までを網目状に結んでいる。地図を見るとよく分かるが、日本列島は山地が多く、平野部は山あい縫って流れる川沿いや、海岸部の扇状地に限られている。それらを結ぶのに、多くのトンネルが掘られ、川をまたぐ橋梁が架けられてきた。

東海道本線の丹那トンネル（7.80km）は1918年着工で、最初は手掘りだったが、その後、蒸気機関を利用した空気圧搾機で掘削する方法が開発され、1934年に貫通した。ここは丹那断層や箱根町断層など、断層帯で大量の湧水に悩まされ、2回の崩落事故にも合っている。また、1930年には北伊豆地震に襲われ、丹那断層は上下に2.4m、北に2.7m動き、トンネルはS字にせざるをえなかった。

東海道新幹線の新丹那トンネル（7.96km）は、1959年開始から5年後の1964年に貫通している。丹那トンネル掘削時の資料が有効に活用されるとともに、25年間におけるトンネル掘削技術の進歩により、工事の期間も短く、事故による犠牲者も少なくなっていた。

鉄道的高速化は、軌道の位置をできるだけ平坦にすることを要求し、より深い深度で長大なトンネル掘削技術の開発を進めた。険峻な越後山脈を貫通する清水トンネル（9.70km）は、1922年から10年をかけて完成したが、新清水トンネル（13.49km）は、1963年着工後4年で完成し、上越新幹線の大清水トンネル（22.22km）は、当時世界一の長さのトンネルであったが、1979年から3年間で貫通させている。トンネル掘削技術の進歩がそれらを可能としたものである。

わが国のトンネル掘削技術を世界に知らしめたのは、本州と北海道を結んだ青函トンネル（53.85km）である。（写真4）着想から1963年の工事開始まで25年を要し、幾多の困難を乗り越えて貫通したのは22年後の1985年であった。海底での海水の浸入を阻止するための水ガラスによる注入工法の開発や、レーザーを用いた精度の高い測量技術など、世界をうならせた。苦難を克服していく人間模様は、高倉健主演の映画“海峡”（1982年）に表されている。このトンネル掘削技術は、後の、英仏海峡（ドーバー海峡）を潜るトンネル工事に活かされることとなった。



写真4 青函トンネル工事¹⁾

4. 橋梁

1912年の尋常小学唱歌第三学年用では、大和田愛羅作曲の「汽車」が取り入れられていて、歌詞に「今は山中今は浜、今は鉄橋わたるぞと・・・」とある。当時既に鋼橋は見慣れたものとなっていたと思われる。ちなみに、鉄道院技師であった古川晴一氏の手による余部鉄橋が完成したのも1912年である。（写真5）



写真5 余部鉄橋²⁾

わが国の都市間を網の目のように結ぶ鉄道網を達成するには、トンネルと同時に橋梁技術の進歩も不可欠であった。平地の大河川を渡る長大橋梁の建設には数多くの技術開発が必要とされてきたが、深い溪谷を渡る山間部の橋梁建設にも、それに優るとも劣らない技術開発が求められてきた。

道路の橋梁と異なり、鉄道の橋梁は列車の荷重（活荷重）が占める割合が比較的大きく、かつ、列車の走行安定性から活荷重による橋梁のたわみが厳しく制限されている。そのため、道路橋ほどには大きな径間とするのが難しい。どちらかという、剛性の高いコンクリート橋梁あるいはプレストレストコンクリート橋梁が多く、その方面での技術開発が進んでいる。写真6は、1893年に完成した碓氷第三橋梁で、パワナル氏（英）と古川晴一氏の設計になるものである。前述のように、余部橋梁は鉄橋であったが、海岸からの潮風による腐食劣化が著しくなり、2010年にPC橋梁（エクストラードードPC橋梁）に架け替えられている。（写真7）



写真6 碓氷第三橋梁



写真7 新余部橋梁²⁾

1964年開通の東海道新幹線以降、鉄道の高速化が普及し、山陽新幹線、東北・上越新幹線、九州新幹線が次々と完成し、北陸新幹線も工事が進められている。これらの工事に伴い、新しい橋梁形式が研究され、実現している。(写真8、9) また、大都市内での再開発では、非常に限られた空間での工事が求められ、設計のみならず、施工法にも新しい技術開発が求められている。それらの例を写真で示す。(写真10) これらは、土木学会でも評価され、田中賞（作品部門）を受賞している。



写真8 赤谷川橋梁³⁾



写真9 三内丸山架道橋⁴⁾



写真10 新都心大橋⁴⁾

5. おわりに

土木学会では、コンクリート構造物の設計、施工技術に関して、1931年に初めてコンクリート標準示方書を刊行した。それ以降、5年に1回の割りで技術の進歩をとりまとめ、改訂版を刊行し続けて現在に至っている。改訂作業に関わる技術者、研究者は産官学から参画しているが、中でも鉄道関係の研究者、技術者の貢献度は大きい。プレストレストコンクリートに関する技術開発、鋼材の疲労強度に関する研究、さらには耐震設計、耐震補強に関する技術開発は、実務における実施と検証というプロセスを伴っているため、非常に有益な情報を提供している。特に、耐震関係においては、今回の東日本大震災における構造物の地震被害が軽微だったことから、阪神大震災以来の技術開発の適切さが立証されたと言える。

ただ、自然災害に対するわれわれの技術開発には終わりではなく、これまで気づかなかった問題が新たに発生する。津波に対する橋梁構造物の設計については、今後の課題である。

参考文献

- 1) 日本鉄道建設公団函館建設局：津軽海峡線工事誌（青函トンネル）上、1988.
- 2) 橋梁と基礎Vol.45 No.1, 2011.1.
- 3) 日本鉄道建設公団：上越新幹線工事誌（大宮・新潟間）、1984.3.
- 4) 土木学会：土木学会第95回通常総会報告, 2009.9