

信越本線 横川—軽井沢間の改良工事

— アプト方式を撤廃した急勾配 —

齊 藤 徹*

1. アプト線

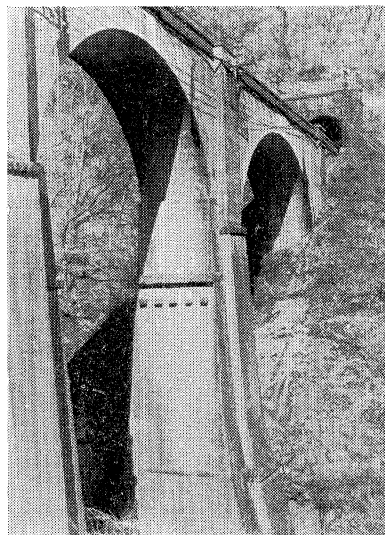
今、国鉄で二つの名物が出現し、一方では消えなんとしている。白く、東海道新幹線の出現と、アプト線の廃止である。昔から子供の鉄道に寄せる夢はスピードと急な坂を重い貨車を引いて力強く登って行く姿であった。前者は夢の超特急という世界一の新幹線により実現しつつあるが、後者は蒸気機関車が電気、ディーゼルに置きかえられ、急速に姿を消して行きつつある現今、 $\frac{66.7}{1000}$ という国鉄ただ一つの急勾配を歯車をかみかみ上って行くアプト線だけがわずかに夢をつないでいたと思う。こんな感情は中年者以上の感傷であり、最近の子供には通じないものかもしれないが、ともかくこのアプト線が時代の要請に抗し切れず永久に姿を消そうとしている。アプト線ができてから満 70 年。永年の労に謝意を表し、消えゆくアプトに惜別の意を表したい。

(1) アプト線の歴史

信越線は高崎と直江津両面より工事にかかり明治 18 年に横川まで、明治 21 年には軽井沢まで開通した。ここで碓氷の峻にぶつかり、峠から下を見下し、下から峠を仰ぎつつの評定が始まったことであろう。ルートを選定には英人顧問技師ポネルのアドバイスと指導により、① 和美峠インクライン線、② 獅子岩ループ線、③ アプト線の 3 比較線につき検討を加え、当時ドイツに留学していた仙石 貢技師のハルツ登山鉄道の報告をとり、現在のアプト線を決定した。決め手となったものは当時開通したばかりの中仙道新国道沿いにルートを選ぶほうが材料運搬、施工に便利であり、したがって工期を短縮できるという点にあったようである。

かくして最後の工事は明治 24 年 3 月起工され、2 年後の 26 年 3 月には開通している。トンネル 26 カ所、

写真-1 碓氷川橋梁



総延長 4500 m、橋梁 18 カ所、総延長 180 m などの構造物をふくむ 10 km の区間をわずか 2 年間で複雑な歯軌条の工事をふくめて完成、開通させていることは当時の技術力を考えるとまったく驚異であり、500 余人の犠牲者を出

していることを聞くにつけ、この工事がいかに突貫工事であり難工事であったかがうかがわれる。物すごい人海戦術であったであろう光景が彷彿として目に浮ぶような気がする。

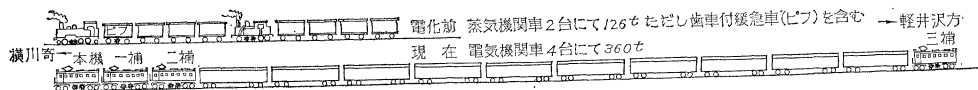
(2) アプト線の変遷

明治 26 年開通後、種々の改良が加えられたが、開業

表-1 電化前後輸送力比較

要 項	時 代	蒸気時代	電 化 後	現 在
調 査 年 月		明治 44・5	大正 11・7 昭和 10・12	昭和 34・2
列 車 回 数	旅 客	14	24	24
	貨 物	22	34	24
	計	36	58	48
運 転 時 分		77分	47	47
最大けん引ト ン数		126	231	350
機関車配置数		20	26	30
				下り 46 上り 42 360

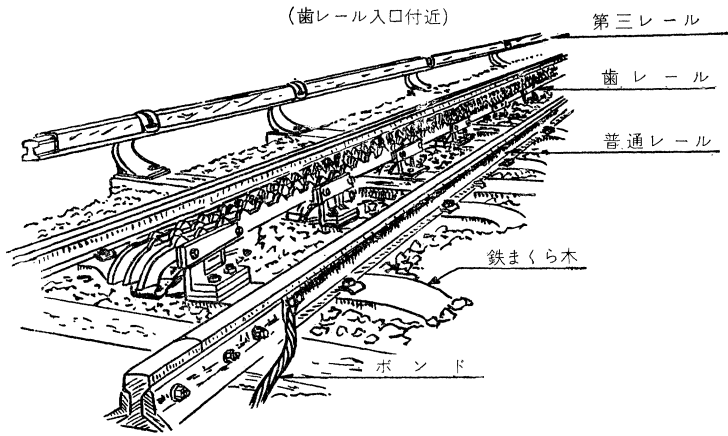
図-1 アプト線電化前と現在の列車編成



*正員 国鉄信濃川工事事務所次長

当時の蒸気機関車運転が明治 45 年以降電気機関車運転に切り換えられたこと、当初蒸気機関車 2 台で 136 t しかけん引していなかったのが電気機関車の改良が進むにつれけん引力も増し、機関車 4 台で 360 t 引けるようになり（表-1）、電化前と現在の列車組成の状況は 図-1 のとおりであり、今回の新線では機関車 3 両で 500 t をけん引しようとしていることが時代の変遷を物語っている。新線切り換えにより名物の歯軌条式線路（図-2）と特殊な歯車と饋電方式をもった機関車が消えて行くことに一まつの淋しさを感じる。

図-2 アプト式線路



2. 改良計画

(1) 改良の必要性

令 70 年ともなると、さすがに線路、構造物、車両、その他施設に老化現象があらわれ、取り換え、改築の要にせまられ、加えて輸送量の伸びは単線、しかも低速運

表-2 横川—軽井沢間輸送量の伸び
(片道 1 日平均)

	昭和26	27	28	29	30	31	32
旅客	100 4 159人	113 4 697人	106 4 399人	109 4 520人	122 5 073人	131 5 458人	135 5 623人
貨物	100 1 263 t	98 1 242 t	122 1 541 t	125 1 576 t	128 1 616 t	134 1 693 t	153 1 934 t

注：旅客下り、貨物下り
各欄上段の数字は昭和 26 年を 100 として、各年輸送量を指数で示したものの。

転の横川—軽井沢間で完全にまひ状態に近づいてきた。すなわち表-2 に示すように旅客貨物とも年々 6% くらいずつ増加しているが、線路に入れうる列車回数には限度があり、したがってすしめ列車が出現し、貨物は運転経費増の大きな犠牲を払ってまわりみち輸送を余儀なくされていた。この目詰の危機を打開するため複線改良計画が検討されることとなった。

(2) 改良計画比較案

この区間が日本唯一の 66.7/1 000 という急勾配で、しかも複雑な歯軌条運転区間でもあり、日本国有鉄道建設規程にも定められていない規格外の線路であるだけに、新改良計画については、運転保安、運転経費、工事費、工期など、あらゆる角度から慎重に検討

された。これあたかも羽織袴に口びげをたくわえた、いかめしい明治初期の官員さん方の大評定の近代版といった所で、明治の大先輩はさぞや草葉の陰から、結果いかにと固唾をのんで眺めていたことだろう。

比較された改良案は 図-3、表-3 のとおりで、おのおの得失があるが 33% 案、50% 案は中途半端のきらいがあるとして却下された。25% 15 km トンネル案は横川を出て間もなくトンネルに入り、現在の軽井沢、中軽井沢、信濃追分の 3 駅をいずれも地下で通過し御代田駅付近まで 15 km のトンネルで直結しようというものであるが、工費多額、しかも軽井沢駅が地下 300m のエレベーター駅となり実用的でないとの理由で、これまた失格、結局 25% 単回線と 66.7% 複線案の 2 つにしばられた。

このあたりは 70 年前と全く類似しており、真理は不滅なりの言葉通りである。

図-3 各案ルート平面図

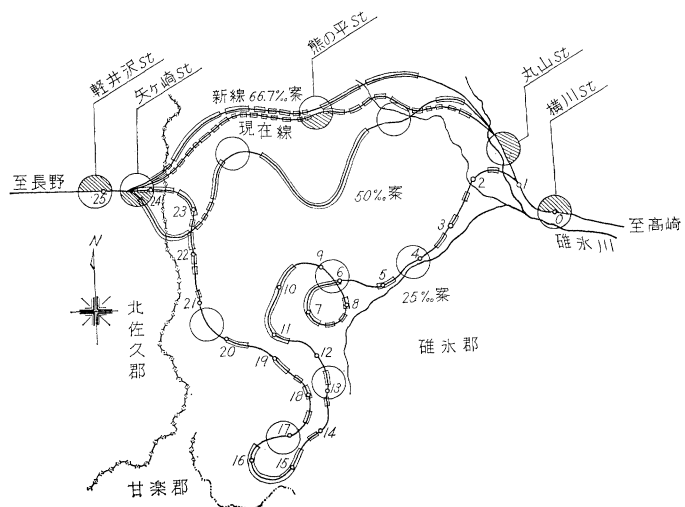
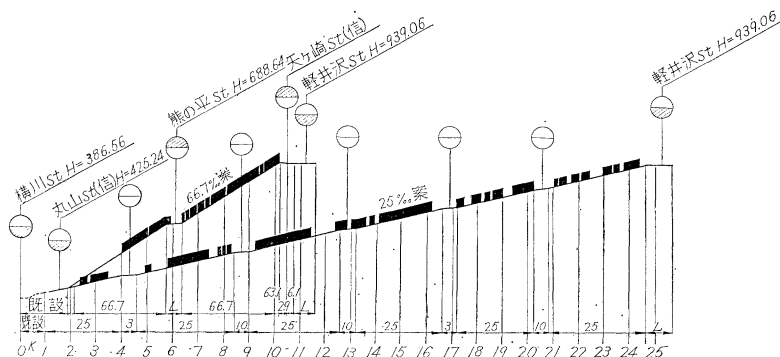


表-3 改良諸案一覽表

勾配種別	建設費	線路延長	線路容量	工期	概要	
25%案	う回線	42.4億円	25.2 km	84	2年9ヵ月	横川、軽井沢の標高差 554 m を 25% で取付けるループトンネルを設け、遠く裏妙義方面までう回する。使用機関車は EF10,12 および 56 型で旅客 400 t は単機、貨物 500 t は単機、900 t は重連でけん引する。
	単線複線	70.6億円	(14.0 km 増)	240	〃	
	15 km トンネル単線	50億円	横川～御代田間 23.0 km (1.0 減)	75	5年	横川～御代田間に延長 15.0 km のトンネルを掘削し、御代田、軽井沢間はローカル線とする。なお、軽井沢駅はエレベーター(高さ約 300 m)を設ける。最高点が現在線より 100 m 低い 850 m となり、御代田以遠に対しては運転時分が約 30 分短縮となる。運転費は安いが建設費は大となる。
33%案	単線	37.5億円	19.5 km (8.3 km 増)	84	3年	電車運転を考慮したルートであり、曲線抵抗を補正すれば35%となる。
	複線	59億円		240	〃	
50%複線案	56.4億円	13.9 km (2.7 km 増)	240	4年	ラックレールを用いない粘着による通常運転の場合の最急勾配が 50% ではないか、との考えで誕生したルートであるが、その後 66.7% でも粘着運転可能とのことで、あまり特色のない計画となった。トンネルが長く建設費が高い。	
66.7%複線案	36.1億円	11.2 km	200	2年6ヵ月	現在線の山側に全く並行に線増する。本務機は ED60 型を Fタイプにしたもの、補機は B-B-B 型 (EF6 M27) 旅客は補機 1 両で 320 t、貨物は補機 2 両で 500 t けん引とする。ラックレールを廃し、粘着運転となる。順序は新線完成後、これに切り替えて単線運転とし、旧トンネルを改築して複線とする。	
長野原線経由 25%案	65億円	長野原～軽井沢間 36.3 km 高崎～軽井沢間で 59.6 増	60	5年	長野原線、長野原駅より建設予定線である妻恋線を軽井沢まで延長し、横川、軽井沢の代行線とする構想であったが、線路延長が延び最長 8.5 km のトンネルがあり建設費も大となるので、横川～軽井沢間の改良案としての路線とは認められない。	

図-4 線路縦断略図



a) 66.7%複線案 現在線にはほぼならんで1線増設し、さらに現在線を改築修補して複線とし、同時に歯軌条すなわちアプト式を廃止して普通の粘着式に変える案である。その線形、縦断は 図-3、図-4 のとおりである。この案による場合の問題点は粘着式運転の下り勾配における安全確保であり、これに関しては別に述べるが車両設計に特別な配慮を必要とする。このほか欠点としてはけん引量が 500 t 以下に制限され、横川、軽井沢両駅での補助機関車の解結という取扱上の不便がある。

b) 25%う回線案 横川-軽井沢間が直線距離で10 km に対し高低差が 550 m もあるという鯉の滝上りの天然地形のなせる“いたづら”で 図-4 に見るように複雑怪奇な車線となる。しかし本務機関車だけ、または電車だけで上野から直通運転が可能であり、補助機関車1両をつければ 900 t けん引もできるなどの利点があるに対し、線路延長が伸びるため運転時間が増え、工費も高いという難点もある。

c) 両案の優劣 66.7%案と25%案との比較は表-4

表-4 66.7%, 25%案経済比較 (横川-軽井沢間)

勾配	現在	将来				
	66.7%アプト式	66.7%粘着式案	25%う回案			
機関車	形式	ED 42	EF形	EF形 (本線一般用)		
	両数	4	3 (一般用EF形1両をふくむ)	1		
最大けん引トン数		360 t	500 t	500 t		
線路容量	単線	44	62	84		
	複線		200	240		
経済比較 (単位百万円)	投資額		2 580	3 491	4 241	7 060
	車両施設		549	549	64	64
	経営費 (年間)		2 031	2 942	4 177	6 996
	償却費			489	520	767
	子費			87	98	151
	保守費			230	281	475
営業			62	58	64	77
			111	83	77	

注：列車回数は片道 30 回として算定

のとおりでつぎの理由によって最終的に 66.7% 案が採用された。

- ① 工費が格安である。
- ② 1 線完成によりただちに改良効果が現われる。
- ③ 革新技術による近代化された動力車によりけん引力の増大、速度の向上が可能で 25% 案とくらべ運転時間で約 16 分短縮できる(横川—軽井沢間)。
- ④ 下り勾配に対する安全確保に何ら心配はない。
- ⑤ 年間経費が低廉である。
- ⑥ 66.7% 勾配に対する安全確保。

66.7% 勾配案の成否の鍵を握る安全確保についてはいつにかかって機関車性能の良否にあり、車両関係技術者は最善の努力を傾けた。現在新線を動いている EF 62 型, EF 63 型機関車がその結晶である(表—5)。

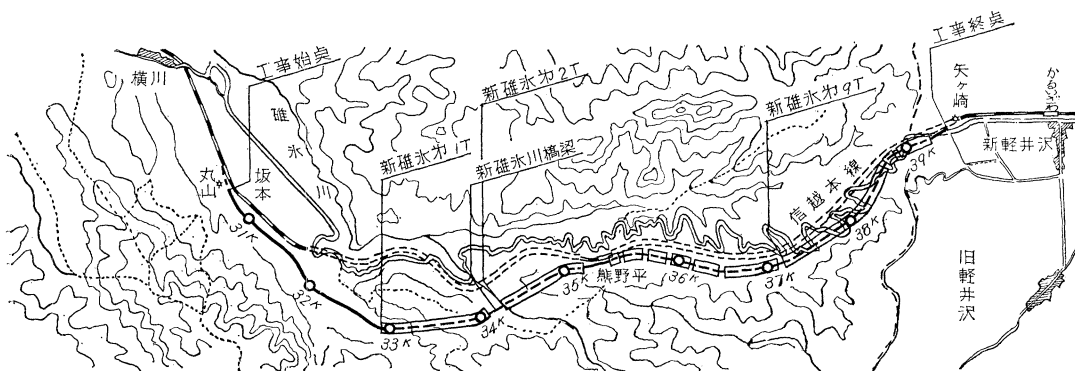
表—5 新型機関車諸元表

項目	形式	ED 42 (現在)	EF 62	EF 63
車軸配置		B-B	C-C	B-B-B
運転整備重量	t	63.3	96	108.0
最大長	m	12.8	18.0	17.8
出力(1時間定格)	kW	510	2550	2550
引張力()	t	14.0	22.6	22.6
速度()	km/hr	13.5	40.5	40.5
主電動機個数		3	6	6

新型機関車の性能を国鉄本社工作局の説明を借りると

- ① 安定したけん引力を得るために、加速ノッチ進め時のバーニヤ制御
- ② 空転してもただちに再粘着の可能な電機子分路法
- ③ 空転によって作用する自動撒砂装置
- ④ 制限速度を越えて過走した場合、自動的に作動する空気ブレーキ装置
- ⑤ 停電、線路障害などによる長時間停留の最悪の条件に対処して、ブレーキの空気を補給する空気圧縮機のための運転予備バッテリーを搭載している
- ⑥ レールに吸着する電磁吸着装置
- ⑦ あらゆる機器の使用不能に対応して、ブレーキ装置をそのまま留めておく非常停留装置

図—5 横川—軽井沢間線路平面図



以上のように4段,5段と安全装置がつけられており,かくして 66.7% 勾配の粘着運転を可能にしたわけである。

3. 工事概要

(1) ルート選定

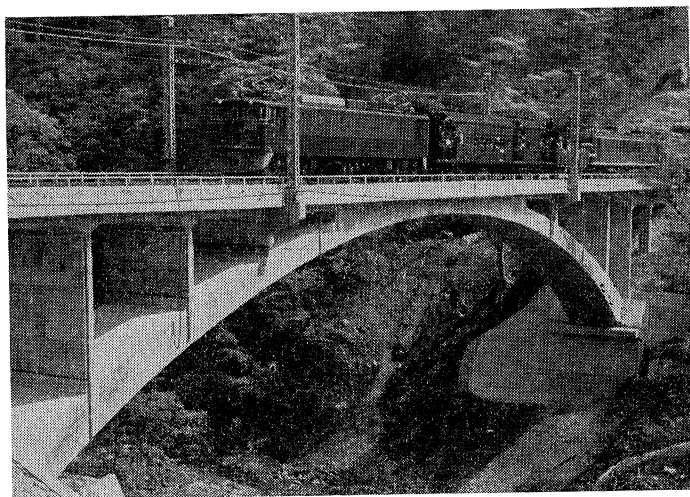
前章で述べたような経過で新線は 66.7% 勾配でほぼ現在線に沿わせる方針でルートを選定した。旧線が工期の短縮をはかり技術的には長いトンネルを極力さけるため,中仙道沿いに最小半径 260 m で 22 カ所も曲がりくねり, 26 本のトンネルを掘り, ほうぼうに崩壊地すべり危険箇所を残しているに対し, 新線は横川—熊ノ平間は地質のよい霧積の谷から 1.200 km と 900 m の 2 本のトンネルを掘って線形を整え, 熊ノ平—軽井沢間は崩壊危険箇所をすべてトンネルで避け 1.300 km の第 9 トンネルをふくめ 9 本のトンネルにより防災上の瘡を除いた。曲線半径はレールにおよぼす横圧と将来の保守費などに検討を加え 350 m 以上とし, 図—5 のようなルートに決定した(縦断は図—4)。主たる構造物はトンネル 11 カ所, 総延長 5500 m, 橋梁 17 カ所, 総延長 230 m でこの中に日本一の鉄道橋アーチ, 新碓氷川橋梁(スパン 70 m 全橋長 100 m)がある。

(2) 工事行程

新線工事は丸山・矢ヶ崎両信号場間約 9 km を 3 工区にわけ 36 年 4 月一斉に着工し, 2 年後の 38 年 3 月軌道をふくめて予定通り完成した。

(3) トンネル

この区間が急勾配のための国鉄最大の難所であれば, トンネル掘削も終始勾配とのたたかいであった。着工前から 66.7% (1/15) 勾配中でのずり積作業, 電車運転の可否については種々論議され, 北陸トンネル神岡線の直轄トンネルで実物試験を行ない, ほぼ可能なりとの結論を得た。しかし, この試験が短区間, 短時間でのものであったため, 実際に現場が始まって見ると, 思わぬ欠かんが現われてきた。その原因は機械自体の性能にもよる



が、それ以上に労務者の技倆、精神的注意力と機械（特にブレーキ）の点検、修理、調整の不足に起因することがわかってきた。ともあれ、各トンネルごとにいろいろの方法が採られた。

- ① 水平台車とエンドレス ロープの組み合わせ
- ② クローラー ショベルと小型ダンプトラックの組み合わせ
- ③ 10 t バッテリー機関車と 2.5 m³ トロの組み合わせ
- ④ ホイストによる巻上げ

以上おのおの請負者が地質、トンネルの長さなどを勘察して工夫をこらしたものであるが、本質的優劣は地質、土捨場などの条件に大きく支配されるので簡単には決めがたいが、本工事ににおいては、山が予想以上に堅硬かつ安定していたので②のダンプトラック方式が一応成功をおさめ、①の水平台車がこれに続き、③のバッテリー機関車が予想外にうまくいかなかった。④のホト巻上げは非常に短いトンネルに限って有効であった、ということがいえそうである。各工法につき概略を紹介しよう。

a) 水平台車とエンドレス ロープ

この工法の採用を決心させた動機は、①山は全般的に安定した凝灰質集塊岩と安山岩からなっており、全断面掘削工法が可能である、②ずり積は平坦線上で行ないたい、③各種車両を動力から開放する際は常に平坦線上に置いておきたい、④動力の集中使用により安全確保と経費の節減をはかりたい、などの理由で①により3段10ブームさく岩ジャンボを使用し

切端の数を減じ、②、③の目的に対し水平台車（図-6）を工夫し、ジャンボ、ずり積機の作業とトロの開放を常にこの台車の上で行ない能率の向上と安全確保に功をおさめた。④の目的に対してはエンドレス ロープの採用となり、坑外に40 HP ウィンチをすえ、φ18 mmダブルのワイヤロープに1.5 m³トロリ-24台(最も延伸した時)をとりつけ無人ずり出しに成功した。

この方法は急勾配トンネルの施工法としてはアイデアはよいが一番の問題点は水平台車を各発破ごとに少なくとも40 mは前後進させる作業にあった。これにあたっては水平台車(自重13 t)上に7 tのさく岩ジャンボ、8 tのロッカー ショベル2台を載せた合計36 tの重量物の移動をいかに

短時間に行なうかが掘進能率を大きく左右する。その前後進の装置は2個のレールクランプで交互にレールをつかみとり台車わくの中に設けた10HPウィンチでクランプからのロープをドラムに巻取ることによって移動するもので、施工中各所に故障も起きそのつど改良を加える苦心が払われたが、ようやくうまくなった頃、トンネルが完成してしまったが技術の新分野を開いたものといえよう。

今後さらに改良すべき点は移動スピードで、この現場では1 m/minで実施したが、これでは発破ごとの前後進に1時間余も費し掘進能率向上の最大のネックになった。このほかこの工法の問題点は覆作業との併進が非常に困難なこと、山が悪く全断面掘削が不可能になった時の対策がたてにくいこと、距離が長くなるとレールをクランプする際のレールの持ち上りがおき、台車の作動が困難になるなどがある。

図-6 水平台車による掘削状況

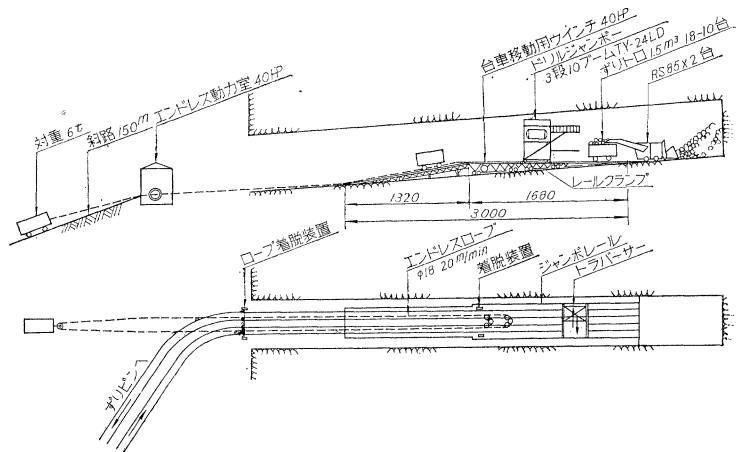
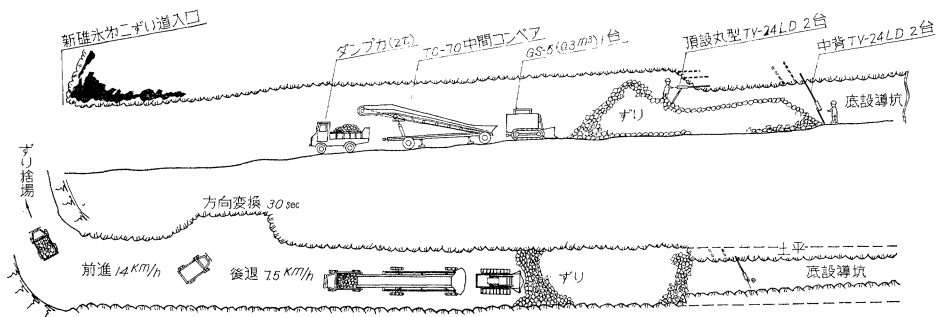


図-7 第二トンネルの切掘げ状況



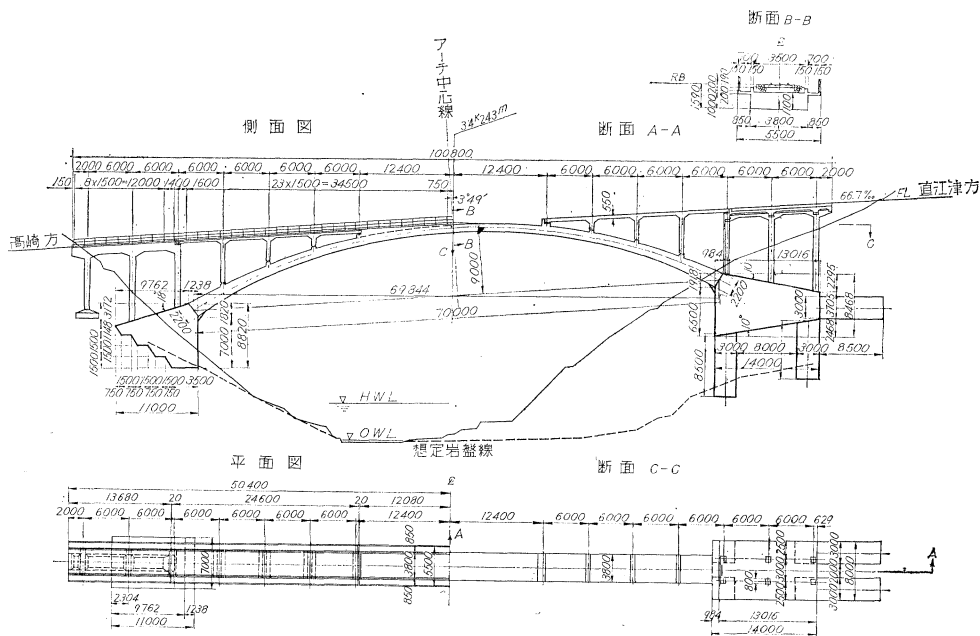
b) クローラー ショベルと小型ダンプトラック 掘削は導坑専進とプチ落し工法とでもいうべきもので、その順序は図-7 のとおりで特に目新しいものではないが、急勾配トンネル対策として小型ダンプトラック(2 t 積)の採用を決断したことは結果的には大成功であった。今後短小しかも急勾配トンネルに対する応用範囲は広いと思うが、現在市販されているクローラー ショベルにしても小型ダンプトラックにしても硬岩トンネル用に設計されておらず、バケットの構造、足回りの強化に一段の改良を加える必要がある。また内燃機関を坑内に持ち込んだ場合当然ながら排気ガス処理問題があるが、これは換気設備、エンジン自体の浄化装置によれば本工法の優劣の決め手にはならないと思う。

この工法により導坑掘進最高 195 m/月を出しており、a) のエンドレス工法の最高140 m/月にくらべると、若干この工法の方が現地条件にマッチしていたといえよう。

c) バッテリー機関車と鉄製トロ 最少のエネルギーで最大の仕事をするには理論的にはレール上を走行する列車方式がまさるといふ貨物輸送の一般論は、信越の急勾配線では適用できなかった。しかもその原因がエネルギーヘッドを最大限に利用できるはずの下り勾配中の運転にあったことは皮肉といえ皮肉である。

本工事区間中の第9トンネルでは中間に沢が多く地質の変動が予想されたので導坑先進方式を採用し、運搬方式についても、先に述べたように北陸トンネル現場で実物試験を行なった結果、12 t くらいまでのけん引能力は十分あり、全トロー車に貫通制動器を取りつけ制動試験を行なった結果、5 km/h 以下の速度を堅持すれば運転保安上心配なし、との結論にもとづき 10 t バッテリー機関車の採用を決意した。トンネルの掘削が進み運搬距離が伸びるにしたがって、問題は予想通り制動に現われてきた。すなわち 200 m 間に平均 13 回の割合でブレ

図-8 新碓川橋梁一般図



ーキをきかせるため、ブレーキシューの摩擦がはげしく、機関車は走行 300 km ごと(約2週間)トロは 400 km ごと(約3週間)にシューを取り換えねばならず、この間でも調節、点検に見落としがあったり、運転者のちょっとした気抜きなどで、少しでも過走を始めると暴走にまで発展するといった危険性が常にあった。このように運転の安全を確保するために人為的要素が多過ぎる点に、この工法の最大の欠陥があった。この結果、幸い人身事故はならなかったが、2,3 回の暴走事故をひき起こし、ついには機関車 1 両にトロ 1 両という不経済な列車編成でずり出しを行なわねばならない事態となった。しかし、これらの現象も後で考えれば当り前のようであるが、体験して見てはじめて身にしみた貴重な現実の姿であった。

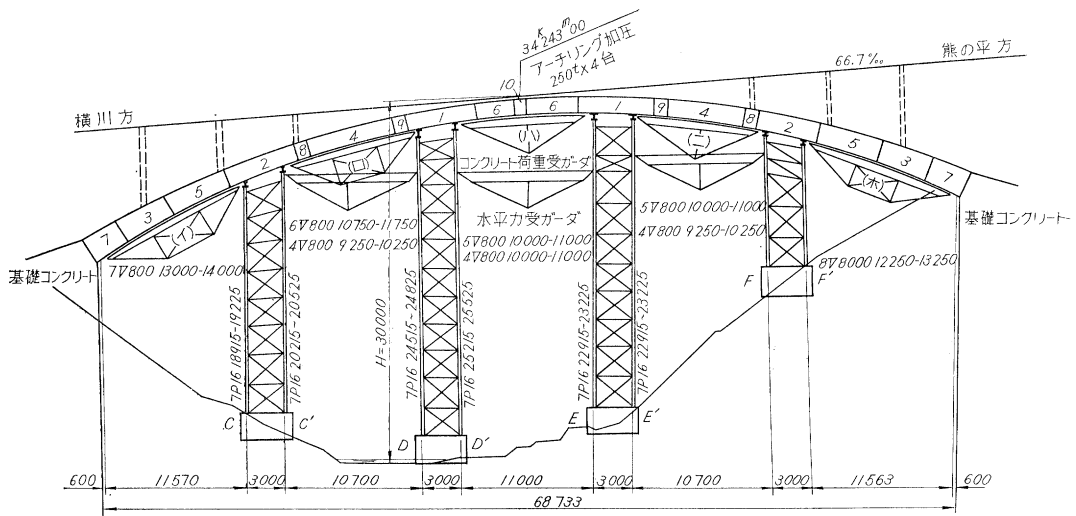
(4) 新碓氷川橋梁 昔のレンガ造りの碓氷川橋梁

が明治の伝統美とすれば新橋梁は近代美の代表といえよう。

本橋梁のタイプを決めるに当って鉄桁、PSコンクリート桁、アーチなどが比較されたが、急勾配線のレールのふく進を考えると有道床の軌道が望ましくコンクリート構造を採用することになり、工費の面と後で述べる新型の足場材の購入より安全確実にコンクリートの現場打設が可能であるという2点と戦後久しく絶えている大径間鉄筋コンクリートアーチの技術を再燃温存したいという考えも加わってアーチ橋の採用となった。

設計は図-8に見られるような支間 70 m ライズ 9 m の無ヒンジアーチで、クラウンの厚さ 1.10 m スプリングの厚さ 2.20 m で、アーチリング 1 m³ 当り鉄筋量は 132 kg である。この設計は国鉄構造物設計事務所

図-9 新碓氷川橋梁コンクリート打設順序図、ガーダー サポート側面図



所によるもので計算内容については省略し、施工上の特異点につき概略紹介する。

a) 基礎の施工 基礎岩盤はボーリング、調査横坑、立坑で確認したが、高崎方は 3~5 m の表土で堅硬な岩盤に達し、直江津方は年代は古く安定はしているが崖錐状に表土層深く 15~18 m で岩盤に達するという条件の悪い基礎となった。この表土層を全部根掘りするにはその土工量も多く、根掘り中の崩壊事故、ひいては隣接する第2トンネルへの影響も考えられたので図-8のように6本足の基礎構造にし、掘削は横坑式ならびに立坑式で行ない、安全かつ十分の施工を行なった。

b) アーチ コンクリート打設用足場

写真-3 足場組立完了



本橋梁をアーチに決意させた要素の一つに先に述べたとおり新しい型の足場の採用がある。すなわち最近市街地構造物や体育館のような建築物などの足場としてさかんに使われている軽量形鋼とパイプから組成されているメンバーを容易に組合わせて所要の足場形と強度を得る、ペコ サポートとペコ ガーダーの採用である。図-9、写真-3 は組み終った姿を示すもので、打設コンクリート重量 900 t をささえている。サポートの最大高さは 27 m、ガーダーの最大スパン 11.6 m で、ガーダーはサポートに単純支持された構造である。

この組立作業は約 1 カ月間、延 300 人で完了した。

c) 足場の上げ越し コンクリート荷重、温度変化、継手の遊びなどによるサポート、ガーダーの変形量を計算と実験により求め、表-6 の上段の値を仮定した。下段の値は施工中の実測結果を示す。このほか足場撤去後のアーチ本体の弾性たわみなどを計算し、クラウンでの上越し量を表-7 のように 94 mm と仮定し、サポートのスクリー ジャッキで調整を行なった。この調整作業は普通の木製支保工の場合は長日時を要するか、ここでは新しい足場の利点を十分発揮しわずか 2 時間余で終了している。

表-6 足場各部分の変形量

部 材 測定箇所 項 目	サポ ー ト												
	ガ ー ダ ー					サポ ー ト							
	イ	ロ	ハ	ニ	ホ	C	C'	D	D'	E	E'	F	F'
上げ越し(mm)	16	10	16	16	16	27	17	30	30	27	27	16	20
最終沈下量(mm)	13	10	14	13	14	18	16	20	15	17	19	30	30

表-7 アーチクラウンの上げ越し量

種 別	上げ越し(mm)
ガーダーの弾性たわみ	16
サポートの "	28
アーチ死荷重によるアーチ本体の弾性たわみ	12
活 荷 重 "	4
アーチ死荷重によるアーチ本体のクリープたわみ	24
乾燥収縮によるアーチ本体のたわみ	10
合 計	94

d) コンクリート打設 アーチ コンクリートは図-8 のような順序で打設した。この順序の決定に当たって考えたことは、1) サポートを安定させるため、最初にその上の部分 ①、② を打設する。2) ガーダーの変形、沈下を初期に終了させるためガーダーの上の部分 ③、④、⑤ を打設する。3) スプリング付近傾斜部には Sh-

rinkage Key を設けない。4) 1 日のコンクリート打量設 60 m³ は以下とする。

工事は周到なる計画とめい密な施工管理により終始順調に進み 37 年 7 月から約 9 カ月をもって完成した。壮大にして優美な姿で碓氷の谷をまたぎて四季それぞれに旅する人の目を楽しませてくれるであろう。

(5) 軌道

日本ただ一つの急勾配線の軌道構造については早くから研究されたが、問題はレールのふく進、まくらぎの移動、レール面の沈下などにあり、特にまくらぎの設計に意がそがれた。昭和 36 年 4 月から横まくらぎ(一般線区と同じ)と枠型まくらぎ(2 本一組のまくらぎが箱型に縦につながれているもの)との 2 種類につき、現地で長期試験を行なって結果、両者間にいちじるしい差異が認められなかったため、保守上を考慮して横まくらぎとし、ふく進抵抗、横圧強度を十分持たせた 4 号 6 型という PC まくらぎを使用し道床バラスト厚も新型機関車の重量を考へて 250 mm 厚とした。

昨年 6 月一部試運転線区の軌道工事、電気工事を終了以来、試作電気機関車の運転試験、乗務員の訓練を行ない、その後、本年 5 月以来全線の試験運転も行なっているが、運転には大きな粘着力を常に必要とされるので動輪の空転によるレール面の空転疵の発生、撤砂量が多いため、砂によるレール締結装置への悪影響、道床の弾性におよぼす障害など、今後の課題は多く、十分研究し、適切な方法を講ずる必要がある。

4. む す び

2 年 3 カ月を要した改良工事も終り諸般の準備もとのい 7 月 15 日より一部列車が新線を通ることになった。70 年間着なれた和服を洋服に着かえんとするには、寸法をとったり型を決めたり、裁断、仮縫い、仕上げといろいろ苦労があり、でき上った後も完全に身につけて着こなすまでに若干時間を要するであろう。しかし国鉄のあらゆる技術分野が結束し、衆智を集めて完成した本工事は大いに祝福され、末永く世のお役に立つものと思う。最後にこの工事遂行に対し寄せられた各方面からのご支援とご指導に対し厚く感謝の意を表します。

参 考 文 献

国鉄技師長室、審議室：信越アプト区間改良計画について、国鉄建設局：第 29 回土木工事施工研究会記録

(1963.6.28 受付)

正 誤 表

本誌 48 巻 5 号 63 ページ、豆知識、「国鉄におけるレールの変遷とレール断面」に誤りがありましたのでつぎのように訂正します。

1. 第 6 欄 ASCE 65 lbs/yd (第 3 種) → ASCE 60 lbs/yd (第 3 種)
2. 第 5 欄と第 6 欄において、レールの名称 (ASCE 75 lbs/yd と ASCE 60 lbs/yd (第 3 種)) とレール形は入れかえる。