

フォース鉄道橋の隠された歴史* 片持梁と渡邊嘉一

The Hidden History of Forth Bridge · cantilever and one of engineers, WATANABE Kaichi

三浦 基弘**, 前田 研一***

By Motohiro MIURA, Ken-ichi MAEDA

スコットランドのフォース鉄道橋の建設に日本人が工事の一部分の監督技師として活躍をしていた。その名前は渡邊嘉一である。つとに知られているようにフォース鉄道橋のヒューマン・デモンストレーションの写真がある。この写真の中に写っている3人の中央の人物が渡邊嘉一であった。嘉一がなぜ中央に載ったのか、東洋にルーツのあるカンチレバーとの関係を追究する。そして彼の足跡を追い、フォース橋の存在が、廣井勇の関門海峡に架ける橋梁案に影響したことなども紹介する。

1. はじめに

この研究は、かつてエッフェルが「19世紀最大の構造物」¹⁾ といったフォース橋建設に携わった渡邊嘉一の足跡を追ったものである。本研究については、第2回土木史研究発表会で、「フォース橋と渡邊嘉一(その1)」と題して、文献・資料等による日本での調査結果の概要を既に発表している。本論文は、それを基に、その後の研究をふまえて、1993年現地に赴きフォース橋、グラスゴー大学、グラスゴー大学附属レコード・センター、ミッチェル図書館で調査・研究した成果を中心にとりまとめたものである。

2. フォース橋の計画

イギリスの産業革命は18世紀の後半、世界に先がけではじまった。しかし、生産活動の最大の弱点は交通であった。交通は道路と運河に頼っていたが、道路は馬車で時間を要し、運河は冬の凍結と夏の渇水のため、すこぶる不便であった。速く、安く、安全な交通機関が望まれていたところに、蒸気機関が発明され、鉄道が登場した。この発達に伴い、橋梁の技術も向上していった。

ヴィクトリア女王の全盛時代、エディンバラから東北に通じるスコットランド東岸(図-1)に一大鋼橋の架設が計画された。この東岸には2つの入江がある。ひとつはテイ橋が架かったテイの入江で、もうひとつがフォース入江である。約1kmに及ぶ幅を保つこの入江に、フォース橋が架けられることになったのである。



図-1 フォース橋周辺図

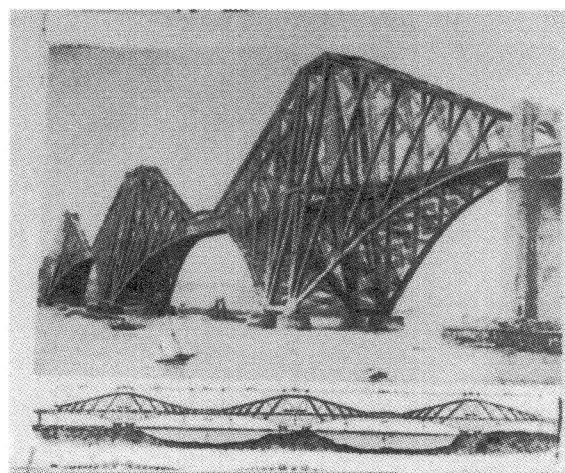


写真1 フォース橋

* **Keywords**: フォース鉄道橋, 渡邊嘉一, 片持梁

**正会員 工修 東京都立小石川工業高等学校建設科教諭
(〒169-0067 東京都新宿区富久町 22-1)

***正会員 工博 東京都立大学大学院土木工学専攻教授
(〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1)

フォース橋（写真1）の計画は4鉄道会社合同で行われた。主任技師として選ばれたのが、テイ橋建設の成功で名声を博していたトーマス・パウチであった。テイ橋は鑄鉄で架けられたスパン（支間）約60mの錬鉄ラティス（格子）橋で85径間もあり、全長約3kmであった。

ところが完成2年後、1879年12月28日、強風によって、橋桁が吹き飛ばされてしまったのである。その時、6両編成の旅客列車が通過中で、75名もの死者を出してしまった。そのため、パウチは落橋して4か月後、苦悩し、失意のうちに世を去った。代わりに、ジョン・ファウラーとベンジャミン・ベーカーがフォース橋の設計を担当することになった。

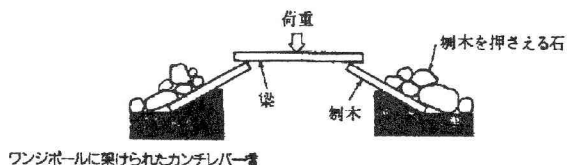
3. カンチレバー形式の採用と架橋工事

テイ橋崩落事故後の教訓を活かし、ファウラーとベーカーは論議の末、カンチレバー式二重ワーレン型トラス橋に決定した。前任のトーマス・パウチの案は吊橋であったが、風に弱いということで結局放棄された。

フォース入江の両岸と中央の岩礁に、高さ105mの3基の大鋼塔を築く。この高塔を橋軸方向に並んだ3人の人間にたとえると、各々の人間が両腕を差し出すことになる。腕の長さは207m。両端は、両岸の陸地上に設けた橋脚の上におくことが可能でも、両岸と岩礁の間は500m余あり、海上の部分は互いの腕が届かない。その間に、約100mの空間が残る。そこで、その空間を結ぶために、スパン107mのトラスを吊り架けるのである。

このようなカンチレバー式を応用した初めての近代的な橋は、1887年ドイツのマイン川に架けられた3径間の鉄橋である。設計者はハインリッヒ・ゲルバー、この技師の名に因んで日本では、ゲルバー梁とよんでいる。

ゲルバー梁の構造は片持（突桁）梁からきており、突桁橋は、インド、パキスタン、中国の奥地などで古くから利用された。チベットのワンジポールには1620年に架けられたスパン34mの橋（図-2）が、20世紀初期まで約300年存在していたという記録がある。そして、片持梁の英語表現がカンチレバー（cantilever）である。



ワンジポールに架けられたカンチレバー橋

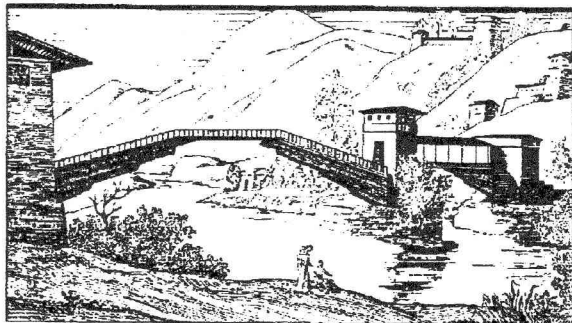


図-2 ワンジポール橋

この壮大な架橋工事が成功すると、フォース橋の海を渡る部分の鋼塔間のスパンは、両径間ともに521mとなる。そして全長は、これに接続する小橋梁を合わせると2.5kmにも及ぶ。その当時、世界最大スパンをもつブルックリン橋（ニューヨーク）は486mであった。フォース橋建設はこれを凌ぐ大工事だったのである。

4. ヒューマンモデル写真が語るもの

1887年、フォース橋建設工事中、関係者を前に橋の人間モデル（写真2）²⁾が王立科学研究所で組み立てられた⁴⁾。それは構造をわかりやすく説明し、理解を高めるためだったと思われる。中央に載っているのが渡邊嘉一。このフォース橋の建設に日本人が監督技師として活躍していたのである。嘉一が中央に載ったのは、橋のルーツとして、「東洋の恩義（カンチレバーのルーツが東洋であるということ）」を誰もが思い出すようにという、設計者の粋なはからいによるものであった⁵⁾。

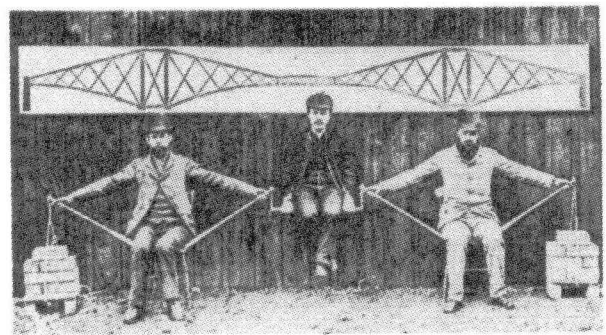


写真2 人間モデル（中央は渡邊嘉一）

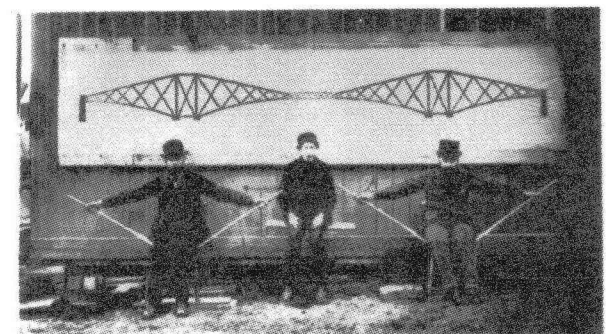


写真3 人間モデル（中央はスコットランド少年）

グラスゴー大学附属ビジネス・レコード・センター（Business Record Centre）を訪れた際、中央に載っているのがスコットランド少年である写真（写真3）を発見した。この写真のオリジナルがエディンバラのスコティッシュ・レコード・オフィス（Scottish Record Office）にあると、アーキビストが教えてくれたので行って見たが、撮影期日は不明であった。どちらの写真が古いのか興味があったが、スコットランド少年が写っているほうが古い気がした。いずれにしても、地元の少年の写真が埋もれ、遠い東洋の人間の写真がいまも語り継がれている理由が、「東洋の恩義」にあることは明らかであろう。

5. 技師渡邊嘉一のおいたち

渡邊嘉一(写真4)は、1858(安政5)年2月8日長野県上伊那郡朝日村字平出に宇治橋瀬八の次男として生まれている。1882(明治15)年海軍機関総督横須賀造船所長渡邊忻三の養子となり、大正3年渡邊家の家督を相続。1876(明治9)年工部大学校予備校入学、1883(明治16)年首席で卒業。ただちに工部省に技師として雇われ鉄道局に勤務することになる。

しかし、翌年辞して英国に渡航し、グラスゴー大学に入学(図-3)。Civil Engineer と Bachelor of Science の学位を取得し、1886(明治19)年4月卒業。同年5月にファウラー・ペーカー工務所技術見習い生となり、続いて技師に昇格している。その後、フォースブリッジ鉄道株式会社のフォース橋建設工事監督係となる。工事監督のかたわら、フォース橋前後の鉄道線路約12マイルの実地測量とその設計主務も務めている⁶⁾。

嘉一は、業半ばで1888(明治21)年、日本に帰国し、日本土木会社の技術部長になっている。その後、参宮鐵道、関西瓦斯、東京石川島造船所、京王電氣鐵道会社などの社長を務めている。北越鐵道技師長時代に、石油の残滓を機関車の燃料に応用して、燃料を節約する燃焼器を発明し、特許を取得している。1899(明治32)年には、工学博士の学位を授けられている。

土木学会設立に参画、帝国鐵道協会会長なども歴任して、学界、産業界に幅広く活躍したが、1932(昭和7)年12月4日、胃癌で帰らぬ人となった。

著者の一人は、日本交通協会図書館で彼の蔵書(洋書)の一部を発見し、目録を作成した。同館内に「渡邊嘉一文庫」として保管され、閲覧できるようになっている。



写真4 渡邊嘉一

UNIVERSITY OF GLASGOW.
(UNIVERSITY ALBUM)

No. 104

Name in Full, *Kaichi Watanabe M. E.*

Age at last Birthday, *25*

Birthplace—(Town or Parish, and County; if not in Scotland, write the Country also), *Tokyo Japan*

Father's Christian Name and Occupation, *Keigo Chief Commissioner of Shipbuilding Yard of Japanese Navy, Yokohama*

Branch of Study (i.e. Arts, Medicine, Law, or Theology), *Engineering Science*

Classes for this Session, viz.—*Natural Philosophy, Mathematics, Engineering (Statics), Drawing Office (Survey), and Geology*

Previous attendance at this University, viz. Semesters 1st

on Classes in the Faculty of ..

Present Address, *at Mrs. Workman, 353 Bute Crescent, Glasgow*

Home Address, *No. 2, Shipbuilding Yard of Japanese Navy, Yokohama, Japan*

図-3 グラスゴー大学学生登録証

6. 廣井勇と関門橋計画

実は、渡邊嘉一は、明治後半のわが国の橋梁技術にも少なからぬ影響を与えていたのである。一つの例として、1916(大正5)年、廣井勇によって鐵道院に提出された関門海峡橋梁設計案がある(図-4)。

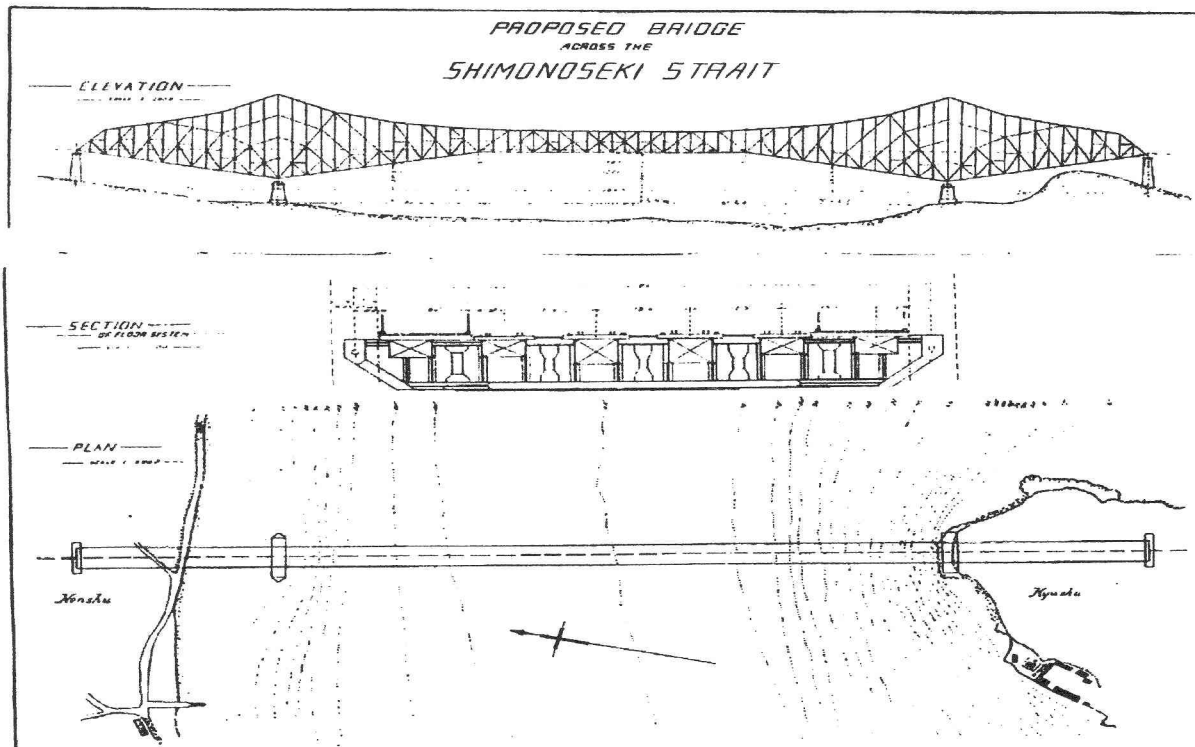


図-4 関門海峡橋梁設計案⁷⁾

1911(明治44)年、鉄道院総裁であった後藤新平は、鉄道橋として関門海峡架橋連絡案をたて、当時の東京帝国大学教授 廣井勇にこの橋の設計を委嘱した。その一方で、比較案として鉄道トンネルを海峡の下に潜らすことも認めた。

廣井は1912年に架橋地点の調査を行い、1916(大正5)年に詳細な報告書を鉄道院に提出した。そこに記されていたのが、図-4に示した橋梁設計案である。報告書には、橋の形式は控架式、橋梁の長さ2,980フィート、両横桁中心間隔は80フィートとあり、その後の標準軌間への改築を想定して広軌鉄道複線、電車線路複線、幅12フィートの通路2条が敷設できるという当時の日本としては途方もない画期的な大構想であった。

嘉一が廣井勇と親交があったことは知られており、設計案の図面を見てわかるように、橋の形式はカンチレバー式で、フォース橋の影響を大きく受けているということは明白であろう。しかしながら、この架橋案は軍部の強い反対にあい、関門トンネルが実現することとなった。そして、吊橋形式ではあったが、関門橋が海峡に架かるのは、その30年後のことであった。

7. あとがき

渡邊嘉一は学問の記録を書物の代わりに、建造物として現代に伝えようとしたのではないだろうか。彼は技術者の中にあってまれに見る能弁家で、能文家でもあった

といわれているが、一冊の本も上梓していないようである。文章は外国文献の紹介を「工学会誌」に散見できるだけである。

著者の一人が嘉一の調査・研究に取り組んで早や25年余になる。学会誌や、新聞、雑誌などに、彼の業績を初めて紹介して以来、強い関心を持たれた学者、研究者は少なくない。彼に関する資料が非常に少なかったため、自分の足で地道に調査する手立てしかなかったが、今後は、多くの人々によって、嘉一の足跡がより明らかになってくることを期待したい。

参考文献

- 1) 成瀬勝武, 「橋」, 河出書房, p.78, 1941.
- 2) Martin Hyden, *The Book of Bridges*, Marshall Cavendish Ltd., London, p.98, 1976.
- 3) Neil Upton, *An Illustrated History of Civil Engineering*, William Heinemann Ltd., London, p.110, 1975.
- 4) Sheila Mackay, *Bridge Across The Century*, Moubray House Press, Edinburgh, p.6, 1985.
- 5) Hugh Douglas, *Crossing the Forth*, Robert Hale Ltd., London, p.110, 1964.
- 6) 井関九郎編著, 「大日本博士録第5巻工学博士之部」, 発展社出版部, pp.32-34, 1993.
- 7) 沢和哉, 「日本の鉄道100年の話」, 築地書館, pp.236-237, 1972.