

- 4) 佐々木業：余部鉄橋架け替えは必要か、神戸新聞、2004年8月23日

1.3 レイ・ミルトン高架橋

(1) 概要

本項では、イギリス土木学会 (ICE) の提案で進められた現存する世界最古の鉄道高架橋の保全プロジェクトについて述べる。この保全プロジェクトでは、1992年から96年の間に106.5万ポンドの資金を寄付により調達し、高架橋を買い取って設計施工一括方式により保全に必要なすべての工事を予算内で終了させた。プロジェクトの資金調達、調査、計画、修復工事について述べた本項は、土木遺産保全の関係者に対して有益な情報を提供すると思われる。



写真 1-8 保全工事終了後の高架橋全景（北側より）

(2) 歴史

レイ・ミルトン高架橋は、スコットランドのグラスゴウ南郊のキルマノックの西でイルビン川を越える場所に位置する。4径間のこの高架橋は、スコットランドで最初の公共鉄道のキルマノック&トゥルーン鉄道の主要構造物であった。スパン12.3m (40ft) の石灰岩のアーチ構造で、軌道高は水面から8mであった。各アーチはライズ比は1対3で、アーチリブの厚さは0.61mである (図1-6)。

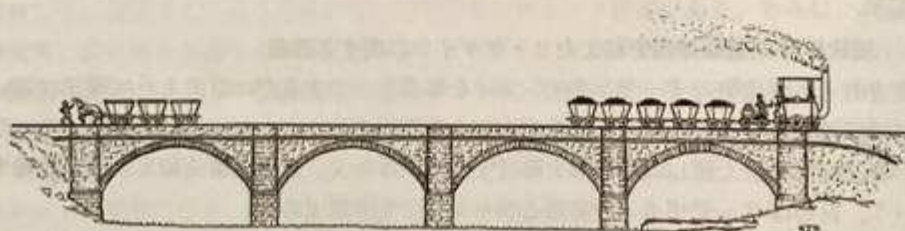


図 1-6 南側から見たミルトン高架橋 (1816年時点の推定図)

この鉄道は著名な土木技術者であるウィリアム・ジェソップ (1745～1814) の設計によるもので、全長約16kmの4フィートゲージの複線鉄道として、1811年から1846年7月の運行停止まで46年間にわたり馬車曳きの車両が運行された。この鉄道は、旅客とともに、キルマノック付近の炭鉱から港町のトゥルーンまで石炭を輸送した。キルマノックからトゥルーンへ660分の1の一定の勾配で下る縦断線形で、1頭の馬がそれぞれ0.66tの貨物を積んだ3両の貨車と1.67tの石炭をトゥルーンまで運び、帰りは空の貨車を曳いて戻ることができた。軌道は、フラットな板レールで、鉄道と並行して走る道路との間で頻繁に客車が線路に「出入り」ができることで、貨物、旅客の混在輸送を容易にした。商業的には非常に成功した鉄道であった。

レイ・ミルトン高架橋の歴史的意義は、鉄道時代の初期に建設された連続アーチ構造で、以後数多く採用された形式の現存する事例という点である。

(3) 損傷状況

この高架橋に使用された石材は、必ずしも質の高いものではなく微細なクラックのある比較的脆いものであり、保全プロジェクトの実施以前には、かなり劣化が進んだ状態にあった(写真1-9)。長期間の放置による植物の繁茂や風化作用で、広範な部分から積石の欠落があり、橋脚は水位高の近傍で、重大な躯体の欠け落ちがあった。西側の橋脚には大きなクラックがあり、2.9mの躯体幅の三分の一の断面が欠損していた(写真1-10)。かなり以前に大きな構造変形が発生し、西側の橋脚に隣接する片方のアーチが沈み、他方が浮き上がる現象が起こっている(図1-7)。しかし1992年に取り付けられたセンサーによって、工事が始まるまでの3年間には変位の発生は見られないことが確認された。高架橋の北面のスパンドレスの壁面上端付近では、相当な石材の欠損が見られた。



写真1-9 保全工事前的高架橋全景(南側より)



写真1-10 保全前の西側橋脚の状況
スパンドレスの南側壁面にクラックと積石の欠損が見られる。

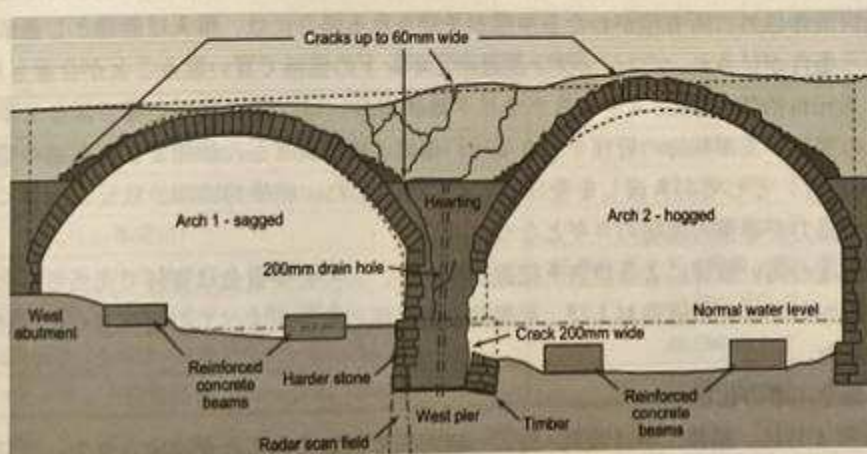


図1-7 西側橋脚と隣接スパンドレス
アーチ1(左)が沈下、アーチ2(右側)が隆起。橋脚は断面欠損。

(4) 保全プロジェクト

この保全プロジェクトを進めるにあたって、建造物の劣化から所有権など多くの解決すべき困難な課題があった(表1-4)。

表1-4 プロジェクト遂行上の課題

| 項目 | 課題の内容 |
|---------|---|
| 構造的な信頼性 | 100年以上放置されて使用されてこなかったことによる構造物としての信頼性が未知 |
| | 地盤条件、基礎の状況もまったく未知 |
| | 構造全体が不安定で風化が進行し、すぐにでも崩壊する危険性あり |
| アクセス | 公共道路からのアクセスが皆無 |
| 所有権 | 英国国鉄と近隣農家の間で所有者の特定が容易ではなかった |
| 資金 | 保全に対して相当な資金を必要 |

高架橋の崩壊は時間の問題であるという調査の結果に基づいて、ICEの土木史研究委員会(PHEW)は、スコットランド当局に対して高架橋を国の管理下に置くように求めた。この要請は却下されたが、スコットランドの文化財機関(Historic Scotland)は、寄付を募ってしかるべきトラストを設立した修復事業の実施に向けて検討の表明をした。1992年2月に「レイ・ミルトン高架橋保全プロジェクト」というプロジェクト組織が設置され、事業の公共性から免税措置を受けた有限会社組織として認定された(表1-5)。

表1-5 プロジェクト組織の目的

| No. | 目的 |
|-----|-----------------------------------|
| 1 | 高架橋を買い取ることなしに保全事業を推進すること |
| 2 | 高架橋に関する知識の増進、および将来的な利用に関する調査をすること |
| 3 | 高架橋の将来的な維持管理のために地方自治体と取り決めをすること |
| 4 | 必要資金の獲得、受け入れ、および支払いを実施すること |

高架橋の所有権については、実際には大口の資金提供者の寄付条件となったことから、1995年2月に以下の条件で購入手続きが行われた。ただし、もし何らかの理由で最終的に地元自治体以外に所有権がわたる事態が予測される場合には、購入は無効とし農家に戻すという条件が付され、プロジェクト組織が1ポンドの価格で買い取ることが合意された。

- ① 地元自治体(SRC: ストラスクライド地区議会)は、発注者の立場で保全工事の入札の実施、工事契約の管理を引き受け、補修工事が終了した段階で、高架橋の管理者(所有者)として引き渡しを受けることに合意した。結果的には、地元自治体によるこの協力が事業の成功のカギとなった。
- ② 精度の高い積算によるコスト把握がなされ、この必要資金は寄付で充当された。
- ③ 橋へのアクセス道路および、高架橋の所有権の条件がすべての関係者から同意を得られた。

(5) 保全工事の仕様

1994年4月に、補修工事は設計・施工一括方式で実施することが決定された。プロジェクト組織側は、発注、施工管理の実務を行う地元自治体の道路部に対して、特別の支障がない限り発注仕様書の中で盛り込むべき事項をまとめて通知した(表1-6)。

表 1-6 保全工事の仕様

| No. | 項目 | 内容 |
|-----|------------|---|
| 1 | 適用基準 | 完成後に地元自治体が引き渡しを受ける際、すべての工事部分は適用の基準を満たしていなければならない。 |
| 2 | オリジナル材料の尊重 | 施工性の確保および、構造全体が歩行者の安全のための確実で良好な補修の実施に差し支えない限り、オリジナルの石材は現状の状態で保存する。 |
| 3 | 工事範囲 | 工事範囲には、基礎の安全性の確保、橋脚とアーチの安定化、繁茂した植物の除去、破損、脱落した積石をオリジナルと同様の色、質と適合する形状の石材による交換が含まれる。 |
| 4 | 床版、高欄 | 床版および高欄の設計は、高架橋の特徴と矛盾しない設計とし、プロジェクト組織の承認を必要とする。すべての工事はスコットランドの文化財機関(Historic Scotland)の要求規準に適合すること。 |
| 5 | 段階施工 | 入札に付される工事は資金提供上、2段階で実施する。 |
| 6 | 安全施工 | 工事を安全に実施し、常に構造物の安全性を確保するための方法を入札時に明確に示して説明を行い、これに従って履行、モニタリングがされる。 |
| 7 | 記録写真 | 写真記録を工事前、工事中にとる。 |
| 8 | 第三者対策 | 近隣農家や河川管理者の財産へ損傷を与えることに対する対策を講じる。 |

(6) 契約手続き

1994年7月、入札者の提案プレゼンテーションが行われた。この2カ月以内に、その1工事のみの場合、全体の両方について入札が行われ、1期、2期工事を連続して実施する最低価格を提示した企業が1995年に落札した。

進行の恐れがあった構造物の崩壊に対する対策として、入札の仕様では、補修工事着手前に、まずすべてのアーチをスパンごとに独立して支持をすることとされた。

(7) 資金

プロジェクトが実施されなかった場合、寄付された無数の小額寄付金を返却することを避けるために、寄付金は一定金額以上を受け入れることとした。1995年2月までに総額106.5万ポンドの寄付の申し出を受けた(表1-7)。

表 1-7 基金拠出組織と金額

| 組織名称 | 金額など |
|---|------------------------|
| 遺跡メモリアル寄金 (National Heritage Memorial Fund) | 400,000 ポンド |
| スコットランド文化財機関 (Historic Scotland) | 277,300 ポンド |
| EU (地元自治体経由) | 200,000 ポンド |
| 地元自治体 (ストラスクライド地区議会) | 63,000 ポンド (発注、施工管理業務) |
| 地元自治体 (カイル&カリック地区議会) | 65,000 ポンド |
| 地元自治体 (キルマノク&ロウダグン地区議会) | 45,000 ポンド |
| スコットランド投資団体 (Enterprise Ayrshire) | 15,000 ポンド |

2つの大口の寄付組織は、寄付金が確実に実施されるための安全措置として契約に対して法的な拘束を求めた。このため施工管理の技術者が検収した請負者の月間出来高とその支払いの証明書を発行し、プロジェクト組織の事務局は、この写しをもって支払い請求をスポンサーに対して起こすこととした。これによって、出来高に応じた金額のみをその都度受領をすることで寄付を受けた。

(8) 設計・施工

入札前にできるだけ多くの地盤の情報を応札者に提供するために、レーダー探査試験を実施した。調査の結果より、高架橋の橋脚位置の地盤は基本的には強固であることが分かった。基礎の場所で深さ2mの所に、伝統的な基礎工法である厚さ100mmの完全に浸水した硬い木製の井桁状のプラットフォームが硬い地盤上に敷かれていることが確認された。また基礎地盤には、垂直方向に、地盤から構造物まで達する地震によると思われる割れ目が走っていることも確認された。

契約後に、受注企業では調査、設計を進め、1995年6月に設計の承認を受けて工事が開始された。同年8月には、すぐ上流側に仮の堰堤を設け、高架橋の場所で水位が1m程度に下げられた。仮設の鋼製支保工が仮堰堤と高架橋の間で組み立てられてアーチ下に挿入され、ジャッキアップにより支持された(写真1-11)。

1995年11月までに、高架橋のスパンドレル内部の中詰め土は除去されると足場を利用して欠損した石材の取り替えと充填の工事が開始された(写真1-12)。取り替えた新しい石材は、元のものと同様にそのまゝ用いられた。スパンドレル内部の空隙を水密として耐水性を確保するために、水位高さまでコンクリートが打設された。断面欠損した橋脚基部は、鉄筋コンクリートで巻いて補修されコンクリートの表面は新しい石材で覆われた。

高欄は元の構造物にはなかったものであるが、安全上設置が決められ、建設当時の類似のものに近い外観の鋼製とすることとされた。路面には元の構造でも使われた砕石が敷き詰められ、説明の銘板が高欄に取り付けられ、レールのレプリカが路面上に設置された。

請負者、施工管理技術者、事務局の間の良好な関係が、歴史的建造物のレイ・ミルトン高架橋に対し最良の保全事例を実現した。保全のでき栄えは、保全前の写真と保全後の写真を比較することで分かる。高架橋は1996年10月29日に正式に再開通した。



写真1-11 保全工事着工直後(1995.8.3)
仮堰堤が設置され、川床にRCはりが設置され鋼製支保工が組み立てられている。



写真1-12 補修工事中の西側橋脚
石積のモルタル充填、断面欠損基礎のコンクリート巻きが施工中。

(訳編：五十畑 弘)