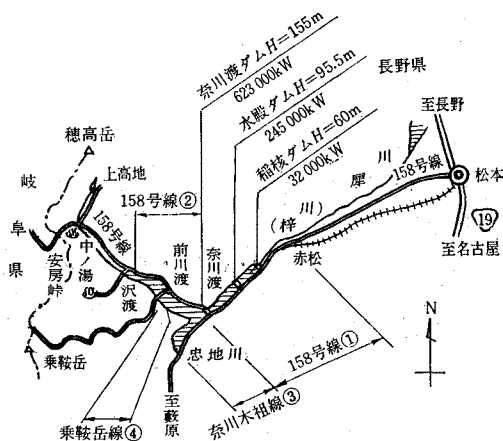


上高地への道

——一般国道 158 号線ダム関連改良工事報告——

小 川 一*
太 田 勝 巳**

図-1 ダム関連道路工事一般図



1. まえがき

一般国道 158 号線は、日本アルプスの中央部を横断して北陸地方と関東地方を結ぶ唯一の路線であるが、中部山岳国立公園上高地に通ずる道路として通称上高地線と呼ばれ、山を愛しアルプスを訪れる人々にとって、まず逢着する峻険な道路として長年にわたり名所の難路であった。昭和 39 年東京電力の梓川水系電源開発計画が策定され、奈川渡、水殿、稲核の 3 ダムの建設が始まりこれに伴う工事用資材運搬道路および水没区間の道路（一般国道 158 号線、主要地方道奈川木曽線および一般県道乗鞍岳線）の付替え改良事業（総事業費約 60 億円）を行なうこととなり、昭和 39 年着工、昭和 44 年 3 月ようやく完成に至り、ダム天端を走り湖岸を縫う面目を一一新した近代的山岳道路が出現し、アーチダムの偉容とともに訪れる人々に土木技術のすばらしさを物語っている。

梓川溪谷部はアルプス特有の急峻な地形と脆弱な岩盤で、破碎帯、粘土層が無数に介在し、地表には不安定な崖錐堆積物が随所にみられる。本道路の築造は、まさに地質との「たたかい」であったといえよう。

2. 梓川電源開発事業の概要

道路工事の概要を述べるにあたり、その発端となった東京電力梓川電源開発事業の概要について述べることにする。信濃川上流の梓川は槍ヶ岳に水源を發し、

* 正会員 長野県土木部長

** 長野県土木部道路維持課、元梓川補償道路工事事務所長

表-1 梓川電源開発事業概要

項 目		単 位	安曇発電所	水殿発電所	新島発電所	合 計
貯水池	総貯水容量	m ³	123 000 000	15 100 000	10 700 000	148 800 000
	満水面標高	m	982.0	853.5	787.0	
ダ ム	形 式	—	奈 川 渡 アーチダム	水 殿 アーチダム	稲 核 アーチダム	
	高 さ	m	155	95.5	60	
	コンクリート容	m ³	672 000	303 000	75 000	1 050 000
発 電 所	最大有効落差	m	135	80	71	
	最大使用水量	m ³ /sec	540	360	54	
	水車発電機	台	6	4	1	11
	(その内揚水式)	()	(4)	(1)		(6)
最 大 出 力		kW	623 000	245 000	32 000	900 000
年間発生電力量	自 己 分	10 ⁶ kWh	291	181	128	600
	揚 水 分	10 ⁶ kWh	467	127	—	594
	計	10 ⁶ kWh	758	308	128	1 194
運転開始予定	昭和 43 年 12 月	kW			32 000	32 000
	昭和 44 年 6 月	kW	211 000			211 000
	昭和 44 年 11 月	kW	206 000	122 500		328 500
	昭和 45 年 11 月	kW	206 000	122 500		328 500

注：工事着手 39 年 12 月。

アルプス連峰の溪流を合せて上高地を経て松本平に流れ下り、犀川となり、千曲川を合せて、信濃川となる水量豊かな激流であり、電源の宝庫としてかねてから注目されていたものである。

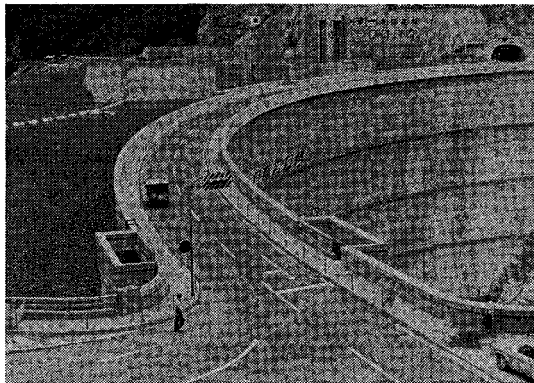
大正末期から開発が進められ、すでに 10 ヶ地点・約 10 万 kW が運転中であった。しかし、毎年の需要増加 (100 万 kW) に対して火力発電所の建設が急ピッチで進むのに平行して、電力の効率的運営を図るためには夜間の余剰電力を水のエネルギーに変化させて昼間のピーク部分をまかなうため、梓川の再開発に着手し揚水式水力発電所を建設することとなった。すなわち、梓川中流部に、奈川渡ダム、水殿ダム、稲核ダム (高さそれぞれ 155 m, 95.5 m, 60 m) の 3 つのアーチダムを築造し、3 つの貯水池を活用して揚水 (53.4 万 kW) を含む合計 90 万 kW の発電を行なうため、昭和 39 年 12 月に着工されたのである。この概要を図-1、表-1 に示す。

梓川の開発工事では、アーチダム築造に伴う入念な地質調査および基礎処理の検討が行なわれたが、特に奈川渡ダムにおいては、河床下深部にある大規模断層のコンクリート置換え、中小断層の高圧水噴射によるジェット掘削、PS 工法によるダム基礎岩盤の一体化などが実施された。ただ、運用面では 3 段の池による揚水式としての特長があり、さらに運転には奈川渡ダムに設置する制御所から既設を含めて 9 発電所 (発電機 21 台)、95 万 kW の遠方制御を行なう画期的なものである。昭和 44 年 11 月 17 日完成式が行なわれ、予定通りの営業運転に入っている。なお、この事業は長野県中信平農業水利事業に農業用水を供給する役目もあり、地域開発上非常に重要な役割を果たしている。

3. 資材運搬道路の概要

奈川渡ダムへの資材運搬道路として、国道 158 号線の拡幅工事および一部付替え工事をダム着工に先立って昭和 39 年 4 月着工し、資材集積所の赤松地籍より奈川渡

写真-1 奈川渡ダム上を走る国道 158 号線



まで約 16 km を車道幅員 5.5 m に整備したものである。図-1 および表-2 にその概要を示す。

本路線は夏山シーズンに上高地への登山客が殺倒するため、現道交通を確保しながらの工事は非常に困難であった。高さ数十 m におよぶ岩盤の掘削のために現道が埋没したり、現道直上約 50 m の付替え区間の岩盤掘削の苦心は言語に絶するものであった。特に一部付替え区間の難工事箇所「ずみの窪」地先は貫入花崗岩の基盤上にホルンヘルスが厚く介在しており、旧道当時も崩落の名所であったが、のり長 30~50 m の岩盤切り取りを行ないモルタル吹付け工事を施工してようやく開通したが、後日大崩壊を起こし、ダム工事、道路工事に対して大きな教訓を示す事件となった。すなわち昭和 41 年 4 月モルタル吹付け面にクラックを発生し観察を続けていたが、降雨のつどクラック幅が増大し、遂には写真-2 に示すようにのり留石積上にモルタル吹付け面がずり出してきたので山全体の変動と判断し、厳重警戒にあたり、交通をシャ断したところ 6 月 11 日未明大崩壊が発生し、約 10 万 m³ の土石が新設国道を完全に埋没させ、崩壊斜面は道路延長 300 m、山腹のり長 150 m にわたる大規模な災害となった。幸い人身事故はまぬかれたが、観光シーズンを目前にして社会的にも大きな問題となった。

表-2 ダム関連道路事業概要

図面対称番号	路線名	区間	事業費 (億円)	工事概要	施工年度 (昭和)	トンネル (m)	摘要
①	158 号線	赤松~奈川渡	7.6	県施工分 L=13.0 km, W=5.5 m	39~40	(4) 932	東電報償費 東電報償費
			1.8	東電施工分 L=3.0 km, W=5.5 m	39~40	(1) 488	
②	158 号線	奈川渡~沢渡	30.9	県施工分 L=6.5 km, W=5.5 m	41~43	(5) 3 105.4	公共事業費と東電費併施工 公共事業費と東電費併施工
				東電施工分 L=1.0 km, W=5.5 m	41~43	(2) 1 337.6	
③	奈川木租線	奈川渡~忠地川	11.3	東電施工分 L=6.1 km, W=4.5~5.5 m	41~43	(4) 1 814.0	公共事業費と東電費併施工
④	乗鞍岳線	前川渡~大野川	7.2	東電施工分 L=1.6 km, W=4.5~5.5 m	42~43	(3) 893.0	公共事業費と東電費併施工

注：図面対称番号は、図-1 に示す。

写真-2 モルタル吹付け面すべり出し状況

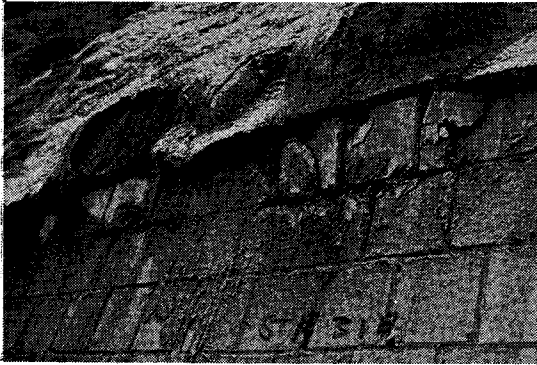
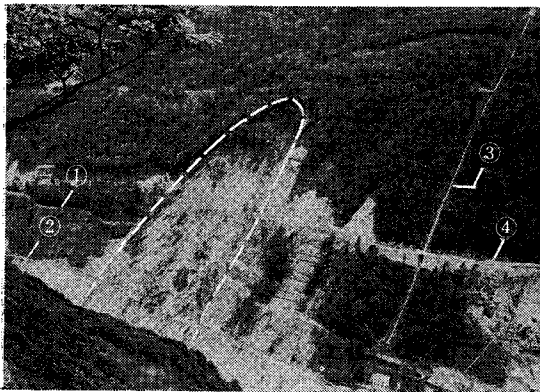


写真-3 ずみの窪崩壊状況

- ① 旧 158 号線, ② ダム工事用道路
- ③ 大白川林道, ④ 資材運搬道路



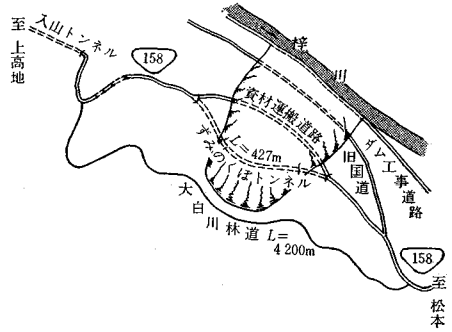
不眠不休の大白川林道のう回路工事(4.2 km)をはじめ、ずみの窪トンネル工事の突貫作業により、昭和 42 年 6 月復旧することができたが、この事故により梓川渓谷の地質は非常に複雑であり、その処理を誤らないよう十分に検討すべきであると肝に銘じたのである。そして、この教訓がこれより先線の水没付替え工事の難関を克服するための大きなプラスとなったのであり、禍いを転じて福となしたものである(図-2、写真-3)。

4. 水没付替え道路改良工事の概要

(1) 概要

奈川渡ダムにより、水没する道路 15 km の付替え工事は、3 路線に対して 図-3、表-2 に示すような概

図-2 ずみの窪崩壊平面図

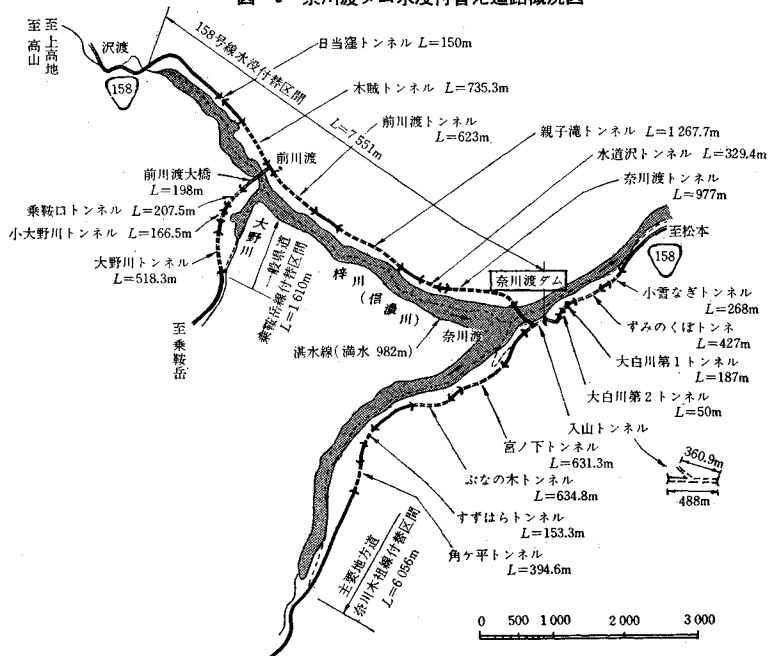


要でそれぞれ施工した。ほとんどがトンネルと橋梁の連続という特長のある山岳道路ができたのであるが、複雑な地形、地質と厳しい自然条件の中で試行錯誤を繰り返しながらようやく完成に達したというのが関係者の偽らざる心境である。標準断面図を 図-4 (a), (b) に示す。

(2) 地質

計画区域の地質は古生層とこれを貫ぬく花崗岩とから成っていて、古生層は粘板岩、砂岩および珪質岩(チャート、縞状チャート、珪質粘板岩、珪質砂岩等)などよりなっており、花崗岩に貫ぬかれて、ホルンフェルス化(地殻変動による熱変成)しているものである。奈川渡ダム サイトは花崗岩からなっているが、付替え道路区域はほとんど古生層から成っている。岩石はしばしば珪化を受けて硬質であるが、摺曲変形あるいは著しく破

図-3 奈川渡ダム水没付替え道路概況図



砕されており、またきれつに富み、壮年期地形の急斜の谷に侵食されており、いたるところ地すべりの崩壊の跡を残しており、断層や破砕帯によって寸断されているという状況である。

(3) 計画上の問題点

以上述べたような地形地質の悪条件および上高地への観光シーズン中の交通確保の問題、梓川電源開発事業の発電スケジュールが春の雪解け出水をキャッチする計画

となっているため、奈川渡ダム湛水予定日は1日も延伸が許されない関係等多くの困難があったが、わずかな調査期間で着工しなくてはならない事情などもあり、おおむね次の諸点に留意して計画・施工することとした。

① ずみの窪大崩壊の教訓を生かして、当初計画よりさらにトンネル延長を増し、将来への万全をはかる。

② ダム付替え道路工事の欠陥である道脚に対しては原則として岩着、岩着不可能の場合は徹底的な道脚保護工を施工する。

図-4 (a) 水没付替え道路トンネル部標準断面図

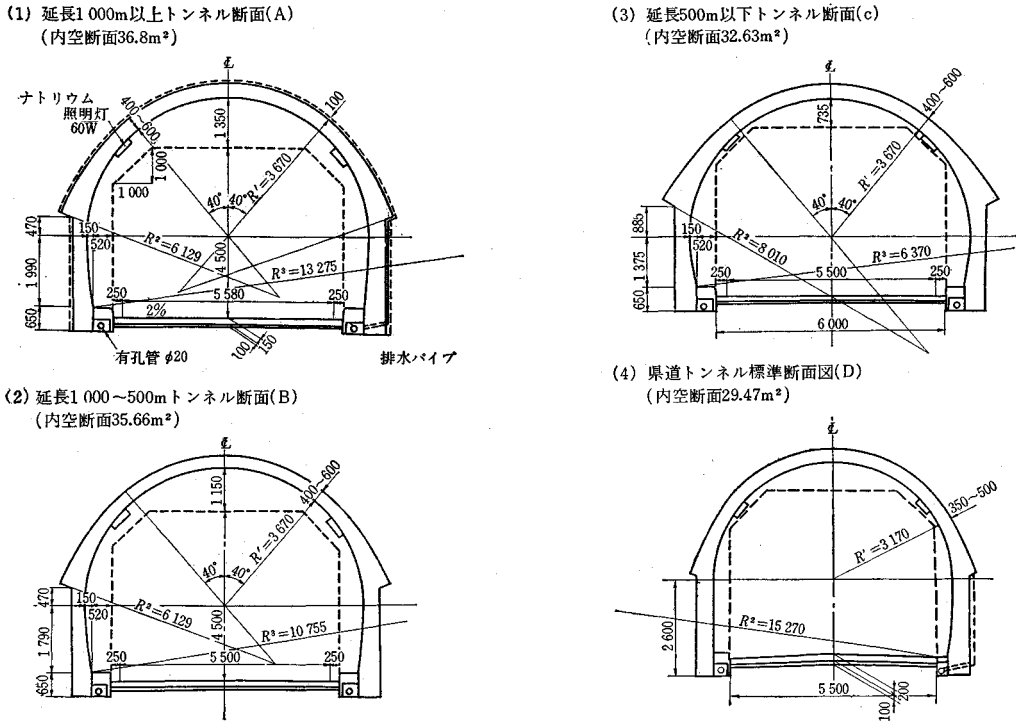
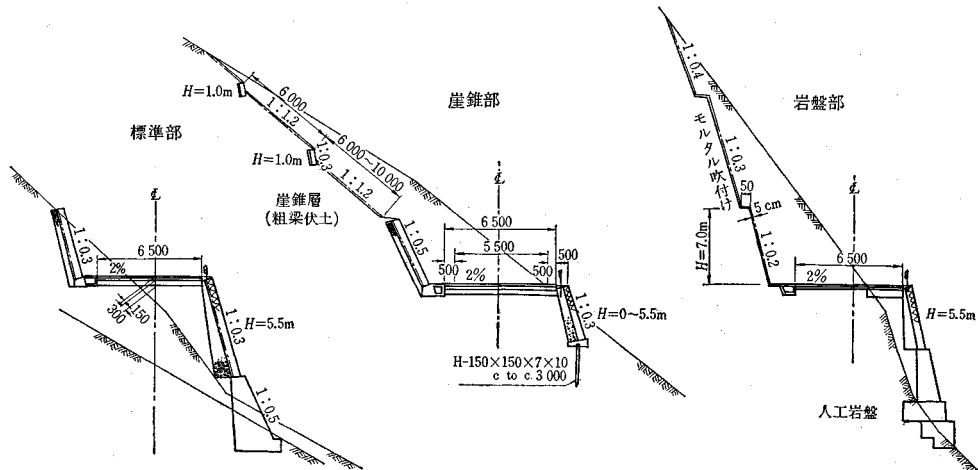


図-4 (b) 一般国道 158 号線明り区間標準断面図



③ 基岩上に介在する崖錐層を横切る部分が多いので特に山腹斜面の安定処理に重点をおく。

④ 工期遅延は絶対許されないで、単純な経済比較のみでなく、段取りに重点をおいて工法を決定する。

⑤ 道路用骨材として約 15 万 m³ が必要であるが、ダム工事の膨大な需要もあり、既設骨材採取場からの確実な供給が危ぶまれるので、新規採取場を設置する。

⑥ 山間部の特殊地帯であるため、工事用動力は東京電力と協議し、全工事区間に動力線を引込み工事用電力を確保する。

⑦ 長大トンネルは将来機械換気設備を設けることを前提とし、予め断面を確保しておく。

⑧ トンネル群に対する交通管理体制について安全性を高めるように計画する。

⑨ 夏山シーズンは観光客が殺到するので、旧道への待避所増設、発破回数規制、工事区間現道への連絡電話設置等工程上の不利を覚悟で一般交通確保に努める。

(4) 実施上の問題点

以上の諸点を重点事項として、施工を進めたのであるが、予想していた通り各種の問題に遭遇し、大幅な計画変更を余儀なくされ、発注者、受注者それぞれの立場で激論を繰り返しながら最終目標である昭和 44 年 3 月開通にこぎつけたのであるが、特に当初ルートに対して大幅に変更になった諸点を列記すると次の通りである。

a) 奈川渡トンネルの新設と着工後のルート変更

当初計画は、図-5 に示すように奈川渡ダム天端を渡り左岸山腹を明り道路で計画されていたが、基岩がダム上流で山側に深く逃げ込み、ほとんど崖錐堆積物の上を築造しなければならないため、ダムより約 150 m 上流からトンネルに変更し崖錐地帯を避けた。ダム工事と交錯するため、上高地側坑口から底設導坑方式で掘削したところ非常に順調に進んだが、松本側坑口まで約 40 m 地点において偏圧がひどくなり、H型支保工の変形が激しくなり、掘削を中断した。ベントナイト注入、モルタル注入等対策を講じたが、工期の問題、将来のダム湛水

図-5 奈川渡トンネル・水道沢トンネル付近平面図

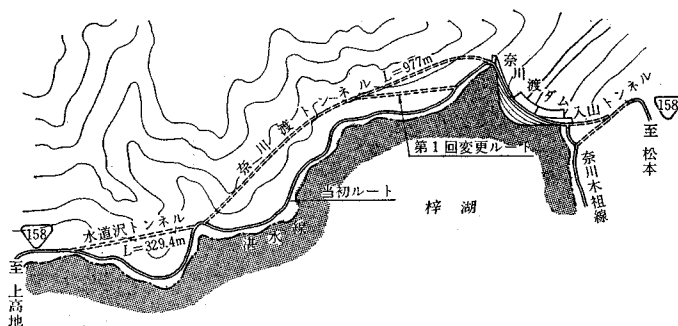


写真-4 奈川渡トンネル掘削工事

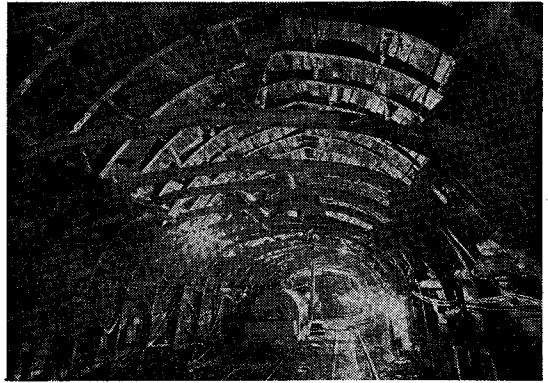
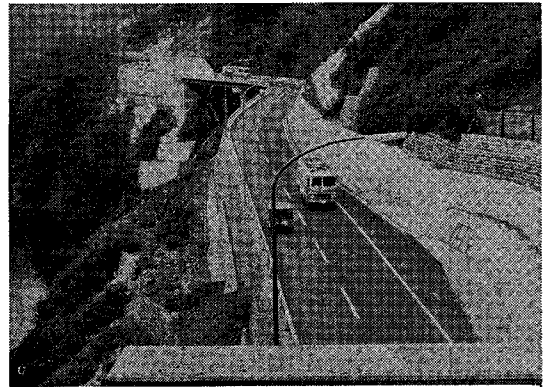


写真-5 水道沢トンネル～親子滝トンネル間の道路



(水深 150 m) の影響を考慮し、ダム地点直上でもあるため、ダム天端より山に直角に入る現在ルートに変更した。この地点はトンネルルートの検討にあたり、基盤が山に逃げ込み非常に薄い土かぶりとなるため施工上の困難性が予測され、関係者の議論を重ねた点であったが、限られた工期内に完成させるためには安全確実なルートを選定すべきであった。

b) 水道沢トンネルの新設

この区間は基盤が露出しているので、図-5 に示すように明り道路の計画であったが、非常に急峻な地形のため、その直下を先線工区への工事用道路を通さざるを得ないこと、および 6000 V 高圧鉄塔の移設が必要という点で比較検討の結果、トンネルに変更した。実施した結果、経済的、工程的に有利であり非常に効果的であった。

c) 親子滝トンネルのルート変更

本トンネルは本事業中最も困難なトンネルであったが、当初計画延長 765 m が、1267.7 m となり長野県の最長トンネルとなった。図-6 に示すように当初松本側坑口付近は平坦な地形のためこの部分を明り道路に計画したのであるが、ずみの崖崩壊

図-6 親子滝トンネル付近平面図

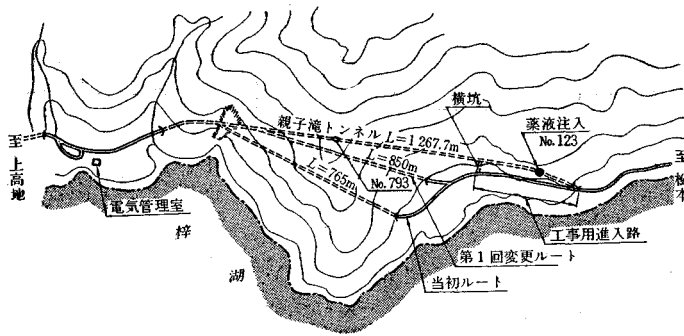
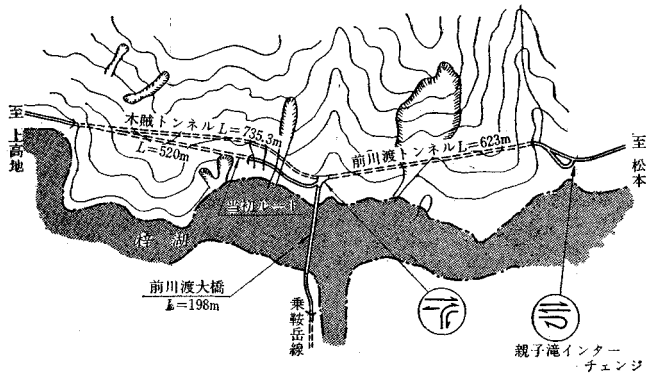


図-7 前川渡トンネル・木賊トンネル付近平面図



後地質学的に検討した結果、この部分は非常に厚い崖錐堆積物で現在は安定しているが、将来ダム湛水後どのような影響を受けて不安定になるか予測がむずかしいので、将来の道路保全の確実性を考慮して避けるべきであるという点で、長野県、東京電力の意見が一致し、大幅な変更となったものである。この崖錐層に対しては東京電力が将来にわたり、ダム湛水の影響調査をするので、今後の長期調査に期待したい。

d) 木賊トンネルのルート変更

本トンネルはこの流域で褶曲が最も激しく、断崖絶壁であり、当初計画により松本側坑口から着工したが、流れ目の岩盤が数mの厚さで滑落し、死者1名、重傷者2名の事故が発生した。

坑口から約100mの間は小崩落崖の連続で、岩盤節理の状況からも法線を山側に追い込むべきであると判断し、図-7のように変更した。この結果、新たな問題として県道乗鞍岳線の分岐点トンネルとトンネルの間が30mしかない所になってしまうので、これに対して後述のようにインター方式による交通規制により処理することとした。

e) 日当窪橋付近のルート変更

当初計画は図-8に示すように、崖錐層を明り道路で通過し、小溪流を20mの橋梁で計画したが、この崖

錐層は比較的新しい地すべり地帯で、基盤まで10数mの厚さがあり、湛水による影響を考慮すると当初案は極力避けるべきであると判断し、192m区間を橋梁、栈道に変更した。この変更については議論百出であったが、工事用道路として当初ルート沿いに幅員4.0mの仮道を開削しただけで、絶えず山腹の崩壊に悩まされた状況からみて、この決断は適当であったと考えられる。

5. 特記工事概要

(1) トンネル工事

水没付替え工事総延長15,217mのうちトンネル工事が14カ所・7,150mと大半を占めトンネル工事に終止した。それぞれの工事概要は、図-3、表-3に示す通りである。断面が異なるのは、交通と自然換気量の関係を検討し、将来の機械換気(ジェットファン)設置を予定して計画したものである。ここでは、代表的な親子滝トンネルの施工概要を述べることにする(図-6)。

a) 上口工区(上高地側)

坑口は約20mの厚さの崖錐層であったため、中背導

図-8 日当窪橋付近平面図

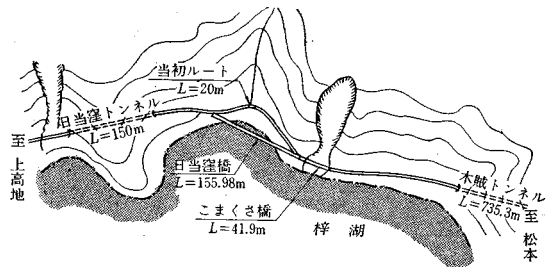


写真-6 木賊トンネルから日当窪橋を望む



表-3 トンネル工事一覽表

路線名	トンネル名	延長 (m)	断面	掘削方式	H支保工 (基)	覆工厚 (cm)	工期 (箇月)	工費 (百万円)	1m当り 工費 (千円)	施工業者
国道 158号線	ひょうやま 入山	(分岐部) 127.4	D	底設導坑先進	150H 72 200H 41	40 87.4 60 40.0	19	37	295	鹿島建設
	奈川渡	977.0	B	底設導坑先進 (複線)	150H 514 200H 308	40 638.1 50 322.7 75 16.2	15	365	370	鹿島建設
	水道沢	329.4	C	上半断面先進	150H 212 200H 86	40 244.2 60 85.0	12	119	360	大東建設
	親子滝	1267.7	A	(上口) 上半断面 (下口) 側壁導坑	150H 451 200H 442 木製 76	40 532.3 60 735.4	27	589	465	熊谷組
	前川渡	623.0	B	上半断面先進	150H 242 200H 334	40 291.6 60 331.4	25	249	400	飛鳥建設
	とくさ 木賊	735.3	B	上半断面先進	150H 177 200H 557	40 178.3 50 557.0	26	325	440	間組
	日当窪	150.0	C	底設導坑先進	150H 62 200H 76	40 75.0 60 75.0	25	60	400	松本土建
奈川木組線	宮の下	631.3	D	(上口) 底設導坑 (下口) 上半断面	150H 527	30 336.8 40 294.5	24	211	335	大東建設 鹿島建設
	ぶなの木	634.8	D	(上口) 上半断面 (下口) 底設導坑	150H 528	30 362.0 40 272.8	12	217	340	間組 大東建設
	すずはら	153.3	D	上半断面先進	150H 127	40 153.3	9	56	366	間組
	角ヶ平	394.6	D	上半断面先進	150H 328	30 347.0 40 47.6	9	118	300	佐藤工業
乗鞍岳線	乗鞍口	207.5	D	上半断面先進	150H 172	30 52.5 40 155.0	12	79	380	間組
	小大野川	166.5	D	上半断面先進	150H 133	25 74.0 40 92.5	8	59	355	間組
	大野川	518.3	D	上半断面先進	150H 387	30 292.0 40 226.3	11	179	345	佐藤工業

注：断面 A, B, C, D は図-4(a) に示す。

坑で掘進し、着岩してから坑内より頂設導坑を貫通させた。縫地施工中崖錐が移動を始めたので、地上上部からのセメントミルク注入により固めながら、一の桁、二の桁、三の桁を下して切り抜けた。着岩後は上半掘削により掘進し、上口より 871 m で下口工区と貫通したが、この間数カ所の断層、破碎帯に遭遇し、月進 52~110 m (平均 78 m) であった。湧水量は 400~5000 l/min であったが、1カ月ぐらいで 1/10~1/20 に減水した。これは、ほとんどが貯溜水であった。特に No. 793 破碎帯は 2% の下り勾配であったため、水中ポンプ (φ 8", 6") で辛うじて排水して切り抜けた。

b) 下口工区 (松本側)

下口側はチャート、粘板岩、砂岩の互層で特にクラックが多いことと、地下貯溜水に対して下流側から掘削することから危険が予想されたので、側壁導坑方式を採用した。川側導坑を先進したところ目の多いチャート、ぼろぼろな粘板岩であったが、No. 100 付近から黒灰色の硬質粘板岩に変化してきたので、初めて電気発破に切り

写真-7 親子滝トンネル下坑口



替えたところ、昭和 42 年 10 月 9 日突然 250 m³ の土砂が地下水とともに噴出した。幸い人身事故はなかったが、図-9 のように土かぶり約 50 m の山腹に直径約 10 m の陥没を生じた。10 月 16 日切羽付近まで噴出土砂を排除したところ、再度 450 m³ の土砂が噴出して坑内を埋めた。このため、山側導坑を排水坑とするため掘削を強行したが、慎重に施工した結果 No. 123 で貯溜水の噴出 (400 l/min) があったが、先進ボーリングにより地質調査をしながら減水をまって掘進し、ようやく川側導坑の破碎帯の裏側に回ることになり、約 10 m の破碎帯の状況を確認することができた。

この間、全工程を検討した結果この破碎帯の処理をまって掘進したのでは工期内完成不可能と判断し、別班を編成し、図-6 に示すように下口より山腹沿いに 330 m 仮設進入路を開削し、横坑 65 m により本坑に入り、上口、下口に向かって掘削し工程確保に努めたが、月進 17 ~ 60 m という難工事であった。横坑作戦は地下水排除の効果が大きく、湧水と闘いながら No. 113 付近 17 m を残して全区間の掘削を完了し、覆工まで施工することができた。

これに平行して、破碎帯の突破について安全面、工程確保の両面から検討を重ねた結果、薬液注入法により処理することに踏切り、総量 542 600 l (モルタル 19 800 l, C.B. 142 700 l, L.W. 345 500 l, M.I. 34 600 l) の薬注を施工した。施工範囲は図-9 に示す通りであるが、破碎帯両切羽部はコンクリート壁を施工し、注入圧 18~20 kg/cm² にて実施した結果湧水は完全に止り、リングカットにて慎重に掘削し無事貫通することができた。第 1 回の土砂噴出より 14 ヶ月を要したが、経済性という点で薬注工法は慎重に判断すべきであるが、この場合は有効な対策であった。

下口坑口においては坑口上部山腹の滑落による坑口埋没で石埋め救出の事故 (NHK・スタジオ 102 放送) と No. 113 破碎帯切羽崩壊による 1 名死亡事故等連続の事故により志気低下の時期もあったが、薬注処理による安全性の確保は志気を大いに高め、全線巻立完了し、舗装を完成したのが昭和 43 年 12 月 30 日であった。最大の難関である破碎帯の突破は他工区の追い込みに強力なカンフル剤となり、それぞれの難関を突破し予定通りの付替えが完成したのである。

(2) 橋梁工事

本工事において架設した橋梁は表-4 の通りであるが、一般的に下部工の施工にあたり問題が多かった。上部工は工期の確実性、現場施工性を考慮して鋼構造としたが、下部工は急峻な地形のうえ脆弱な岩盤のた

め掘削するにしたがい計画基礎高に予定した堅硬岩が出ず、そのつど大幅な設計変更をせざるを得ない場合が多かった。各橋梁の下部工を掘削完了してから上部工の発注をすれば確実であるが、全体の工程確保がむずかしくなることと、小スパン橋梁の連続区間は道路工事、電電公社ケーブル埋設工事等と競合することなど、現場架設と他工事との調整に苦労が多かった。代表的な 2 橋を図-10, 12 に示す。

a) 日当窪橋

トラスドランガークには横振れの問題等があるので、架設の各段階で応力測定を行ない検討を加えた。下部工は急斜面の崖錐層緑部に施工した逆井筒工法による橋脚

図-9 薬液注入平面図および断面図

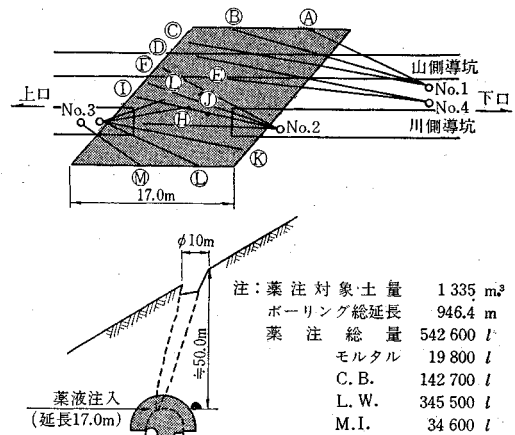


写真-8 薬液注入切取り

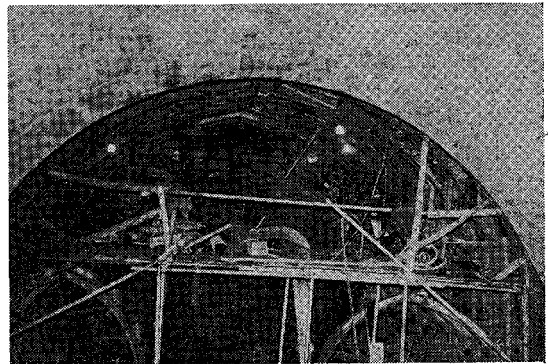


図-10 日当窪橋一般図

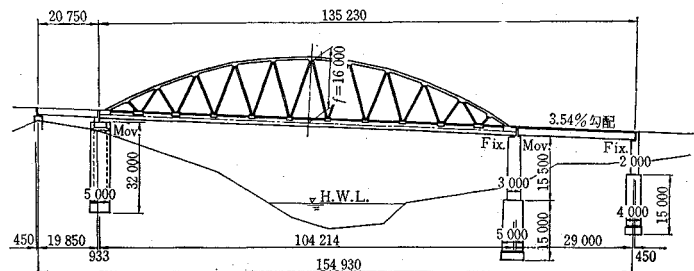


表-4 橋梁工事一覧表

路線名	橋名	形式	橋長 (m)	幅員 (m)	事業費 (百万円)	上部工 (t)			下部工 (t)		施工業者
						鋼材	鉄筋	セメント	鋼鉄材	セメント	
国道158号線	山吹橋	鋼活荷重合成桁	40.0	6.67~7.0	26.3	45.1	9.3	21.8	9.0	286.3	トビー工業
	こまくさ橋	鋼活荷重合成桁	41.9	6.0	31.8	64.1	16.2	24.3	19.8	200.6	汽車製造
	日当窪橋	トラスドランガー桁	155.98	6.0~6.5	122.5	283.2	49.4	63.1	121.1	460.5	石川島播磨重工業
	うすゆき橋	鋼活荷重合成桁	20.0	6.5	10.6	26.9	5.3	8.6	3.0	80.7	東日本重工
	あけぼの橋	鋼活荷重合成桁	36.4	6.0	23.4	43.1	7.0	15.5	15.8	161.1	日本車輛
	沢渡大橋	鋼活荷重合成桁	81.1	6.0~6.5	46.6	105.9	15.8	40.0	25.9	232.2	宮地鉄工
	つりがね橋	鋼活荷重合成桁	24.6	6.5	10.6	25.4	7.0	13.2	5.3	78.4	東日本重工
	くろゆり橋	鋼活荷重合成桁	24.6	6.5	8.9	25.2	7.0	13.2	4.2	28.9	東日本重工
	ぎんれい橋	鋼活荷重合成桁	29.7	6.5	14.0	35.6	8.0	16.5	7.0	134.8	川田工業
	ふうろ橋	鋼活荷重合成桁	24.6	6.5	12.7	25.3	7.3	14.0	9.5	171.4	東日本重工
奈川木祖線	田宣橋	R C スラブ	10.0	7.1	6.2	—	7.4	14.4	3.7	64.7	佐藤工業
	龜沢橋	R C T 形桁	15.3	7.0	9.4	—	10.7	18.5	5.2	47.3	吉川建設
	八木沢橋	R C スラブ	10.0	7.3	7.6	—	7.9	14.7	5.9	103.8	間組
乗鞍岳線	前川渡大橋	中落式ローゼアーチ	198.0	7.5	220.9	571.4	62.2	112.6	29.1	860.7	横河橋梁
	小大野川橋	鋼活荷重合成桁	52.55	7.5	25.6	54.6	18.4	34.2	22.2	117.4	宮地鉄工
	乗鞍棧道橋	同上PCスラブ	54.8	11.5~6.0	27.1	18.6	22.6	56.4	16.6	190.8	間組
	鉄管路橋	P C スラブ	13.8	6.5	6.2	—	12.1	23.0	6.0	72.8	間組

に特長がある。すなわち、図-11 に示すように、厚い崖錐層の下の風下粘板岩に岩着させるために、崖錐層は普通井筒工 (20.5 m) により沈下し、岩着後は逆井筒工 (11.5 m) で施工した。これは岩盤の状況により 1.5~2.0 m 程度掘削し、縦鉄筋を継足して配筋、内型わくの建込みを行ない、コンクリートを打設するという1サイクルの工程を繰り返しながら掘り下がる工法で、1工程が5~6日程度で確実に工程管理ができるので、普通井筒のように、沈下速度の変動や中心線の偏位等の心配がなく、岩盤の安全性を十分チェックしながら、無経験の工

図-11 日当窪橋・逆井筒橋脚図

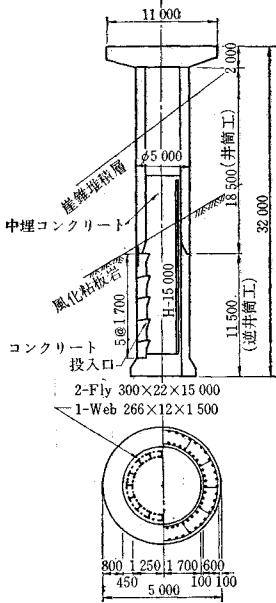
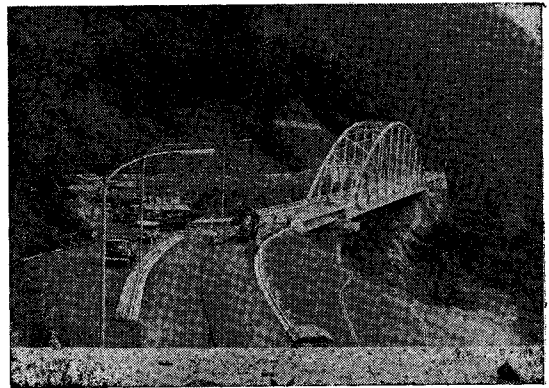


写真-9 日当窪橋



法であったが事故もなく 32 m の井筒工を完成した。H型鋼建込みによる補強および PS アンカーによる基盤への定着など、建設省土木研究所基礎研究室のご指導をいただいた。

b) 前川渡大橋

国道から分岐して梓川を横過する乗鞍岳線に架設された中落式ローゼアーチ橋 (L=198 m, W=

7.5 m) で、この形式ではわが国最長である。梓川溪谷に新名所として優姿を誇っているが、断層溪谷特有の尖頭状 (ピラー状) 岩盤の上に築造されたアーチ橋のため下部工は建設省土木研究所基礎研究室のご指導をいただき、グラウト注入、PS アンカー、基礎回り岩盤のモルタル吹付け処理等、橋台直下までのダム湛水 (水深 70 m) との関係を考えて慎重な基礎処理を行なった。上部工は、旧国道の直上に約 100 m のエレクション、短い工期等の制約の中で突貫工事を行ない、工場製作から架設完了まで9ヵ月という工程で、スラブコンクリー

図-12 前川渡大橋一般図

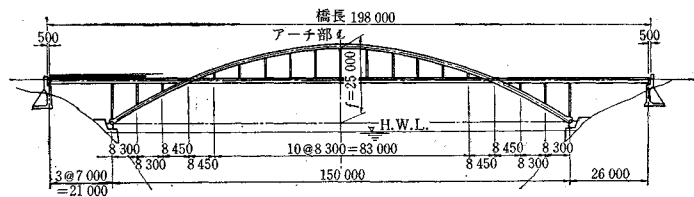


写真-10 前川渡大橋

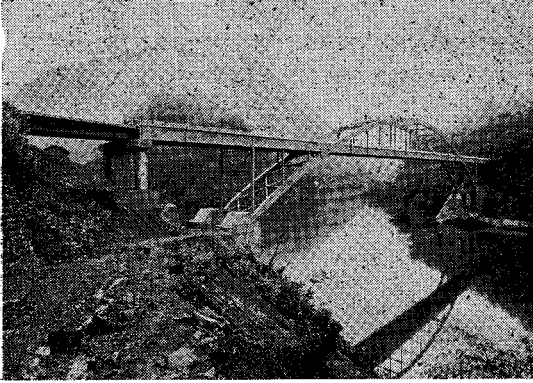


写真-12 親子滝インターチェンジ (上高地方面から写す)

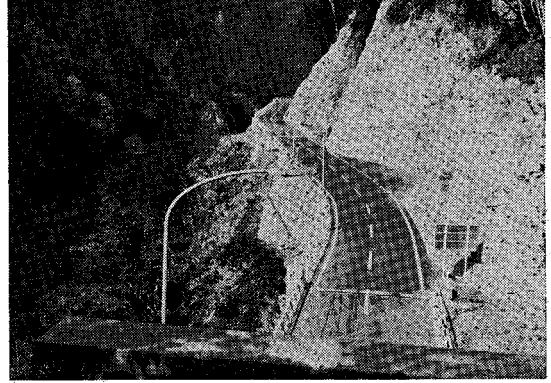


写真-11 奈川渡トンネルダム側風景 (緩和照明)

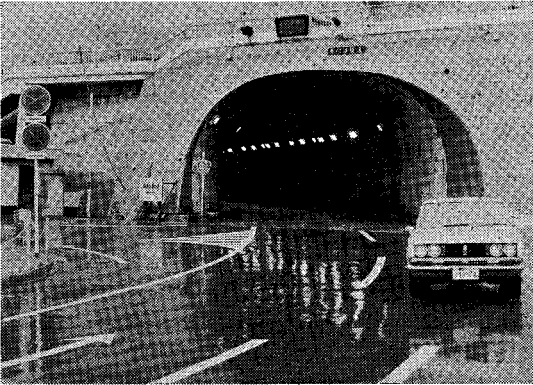
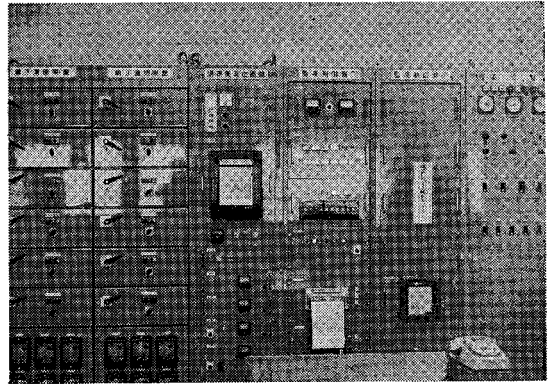


写真-13 受変電管理室



ト打設は厳冬期にあたったため全面被覆によるスチームパイプ保温養生により強行し、開通に間に合わせる事ができた。

(3) トンネル照明, 非常用施設および信号機

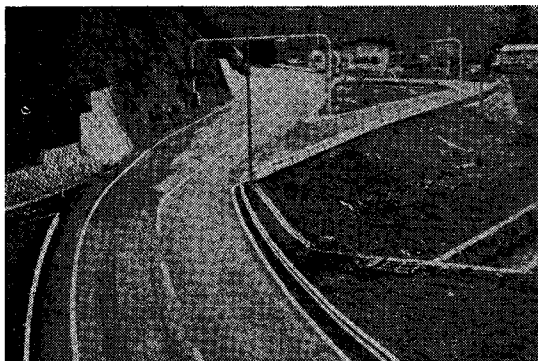
本工事の最大の特色であるトンネル群の特性を処理するため、交通量の伸びを考慮して、緩和照明, 機械換気等の全体計画をたて、野外輝度の異常に高いダム天端前後部分にのみ緩和照明を行ない、他は将来増灯することとした。基本部は 20 lx, 10 lx, 5 lx の 3 段階とし、昼間、夜間、深夜の 3 区分方式をとった。ダム湖による霧低温特性を考慮してナトリウム灯を採用したが、配光は大変良好である。防災設備としては親子滝トンネルに異常警報信号機, 異常警報サイレン, トンネル内非常用電話, 非常用押ボタン, 透過率測定器等を設置した。本トンネル独特のものとして、機械換気にするまでの間の自然換気の効率を良くするため、風向風速計と透過率計の連動による交通方向制御装置を案出して設置した。これは一定の透過率以下になると順風向の車両のみを通行させ、ピストン効果と風向を相乗させて効率的な自然換気を行なうこととし、逆風向は異常警報信号機により自動

的に通行止とする方式をとった。

交通信号機は入山トンネル内の分岐 (一般国道のトンネル内分岐は全国的に珍しい)、同トンネル坑口での県道との分岐、ダム天端付近の交通管理、前川渡トンネルと木賊トンネル間の県道分岐等、トンネル群特有の交通管理上の問題が多いため、公安委員会の指導により、全感応式信号機を設けることとし、交通安全対策を図った。特に乗鞍岳線分岐部は、図-7 に示すように上高地からの右折を禁止し、前川渡トンネルを通過してから親子滝インターにて右折転回して再び前川渡トンネルを通過し左折して乗鞍岳線に入る方式とした。両トンネル間 30 m の部分での分岐という悪条件に対して、夏山シーズンの坑内連続停車を避けるためやむを得ず採用した方式であるが、利用度は良好である (写真-12)。

上記各施設を一括管理するため付替え区間中央部の親子滝地先に管理室を設け、高圧受変電, 照明点灯状況管理, トラフィックカウンター, 風向風速計, 非常用電話等の管理を行なっている。なお、増設施設としてジェット噴流式縦流換気設備を予定しているが、交通開始後の調査では、おおむね昭和 50 年頃必要になる見込みである。

写真-14 日当窪トンネルから上高地方面を望む



6. むすび

以上述べたように、県施工の国県道としては、トンネル群としての特殊性に伴い、相当に水準の高い設備設計を行なっているが、今後はダム湛水による道脚部の安全性、凍結融解に対する山腹維持、雪崩対策等寒冷地山岳

道路特有の諸問題点を抱えた本道路は、3ダム湖出現による観光シーズンの爆発的交通量の増大を考えると、交通管理上さらにいろいろな問題が生ずると思われるが、引続きこの道路の推移を観察し検討を加えてゆくならば、山岳道路計画のために本工事の意義もまた大きいのではないかと考えられる。

限られた人員と短期間の難工事であったが、発電計画に支障なく無事完成し得たことは、建設省道路局をはじめ建設省土木研究所、信州大学工学部、理学部および電力中央研究所等のご指導によるものであり、厚く感謝申し上げる次第である。なお特に158号線道路工事については1968年度優秀工事として道路部門において全建賞受賞の栄を与えられ、この工事に関係してともに苦勞を分かち合った発注者、受託者の努力が認められたものと感激にたえないところである。

最後に、本道路工事のために尊い生命を捧げられた11名の方々のご冥福を祈り、拙文であるが工事報告とする。

(1970.2.9・受付)

トンネル

アメリカを中心としたトンネル技術の現況

アメリカ合衆国住宅都市開発局 発行 / 高橋 徹 監訳

最近のトンネル技術の進歩は目覚ましいものがある。欧米・日本で現在すでに着手されているトンネル建設計画を調査した資料によって、諸工法を施工的・積算的な立場から紹介した書。 B5・224頁・1800円

目次=トンネル工学の現状 / 岩石トンネル / 軟弱地盤におけるトンネル掘さく / コンクリートの2次覆工 / 立坑と巻揚設備 / 軟弱地盤の対策 / 開さく、沈埋、その他の工法 / トンネル掘さくの安全性 / 付録

海洋構造物の設計と施工

長崎作治(東海大学教授)著

海洋構造物における設計・施工には、まだ多くの未知の部分、問題点がある。本書は、最近施工された海洋構造物の実例から、それらの点を解明し、さらに理論・応用へと言及した。 菊判・330頁・2500円

目次=海洋構造物に作用する外力 / 海洋構造物の設計・施工上の問題点 / 海洋構造物の実例(1)・(2)

土木工学大成4

電子計算機の手法とその応用

大地羊三(法政大学教授工博)著

電子計算機を土木工学の全分野にいかに応用するかを解明した土木技術者必読のわが国初の待望書。 菊判・350頁・予2000円

目次=電子計算機のプログラム / 数値計算法 / 最適値問題 / 統計・OR / 土木工学への応用例

土木工学大成5

コンピューターによる橋梁と構造の振動解析

上原七司著 菊判・予1800円

技術者の夢

W・リイ著 猪瀬寧雄訳 B6・500円

■図書目録 / 内容見本呈

森北出版

東京・神田小川町3の10 電話東京(292)2601 振替東京34757