

わが国における鉄道トンネルの沿革と現状 (第4報) — 信越本線をめぐって —

(財) 鉄道総合技術研究所	正	○小野田滋
東日本旅客鉄道(株) 高崎支社		萩原幸一
〃 新潟支社		竹内定行
〃 長野支社		丸山 孝

History and Present State of Railway Tunnels in Japan (4th Report)
— On the SHIN-ETSU LINE, between Takasaki and Niigata —

S.ONODA, S.TAKEUCHI, T.MARUYAMA, K.HAGIWARA

ABSTRACT

The line between Takasaki and Naoetu which belonged to the old Imperial Japanese Railways, and the line between Naoetu and Niigata which belonged to the old Hokuetsu Railway Company were laid in Meiji Era to link Kanto areas with Japan Sea coast. After Hokuetsu Railway Company was bought by the government, these lines were designated collectively as a Shin-etsu line. This report describes the history and present state of railway tunnels, taking an example of Shin-etsu line based on field surveys and historical records. There was on this line some 26 tunnels constructed with Abt track to climb the steep section between Yokogawa and Karuizawa at over Usui Pass. The tunnels between Nagano and Naoetu were constructed in the early stage of tunnel work in Japan, and the tunnels between Naoetu and Niigata were constructed by private railways.

Through investigations of these tunnels, it has made been clear that the original tunnels were abandoned for reconstruction to be electrified and double-tracked, but most of them have remained in original forms, as a valuable heritage from the Meiji Era.

[keywords: Meiji Era, Railway Tunnel, Shin-etsu Line]

1. はじめに

わが国における鉄道トンネルの歩みについては、既に第1報～第3報を通じて近畿圏のいくつかの路線について報告を行い、各線区や建設年代の相違による特徴を明らかにした。本論文では、第4報として信越本線のトンネルを取上げ、従来と同様に現地踏査と文献調査を行うことにより、その実体を明らかにすることとしたい。今回の調査対象である信越本線は、高崎を起点として上田、長野、直江津、柏崎、長岡を経て新潟へと至る線区で、その成立過程により官設鉄道が建設した路線（高崎～直江津間）と私設鉄道が建設した路線（直江津～新潟間）に大別される。高崎～直江津間はさらに、中山道鉄道（東西両京を結ぶために計画された鉄道のうち、旧東海道に対して旧中山道沿いに路線を求めた鉄道）の幹線として計画された高崎～上田間と、その建設資材輸送線として計画された上田～直江津間とに区分して考えることができ、ひとつの路線の中に別個の目的を持つ路線を含むという特徴を持つ線区である。信越本線はその後、東京から新潟へ至る唯一の路線として重要な地位を占めるが、北陸本線や羽越本線との接続、上越線、上越新幹線の開業等により、直江津～新潟間は日本海縦貫線の一部を構成する線区としての性格を強め、一方の高崎～長野間は東京と長野を結ぶ幹線として再び独立した役割を与えられて現在に至っている。本論文では、このような背景を持つ信越本線に建設されたトンネルについて、その沿革と現状を明らかにするものである。

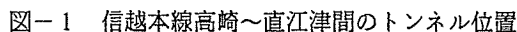
2.1 高崎～直江津間の沿革

官設鉄道高崎～直江津間は

こうして開業した高崎～直江津間には、図－１に示すように長野～関山間の県境付近に３本のトンネルが、また図－３に示すように横川～軽井沢間に２本のトンネルがそれぞれ建設されたが、ことに後者は急勾配区間であるに加えて短い区間に多くのトンネルが連続して設けられたという点で、当時としては特異な線区であった。

(1)長野～関山間

最初に竣工した、坂口新田トンネル（写真－１）は笠石と帯石を除いて全てれんが構造で、坑門のれんがはイギリス積みであるが、覆工は側壁を含めすべて長手積みである点が特徴的である（一般のトンネルはアーチを長手積み、側壁をイギリス積みとする場合がほとんどである）。また、れんがの厚さも他の２トンネルに比べて大きく、大廻トンネルの $22.8.1 \times 110.8 \times 56.1\text{mm}$ （１０個あたりの平均値）に対して、坂口新田トンネルは $22.8.2 \times 113.6 \times 76.1\text{mm}$ （１０個あたりの平均値）であった。さらに坂口新田トンネルのれんがの小口面のみに「V」「B」「C」といった刻印が見られるが（写真－２）、筆者の調査では全く同種の刻印が東海道本線の鷲津～新所原間（例えば梶田拱梁）、岡崎～西岡崎間（例えば愛



表－1 信越本線高崎～直江津間の開業時におけるトンネル一覧

No	トンネル名	駅 間	開 業	延 長 (m)	断面	入 口 方 坑 門					覆 工					出 口 方 坑 門					備 考								
						面 壁	要 石	迫 石	帯 石	笠 石	壁 柱	側 壁	拱 面	面 壁	要 石	迫 石	帯 石	笠 石	壁 柱										
1	碓氷第一号	横 川～熊ノ平	1893. 4. 1	187.1	単特	Ma	×	B	M	M	Ma	Be	Bs	Be	×	B	M	M	Be	Bs	Be	×	B	M	M	Be	1963廃止		
2	碓氷第二号	横 川～熊ノ平	1893. 4. 1	112.8	単特	Be	×	B	M	M	Be	Be	Bs	Be	×	B	M	M	Be	Bs	Be	×	B	M	M	Be	1963廃止		
3	碓氷第三号	横 川～熊ノ平	1893. 4. 1	74.8	単特	Ma	×	B	M	M	Ma	Be	Bs	Ma	×	B	M	M	Ma	Be	Bs	Ma	×	B	M	M	Ma	1963廃止	
4	碓氷第四号	横 川～熊ノ平	1893. 4. 1	100.3	単特	Ma	×	B	M	M	Ma	Be	Bs	Be	×	B	M	M	Be	Bs	Be	×	B	M	M	Be	1963廃止		
5	碓氷第五号	横 川～熊ノ平	1893. 4. 1	243.6	単特	Be	×	B	M	M	Be	Be	Bs	Ma	○	B	M	M	Ma	Be	Bs	Ma	○	B	M	M	Ma	1963廃止	
6	碓氷第六号	横 川～熊ノ平	1893. 4. 1	550.8	単特	Be	○	M	M	M	Ma	Be	Bs	Ma	×	B	M	M	Ma	Be	Bs	Ma	×	B	M	M	Ma	1963廃止	
7	碓氷第七号	横 川～熊ノ平	1893. 4. 1	75.4	単特	Be	×	B	M	M	Be	Be	Bs	Be	×	B	×	M	×	Be	Bs	Be	×	B	×	M	×	1963廃止	
8	碓氷第八号	横 川～熊ノ平	1893. 4. 1	91.5	単特	Be	×	B	×	M	×	Be	Bs	Be	×	B	M	M	×	Be	Bs	Be	×	B	M	M	×	1963廃止	
9	碓氷第九号	横 川～熊ノ平	1893. 4. 1	120.3	単特	Be	×	B	M	M	×	Be	Bs	Be	×	B	M	M	×	Be	Bs	Be	×	B	M	M	×	1963廃止	
10	碓氷第十号	横 川～熊ノ平	1893. 4. 1	102.7	単特	Be	×	B	M	M	×	Be	Bs	Be	×	B	M	M	×	Be	Bs	Be	×	B	M	M	×	1963廃止	
11-A	碓氷第十一号	熊ノ平～軽井沢	1893. 4. 1	114.8	単特	Be	×	B	M	M	Be	Be	Bs	Be	×	B	M	M	×	Be	Bs	Be	×	B	M	M	×	1963廃止→No.11-B に改築	
12-A	碓氷第十二号	熊ノ平～軽井沢	1893. 4. 1	110.6	単特	Be	×	B	—	—	×	—	—	Be	×	B	×	M	×	Be	Bs	Be	×	B	×	M	×	1963廃止→No.12-B に改築	
13-A	碓氷第十三号	熊ノ平～軽井沢	1893. 4. 1	230.6	単特	Be	×	B	M	M	Be	—	—	Be	×	B	M	M	×	Be	Bs	Be	×	B	M	M	×	1963廃止→No.13-B に改築	
14-A	碓氷第十四号	熊ノ平～軽井沢	1893. 4. 1	241.7	単特	Be	×	B	M	M	×	—	—	Be	×	B	M	M	×	Be	Bs	Be	×	B	M	M	×	1963廃止→No.14-B に改築	
15-A	碓氷第十五号	熊ノ平～軽井沢	1893. 4. 1	171.0	単特	Be	×	B	×	M	Be	—	—	Be	×	B	×	M	Be	—	—	Be	×	B	×	M	Be	1963廃止→No.15-B に改築	
16-A	碓氷第十六号	熊ノ平～軽井沢	1893. 4. 1	265.4	単特	Be	×	B	×	M	Be	Be	Bs	Be	×	B	×	M	Be	Be	Bs	Be	×	B	×	M	Be	1963廃止→No.16-B に改築	
17	碓氷第十七号	熊ノ平～軽井沢	1893. 4. 1	175.0	単特	Be	×	B	×	M	Be	Be	Bs	Be	×	B	×	M	Be	Be	Bs	Be	×	B	×	M	Be	1963廃止	
18-A	碓氷第十八号	熊ノ平～軽井沢	1893. 4. 1	68.9	単特	Be	×	B	×	M	Be	—	—	Be	×	B	×	M	Be	—	—	Be	×	B	×	M	Be	1963廃止→No.18-B に改築	
19-A	碓氷第十九号	熊ノ平～軽井沢	1893. 4. 1	255.1	単特	Be	×	B	×	M	Be	—	—	Be	×	B	×	M	Be	—	—	Be	×	B	×	M	Be	1960出口延伸(+35.0m) 1963廃止→No.19-B に改築	
20-A	碓氷第二十号	熊ノ平～軽井沢	1893. 4. 1	181.4	単特	Be	×	B	×	M	Be	—	—	Be	×	B	×	M	Be	—	—	Be	×	B	×	M	Be	1963廃止→No.20-B に改築	
21-A	碓氷第二十一号	熊ノ平～軽井沢	1893. 4. 1	286.2	単特	Be	×	B	×	M	×	—	—	Be	×	B	×	—	Be	×	B	×	—	Be	×	B	×	—	1963廃止→No.21-B に改築
22-A	碓氷第二十二号	熊ノ平～軽井沢	1893. 4. 1	56.5	単特	Ma	×	B	×	M	×	—	—	Be	×	B	×	M	Be	—	—	Be	×	B	×	M	Be	1963廃止→No.22-B に改築	
23-A	碓氷第二十三号	熊ノ平～軽井沢	1893. 4. 1	88.2	単特	×	×	B	×	×	×	—	—	Ma	×	B	×	M	×	Be	—	—	Ma	×	B	×	M	×	1963廃止→No.23-B に改築
24-A	碓氷第二十四号	熊ノ平～軽井沢	1893. 4. 1	100.3	単特	Ma	×	B	×	M	×	—	—	Be	×	B	×	M	×	Be	—	—	Be	×	B	×	M	×	1963廃止→No.24-B に改築
25-A	碓氷第二十五号	熊ノ平～軽井沢	1893. 4. 1	32.6	単特	Be	×	B	×	M	×	—	—	Be	×	B	×	M	×	Be	—	—	Be	×	B	×	M	×	1963廃止→No.25-B に改築
26-A	碓氷第二十六号	熊ノ平～軽井沢	1893. 4. 1	432.5	単特	Be	○	M	M	M	×	—	—	Be	○	M	M	M	Ma	Be	Bs	Be	○	M	M	M	Ma	1963廃止→No.26-B に改築	
27	大廻	牟 礼～古 間	1888. 5. 1	119.7	単特	Ma	○	M	×	M	×	Ma	Bs	Ma	○	M	×	M	×	Ma	Bs	Ma	○	M	×	M	×	1966廃止	
28	戸草	牟 礼～古 間	1888. 5. 1	145.2	単特	Ma	○	M	M	M	×	Ma	Bs	Ma	○	M	M	M	×	Ma	Bs	Ma	○	M	M	M	×	1966廃止	
29	坂口新田	田 口～関 山	1888. 5. 1	67.1	単特	Be	○	B	M	M	×	Bs	Bs	Be	○	B	M	M	×	Bs	Bs	Be	○	B	M	M	×	1944廃止	

※延長：開業時における延長（その後の坑門延伸等による異動は備考欄を参照）。なお、延長は元資料により若干の差異がある。

※断面：単特＝単線特殊型、単乙＝単線乙型、単1＝単線1号型、複特＝複線特殊型、複直＝複線直流型

※構造：B＝れんが、M＝石材、C＝場所打ちコンクリート

e＝イギリス積み、s＝長手積み、a＝整層切石積み

※入口：起点方（高崎方）、出口：終点方（新潟方）

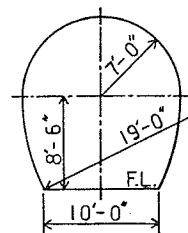
※○：有り、×：無し、—：データ不明（個別の欄を除く）

※熊ノ平駅は1906（明治39）年10月1日に信号所より駅に昇格し、1966（昭和41）年1月31日に廃止された。

石拱渠）、守山～草津間（例えば出口溝拱渠）などの構造物でも確認されており、このことから関西・中京地区から敦賀あたりを経て材料の供給を行っていた可能性があるが、今のところ推定の域を出ない。

一方、大廻トンネル（写真－3）、戸草トンネル（写真－4）は覆工のアーチ部分を除き、坑門、側壁とも整層切石積みでできており、壁柱はないものの迫石と要石を備えている。このうち、戸草トンネルの出口（以下、起点方＝高崎方を入口、終点方＝新潟方を出口と定義する）は、法面勾配にあわせて笠石が階段状に仕上げられている点特徴的である。また、これら2トンネルのれんがの厚さは、前述のように坂口新田トンネルよりも薄く、少なくとも小口面や長手面に刻印は見られない。

3本のトンネルのうち、坂口新田トンネルは1944（昭和19）年に平行して明かり区間に路線変更を行っていたところ偏圧により急激な変状をきたし、廃止となった^{注3)}。また大廻トンネルと戸草トンネルは、電化工事に伴って平行して新しいトンネルを建設したため1966（昭和41）年に廃止されたが、原型のまま道路トンネルとして再利用されている。



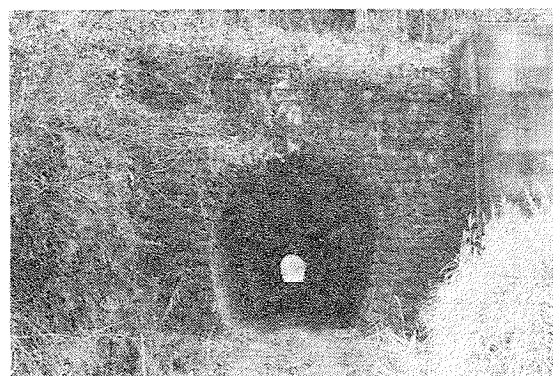
図－2 東海道本線 逢坂山トンネルの断面



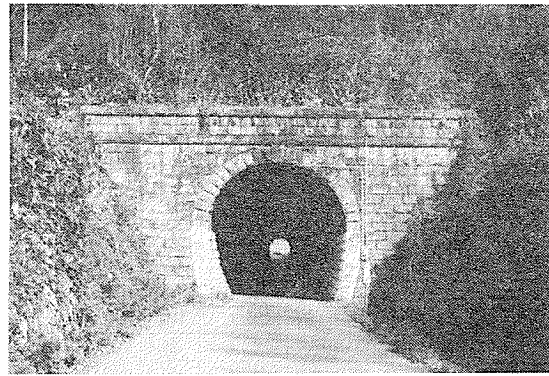
写真－１ 坂口新田トンネル(No. 29) 入口方の
全景 (右は現在線) '92.11.23



写真－２ 坂口新田トンネルのレンガの小口面
に見られる刻印 '92.11.23



写真－３ 大廻トンネル(No. 27) 出口方の坑門
'92.11.23

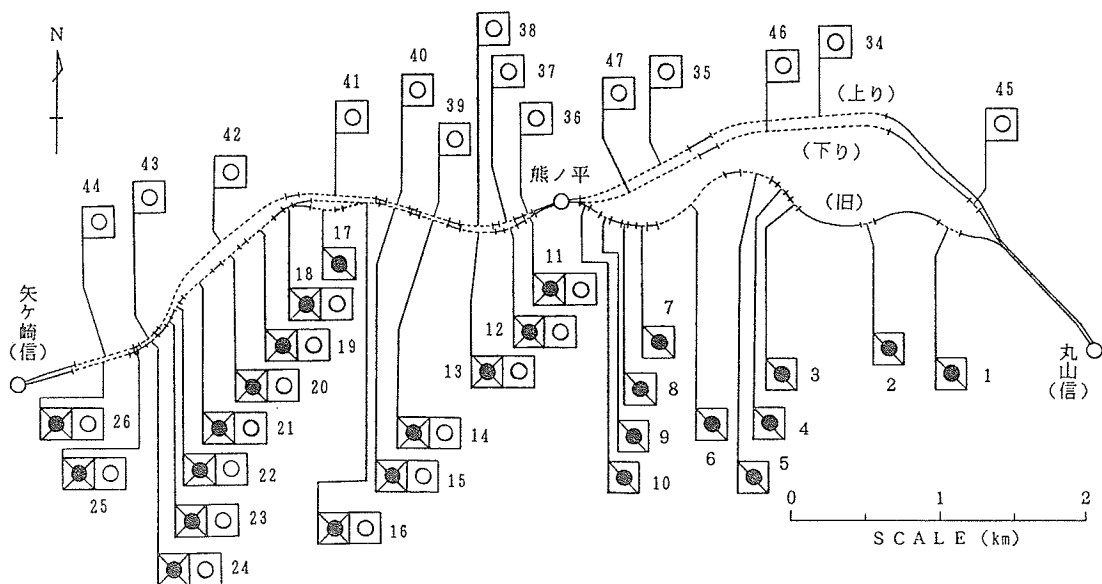


写真－４ 戸草トンネル(No. 28) 入口方の坑門
'92.11.23

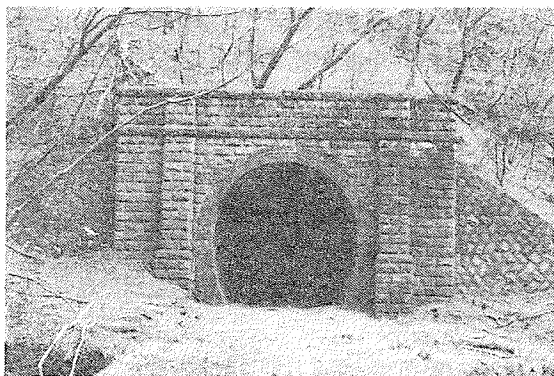
(2)横川～軽井沢間

この区間のトンネル(図－３)の特徴や沿革については、すでに伊東・土屋(1985)、群馬県(1990)などによって詳細な報告がなされているが、本論文では現存しないトンネルを含めてその再評価を試みたい(現存していないトンネルについては、記録写真－ことに平田一夫氏、田中鏐一氏に負うところが大きい－および図面により補足した)。

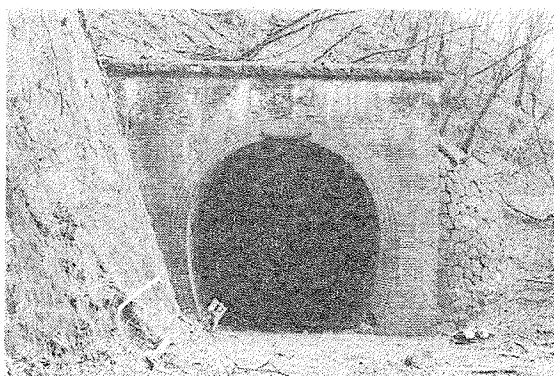
横川～軽井沢間のトンネルの断面は、「特種機関車を運轉するため」^{注4)}「強力なる機関車使用の必要上車輪輪郭の増大を豫期し」^{注5)}といった理由により従来の幅14ftのものから幅15ftに拡大されたが、この断面はその後、鉄道作業局の最初の制定型断面として1894(明治27)年に正式に採用されたものである(図－4)。横川～軽井沢間の26本のトンネルは、覆工がすべてれんがにより構成されている点を除けば、坑門の材料の組合せや形態に様々なパターンを見ることができるが(写真－５～８、図－５)、当時の工事記録^{注6)}には「各隧道ノ洞門ハ畧ボ同様ノ形ヲ用キ努メテ簡単ヲ旨トセシモ其國道ニ近キ處或ハ美大ナル橋梁ノ側等ニハ少シク裝飾ヲ施セリ」「第三十七圖ハ第六號隧道東口洞門ニシテ碓氷橋ノ側ナレバ切石ト煉瓦ニテ積立テ」「第四十二圖ハ第二十六號隧道西口洞門ニシテ信州ヨリ碓氷峠鐵道ニ入ル第一門ナレバ稍々裝飾ヲ施シテ」などという表現があり、景観を配慮した意匠設計がなされていたことが明らかとなっている。このことを念頭に各トンネルを検証すると、この区間のハイライトでもある碓氷第三拱橋(わが国最大径間のれんががアーチ橋で、高さ103ft.、径間 60ft.×4連)を挟んだ碓氷第五号トンネル出口と碓氷第六号トンネル入口、坑門の直前を道路が交差する碓氷第十七号トンネル出口、最も軽井沢方に位置する碓氷第二十六号トンネル入口(図－５)には要石があり、このうち碓氷第五号トンネル出口を除いて迫石をも備えるなど重厚なデザ



図－3 信越本線横川～軽井沢間のトンネル位置



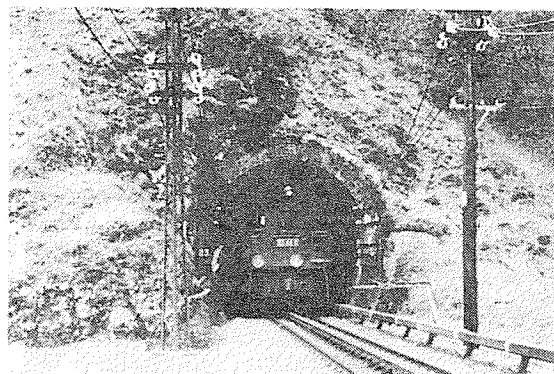
写真－5 碓氷第六号トンネル(No.6)出口方の坑門 '93.3.21



写真－6 碓氷第七号トンネル(No.7)出口方の坑門 '93.3.21



写真－7 碓氷第二十二号トンネル(No.22)入口方の坑門 '62.11.10 撮影：平田一夫氏



写真－8 碓氷第二十三号トンネル(No.23)入口方の坑門 '62.4.29 撮影：平田一夫氏

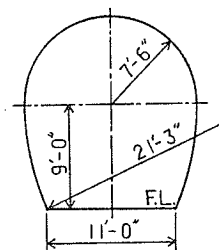


図-4 碓氷で採用された幅15ftの断面

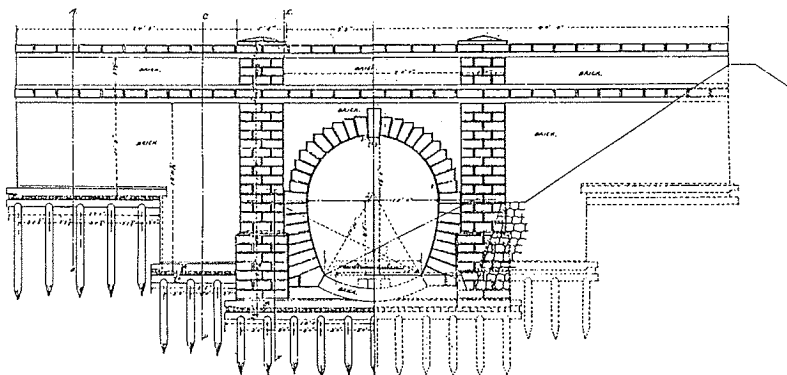


図-5 碓氷第二十六号トンネル(No. 26) 出口方坑門の正面図(文献2)

インとなっている。

さらに、碓氷第二十二号トンネル入口と碓氷第二十三号トンネル出口は笠石の両肩が切欠かれているほか(写真-7)、碓氷第二十三号トンネルの入口は坑門の面壁が存在しない(写真-8)など特徴的な坑門もいくつかあるが、これらのトンネルは国道から離れた場所に位置しており、景観上の配慮に基づくものではないようである。このほか、碓氷第二号～碓氷第四号トンネルと碓氷第六号トンネルは坑門付近のれんがの目地が山形目地により、碓氷第七号トンネルは覆輪目地(写真-9)により、それぞれ仕上げられている。また、66.7‰という急勾配区間に建設されたため、写真-10に示すように鉛直に設置された坑門のれんがと勾配に合わせて巻かれた覆工のれんがとの間に角度がついているのが他の線区に見られない特徴である。

なお、碓氷第四号～碓氷第六号トンネル、碓氷第十六号トンネル、碓氷第二十一号トンネルは工期を短縮するために横坑を用いて掘削されたが、このうち碓氷第六号トンネルの横坑跡にはアーチ型の開口部が設けられ、蒸気機関車の煙抜きとして利用された。

建設後の工事としては、1942(昭和17)年に碓氷第二十一号トンネル入口方坑門付近の法面改良工事が行われ、これに伴って同坑門がれんが構造から場所打ちコンクリート構造に改良された(トンネルの延長は変わらず)。また、1959(昭和34)年8月14日の台風7号により碓氷第十九号トンネルの出口方坑門付近で土砂崩壊が発生したため、翌年坑門の延伸工事が実施された。

これらのトンネルは、ラックレール式鉄道の終焉とともに1963(昭和38)年9月29日限りで廃止となり、碓氷第一号～碓氷第十号トンネル、および碓氷第十七号トンネルは廃坑のまま存置され、碓氷第十一号～碓氷第十六号トンネルと碓氷第十八号～碓氷第二十六号トンネルは下り線として再利用するため断面改築工事

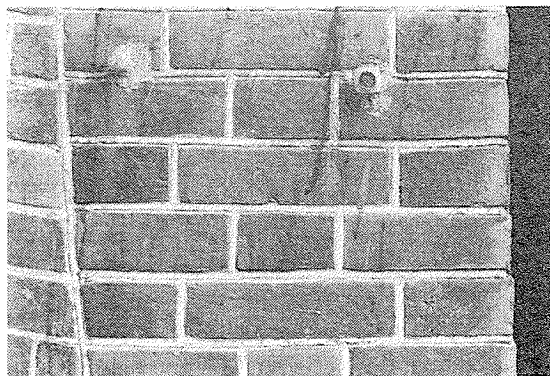


写真-9 碓氷第七号トンネル(No. 7)入口方の坑門に見られる覆輪目地 '92.3.29



写真-10 碓氷第八号トンネル(No. 8)入口方の坑口側壁部のれんが '92.3.29

が行われ、碓氷第四号～碓氷第十八号トンネル（二代目）となった。碓氷第十七号トンネルが再利用されなかったのは、この区間の曲線改良により、碓氷第九号トンネル（二代目）という1本のトンネルとなったため、トンネルの中間から断面改築を行った碓氷第十六号トンネルの出口と碓氷第十八号トンネルの入口も現存している。存置されたトンネルは、いずれもほぼ原型を保っており、著名なアーチ橋群とともに明治期のトンネルの姿を今に伝える貴重な土木遺産となっている。

2.3 その後の改良工事

(1)熊ノ平駅構内有効長延伸工事

列車長の増大に伴い、交換駅である熊ノ平駅の有効長に不足をきたすようになったため、突込線と押下線を上下に設けて対処することとなったもので、横川方、軽井沢方とも前後に山体が迫っているため、行止まり式のトンネルを掘削した。トンネルはAトンネル（下り押下）、Bトンネル（上り突込）、Cトンネル（下り突込）、Dトンネル（上り押下）の4本で（表－2、図－6）、建設年やその後の改良工事については不明点が多いが、断片的な資料や現地の状況等を総合すると概ね下記のような経過をたどったものと推定される^{注7)}。

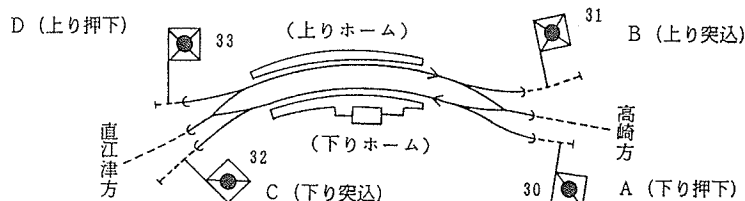
まず、4本のトンネルのうち最初のトンネルが建設されたのは1920（大正9）年で、「熊ノ平駅停車場有効長延伸」という工事件名により、延長69ft（21.0m）のトンネルが1本新設された。4本のトンネルの中にはこの延長に該当するトンネルはないが、全てれんがという一時代前の構造を有する唯一のトンネルであるCトンネルがこれに該当するものと考えられる^{注8)}。また、1924（大正13）年に「熊ノ平停車場有効長延伸」という工事件名で総延長 285ft（86.9m）のトンネルが3本新設されているが、これは残るAトンネル、Bトンネル、Dトンネルと考えられ、覆工はれんが巻であるが坑門の面壁にはすべて場所打ちコンクリートを用いた。断面はCトンネルを含めすべて当時の標準断面である単線乙型断面を採用した（写真－11～14）。

その後、1958（昭和33）年に有効長の再延伸工事が行われ、Aトンネルは47.0m（44.0mという記録もある）を延伸して地山を貫通させ、Cトンネルは58.0m延伸（46.0mという記録もある）したが^{注9)}、断面はどちらも単線1号型断面で、構造はすべて場所打ちコンクリート構造であった。

これらの4トンネルは1963（昭和38）年に本線のトンネルとともに廃止され、Bトンネルは新碓氷第二号トンネルの一部に、Dトンネルは新碓氷第三号トンネルの一部になったほか、Cトンネルは保守用の資材搬入路として使用するため、廃止後の1965（昭和40）年にさらに31.3mを延長して地山を貫通させ、国道と連絡させた。

表－2 熊ノ平駅構内のトンネル一覧

No	トンネル名	駅 間	開 業	延 長 (m)	断面	坑 門						覆 工	備 考
						面壁	要石	迫石	帯石	笠石	壁柱	側壁	
30	A（下り押下）	横 川～熊ノ平	1924.一.一	15.5	単乙	C	×	B	×	C	×	Be	Bs
31	B（上り突込）	横 川～熊ノ平	1924.一.一	35.7	単乙	C	×	B	×	—	×	—	—
32	C（下り突込）	熊ノ平～軽井沢	1920.一.一	35.7	単乙	Be	×	B	×	C	×	Be	Bs
33	D（上り押下）	熊ノ平～軽井沢	1924.一.一	14.9	単乙	C	×	B	×	—	×	—	—



図－6 熊ノ平駅構内配線略図とトンネル位置

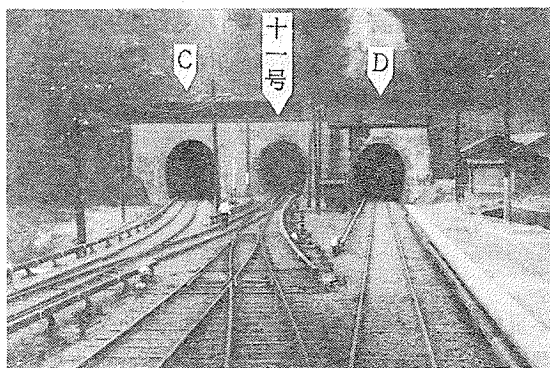


写真-11 単線当時における熊ノ平駅の軽井沢方
'38.12.13 撮影：田中鏐一氏

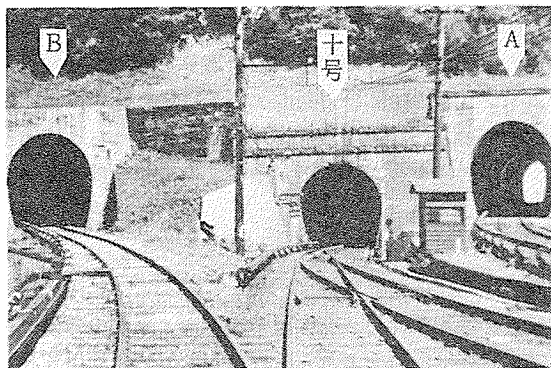


写真-12 単線当時における熊ノ平駅の横川方
'61.8.27 撮影：平田一夫氏

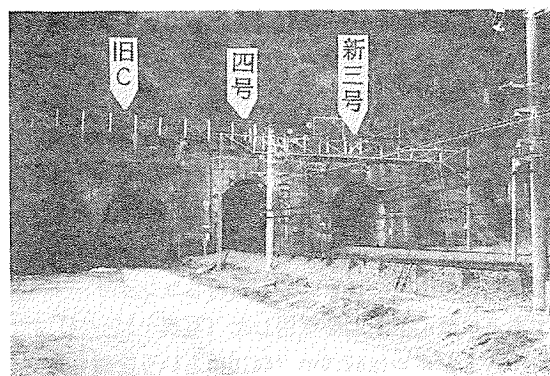


写真-13 現在の旧・熊ノ平駅軽井沢方
'93.3.21

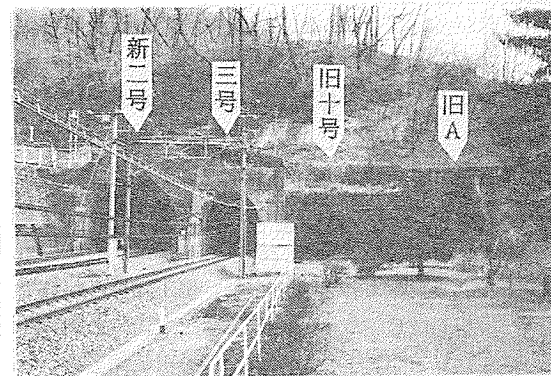


写真-14 現在の旧・熊ノ平駅横川方
'93.3.21

(2)横川～軽井沢間改良工事

横川～軽井沢間の急勾配区間をラックレール式から粘着式に改良し、併せて複線化を行ったもので、建設時と同様にルート選定について様々な議論がなされたのち、横川～熊ノ平間については別線ルートが、また熊ノ平～軽井沢間については現在線とほぼ平行なルートが選ばれた。工事はまず下り線と上り線の横川～熊ノ平間から開始して上り線のみを開通させ、続いて現在線を廃止して熊ノ平～軽井沢間のトンネルを断面改築して完成させるもので、1961（昭和36）年に着工し、上り線が1963（昭和38）年7月15日に開通、下り線も1966（昭和41）年7月2日に開通して複線化された。

このうち、上り線には新碓氷第一号～新碓氷第十一号トンネルに至る11本のトンネルが新設され、一方の下り線には碓氷第一号～碓氷第三号トンネル（二代目）の3本が新設されたほか、碓氷第四号～碓氷第十八号トンネル（二代目）の15本については在来トンネルを断面改築した。

これらのトンネルはすべて単線1号型断面であるが、側壁の部分は保守用の通路を確保するため垂直な断面を採用した。また、新碓氷第二号トンネルの出口方131m区間は、新線単線開業時における熊ノ平駅構内の安全側線が食込むため、複線特殊型断面とした。なお、構造はすべて場所打ちコンクリートで、坑門には装飾的要素は見られないが、上り線の最も軽井沢方に位置する新碓氷第十一号トンネルの出口方に国鉄総裁（当時）十河信二の揮毫による「新碓氷隧道」の額が掲げられた。

(3)長野～直江津間電化工事

長野～直江津間は単線のまま電化工事のみを行うこととし、1965（昭和40）年に着工、翌年に完成した。この区間に存在する大廻トンネル、戸草トンネルは、ともに断面が狭小で、工期的にも活線改築が困難であ

表-3 開業後における信越本線高崎～直江津間のトンネル一覧

No	トンネル名	駅 間	開 業	線 別	延 長 (m)	断面	坑 門 入 口	覆 工 側 壁	拱 出 口	備 考
34	新碓氷第一号	横 川～熊ノ平	1963. 7. 15	上	1218.0	単1	C	C	C	側壁直直
35	新碓氷第二号	横 川～熊ノ平	1963. 7. 15	上	896.0	単1	C	C	C	側壁直直、出口方131.0m区間は複線特殊型断面
36	新碓氷第三号	熊ノ平～軽井沢	1963. 7. 15	上	113.0	単1	C	C	C	側壁直直
37	新碓氷第四号	熊ノ平～軽井沢	1963. 7. 15	上	137.5	単1	C	C	C	側壁直直
38	新碓氷第五号	熊ノ平～軽井沢	1963. 7. 15	上	257.5	単1	C	C	C	側壁直直
39	新碓氷第六号	熊ノ平～軽井沢	1963. 7. 15	上	248.0	単1	C	C	C	側壁直直
40	新碓氷第七号	熊ノ平～軽井沢	1963. 7. 15	上	196.0	単1	C	C	C	側壁直直
41	新碓氷第八号	熊ノ平～軽井沢	1963. 7. 15	上	579.0	単1	C	C	C	側壁直直
42	新碓氷第九号	熊ノ平～軽井沢	1963. 7. 15	上	1332.0	単1	C	C	C	側壁直直
43	新碓氷第十号	熊ノ平～軽井沢	1963. 7. 15	上	115.0	単1	C	C	C	側壁直直
44	新碓氷第十一号	熊ノ平～軽井沢	1963. 7. 15	上	439.0	単1	C	C	C	側壁直直、出口方に懸鎖あり
45	碓氷第一号	横 川～熊ノ平	1966. 7. 2	下	75.0	単1	C	C	C	側壁直直
46	碓氷第二号	横 川～熊ノ平	1966. 7. 2	下	1215.0	単1	C	C	C	側壁直直
47	碓氷第三号	横 川～熊ノ平	1966. 7. 2	下	946.5	単1	C	C	C	側壁直直
11-B	碓氷第四号	熊ノ平～軽井沢	1966. 7. 2	下	117.9	単1	C	C	C	No. 11-A を断面改築、側壁直直
12-B	碓氷第五号	熊ノ平～軽井沢	1966. 7. 2	下	112.6	単1	C	C	C	No. 12-A を断面改築、側壁直直
13-B	碓氷第六号	熊ノ平～軽井沢	1966. 7. 2	下	235.3	単1	C	C	C	No. 13-A を断面改築、側壁直直
14-B	碓氷第七号	熊ノ平～軽井沢	1966. 7. 2	下	242.5	単1	C	C	C	No. 14-A を断面改築、側壁直直
15-B	碓氷第八号	熊ノ平～軽井沢	1966. 7. 2	下	173.2	単1	C	C	C	No. 15-A を断面改築、側壁直直
16-B	碓氷第九号	熊ノ平～軽井沢	1966. 7. 2	下	568.0	単1	C	C	C	No. 16-A を断面改築、側壁直直
18-B	碓氷第十号	熊ノ平～軽井沢	1966. 7. 2	下	71.4	単1	C	C	C	No. 18-A を断面改築、側壁直直
19-B	碓氷第十一号	熊ノ平～軽井沢	1966. 7. 2	下	291.1	単1	C	C	C	No. 19-A を断面改築、側壁直直
20-B	碓氷第十二号	熊ノ平～軽井沢	1966. 7. 2	下	183.5	単1	C	C	C	No. 20-A を断面改築、側壁直直
21-B	碓氷第十三号	熊ノ平～軽井沢	1966. 7. 2	下	293.5	単1	C	C	C	No. 21-A を断面改築、側壁直直
22-B	碓氷第十四号	熊ノ平～軽井沢	1966. 7. 2	下	59.7	単1	C	C	C	No. 22-A を断面改築、側壁直直
23-B	碓氷第十五号	熊ノ平～軽井沢	1966. 7. 2	下	91.0	単1	C	C	C	No. 23-A を断面改築、側壁直直
24-B	碓氷第十六号	熊ノ平～軽井沢	1966. 7. 2	下	106.0	単1	C	C	C	No. 24-A を断面改築、側壁直直
25-B	碓氷第十七号	熊ノ平～軽井沢	1966. 7. 2	下	31.5	単1	C	C	C	No. 25-A を断面改築、側壁直直
26-B	碓氷第十八号	熊ノ平～軽井沢	1966. 7. 2	下	405.1	単1	C	C	C	No. 26-A を断面改築、側壁直直
48	葛尾	坂 城～戸 倉	1970. 9. 27	—	647.0	複直	C	C	C	
49	新大廻	牟 礼～古 間	1966. 8. —	—	123.3	単1	C	C	C	
50	新戸草	牟 礼～古 間	1966. 8. —	—	200.0	複直	C	C	C	
51	野尻	黒姫～妙高高原	1980. 9. 17	—	536.0	複直	C	C	C	
52	赤川	黒姫～妙高高原	1980. 9. 17	—	438.5	複直	C	C	C	

ると判断されたため、平行して新たなトンネルを掘削することとなった。このうち、新大廻トンネルは単線1号型断面（側壁は垂直ではなく通常の曲線断面）を採用し、将来の複線化の際には在来の大廻トンネルを改築して使用することとした。また、曲線改良を伴った新戸草トンネルは予め複線直流型断面^{注10)}で建設されたが、今日まで単線で使用している。

(4) 信濃追分～戸倉間複線化工事

信濃追分～戸倉間の複線化工事は1967（昭和42）年に着工し、1970（昭和45）年には全線が複線化された。このうち、坂城～戸倉間は線路増設の用地を確保できなかったため、ここに複線断面トンネルを新設して対処することとし、葛尾トンネル（建設時の名称は坂城トンネル）が1970（昭和45）年に完成した。断面は複線直流型断面で、すべて場所打コンクリート構造である。

(5) 妙高高原～黒姫間線増工事

黒姫～妙高高原間の複線化工事の際に、一部区間のルート変更を行って新たに赤川トンネル、野尻トンネルを設けたもので、1973（昭和48）年に着工し、1980（昭和55）年に竣工した。いずれも複線直流型断面で、すべて場所打ちコンクリート構造である。

3. 北越鉄道

3.1 北越鉄道の沿革

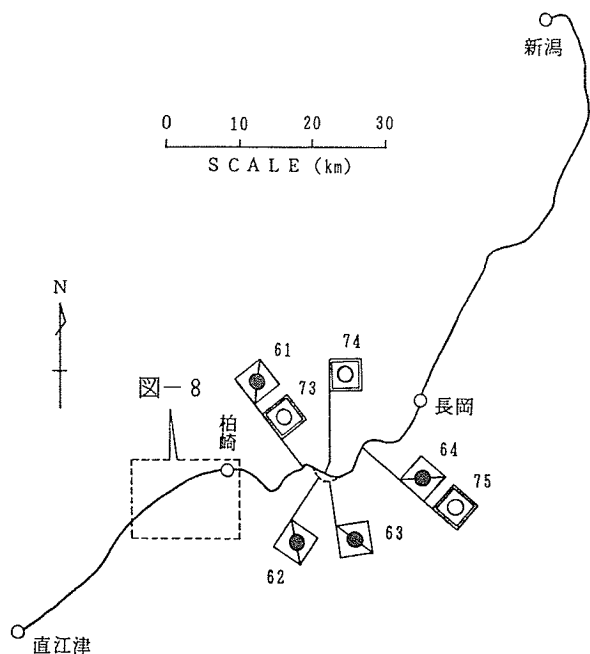
北越鉄道は、1894（明治27）年、渋沢栄一ほか20名によって発起された私設鉄道で、直江津を起点として柏崎、長岡を経由し、新潟に至る鉄道として計画された。免許状は1895（明治28）年に下付され、翌1896（明治29）年に着手、直江津方と新潟方の両側から線路を延伸し、1898（明治31）年に北条～長岡間が結ばれて一応の完成を見た（後に、直江津方、新潟方とも市街地接続のため若干の線路延伸を行った）。その後、1907（明治40）年8月1日をもって国有化され、信越本線の一部となった。

北越鉄道全通時のトンネルは、直江津～柏崎間の海岸沿いの急崖地に8本、柏崎～長岡間の塚山峠付近に4本が建設されたが（図－7、8）、このうち最も長かった塚山第二号トンネルは、ガスの噴出や漏水などにより工事が難航し、完成後も変状により補修工事が続けられたと言われる^{注11)}。

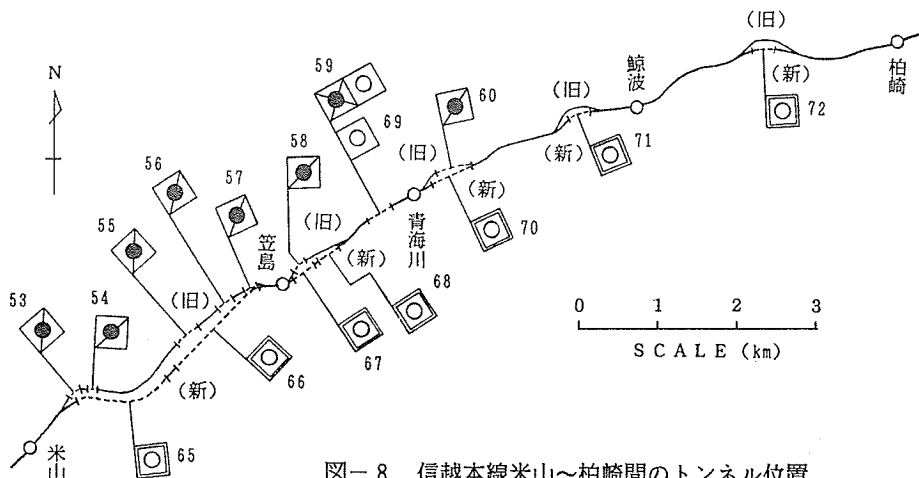
3.2 全通時のトンネル

(1) 直江津～柏崎間

直江津～柏崎間には、表－4に示す8本のトンネルが建設されたが、断面は、柏崎～新潟間を含めて先の信越本線横川～軽井沢間と同一で、幅15ftのものが用いられた。北越鉄道の坑門のデザインは、全体としては統一されている観があるが、ディテールごとに分類するといくつかのパターンを見ることができる（写真－15～18）。まず坑門の材料では、米山第一号トンネルと米山第二号トンネルの入口のみ整層切石積みを用いており、米山第二号トンネルの出口から先は、帯石、笠石を



図－7 信越本線直江津～新潟間のトンネル位置



図－8 信越本線米山～柏崎間のトンネル位置

表-4 北越鉄道のトンネル一覧

No	トンネル名	駅 間	開 業	延 長 (m)	断面	入 口 方 坑 門						出 口 方 坑 門						備 考
						面 壁	要 石	泊 石	帯 石	笠 石	壁 柱	側 壁	面 壁	要 石	泊 石	帯 石	笠 石	
53	米山第一号	米 山～笠 島	1897. 8. 1	193.1	単特	Ma	○	—	M	M	×	—	—	—	—	—	—	1944出口延伸(+25.0m), 1968廃止
54	米山第二号	米 山～笠 島	1897. 8. 1	79.3	単特	Ma	○	—	M	M	×	—	Be	○	—	M	M	1968廃止
55	米山第三号	米 山～笠 島	1897. 8. 1	442.2	単特	Be	○	B	M	M	×	Be	Be	○	B	M	M	1941入口延伸(+10.0m), 1968廃止
56	米山第四号	米 山～笠 島	1897. 8. 1	264.3	単特	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1953入口16.0m改築(-5.0m) 1960出口延伸(+10.0m), 1968廃止
57	米山第五号	米 山～笠 島	1897. 8. 1	142.0	単特	Be	○	B	M	M	×	Be	—	Be	○	B	M	1968廃止
58	米山第六号	笠 島～青海川	1897. 8. 1	199.2	単特	Be	×	B	M	M	×	Be	Be	×	B	M	M	1967廃止
59-A	米山第七号	笠 島～青海川	1897. 8. 1	328.9	単特	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1967廃止→No. 59-B に改築
60	米山第八号	青海川～鯨 波	1897. 8. 1	430.5	単特	Be	×	B	M	M	Be	Be	Be	×	B	B	B	1941入口延伸(+10.0m), 1969廃止
61	鼻田	越後広田～長島	1898. 12. 27	86.5	単特	Be	×	B	B	B	Be	Be	Be	×	B	B	B	1968廃止
62	塚山第一号	長 島～塚 山	1898. 12. 27	156.5	単特	—	—	—	—	—	—	—	Be	×	B	B	B	1937入口延伸(+15.5m), 1967廃止
63	塚山第二号	長 島～塚 山	1898. 12. 27	1155.7	単特	Be	×	B	B	B	Be	Be	Be	×	B	B	B	1967廃止
64	塚山第三号	塚山～越後岩塚	1898. 12. 27	62.1	単特	Be	×	B	B	B	Be	Be	Be	×	B	B	B	1968廃止

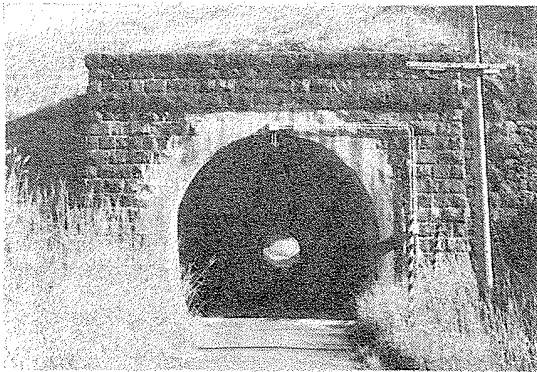


写真-15 米山第一号トンネル (No. 53) 入口方の坑門 '92. 11. 22

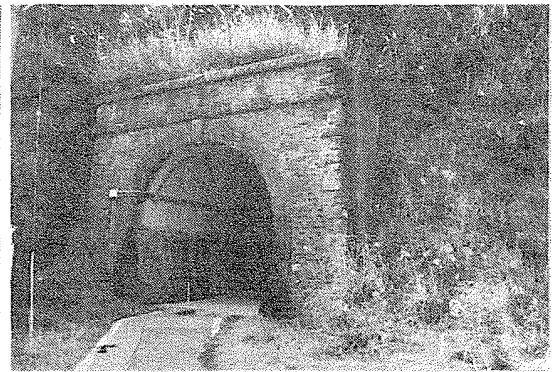


写真-16 米山第五号トンネル (No. 57) 出口方の坑門 '92. 11. 22



写真-17 米山第五号トンネルのバラベット部分 '92. 11. 22



写真-18 米山第六号トンネル (No. 58) 入口方の坑門 '92. 11. 22

除いてれんがを主体としている。また、要石が存在するのは米山第一号トンネルから米山第五号トンネルまで、米山第六号トンネル以降は要石が存在しない。壁柱は最も終点方の米山第八号トンネルのみに見られ、他のトンネルには存在しないが、米山第五号トンネルなどは坑門の端部を隅石で処理しているのが特徴的である。これらのトンネルの覆工はすべてれんが構造で、石積みを用いたものはない。なお、その後坑門を延伸したトンネルとしては、米山第一号トンネル（出口方）、米山第三号トンネル（入口方）、米山第四号ト

ンネル（出入口）、米山第八号トンネル（入口方）があり、いずれも延伸部分は場所打ちコンクリート構造である。

これらのトンネルは、断面改築された米山第七号トンネルを除いて1967（昭和42）年から1969（昭和44）年にかけて別線に付け替えられたため廃止となり、そのままの姿で存置されたが、笠島～米山間の廃線敷は佐渡・弥彦・米山国定公園の遊歩道「米山海岸歩道」として整備され（写真-19）、米山第五号トンネルの入口には、かつてこのトンネルが信越本線の一部として用いられていたことを解説した写真付きの説明板が設置されている。しかし、米山第一号トンネル、米山第二号トンネルについては補修のため吹付けコンクリートで坑門の一部が被覆されてしまっており、原型が損なわれている。

(2) 柏崎～新潟間

柏崎～新潟間の4本のトンネルは帯石、笠石を含めてすべてれんが積みで、要石はなく、壁柱、帯石、笠石を備えているという点で共通している。この区間で特徴的な点は、最も起点方の鼻田トンネルと最も終点方の塚山第三号トンネルの坑門が珍しい三角破風の意匠を採用していることで（写真-20、21）、見方によ

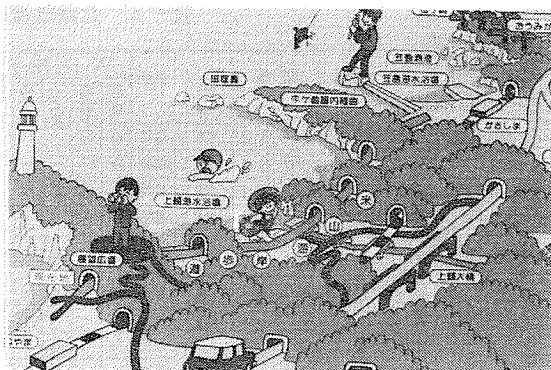


写真-19 米山海岸歩道の位置を示す現地の案内板 '92.11.22

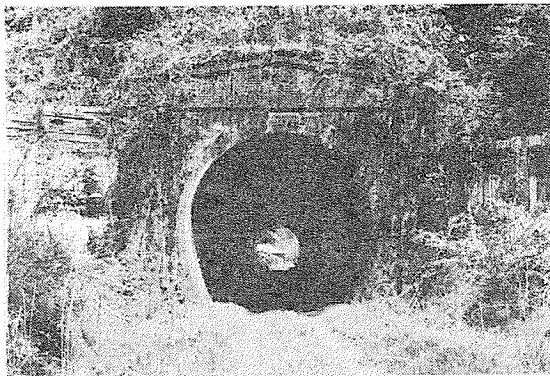


写真-20 塚山第三号トンネル(No.64) 入口方の坑門 '92.4.29

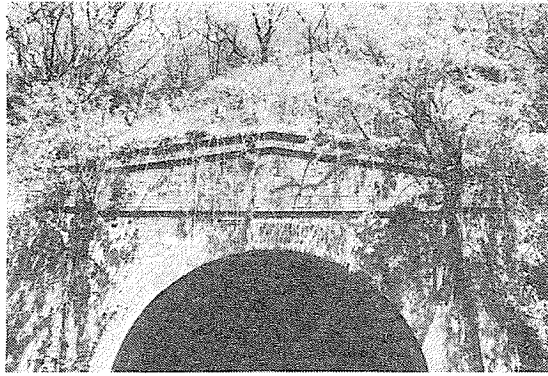


写真-21 塚山第三号トンネルのパラペット部分 '92.4.29



写真-22 塚山第二号トンネル(No.63) 出口方の坑門 '92.11.21

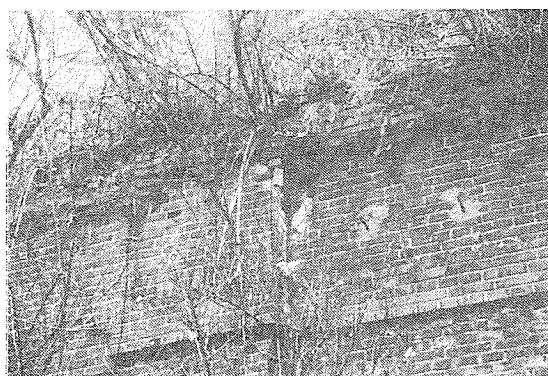


写真-23 塚山第二号トンネルに見られる笠石の軒飾り '92.11.21

って是最長の塚山第二号トンネルを間に挟んで前後の「門」の役割を果たしていると解釈することもできる。また、北越鉄道最長の塚山第二号トンネルの笠石の部分には、独特の装飾が観察できる（写真-22、23）。なお、塚山第一号トンネルは1937（昭和12）年に入口方の坑門延伸工事を行ったが、その外観は写真-24に示すようなユニークなものであった（雪覆いを兼ねた構造と考えられる）。

これらのトンネルは、1967（昭和42）～1968（昭和43）年の複線化工事によりすべて廃止され、その後は廃坑のまま存置されている。



写真-24 塚山第一号トンネル(No.62)の延長された入口方の坑門 '92.4.28

3.3 その後の改良工事

(1) 柏崎～宮内間複線化工事

柏崎～宮内間の複線化工事に伴って断面の小さい在来トンネルの付替えと複線化を同時に行ったもので、1963（昭和38）年に着工し、1964（昭和39）から1973（昭和48）年にかけて順次複線化された。

このうち、鼻田トンネルと塚山第三号トンネルは平行して山側に新トンネルを掘削し、塚山第一号トンネルと塚山第二号トンネルは北側に別線を設け、延長1766.4m（信越本線最長）の塚山トンネルを掘削した。断面はすべて複線直流型断面で、構造は場所打ちコンクリート構造である。

なお、この区間のトンネルの坑門は、雪覆いを兼ねて地山からやや突出した構造としたため、覆工のみで面壁が存在しない。

(2) 直江津～柏崎間複線化工事

直江津～柏崎間の複線化工事は、柏崎～宮内間に引続き1964（昭和39）年に着工し、1967（昭和42）から1973（昭和48）年にかけて順次複線化された。

この区間のトンネルは、米山第七号トンネルを除き別線に複線直流型断面の新トンネルが建設されたほか、ルート変更に伴って鯨波トンネルと大久保トンネル（いずれも複線直流型断面）が新設された。また、米山第七号トンネルは平行して単線1号型断面（側壁直）の第三笠島トンネル（上り線）を掘削し、一担線路を付け替えた後、断面を単線1号型断面（側壁直）に改築して第三笠島トンネル（下り線）として再び開業させた。これらのトンネルの構造は、すべて場所打ちコンクリートである。

なお、大久保トンネルは、柏崎～宮内間のトンネルと同様に坑門の面壁が存在しない。

表-5 開業後における信越本線直江津～新潟間のトンネル一覧

No	トンネル名	駅 間	開 業	線 別	延 長 (m)	断 面	坑 門 入 口	覆 工 側 壁	工 拱	坑 門 出 口	備 考
65	第一米山	米 山～笠 島	1968. 9.11	—	1263.0	複直	C	C	C	C	
66	第二米山	米 山～笠 島	1968. 9.11	—	1397.0	複直	C	C	C	C	
67	第一笠島	笠 島～青海川	1967. 6.19	—	382.0	複直	C	C	C	C	
68	第二笠島	笠 島～青海川	1967. 6.19	—	232.5	複直	C	C	C	C	
69	第三笠島	笠 島～青海川	1967. 6.19	上	375.3	単1	C	C	C	C	側壁直
59-B	第三笠島	笠 島～青海川	1967. 6.19	下	347.4	単1	C	C	C	C	No.59-A を断面改築、側壁直
70	青海川	青海川～鯨 波	1969. 7.25	—	610.0	複直	C	C	C	C	
71	鯨波	青海川～鯨 波	1969. 7.25	—	140.0	複直	C	C	C	C	
72	大久保	鯨 波～柏 崎	1969. 7.17	—	180.0	複直	×	C	C	×	
73	鼻田	越後広田～長島	1968. 9.24	—	330.0	複直	×	C	C	×	
74	塚山	長 島～塚 山	1967. 8.29	—	1766.4	複直	×	C	C	×	
75	栗山	塚山～越後岩塚	1968. 9.28	—	166.0	複直	×	C	C	×	

4. まとめ

本論文では、現地踏査および文献調査結果に基づき、信越本線におけるトンネルの沿革と現状を明らかにした。その結果、明治期に建設された全通当時のトンネルは、その後の複線・電化工事等に伴い、ことごとく現位置で改築あるいは廃止されてしまったことが明らかとなった。しかし、廃止されたトンネルの大部分はほぼ原型を保ったまま現存しており、笠島～米山間における遊歩道としての再利用や、地元自治体（松井田町）による保存・活用が正式に決定した横川～軽井沢間の構造物群など^{注12)}、今後の歴史的土木構造物の保存・活用を考える上での参考、あるいは試金石となる事例も含まれている点で注目すべき線区であると言える。また、横川～軽井沢間の一連のトンネル坑門に見られる景観上の配慮や北越鉄道柏崎～長岡間のトンネルにおける破風型坑門の配置は、当時の設計者がこれらの坑門のデザインに対してモニュメンタルな存在価値を見出していたことを具体的に示す例と考えられる。

今回は、信越本線のトンネルを取上げ、その特徴について紹介したが、今後さらに全国的規模で調査を継続し、明治期に建設されたトンネルについてその全貌を明らかにしたい。

なお、本論文の作成にあたって、横川～軽井沢間の現地を御案内いただき、併せて種々御教示いただいた信州大学小西純一氏、また改良工事前の横川～軽井沢間のトンネルについて御教示いただいた群馬県前橋市在住の平田一夫氏（元・国鉄高崎鉄道管理局）、大阪府河内長野市在住の田中鏐氏（元・近畿日本鉄道）、資料調査や現地調査にあたって御協力いただいた国鉄清算事業団関東支社の各位、JR東日本施設電気部土木課野澤伸一郎氏、同横川運転区土屋幸正氏、同上信越工事事務所須藤正弘氏ならびに各担当保線区の各位に深甚なる謝意を表し、結びとする。

〔本文図表および写真のうち、特記以外は筆者〕

〔本文注〕

- 注1) 文献21～23参照。
注2) 文献4, p. 245による。
注3) 文献6, p. 479による。
注4) 文献4, p. 246による。
注5) 文献5, p. 131による。
注6) 文献3, p. 47による。
注7) 主として「東京鉄道局年報」「鉄道統計年報」各年度による。
注8) Cトンネルの延長が当初21.0mで、その後1924（大正13）年に他のトンネルとともにさらに有効長の延伸を行って35.7mとなった可能性が考えられるが、推定の域を出ない。
注9) 括弧内の値は文献7, p. 434による。
注10) JR在来線のトンネルにおける複線型の制定断面は、非電化または直流電化対応の「複線型」と交流電化対応の「複線交流電化型」とに分類されるが、本論文では後者との区別を明確にするために「複線直流量型断面」と称した。
注11) 文献14, p. 242による。
注12) 例えば、「交通新聞」1993（平成5）年2月24日付。

〔参考文献〕

- 1) Pownall, C.A.W. "The Usui Mountain Railway, Japan" M. Inst. C.E., Vol. 120 (1895)
2) 内田録雄「鉄道工事設計参考図面」共益商社(1897)
3) 渡辺信四郎「碓氷嶺鉄道建築略歴」帝国鉄道協会会報, Vol. 9, No. 5 (1908)
4) 「明治工業史一鉄道編一」日本工業会(1926)
5) 那波光雄「建築限界の沿革」業務研究資料, Vol. 15, No. 12 (1927)
6) 高坂崇朗「鉄道防災改良施工法」三報社(1955)
7) 「高鉄10年のあゆみ」国鉄高崎鉄道管理局(1961)
8) 末平治「信越線急勾配ずい道の計画と施工上の問題点」第29回土木工事施工研究会記録, 国鉄(1962)
9) 「信濃川30周年記念誌」国鉄信濃川工事局(1962)
10) 原口正一ほか「信越線の近代化」鉄道土木, Vol. 5, No. 7 (1963)
11) 三村文男、大田咬一郎「信越本線笠島・青海川間第3笠島ずい道坑口附近の切取について」線増工事研究会報告, 国鉄建設局, No. 1 (1966)
12) 宮崎弘「信越本線新大廻ずい道新設における在来線との近接施工計画」線増工事研究会報告, 国鉄建設局, No. 1 (1966)
13) 橋正作「信越本線牟礼・古間間ずい道新設工事その他工事施工について」岐工情報, 国鉄岐阜工事局, No. 44 (1967)
14) 「日本鉄道請負業史一明治編一」鉄道建設業協会(1967)
15) 「岐阜工事局五十年史」国鉄岐阜工事局(1970)
16) 「信濃川工事局40周年記念誌」国鉄信濃川工事局(1971)
17) 横山一星「赤川トンネル入口付近の設計及び施工について」第6回職員業務研究発表会記録, 国鉄信濃川工事局(1977)
18) 「信濃川工事局50年史」国鉄信濃川工事局(1982)
19) 「阿武止氏機関車」国鉄横川機関区アプト式写真集編集委員会(1983)
20) 伊東孝、土屋幸正「信越線横川駅踏線橋の保存対策と碓氷線に残る歴史的土木構造物群」第5回日本土木史研究発表会論文集(1985)
21) 小野田滋「わが国における鉄道トンネルの沿革と現状一旧・関西鉄道をめぐる一」第8回土木史研究発表会論文集(1988)
22) 小野田滋、司城能治郎、永井彰、菊池保孝「わが国における鉄道トンネルの沿革と現状（第2報）一旧・京都鉄道、旧・阪鶴鉄道をめぐる一」第9回土木史研究発表会論文集(1989)
23) 小野田滋、山田稔、井上和彦、松岡義幸「わが国における鉄道トンネルの沿革と現状（第3報）一旧・官設鉄道長浜～神戸間をめぐる一」土木史研究, No. 10 (1990)
24) 「信越本線横川駅周辺鉄道文化財調査報告書」群馬県高崎財務事務所地域振興室(1990)
25) 平田一夫「アプト式鉄道資料」〔私家版〕(1991)