

## ■ スコットランド東部の大規模橋梁群と フォース道路橋の緊急修繕時における WEB・SNS の活用

国建協情報 2021年3月号 (No.883) 掲載【要約版】

定期購読している PIARC の機関紙「ROUTES/ROADS」(2020年夏発行)で、スコットランドの首都エディンバラから西へ15kmのフォース湾に架かる「フォース道路橋」の緊急修繕に当たって、「WEB や SNS を活用して、気象、交通規制、工事の進捗状況などの最新情報を提供することにより、利用者の理解と協力を得てスムーズに工事を進めることができた」という興味深いレポートが報告されていた。

スコットランドの首都エディンバラと北部のダンディー、アバディーンなどの都市との間には、2km以上の幅の2つの入り江が入り込んでおり、北のテイ湾にはテイ鉄道橋とテイ道路橋が、南側のフォース湾には19世紀から21世紀の3つの世紀にわたって、1本の鉄道橋と2本の道路橋が架けられている。

ここでは、やや旧聞とはなるが、世界の長大橋建設史上エポックメイキングな橋梁となったフォース鉄道橋を含む3本のフォース橋梁群を紹介するとともに、「ROUTES/ROADS」に掲載されたフォース道路橋の修繕工事を舞台とした WEB や SNS を使った新しい道路交通情報提供の試みについて紹介したい。

### 1. フォース3橋の概要

#### 1) フォース鉄道橋

フォース鉄道橋は、3つの菱形をしたカンチレバー(片持ち梁)で520mのスペンが2つ組み合わさり、アプローチの高架橋も入れて全長2,530mの極めて重量感のあるカンチレバートラス構造の複線の鉄道橋で、19世紀半ばからの鉄道建設ブームに乗って1882年に着工し、8年かけて1890年に完成、130年経った現在でも現役の鉄道橋として活躍している。

フォース橋に着手した4年前の1878年には、北側のテイ湾にスペン75mの上路トラス橋(中央部の20径間は航路のクリアランスをとるためスルートラス構造)をいくつも繋いで渡る全長3,200mの単線のテイ鉄道橋が架けられていた。しかし、完成から一年と経たない1879年

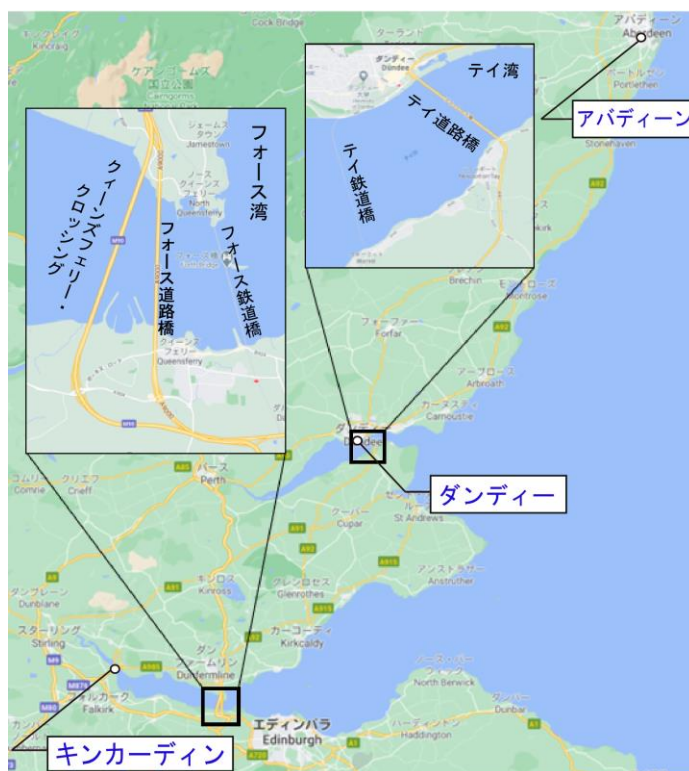


図1 スコットランド東部大規模橋梁群位置図

12月の嵐の晩、折からの強風について橋中央部のスルーラス区間に差し掛かっていた列車とともに、数百メートルにわたって横倒しに川へ崩れ落ち、75名の死者を出すという大事故が起こった。テイ鉄道橋の落橋事故は、その後のエンジニア達に大きな教訓を残し、直後に建設されたフォース橋をはじめ、世界の長大橋の技術史の転換点になったと言われている。この事故を受けて、その後の長大橋の設計・施工に当たっては、風荷重を十分考慮し、構造材としてはそれまでの鋳鉄や錬鉄に代えて鋼が全面的に利用されることとなったが、その経緯については、1993年に日本放送出版協会から出版されたNHKスペシャル・テクノパワー「長大橋への挑戦」で分かりやすく詳述されている。

重量感のあるフォース橋の巨大な姿は、「鋼鉄の怪物」や「鋼の恐竜」と呼ばれ、いつまでたっても終わらないことを「フォース橋にペンキを塗る」と揶揄され、完成時には過剰設計の橋だと非難されたこともあったが、完成から130年経った今でも、適切な補修と維持管理を続ければさらにあと100年は利用可能と考えられているし、2015年にはパリのエッフェル塔と並ぶ19世紀を代表する鉄の巨大構造物としユネスコの世界文化遺産に登録され、スコットランドの重要な観光資源ともなっている。

フォース鉄道橋の建設に当たって反面教師となった崩落したテイ鉄道橋跡の約18m上流側には、4年の工期で、事故から8年経った1887年7月に、全区間下路トラス構造の複線の橋が完成しており、130年以上たった今でも現役の鉄道橋として利用されている。

## 2) フォース道路橋

フォース道路橋は、全長2,512m（中央径間1,006m＋側径間408m×2＋北側高架橋252m＋南側高架橋438m）、往復4車線の車道とその両側に自転車・歩行者道が付置された道路橋で、中央径間1,006mは、1964年の完成時点ではアメリカの3本の吊橋に続いて世界第4位の長大吊橋であったが、現在は1998年に完成した最長の明石海峡大橋を筆頭に、新興の中国などで超大吊橋の建設が進み、36位に位置している。

Freeman Fox社を中心とするコンソーシアムが設計・施工監理を担当し、Sir William Arrol社をはじめとする英国の大手建設会社3社からなるコンソーシアム「ACDグループ」が建設工事を請け負って1958年に着工、1,950万ポンドの費用と6年の歳月をかけて1964年9月に開通した。

橋の事業主体は、1947年制定の法律に基づいて創設された公的事業体FRBJBで、1964年の完成後有料道路として運営していたが、2002年からはエディンバラ市をはじめとする4つの地方自治体からなる共同事業体であるFETAが有料橋の運営・管理を引き継ぎ、2008年に無料化された後はスコットランド政府の予算を得て維持管理業務を行っていたが、2015年6月から「スコットランド交通庁」の手に移り、交通庁は維持・管理業務を、ヨーロッパや南北アメリカを中心に高速道路や空港などの建設・運營業務を展開するスペインの総合建設会社フェロビアルの英国子会社Ameyに全面的に委ねている。

フォース道路橋は、設計荷重22t（コンボイ5台分）、計画交通量6万台／日で、120年のライフスパンを想定して1950年代に設計されたが、設計荷重については、1983年には38t（5軸）、1999年からは40t（5軸）、さらに2001年からは44t（6軸）と重量化が進んだ上、交通量も2008年からの全面無料化などもあって2012年の日平均交通量は6.5万台に達し、2000年代に入ると供用か

ら 40 年程度しか経っていないのに、橋梁構造物へのダメージが顕著に見えてくるようになり、主要部材の補強と想定以上の量と頻度の維持作業が必要となった。

補強工事としては、4 本の主塔と筋交い工は 1990 年に、また基礎部は 1998 年に補強され、1998 年から 2000 年にかけて 4 本×192 セット=768 本すべてのハンガーロープが、車を通しながら交換された。また、吊り橋主ケーブルについては、先輩格のアメリカの長大吊橋で顕著な腐食があるという情報を受けて、2004 年に初めて検査を行ったところ、外見では目立たなくても内部で相当腐食が進んでおり、完成から 40 年しか経っていないのに腐食により 8~10%も強度が損なわれていることが分かった。そこで、2008 年から 2009 年にかけて明石海峡大橋で開発され、スウェーデンやデンマークでも実績のあるケーブル内部に乾燥空気を送り込み、内部水を強制的に排除させる送気乾燥システムの整備を進め、その後の 2012 年の検査でもその効果を確認した、としている。なお、この防食方法はフォース道路橋の後、セバーン橋にも適用されている。

後述する大きな迂回が必要となった交通閉鎖の原因となった「主塔と下部トラスの連結部」の過荷重によるとみられる損傷については、運営・維持管理を行っていた FETA が 2007 年頃に確認し、原因の究明、修理あるいは部材の取り換えの必要性、修理工事の発注の進め方、タイミングなどの検討を進めていたが、予算の確保が困難なこと、隣接して建設が進む新橋に大型車を移すという荷重条件の変更と修理のタイミングの調整にてこずり、結局新しい事業主体「スコットランド交通庁」/Amey による 2015 年暮れから 2016 年初頭にかけての大きな迂回を伴う緊急修理工事に至ることになった。

ヨーロッパでもっとも大型で古くなった主橋梁の伸縮継手の交換は、当初 2010 年に予定されていたが、新橋の建設計画が明らかになりその完成を待てば交通をあまり妨害することなく安くできることから、FETA は 2009 年に延期による危険性はないことを確認し、橋の管理を引き継いだ「スコットランド交通庁」が、2017 年 8 月末の新橋の完成を待って、2018 年から 2019 年にかけて Amey の施工監理、American Bridge International の施工で実施した。

北側のテイ湾には、1966 年にテイ鉄道橋の東側に延長 2,250m (42 径間の鋼箱桁橋) の 4 車線の車道に 3m 幅の歩道・自転車道が付いたテイ道路橋 (Tay Road Bridge) が完成している。テイ道路橋は供用時から自動二輪車、乗用車、貨物車を対象に有料道路として運用されていたが、1991 年からは南行き一方向のみへの課金を経て、2008 年 2 月からはフォース道路橋と同様、全区間無料化されている。

### 3) クイーンズフェリー・クロッシング

フォース道路橋は将来交通量 1,100 万台/年を想定し 120 年のライフスパンを想定して建設されたが、想定以上の交通量の伸びとなったこと、またメインケーブルの腐食もひどく交通規制の必要性も出てきたことから、1990 年代に入ってから不測の事態に備えるための第二のフォース道路橋の必要性が議論されたが、具体的な動きとなったのは 2004 年になってフォース道路橋に構造上の問題が発生してからである。

「スコットランド交通庁」は、2006 年から 2007 年にかけて調査を実施し、2007 年に政府として新橋建設の意志決定がなされた。2008 年から 2009 年にかけて香港のストーンカッターズ橋やスカンジナビアのオーレスン・リンクの経験を有する Arup と Jacobs からなる国際コンサルタント

JVによりFS調査、環境影響評価業務を実施、住民公聴会などの場を経て2009年11月に評価書が完成した。2011年1月に議会等の承認を経て正式に建設が決定された。

新橋は、往復4車線+広幅員の路肩からなる高速道路仕様の3径間連続斜張橋(総延長2,700m)で、フォース道路橋にほぼ並行してフォース湾の内側に建設された。

2011年4月にスペインに本拠を置く総合建設会社ACS傘下のDragados、Hochtief、更にAmerican Bridgeおよび地元のMorrison ConstructionからなるコンソーシアムFCBCにDB契約で発注、同年秋に着工された。

2016年12月の完成が予定されていたが、悪天候などのため工期は遅れ、完成は2017年8月末となり、古いフォース道路橋の開通から53年目となる同年9月4日にエリザベス女王を迎えて開通式が行われた。完成時においては世界最長の3径間連続斜張橋となった。開通にあたり、2013年の住民投票で決まったクイーンズフェリー・クロッシングと命名された。開通後のマネージメント・維持管理業務は、フォース道路橋と同じ民間企業Ameyが当たっている。

橋梁建設のプロジェクト名はFRCであったことが示す通り、スコットランド政府は、新橋建設による容量増は一般の自動車交通の増に対応するためのものではなく、その多くを公共交通サービスに充てる方針であるとして新橋に整備された広幅の路肩は、非常・緊急時には一般車が入ることはあっても、通常時はバス専用車線として運用しており、また将来必要が生じれば旧橋の吊り橋にはLRTを導入することも検討するとしている。

## 2. フォース道路橋の重大な損傷との緊急修繕時におけるWEB・SNSの活用

2008年の政府の無料化の決定に当たり、フォース道路橋では新しい道路交通情報提供の戦略が策定されたが、その目玉になったのが当時利用者が増えていたSNSの活用で、フォース道路橋のアカウントがツイッター、フェイスブック、ユーチューブに登録され、交通状況、橋梁の規制、風・気象に関する即時性の高い情報提供がスタートした。

導入当初は、ツイッターもフェイスブックも同じような情報を提供していたが、経験を積むに従いそれぞれの特徴を活かして、ツイッターでは橋梁管制室のリアルタイムの情報を隠さず、場合によってはユーモアを交えて提供することによって、利用者の怒りや不満を劇的に和らげることが出来るようになり、またフェイスブックにはリアルタイムのニュースを追うのではなく、写真やビデオなどを使ってより解説的な情報を提供し、ユーチューブには広報ビデオを製作するごとにアップしそれなりのフォロワーを獲得していた。

この道路交通情報提供のシステムのフル活用と改善が迫られたのが、橋梁部材の欠損確認によって余儀なくされた2015年12月4日からの緊急かつ無期限の橋梁閉鎖である。同年6月に事業主体となって間のない交通庁/Ameyによる当日の定期点検において、北東部主塔と下部トラスの結節部に重大な欠損が確認され、突然かつ無期限の閉鎖と大型貨物車の規制が必要となったが、新橋ははまだ工事中であったため、修理期間中7万台/日の利用者は、大きく西側に迂回してキンカーディンの街に架かる橋でフォース川を渡って56kmの迂回を余儀なくされることとなり、このことは英国議会でも国家的事案と位置付けられた。

欠損が発見された箇所の緊急修理と同じ構造の残りの7カ所の補強工事が、連日400人が現場の

作業に当たり、12月23日には大型車を除く軽車両（全交通量のほぼ90%）が、欠損発見から2.5カ月後の翌年2月20日にはすべての車両の通行が再開された。

緊急修理に伴う交通閉鎖期間を通して、利用者、メディア、ステークホルダーなどからの情報提供の要望の高まりを受けて、SNSを通して迅速で質の高い情報提供に取り組んだ。

「Forth Road Bridge」の公式サイトを「one-stop-shop」として活用することとし、バス、重量車などの優先路を含む代替路などを標示した印刷ができるグーグルマップや、メディアが利用できるよう高精度の工事中の写真をアップした。このため作業に当たるすべてのスタッフはあらゆる作業の写真や動画を即時に情報センターに送ることが求められた。

工事期間中絶え間なく流された、交通の再開に向けて高所で危険を冒して作業する作業員や技術者たちの姿を映した映像やインタビューに応じた工事責任者の真摯な姿は、多くのフォロワーを生みだし、技術者たちを英雄視する空気を作り出した。さらに、作業の工程も図表化してSNSに示すことにより、利用者等に理解を深めてもらう材料となった。

2015年11月から2016年3月にかけての閉鎖期間中、ツイッターのフォロワーはそれまでの35%増、フェイスブックは64%も伸び、全体では2千万回のアクセスがあり、10万件以上の支持を示すコメントを得ることが出来たし、また、交通再開前日に撮影されフェイスブックにアップされた作業関係者全員の集合写真と我慢をしてくれた利用者への感謝のメッセージは、78万人に届けられた。

情報提供のツールとして2008年から利用が始まったSNSはそれまでも重要な役割を果たしてきたが、PIARCのレポートでは2017年の緊急修理で特に有効に利用された背景には、以下の条件があったことが指摘されている。

- ① 事業主体の「スコットランド交通庁」と運営管理者の Amey、更には地域関係者との間に密接な協力体制があったこと。
- ② 緊急閉鎖に至る以前から、「スコットランド交通庁」と Amey との間に、緊急時における情報提供で両者がとるべき役割と責任にしっかりとした自覚と準備があったこと。
- ③ 情報提供に当たる関係者のオープンな姿勢、熱意、ユーモアが評価され、根拠のない推論から出る批判も抑えられ、さらに即時性が高く、バラエティーに富む情報提供を生むといった良い情報のサイクルができた。
- ④ 写真やビデオで目にする作業員の熱心な姿勢は、視聴者に理解とサポートする気持ちを生んだ。
- ⑤ 2017年8月に完成した新道路橋「クイーンズフェリー・クロッシング」の供用を機に、ユネスコ文化遺産であるフォース鉄道橋を含め、3つの異なる世紀に誕生した3つの橋に関する運営管理上あるいは観光客を対象とした情報をツイッターやフェイスブックのチャンネルを使ってワン・ボイスで提供したり、利用者と対話したりするため「Three bridges spanning three centuries」と題した@TheForthBridgesのサイトを立ち上げている。

## あとかき

PIARCのレポートを目にしていた2020年の暮れから21年の正月にかけて、関越道や北陸道で大雪のため長時間動きの取れなくなった長い車の列、立往生した運転手に食料などを差し入れる善

意の人たちの存在、懸命に進められる除雪作業を扱ったテレビニュースに接することになった。困った人たちを何とか早く助けようとする善意は「さすが Japan」と思わせるものであるが、英国の「SNS の活用」のレポートを読んで、「待てよ、雪に閉じ込められた人にとって、差し入れられる水や食料は大変ありがたいが、もっと欲しいのはいつここから脱出できるか、という情報ではないだろうか」と思うに至った。

日本には、大雨、大雪、地震などによる交通インフラの被害は枚挙にいとまがない。被害の状況、復旧作業の状況、見通しなどについての正確でリアルタイムの情報を流すことはますます重要となり、フォース道路橋での WEB・SNS の活用は大いに参考になると思われる。

(文責：荒牧英城)

[参考資料]

- [The Forth Bridges インターネットサイト](#)
- [Emergency Communication at the Forth Bridges](#)

Chris Waite (Amey) and Hugh Gillies (Transport Scotland)  
ROUTES/ROADS (PIARC 機関誌) No. 384/385, 2020 年

- NHK スペシャル・テクノパワー「長大橋への挑戦」1993 年 日本放送出版協会
- [Closure of the Forth Road Bridge](#)

Alan Rehfisch Scottish Parliament Information Centre (SPICe) 2016 年 1 月 22 日