

3 推薦産業遺産追跡調査票

追跡調査担当者：大木 利治

連絡先 (省略)

住所：

電話番号：

E-mail：

[I] 推薦産業遺産認定事項

推薦番号：3

名称：碓氷アプト線遺跡

所在地：群馬県安中市松井田町横川、安中市松井田町坂本
長野県北佐久郡軽井沢町

所有者：群馬県安中市、長野県北佐久郡軽井沢町

管理者：碓氷峠交流記念財団、長野県軽井沢町

認定年度：1985 年度

推薦者：産業考古学会幹事会

[II] 追跡調査結果

1 推薦産業遺産の名称、所在地、所有者・管理者

名称 (ふりがな)：碓氷アプト線遺跡 (うすいあぷとせんいせき)

所在地：群馬県安中市松井田町横川、安中市松井田町坂本、長野県北佐久郡軽井沢町
交通手段・最寄りの駅：JR 信越本線・横川駅 (廃線跡が整備された「アプトの道」で「旧丸山変電所」まで徒歩約30分、「碓氷第三橋梁」まで徒歩約1時間30分)

JR バスが横川駅～軽井沢駅間に運行されているが、通常の運行路線は国道18号線碓氷バイパス経由のため不可。観光シーズンに、国道18号線旧道を通り、「碓氷第3橋梁」まで行く JR バスが運行されている。また、「碓氷峠鉄道文化むら」から観光トロッコ列車が旧碓氷線を使って運転されており、「丸山変電所」前を通り「第1号隧道」の手前まで行くことができる。

JR 長野新幹線・軽井沢駅、しなの鉄道・軽井沢駅 (軽井沢駅舎記念館や軽井沢町にある産業遺産の見学はできるが、碓氷第三橋梁など碓氷峠にある碓氷アプト線遺跡の見学は、交通手段が無いため困難である。)

旧所在地：同上

所有者：群馬県安中市、長野県北佐久郡軽井沢町

管理者：(財) 碓氷峠交流記念財団

所有者・管理者の連絡先 (省略)

住所：〒379-0301 群馬県安中市松井田町横川 407-16

電話番号：

E-mail：

2 推薦産業遺産の説明

用途：信越本線 横川駅～軽井沢駅間の碓氷峠に建設された路線

仕様：煉瓦造の隧道・橋梁・変電所、アプト式電気機関車など

建造・製造者：鉄道局－鉄道庁

建造・製造年：1893（明治26）年4月1日開通

沿革：

明治政府による東京－京都間の幹線鉄道計画は、東海道と中山道の2つのルートで比較検討された。1870（明治3）年6月、土木司員の小野友五郎、佐藤政養（与之助）は東海道ルート視察によって、在来の運送手段（東海道沿岸には東京－神戸間の蒸気船など舟運が機能していた）や内陸の地域開発の観点から中山道に幹線鉄道を計画すべきであるとして1871（明治4）年1月に「東海道筋巡覧書」で報告した。これをうけて政府は1871（明治4）年3月、小野友五郎、山下省三らに中山道を踏査させ、さらに1874（明治7）年5月と1875（明治8）年9月にはイギリス人の鉄道局建築師長 R.V.ボイル (Richard Vicars Boyle) が、京都から高崎までを中山道に沿って往復4ヶ月半で実地調査を進め、1876（明治9）年4月に測量上告書、9月に調査上告書を提出した。しかし、緊迫した国内外情勢による軍事費支出等の増加による建設資金不足のため幹線建設計画は停滞することになった。

1883（明治16）年になって中山道鉄道の敷設が決まり、11月に技師の本間英一郎とともに高崎－横川間の鉄道工事に責任者として派遣されていた技師の南清が1884（明治17）年3月から入山村と和美峠を結ぶ道路に沿って測量を行い平面図と縦断面図を作成し、この図面を基に技師の武笠江太郎が1884（明治17）年11月まで高低測量を行った。そして、政府は「中山道鉄道公債証書条例」（七分債公債2千万円の発行）を1883（明治16）年12月に公布し、建設に向け準備が進んだ。南清らの測量による調査は、1885（明治18）年3月に鉄道局長官に報告された。さらに、1886（明治19）年4月から5月にかけて技師の南清、小川資源によって実地中心線選定測量が行われ、横川－軽井沢間について25～100パーミルの勾配路線である入山線（ループ線）、入山線（スイッチバック線）、和美線（ケーブル線）、獅子岩線、オヤン沢線が比較検討された。その一方で、鉄道局長官の井上勝は、技師の南清に命じて、3ヶ月にわたる東海道幹線の測量を行った。

1884（明治17）年5月1日、日本鉄道株式会社により上野－高崎間が開通し、さらに1884（明治19）年10月20日に、官設の中山道幹線の区間の一部として高崎－横川間が起工し、1885（明治18）年10月15日に開通した。

ところが、中山道幹線の建設計画が具体的になると、中部山岳地帯および碓氷峠を通過することが予想外に難工事であり、1886（明治19）年7月19日閣令第24号で、幹線鉄道計画は中山道から東海道にルートが変更されることが決定した。中山道幹線鉄道の建設資材を輸送するための路線として計画された直江津－上田間の直江津線は、幹線ルートが東海道に変更された後は、中部横断鉄道として工事が進められた。そして鉄道局長野出張所に派遣された本間英一郎技師が直江津－軽井沢間全線の工事の指揮を行い、1885（明治18）年3月起工、1888（明治21）年12月1日に開通した。こうして東京－京都間の幹線鉄道計画にかわって、太平洋側と日本海側を結ぶ、本州を横断するルートとしての役割を担い、碓氷峠越えの鉄道建設が再び計画されることになった。そこで、鉄道局は1889（明

治 22) 年 6 月に建築師長のパウネル (Charles Assheton Whately Pownall) を派遣し現地の踏査が行われ、7 月から 12 月にかけて測量が実施された。その間の 9 月には調査報告が提出されている。また、当時ドイツに留学中の鉄道局技師、仙石貢と吉川三次郎が、1885 (明治 18) 年に開通した、ドイツのハルツ山鉄道に採用されていたアプト式 (アプト式区間 7 km、勾配 60 パーミル) の紹介や、元建築師長で、1877 (明治 10) 年に大阪停車場内に「工技生養成所」を開設して、日本人技術者の養成に尽力し、1881 (明治 14) 年 4 月に解雇され、その後は在英の顧問技師を委嘱されていたシャービントン (Thomas R. Shervinton) が、アプト式鉄道を横川―軽井沢間に採用するように推薦したこともあって、これまでの測量と調査をふまえて、入山線、和美線、中尾線の三路線が比較検討されることとなり、1890 (明治 23) 年に再び測量が行われた。1890 (明治 23) 年 9 月にアプト式を用いて和美線とすることが決定し、10 月から測量を開始したが、建設費用等の理由から 11 月になって鉄道局長官の井上勝は本間英一郎技師に中尾線の詳細な測量と調査を命じ、1891 (明治 24) 年 1 月に、鉄道局技師の松本荘一郎、本間栄一郎、建築師長 C.A.W. パウネル (C.A.W.Pownall) らが和美線、入山線、中尾線を再び測量して比較検討した結果、1891 (明治 24) 年 2 月 4 日に中尾線を本線として 66.7 パーミルの勾配をアプト式を採用して建設することに決定した。横川―軽井沢間の建設工事には、イギリス人の鉄道局建築師長 C.A.W. パウネル (C.A.W.Pownall) と本間英一郎技師が統轄し、横川―熊ノ平間は吉川三次郎技師、熊ノ平―軽井沢間は渡辺信四郎技師がそれぞれ担当し、技手の井上清介、佐藤吉三郎、林通友が工事を助けた。横川―軽井沢間約 11.5km に隧道 (トンネル) 26、橋梁 18 (疎水橋等を除く) が建設されることになり、1891 (明治 24) 年 3 月に軽井沢から起工し、6 月には全線が着工された。そして 25 ヶ月間の建設工事を経て 1893 (明治 26) 年 4 月 1 日に開通した。建設費は 199 万 1710 円 218 銭 (碓氷線建設に伴う直江津線改築費 1 万 2735 円 194 銭を含む) であった。建設資材 (煉瓦、セメント、川砂、切石、松丸太、杉丸太、アプト式軌条など) の運搬は、1888 (明治 21) 年 9 月に開通し、すでに営業運転を行っていた碓氷馬車鉄道 (横川―軽井沢間、軌間 500 mm、東京馬車鉄道に次いで日本で 2 番目の鉄道馬車会社) や、新たに軽便軌条を敷設したり、19 号と 26 号隧道の工事にはロープで運搬できるようにするインクラインのための斜面を建設している。隧道や橋梁は、施工中に工事現場の状況や工事の進捗状況、1891 (明治 24) 年 10 月 28 日に濃尾大地震が発生したことから耐震性を考慮して設計の修正が行われている。たとえば、碓氷峠の中間地点にあたり、蒸気機関車の給水や単線での列車のすれ違いを行うために設置された熊ノ平の停車場の一部は、設計段階では隧道 (トンネル) であったが、転轍器を隧道内に設置することを避けることと、列車が停車した時に蒸気機関車からの煤煙を避けるため隧道を切り取った。熊ノ平は開通して 13 年後の 1906 (明治 39) 年 10 月 1 日に熊ノ平駅として開業した。また、第 7 号隧道や第 25 号隧道は工事期間の短縮のため、それぞれ 2 つの隧道に分けたり、第 21 号隧道の横坑や第 5 号と第 6 号隧道は頂坑 (竣工後の煤煙の排出も兼ねる) を設けて隧道の中間地点から掘削できるようにした。隧道の大きさも、アプト式機関車を運転するためには、従来の型式では小さいため、高さ 4.8 m (15.2cm 拡張)、幅 4.8 m (30cm 拡張) の新しい型式の隧道が設定された。第 1 号～第 7 号および第 25 号～第 26 号隧道は直轄工事 (鹿島組、有馬組)、その他の隧道工事は、第 8 号～第 14 号隧道は佐藤成教 (工部大学土木科卒業の工学士で、埼玉県技師、海軍技師、

明治工業会社、その後独立して請負業を営む。太田六郎に次いで工学士が業界に進出した2番目の人物)、第15号～第20号は日本土木会社、第21号～第24号は近松松次郎(近松組)が請負者となり工事を行った。また碓氷線工事には切取盛土の土木工事が大規模に行われ、間知石空積による土留石垣がつくられている。

橋梁は、アプト式のラックレールを鋼製枕木に固定して敷設するため、枕木全体を支持できる道床のある路盤の構造が必要であるため、沼地に建設された第18号橋梁(矢ヶ崎)を除き、碓氷線の17の橋梁すべて煉瓦造アーチ橋で、鉄道局建築師長 C.A.W.パウネル(C.A.W.Pownall)、技師の古川晴一と本間英一郎が設計を行った。

隧道(トンネル)や橋梁等の建設に使われた煉瓦は、日本煉瓦製造会社(現在の埼玉県深谷市上敷免)が1891(明治24)年2月に1250万個を受注し、1892(明治25)年まで納入されており、軽井沢の塩沢などでも煉瓦の焼成が行われ、専用線が敷設され工事現場へ運ばれていた。さらに埼玉県の川口、長野県の小諸、長野からも供給されたという。碓氷線の建設に使われた煉瓦は1800万個と記録されている。セメントは浅野セメント株式会社(1872(明治5)年に設置された大蔵省土木寮のセメント工場が工部省深川製作寮出張所と改称し、1883(明治16)年に浅野セメント株式会社となる。日本最初のセメント工場で、現在の東京都江東区清澄)などの製品が使用された。川砂は神流川、碓氷川、千曲川、犀川から運ばれている。(建設に使用されたセメントは1万7500樽、川砂1万2021㎡、切石3651㎡、松丸太約3万本、杉丸太約3万本)アプト式軌条材料一式は、ドイツのアプト商会に発注され、1892(明治25)年に横浜港へ到着している。隧道は明治25年末までに竣工し、11月から軌道敷設が着手された。丸山信号所と矢ヶ崎信号所に設置された連動機は鉄道局神戸工場で作られた特殊な型式のものが使われていた。

建設工事に技師として従事し、1908(明治41)年に「帝国鉄道協会会報」に「碓氷嶺鉄道建築略歴」の報告した渡辺信四郎によると、碓氷線の建設工事に伴う犠牲者は、1892(明治25)年の梅雨時期の大雨による土砂崩れで工夫の宿舎が埋まり、その家族数名が死傷したのを含め、火薬の爆発で飛散した石片に不注意から接触したり、少量の土砂に埋められる事故、負傷がもとで病気になった工夫を合わせて約20名と報告されている。アプト式蒸気機関車3900形(機関車の形式番号は1909(明治42)年10月1日に整理され、3900形は改称後のもの)はドイツ(エスリングゲン(Esslingen)機械製造所)から輸入し、1892(明治25)年12月に横浜港へ到着、新橋工場で組み立てられたのち、横川へ回送された。試運転は鉄道庁新橋汽車課汽車監督フランシス・ヘンリー・トレビシック(Francis Henry Trevithick)、職工長ジョン・(マクドナルド)グレイ(John (McDonald) Gray)らによって1893(明治26)年2月から3月にかけて行われ、初めは失敗したものの、試運転を重ね、1列車で60～70tの牽引が可能であることが確かめられた。当時の横川駅～軽井沢駅の運転時間は75～80分であった。その後、アプト式蒸気機関車は、イギリスからベイヤー・ピーコック製の3920形、3950形が輸入され、さらに国産の大阪汽車製造合資会社製3980形が導入された。しかし、最高速度9.6km/h、1日24往復、1列車10両(客車)が限度であったために、輸送力の面で飽和状態となった。このような状況を示すものとして、1906(明治39)年5月～1914(大正3)年10月まで、軽井沢～横川間で碓氷線に沿って敷設された流油鉄管による石油(新潟で産出)の輸送が行われていた。こうした輸送力の飽和状態を改善するため、最高速度19.2km/h、1列車15両連結が可能で、

トンネルの多い碓氷線での蒸気機関車による煤煙対策や、機関車乗務員の窒息事故が相次いだことにより、安全性等の面から電気機関車の導入が計画された。ところが、当時の日本の電気技術の水準や、発電所建設の費用の面から決定が遅れ、1910（明治 43）年になってから着工された。横川火力発電所（石炭火力発電所、出力 3000kW）を新設し、ボイラー 8 基で出力 1000kW の蒸気タービン直結発電機 3 基によって、3 相交流 6600V、25Hz で発電し、地中ケーブルによって丸山変電所および矢ヶ崎変電所で直流 650V に降圧して給電した。建設計画の初めの段階では、碓氷線の間地点にあたる熊ノ平に変電所を設置することが給電には望ましかったが、山間地のため適当な平坦地が得られなかったため、碓氷線の両端の丸山と矢ヶ崎の 2 か所に変電所を設置することになった。こうして碓氷線は 1912（明治 45）年 5 月、日本初の幹線電化区間となった。

日本で営業用としては初めての電気機関車となった 10000（EC40）形電気機関車はドイツのエスリングゲン（Esslingen）機械製造所およびアルゲマイネ（AEG:Allgemeine Elektrizitaets Gesellschaft）社から購入された。初めは旅客列車に電気機関車、貨物列車は蒸気機関車が使用されていた。輸入した機関車を参考に国産の機関車を設計・製造することが繰り返され、ED40 形（鉄道省大宮工場、現在は鉄道博物館に保存展示）、ED41 形（スイス・ブランボベリ機関車製造会社）、ED42 形（日立、芝浦、三菱、川崎、東洋、東芝、汽車会社、現在は碓氷峠鉄道文化むらに動態保存、軽井沢町立西部小学校に静態保存）が順次使用されていった。こうして幹線鉄道として電化されたものの、ED42 形機関車を 1 列車に 4 両用いても碓氷峠では約 49 分かかり、1 日に 66 本の列車を通すことが限界で、1960 年代はじめには、再び輸送力が飽和状態に達していた。

1956（昭和 31）年に国鉄高崎鉄道管理局は「碓氷白書」で碓氷線の改善について報告し、これを受けて国鉄関東支社は勾配 25 パーミルの新線建設案を提示した。国鉄本社は 25 パーミルの路線を建設した場合 25.2 km で建設費 42 億円、工期は単線でも約 3 年となり、碓氷線を複線化して粘着運転方式を採用した場合、11.2 km で建設費 20 億円、工期は 1.5 年とした。建設費や工期の面から、碓氷線を複線化し、アプト式に変わって粘着運転方式を採用することが決定された。粘着運転が可能な高性能電気機関車を開発し、ルートも上り線（降り）を新線とし、下り線（登り）はアプト線のルートの一部変更して複線化するため、1961（昭和 36）年に着工された。1963（昭和 38）年にアプト式は廃止されアプト線で使われていた隧道の一部を改修して 1966（昭和 41）年に複線化工事が完成した。急勾配区間のため、270kg（平坦地では一般に 160kg）の PC 枕木が 25m あたり 44 本敷設された。碓氷峠専用の補助機関車（補機）、EF63 形電気機関車や、信越本線用本務機の EF62 形電気機関車の登場によって、横川－軽井沢間の所要時間は登り（下り線）17 分、降り（上り線）24 分と大幅に短縮された。さらに、1968（昭和 43）年には、電気機関車と電車を協調運転させるシステムを導入し、12 両編成の電車も運転できるように改良がなされ、輸送力も向上した。しかし、碓氷線の貨物輸送力は 400 t が限界であったため、貨物は篠ノ井線、中央本線、上越線経由となり、1984（昭和 59）年 2 月に貨物列車が廃止された。さらに、長野新幹線の開通によって 1997（平成 9）年 9 月 30 日に信越本線・横川駅－軽井沢駅間（碓氷線）は廃止された。

アプト式鉄道時代に使用されていた橋梁、隧道（トンネル）、電気機関車、ラックレール、変電所や記念碑等が、現在も数多く残されており、当時の面影を今に伝えている。復

元された旧丸山変電所や碓氷第三橋梁等のアプト線時代の煉瓦造アーチ橋は1993(平成5)年8月17日に国の重要文化財に指定され、1994(平成6)年にはアプト線時代の隧道(トンネル)も国の重要文化財に追加指定され、信越本線の「碓氷峠鉄道施設」は、旧横川機関区(横川運転区)の施設を活用した「碓氷峠鉄道文化むら」(碓氷峠交流記念財団)や群馬県安中市、長野県北佐久郡軽井沢町などによって保存と活用が進められている。2007(平成19)年1月には文化庁が「富岡製糸場と絹産業遺産群」(「碓氷峠鉄道施設」はこの遺産群を構成している)を世界遺産国内候補に選定し、ユネスコ世界遺産暫定一覧表に追加記載された。

信越本線碓氷峠鉄道施設

旧線(アプト線)

橋梁

1874(明治7)年には約120人いたお雇い外国人技師は、1876(明治9)年の後半に激減していき、工部省が廃止された1885(明治18)年12月では、鉄道局に所属したお雇い外国人技師は15人になっていた。これは、鉄道技術が日本人技師らによって自立していたことを示しているが、鉄道のさまざまな建造物の中で、最も長く外国人技師に依存したものは「橋梁」で、特に「橋桁」であった。橋梁の設計と架設工事は明治後期まで技術的に自立することができなかった。橋梁の設計と架設工事では、ジョン・イングランド(John England)、セオドール・シャン(Theodore Shann イギリス)、シャービントン(Thomas R. Shervinton イギリス)らが担当しており、のち1882(明治15)年5月には、パウネル(Charles Assheton Whately Pownall イギリス)が雇用されて1896(明治29)年2月に帰国するまでの期間、橋梁の設計と架設工事を行っていた。パウネルの帰国後は、古川晴一が橋梁の設計のほとんどを行っているが、主要なものはまだ外国人技師によって行われていた。日本人技術者によるものは明治末になってからであった。

碓氷線の橋梁は、パウネル(Charles Assheton Whately Pownall イギリス)によって設計されたものであった。

碓氷線の建設当時のカルバート(溝橋)は21ヶ所で、石蓋は6ヶ所、その他は煉瓦造アーチ橋(煉瓦拱橋)であった。桁橋を使用しなかったのは、アプト式軌道は、線路の中央に歯状の軌条(ラックレール)があり、鋼製枕木の全体を支持できる構造を必要としたためであった。

橋梁は総数18ヶ所で、そのうち沼地であった矢ヶ崎の1ヶ所に鋼製桁を使用した。その他は煉瓦造アーチ橋(煉瓦拱橋)であった。径間は15フィート(約4.57m)が1つ、その他は24フィート(約7.32m)、36フィート(約10.97m)、60フィート(約18.29m)であった。橋台と橋脚は基礎の2~3段に石を使っているが、その上は石または煉瓦を使用し、アーチ部分より上は全て煉瓦を用いている。その代表的な橋梁は碓氷第3橋梁(碓氷川橋梁)である。

橋梁工事着工後、1891(明治24)年10月に、岐阜と愛知地方に強い地震が発生し、その被害が大規模であったことから、パウネルは各橋梁の設計見直し、煉瓦積の柱などには

中間の所々に直立の石柱を挟み、また煉瓦を縦に用い、アーチを積むのにも所々に縦に煉瓦を用いて煉瓦相互を結合させるなどの補強工事を追加している。

碓氷線の橋梁は、耐震性の向上だけでなく、輸送量増強のための補強工事を繰り返し行っており、そのたびごとに径間などが小さくなっていった。

現存するアプト線時代のおもな橋梁（煉瓦造アーチ橋）

碓氷第 2 橋梁

碓氷第 3 橋梁（碓氷川橋梁）

碓氷第 4 橋梁

碓氷第 5 橋梁

碓氷第 6 橋梁

碓氷第 13 橋梁（中尾川橋梁）

その他、碓氷第 11 橋梁はアプト線から新線まで使用された唯一のアーチ橋で、新線建設時に表面をコンクリートで覆われ補強工事が施された。碓氷第 1 橋梁は、橋台のみ現存している。また溝渠（カルバート）も煉瓦造アーチ形のものはいくつか現存している。

日本国有鉄道では、径間 1 m 以上（多径間の場合は、径間のうち 1 つでも 1 m 以上の径間があれば）を「橋梁」と呼び、橋梁のうちで 1 径間が 1 m 以上、5 m 未満のものを「溝渠（カルバート）」と呼んだ。また、1 m 未満は「伏樋（暗渠）」または「下水渠（開渠）」と呼んだ。（日本国有鉄道「土木建築関係統計報告等基準規程」（1965（昭和 40）年 5 月 20 日付・施建達第一号））

碓氷線開通当時の基準規程では、径間 15 フィート（約 4.6 m）以上を「橋梁」と呼び、10 フィート（約 3 m）以下を「溝渠（カルバート）」としていた。

隧道（トンネル）

日本最初の鉄道トンネル（隧道）は、京都～大阪間の「石屋川隧道」で、1870（明治 3）年 10 月に着工されている。この工事では、お雇い外国人技師の設計・監督によるもので、ジョン・ダイアック（John Diack イギリス）、セオドール・シャン（Theodore Shann イギリス）、トーマス・グレー（Thomas Gray イギリス）、また仮雇いのウィリアム・ロジャース（William Rogers イギリス）、ノルデンステッド（N.Nordenstedt フィンランド）らによって行われた。日本人技師のみによる初めての鉄道トンネルは、1878（明治 11）年 10 月に起工した「逢坂山隧道」（長さ 664 m）で、国沢能長の指導で工事が行われた。工事では銀山や銅山の坑夫を動員して手堀により 1 年足らずで貫通、20 ヶ月余りで竣工した。国沢能長は、「工技生養成所」出身で、この養成所出身者がその後の日本人鉄道技術者の主要なメンバーになり、お雇い外国人技師に依存せず技術的に自立していくようになった。「工技生養成所」は、日本人鉄道技術者を養成するために、鉄道局長・井上勝によって大阪停車場構内に 1877（明治 10）年開設された。この「逢坂山隧道」を含む京都～大津間の鉄道は、日本人技師が中心となって完成させた。この工事には、工部大学校土木科 6 年生の南清、杉山輯吉らが参加しており、彼らもまたのちに指導的役割を果たす技

術者となった。

琵琶湖疎水を設計・監督した田邊朔郎もまた、着工前にこの「逢坂山隧道」を視察している。

碓氷線のトンネルは「逢坂山隧道」にはじまるトンネル工事の実績をふまえて行われた。第1号隧道～第7号隧道と第25号隧道～第26号隧道は、鉄道庁の直轄工事で行われ、第8号隧道～第14号隧道は佐藤成教（工部大学土木科卒業の工学士で、埼玉県技師、海軍技師、明治工業会社、その後独立して請負業を営む。太田六郎に次いで工学士が業界に進出した2番目の人物）が工事を請け負い、第15号隧道～第20号隧道は日本土木会社、第21号隧道～第24号隧道は近松松次郎（近松組）が工事を請け負っている。

碓氷線の建設は、1891（明治24）年3月に軽井沢方面から少しずつ土木工事を始め、全体の工事に着手したのは6月上旬であった。隧道（トンネル）の当初の設計は25ヶ所であったが、第10号隧道（熊ノ平隧道）は、列車の行き違いのために停車する場所であることと、転轍器を隧道内に設置することを避けるために、隧道を変更して切り取りをした。その他、第7号隧道と第25号隧道の2つの隧道は、工事をしやすくするために、それぞれ切り分けて2個の隧道とし、さらに第6号隧道は横坑を設けて工事を行った。そのため、増減した隧道数を加除すると合計26ヶ所で、総延長約1万4600フィート（約4450m）となった。いずれも1892（明治25）年末までに竣工している。

鉄道の隧道（トンネル）断面の標準形状は大きく4次の変遷があった。第1次は1880（明治13）年に竣工した逢坂山隧道（逢坂山トンネル）から1889（明治22）年の東海道第1線開通までに建設されたもので、幅は起拱線で14フィート（約4.27m）、高さは施工基面から拱頂まで15フィート6センチ（約4.72m）で設計が行われた。第2次は、この碓氷線の隧道で、第1次のもの比べると、幅1フィート（約30.5cm）増えて15フィート（約4.57m）、高さは6インチ（約15cm）増えて16フィート（約4.87cm）と拡大されている。第3次は、1892（明治25）年の鉄道敷設法発布後から明治末までに建設されたもので、幅は第2次のものと同様に15フィート（約4.57m）で、高さは6インチ（約15cm）増えて16フィート6インチ（約5m）となっている。第4次は、明治末に建設されたもので、数種類あり、断面が拡大された数種類の隧道（トンネル）がある。隧道の総延長で見ると、第3次の形状の隧道（トンネル）が大多数を占めている。

碓氷線のトンネル坑門は、道路などに面して人目につきやすいものは様式がきちんと整えられており、切石積や煉瓦積にも工夫が凝らしてある。

現存するアプト線時代のおもな橋梁

第1号隧道～第10号隧道

第16号隧道～第17号隧道

第18・19・24号隧道は、新線（下り線）に改修されたが、煉瓦造の隧道部分が一部残存している。

旧 丸山変電所

1910（明治 43）年 4 月に横川～軽井沢間の電化工事が着工され、1911（明治 44）年 5 月には横川火力発電所、丸山変電所、矢ヶ崎変電所が新設された。

この区間では変電所は横川～軽井沢の中間に設置するのが理想的であったが、地形的に建設が困難であったため、急勾配区間の両端にそれぞれ変電所を設置することになった。横川火力発電所（現在の国道 18 号線旧道と碓氷バイパスとの分岐点付近にあった）から交流 6600 ボルトの地下ケーブルによって、丸山変電所に 1 回線、矢ヶ崎変電所に 2 回線引かれた。2 つの変電所の工費は約 31 万円で、どちらの変電所も同じ構造で、機械室と蓄電池室の 2 棟が煉瓦で建設された。（丸山変電所は軽井沢側の建物が「機械室」で横川側の建物が「蓄電池室」として使われていた。）ここで交流 6600 ボルトを 500 k V A の三相変圧器（2 基）と 450 k W の回転変流機（2 台）で直流 650 ボルトに変換し供給（第三軌条および電車線）した。蓄電池室には容量 1332 A h の蓄電池を 312 個設置し回転変流機の出力を補ったり（勾配を上る電気機関車が運転されるときに蓄電池から放電される）、回転変流機によって発電所からの電気を充電しておき（列車が運転していないとき）発電所や変電所の機器を過電流から保護したり機器の故障に備えた。

変電所は建設当時の輸送量を目安に設計されていたため、その後の輸送量の増加に伴い変圧器・変流機を増設したり、水銀整流器を備えた熊ノ平変電区が 1937（昭和 12）年 7 月に新設された。

旧丸山変電所は約 1 億 8000 万円をかけて復元整備（2002（平成 14）年 7 月竣工）された。

鉄道車両

E D 4 2 形（ED42-1、ED42-2）アプト式電気機関車

アプト式 E D 4 1 形機関車をモデルにして 1933（昭和 8）年から日立製作所、東芝、三菱、川崎車両で 28 両製造された。1 つの台車に 1 つの電動機が搭載される方式で、アプト式のラックレールと噛み合うピニオンをもつラック台車は歯車で動力を伝達し、粘着台車は歯車・連結棒で動力を伝えた。運転台とパンタグラフは横川側（第 2 端）のみで、運転室の右側が機関士席、左側が機関助士席で、逆の配置となっている。横川構内と軽井沢構内はパンタグラフから集電し、碓氷峠の急勾配区間は第三軌条から集電した。軽井沢側に 1 両、横川側に 2～3 重連で列車をはさむようにして連結されて運用した。1963（昭和 38）年 7 月のアプト式廃止まで運用された。

最大軸重は 15.95 t、運転整備重量 63.36 t、1 時間定格出力 510 k w（1 時間定格引張力はラック区間 14000 k g、粘着区間 9300 k g）、電気方式は直流 600 V である。

1967（昭和 42）年 10 年 14 日に準鉄道記念物に指定された ED42-1 は、碓氷線 75 周年記念で修復（動態）され、現在は（財）碓氷峠鉄道文化むらに保存されている。また ED42-2（芝浦製作所製）が長野県北佐久郡軽井沢町立東部小学校にも展示保存されている。ED42 の電気方式は直流 600 V であるため、動態復元された ED42-1 は、現在の直流区間の架線電圧 1500 V で運転できるように、緩急車内に抵抗器などを搭載し、ここで降圧して機関車に供給するようしていた。

ED40形（ED40-10）アプト式電気機関車

主要性能

機関車重量 70 t

全長 9780 mm

電気方式 直流 600 V

電動機 2個

1時間定格出力 470 kW

最大運転速度

粘着運転区間 25 km/h ラックレール区間 18 km/h

ED40形（旧10020形）電気機関車は、国産初の電気機関車で、鉄道院大宮工場において1919（大正8）年から1923（大正12）年にかけて14両製造され、信越本線・横川～軽井沢間の碓氷線（アプト式区間）で使用された。横川～軽井沢間は1912（明治45）年に電化されたが、最初はドイツのAEG（Allgemeine Elektrizitäts Gesellschaft）社製アプト式電気機関車（10000形、のちにEC40形と改称された。鉄道記念物として軽井沢駅舎記念館に保存展示）を12両輸入し、これに充当した。その後、輸送量の増加に対応するため、機関車の増備が必要となり、EC40形にかわる機関車の輸入を検討した。しかし、第一次大戦中のため輸入することができず、また、国内の電気車両工業会は、草創期でその能力もなかったため、鉄道院の大宮工場で製作することになった。ドイツ・AEG（Allgemeine Elektrizitäts Gesellschaft）社製のEC40（10000形）をモデルにして開発されたため、主電動機や機関車の構造、性能は良く似ている。ED40-10は、1925（大正14）年製造で、ED40としては10番目に製造され、横川機関区に配属され、23年間使用された。その後、東武鉄道・日光軌道線に払い下げられて1968（昭和43）年2月まで約40年間使用された。1968（昭和43）年に国鉄大宮工場で復元し、これまでJR東日本・大宮工場に保存されていたが、現在は鉄道博物館（埼玉県さいたま市）に保存展示されている。

最大軸重は15.65 t、運転整備重量60.7 t、1時間定格出力470 kW（1時間定格引張力はラック区間11400 kg、粘着区間5700 kg）、電気方式は直流600 V。

1968（昭和43）年10月14日に準鉄道記念物に指定された。

10000形（EC40）アプト式電気機関車

1912（明治45）年に官設鉄道で最初の電化区間である、信越本線横川～軽井沢間に使うためにドイツ・AEG社（Allgemeine Elektrizitäts Gesellschaft）で製造・輸入されたアプト式電気機関車。

3対の動輪をもつ台車は固定式で、動輪は連結棒で中間軸と主電動機の大歯車につながっており、ラックレールに噛み合うピニオン（ラック歯車）は、同じ方式で専用の主電動機と結ばれている。

運転室は輸入時には機関車両端に設置されていたが、運用をはじめてしばらくしてから

横川側のみになり、軽井沢側には蓄電池を搭載した。集電装置も当初はポールと集電靴を使っていたが、ポールはパンタグラフに変更された。12両輸入され、1936（昭和11）年4月まで使用された。

最大軸重は16.38 t、運転整備重量46 t、1時間定格出力420 kW（1時間定格引張力はラック区間11000 kg、粘着区間5500 kg）、電気方式は直流600 V。

現在、「旧・軽井沢駅舎記念館」に保存展示されている。

碓日（氷）嶺鉄道碑

1893（明治26）年4月、碓氷線開通を記念して軽井沢駅前に建てられた鉄道碑。軽井沢の有力者であった佐藤万平、小川勇二らが陸軍参謀次長の川上操六に依頼して建立したもの。1923（大正12）年9月1日に発生した関東大震災で倒壊したが、全国からの寄附金により、横川保線区長小山五郎によって1954（昭和29）年11月3日に復元碑が建てられた。現在、復元碑「碓日嶺鉄道碑」は、軽井沢駅前（軽井沢駅舎記念館）、かつて軽井沢駅前にあり、倒壊後に修復されたオリジナルの「碓日嶺鉄道碑」は旧熊ノ平駅構内にある。

刻苦七十年碑

アプト式電気機関車ED42とアプト式運転方式が廃止され、新線が開通して粘着運転方式の新型電気機関車EF63が配備された1963（昭和38）年に横川機関区内に建てられた碑で、現在は「碓氷峠鉄道文化むら」敷地内にある。

アプト式機関車の「ピニオン」と「ラックレール」「鉄製枕木」が組み合わされている。碑文「70年にわたるアプト式運転の完遂と新線開通に伴い新型機関車による粘着運転開始の功績を総裁から表彰されたので、記念にこの碑を建立した。昭和38年11月30日横川機関区 碓氷線の歴史 開通（アプト式） 明治26年4月1日 電化（アプト式）

明治45年5月11日 アプト式廃止 昭和38年9月30日 粘着運転開始 全上
題書 高崎鉄道管理局長 赤木渉」

鹿島組 招魂碑

碓氷線の工事にかかわるといわれている鹿島組の招魂碑である。この碑には「鹿島組招魂碑 龍集明治二十五年春三月二日 兵庫県加古郡草谷村 魚住八十松 外五百名 明業舎 願人 魚住政吉」と刻まれているが、詳細は不明。

熊ノ平殉難碑

1950（昭和25）年6月8日、熊ノ平駅構内で土砂崩壊が発生し、その復旧作業中の6月9日に再び土砂崩壊が発生して熊ノ平駅舎、鉄道官舎等が埋没した。懸命な救助が行われ、鉄道員および鉄道官舎に住んでいた方々約50名の命が失われた。碓氷線が復旧し

たのは6月23日であった。

熊ノ平殉難碑 碑文「昭和25年6月9日朝、この静かな碓氷の山峡に山崩れが起きて作業中の職員と家族を一瞬にして埋め去りました。鐵道の安全を守って犠牲となられた五十のみたまに、ゆき交う人々と共に哀悼を捧げたいと思います。日本国有鐵道總裁 加賀山之雄」

熊ノ平殉難碑 解説案内板「この殉難碑は昭和25年6月9日早朝、突如として山くずれが起こり、一瞬にして埋め去られた職員と家族の五十のみたまを末長くまつるため、全国の国鉄職員から寄せられた浄財で設立されたものであります。設立当時は線路の反対側にありましたので、参拝するためには線路を横断しなければならず、危険かつ不便なので、昭和43年12月現在地に移設しました。しかしながら現在のみたまには雨雪にさらされ誠に忍びない状態にありますので、今回ささやかながら靈堂を建立して、みたまをおなぐさめ申し上げることにした次第であります。昭和44年11月 高崎鐵道管理局」

碓氷線に関するおもな文献・資料

- ・渡邊信四郎「碓氷嶺鐵道建築略歴」 帝国鐵道協會会報 第9巻5号 1908（明治41）年 PP.465-539
- ・内田録雄「鐵道工事設計参考図面」 共益商社書店 1897（明治30）年
※京都大学工学部土木系図書室所蔵 碓氷線の橋梁、隧道、停車場、機關車等の図面
- ・Pownall,C.A.W.: "Usui Toge.Surveys for the Inclines on the Abt System" 1890（明治23）年
※虫明博之「碓氷峠アプト式鐵道建設に伴う英人ポーナルの報告書について」 天理参考館報 第5号 1992年 PP.131-156
- ・Pownall,C.A.W.: "The Usui Mountain in Railway,Japan" Processdings of the Institution of Civil Engineers, Vol.CXX,1895,PP.43-53
- ・吉川三次郎「碓氷鐵道線路概況」 工学会誌 第115号 1891（明治41）年
- ・吉川三次郎「アプト式鐵道」 工学会誌 第143号 1893（明治26）年 PP.587-638 PP.639-649
- ・Elektrifizierung der Usui-Toge-Bahn (Japan), AEGZEITUNG, Nr.8, Feb.1914 S.8-12 Nr.9, Marz 1914, S.10-15
- ・「碓氷線橋梁図面 1912（大正元）～ 1920（大正9）年 東日本旅客鐵道株式会社高崎支社工務部施設課所蔵
- ・鐵道院東部鐵道管理局編「信越線碓氷電化工事概要」 鐵道院東部鐵道管理局 1912（明治45）年
- ・平井喜久松「碓氷あぶと式軌道改造案及ビ改造実験ニ就キテ」 土木学会誌 第5巻第1号 1919（大正8）年 PP.215-248
- ・田邊朔郎編「明治工業史 鐵道編」 1930（昭和5）年
- ・「日本鐵道請負業史 明治篇」 1944（昭和19）年
- ・財団法人 文化財建造物保存技術協会

「重要文化財 碓氷峠鉄道施設 変電所（旧丸山変電所）2棟 保存修理工事報告書」松井田町 2002（平成14）年

※旧丸山変電所をはじめ、橋梁、隧道等の史料や図面を網羅

- ・ユネスコ東アジア文化研究センター「資料 御雇外国人」小学館 1975（昭和50）年
- ・山田直匡「お雇い外国人 4 交通」鹿島研究所出版会 1968（昭和43）年
- ・八木富雄「碓氷線物語」あさお社
- ・高崎財務事務所地域振興室・松井田町「信越本線横川駅周辺鉄道文化財調査報告書」1990（平成2）年
- ・高崎財務事務所地域振興室「碓氷峠に残る鉄道文化財～峠路に残る鉄道文化を訪ねて」
- ・中村勝実「碓氷アプト鉄道」櫟（株） 1988（昭和63）年
- ・松井田町教育委員会「碓氷線煉瓦造構造物を訪ねて～重要文化財・碓氷峠ガイドブック」1997年
- ・アプト式写真集編集会（国鉄高崎鉄道管理局横川機関区内）「阿武止氏機関車」1983年
- ・JR 東日本横川運転区「車轍66.7パーミル」1987年
- ・JR 東日本横川運転区「碓氷線（横川・軽井沢間）の歴史とEF63形電気機関車の概要」1987年
- ・「さよなら碓氷線」あかぎ出版 1997年 ※写真集
- ・浦野護「碓氷線アプトの道」あかぎ出版 1998年 ※昭和21年に撮影された碓氷線の航空写真など
- ・日本国有鉄道「日本国有鉄道百年写真史」（財）交通協力会 昭和47年
- ・（財）観光資源保護財団（日本ナショナルトラスト）「鉄道文化財調査報告」（観光資源調査報告 Vol.13）1985（昭和60）年
- ・萩原進「碓氷峠」有峰書店
- ・小林収「碓氷峠の歴史物語」櫟（株） 1997（平成9）年
- ・文化庁歴史的建造物調査研究会編著「建物の見方・しらべ方～近代土木遺産の保存と活用」ぎょうせい 1998（平成10）年
- ・（財）碓氷峠交流記念財団「甦る碓氷線 鉄道が峠を越えた～峠の鉄道を支えた人々1～4」2000（平成12）年～2003（平成15）年
- ・JR 東日本高崎支社「開業120周年 高崎線物語」2003（平成15）年
- ・小野田滋「鉄道構造物探見～トンネル、橋梁の見方・調べ方」（JTBキャンブックス）JTB 2003（平成15）年

3 推薦産業遺産の現状

名称：碓氷峠鉄道施設

遺産の状態：横川～熊ノ平間の碓氷峠鉄道施設（隧道、橋梁、変電所）が復元修復整備された。

4 推薦産業遺産の利用状況

遊歩道が整備され、碓氷アプト線遺跡が見学できるようになった。

5 文化財・史跡などへの指定と指定年月

国重要文化財：碓氷峠鉄道施設（旧丸山変電所や碓氷第三橋梁等のアプト線時代の煉瓦造アーチ橋は 1993（平成 5）年 8 月 17 日に国の重要文化財に指定され、1994（平成 6）年にはアプト線時代の隧道（トンネル）も国の重要文化財に追加指定された。）

2007（平成 19）年 1 月には文化庁が「富岡製糸場と絹産業遺産群」（「碓氷峠鉄道施設」はこの遺産群を構成している）を世界遺産国内候補に選定し、ユネスコ世界遺産暫定一覧表に追加記載された。

6 追跡調査期日

2009（平成 21）年 4 月 1 日

7 調査票作成日

2009（平成 21）年 4 月 29 日

8 追跡調査担当者の感想・意見

旧国鉄・JR の路線として急勾配の特殊な区間であり、他の線区にない運転方式を採用していた信越本線・横川駅～軽井沢駅間（碓氷線）は「アプト式」から「粘着運転方式」に変更されて、まもなく 50 年を経過し、「粘着運転方式」もすでに廃止されているため、どちらの鉄道施設や車両も鉄道技術としては貴重な産業遺産であると言える。名称を「碓氷峠鉄道施設」とした方が良いと思う。