

津軽南部道路の計画

加澤 敦*, 塩井 幸武**

Planning of Tsugaru-Nanbu Highway

Atsushi KAZAWA, Yukitake SHIOI

Abstract

National road 102 does not function as a main route between Hachinohe and Hirosaki, main cities in Aomori Prefecture, because of physical and climatic handicaps. To plan a all-season expressway in Mt. Hakkoda, many problems should be solved such as coldness and snow, national park, slope steeps and poor loam. To solve these problems, several comparative routes study and contrivance of special structures and equipments are performed, and the plan of expressway of the 3rd class in the 3rd grade has been completed. This report summarizes these contents.

Keywords : road planning, mountain road, comparative route study, express way

1. 序 論

1.1 青森県の道路事情

青森県の主要な国道は三角状に配置されている青森市、弘前市、八戸市をつなぐ国道4号、7号、45号、102号である(図-1)。また、高速交通体系としては東北縦貫自動車道弘前線、八戸線がある。

青森市と弘前市については幹線道路が既に整備され、青森市と八戸市については国道、有料道路があり、さらには東北縦貫自動車道八戸線の北方延伸が計画されている。弘前市と八戸市については県土を横断する国道102号があげられるが、狭隘で幹線道路の機能を果たし得ず、急ぐ場合は東北縦貫自動車道弘前線、八戸線で大きく迂回せざるを得ないのが実状である。交通量を図-2、表-1に示す。

1.2 津軽南部道路の現状と重要性

八戸市～弘前市間をつないでいる国道102号は、八甲田山系で、急カーブが多く、長い走行時間を要し、積雪も多く、冬期間は約5ヶ月間も通行止めとなるなどの多くの問題点がある。そこで、青森県の津軽地方と南部地方の円滑な交通を目指して国道102号の代替ルートの計画及び基本構造の計画を行った。

1.3 八甲田山系の自然条件

計画路線の地域は積雪寒冷地で、その大部分は十和田八幡平国立公園(図-3)に指定されている。また、地質は施工のしにくいローム土が広く分布しているため(図-4)、それぞれ適切な対応策をとる必要がある。

1.4 計画の目的と要件

青森県の主要地域の津軽地方と南部地方を直接結び、両者の交流を円滑にするために上述の諸条件を克服する高規格道路に準ずる道路計画を立案するものである。計画交通量については

平成11年10月15日受理

* 大学院工学研究科土木工学専攻博士前期課程・1年

** 構造工学研究所・教授

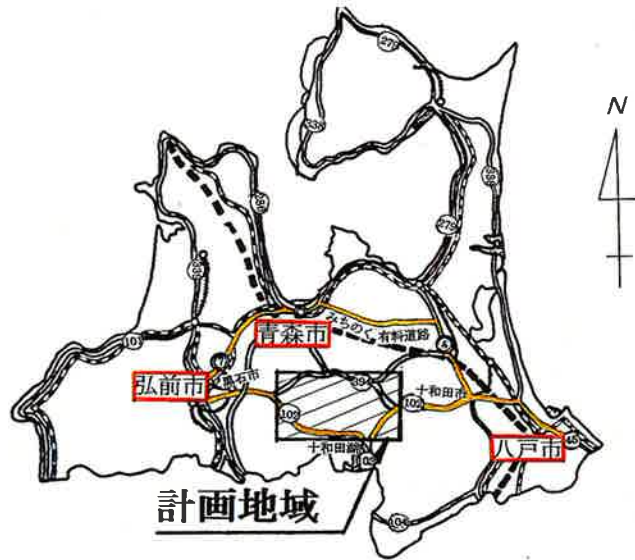


図-1 青森県全体地図



* 交通量は代表的な地点のみ抜粋

図-2 青森県内の交通量

現在交通量 533 台/日を対象とするのは現実的でないので 102 号の東西の交通量を勘定して将来交通量を 20,000 台/日とした。

本計画の立案にあたり、次の要件を設定した。

① 道路の区分：第 3 種第 3 級，設計速度 60 km/h.

- ② 縦断面勾配：6% 以下。
- ③ 景観との調和。
- ④ 国立公園第 2 種特別地域の保全。
- ⑤ 積雪対策及び地吹雪対策。
- ⑥ 維持管理施設の合理化と防災。
- ⑦ 積雪深：4 m を想定*。

津軽南部連絡道路の計画

表-1 交通量

| 路線名 | 観測地点名 | 日交通量(台/日) |
|-------------|------------------|-----------|
| 東北縦貫自動車道弘前線 | 碓ヶ関 IC～大鰐弘前 IC 間 | 7,660 |
| | 大鰐弘前 IC～黒石 IC 間 | 5,902 |
| | 黒石 IC～浪岡 IC 間 | 6,940 |
| | 浪岡 IC～青森 IC 間 | 7,205 |
| | 青森県境～碓ヶ関 IC 間 | 6,788 |
| 東北縦貫自動車道八戸線 | 青森県境～南郷 IC 間 | 5,175 |
| | 南郷 IC～八戸 IC | 5,202 |
| 一般国道 45 号 | 八戸市新井田字小久保尻 | 25,349 |
| | 八戸市柏崎二丁目 | 41,160 |
| | 八戸市城下三丁目 | 40,814 |
| | 八戸市下長一丁目 | 32,269 |
| | 八戸市河原木字千刈田 | 24,974 |
| | 上北郡百石町字上明堂 | 13,701 |
| | 上北郡百石町下田字木崎 | 11,528 |
| | 上北郡六戸町犬落瀬字後田 | 15,354 |
| | 十和田市三本木字野崎 | 19,063 |
| 一般国道 4 号 | 十和田市三本木字里ノ沢 | 7,834 |
| | 十和田市三本木字一本木沢 | 5,142 |
| | 十和田市洞内字杉ノ沢 | 12,863 |
| | 上北郡七戸町字野頭 | 10,089 |
| | 上北郡天間林村天間館中野 | 7,997 |
| 百石道路 | 八戸北 IC～下田百石 IC | 3,776 |
| 国道 4 号線 | 青森市平新井田字森越 | 22,623 |
| | 青森市矢田前字弥生田 | 34,605 |
| | 青森市栄町一丁目 | 48,402 |
| | 青森市本町一丁目 | 50,772 |
| 一般国道 7 号 | 青森市柳町一丁目 | 54,709 |
| | 青森市篠田二丁目 | 43,828 |
| | 青森市石江字三好 | 27,281 |
| | 青森市新城字山田 | 23,263 |
| | 青森市鶴ヶ坂字田坂 | 22,149 |
| | 南津軽郡浪岡町大釈迦字沢田 | 24,082 |

表-1 交通量

| 路線名 | 観測地点名 | 日交通量 (台/日) |
|----------|-----------------|------------|
| 一般国道7号 | 南津軽郡浪岡町徳才子字船岡 | 14,395 |
| | 南津軽郡浪岡町下十川字扇田 | 22,110 |
| | 南津軽郡藤崎町藤崎中豊田 | 30,669 |
| | 弘前市堅田字神田 | 36,054 |
| | 弘前市境関字西田 | 41,227 |
| | 弘前市門外字下松元 | 23,665 |
| | 南津軽郡浪岡町杉沢字福田 | 17,176 |
| 一般国道102号 | 弘前市大字福村字新館添 | 17,426 |
| | 黒石市大字中川字篠村 | 15,959 |
| | 黒石市大字温湯字長漕 | 8,113 |
| | 南津軽郡平賀町大字葛川字大川添 | 2,224 |
| | 上北郡十和田湖町奥瀬字十和田 | 533 |
| | 上北郡十和田湖町法量字焼山 | 3,945 |
| | 上北郡十和田湖町奥瀬字下川目 | 6,800 |

⑧ 最低気温：-15°Cを想定*。

* 酸ヶ湯の寒期過去5年間の気象記録参考。

2. 比較路線の検討

2.1 概要

本計画路線は国道102号の代替路線として観光道路と生活・産業道路の機能を分化し、後者を中心に計画する。計画は平賀町平六温泉，十和田湖町焼山間約23kmを対象とする。

八甲田山系に本路線の可能性を追求するために数多くの比較路線を検討したが，その代表的なものを以下に説明する。

2.2 比較案Ⅰ (図-3)

計画路線Aは奥入瀬バイパスを一部利用するルートで，計画線を標高800m以下にして，除雪による冬期通行が可能であると考えた。トンネルを標高800m付近に計画することで，トンネル延長が2,000mと短くし，出入口手前の

勾配を緩やかにすることができた。欠点としては，ルート上には，部分的に崖や谷が多くあるために橋梁が多く必要となることや，半径200mのカーブが多く必要となることなどがある。

計画路線B,Cは焼山と葛川間をつなぐルートで，その利点は現在の国道102号と比べると距離は約半分となり，所要時間も短縮し，トンネルを標高750m付近に計画することで，除雪による冬期通行が可能となる。欠点としては，工事費が大きく，沿道の土地利用がほとんどできない。以上の条件の他，表-2に示す諸要因からAルートが最善であると判断された。

2.3 改良比較案Ⅱ (図-5)

計画路線Dは計画路線Aを再検討し，見直しを行った。平六温泉から距離約1,100mの低い標高の区間に最大勾配5.45%をとり，高地における勾配を緩和するように配慮した。現国道では，標高1,000mの峠道を通過することになるが，Dルートでは最高地点795mとして現道

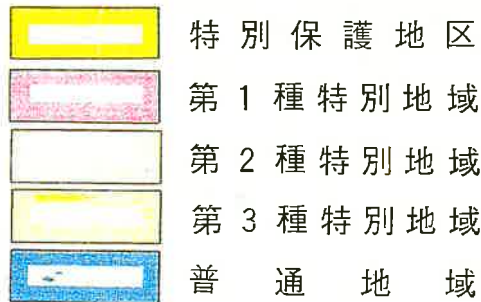
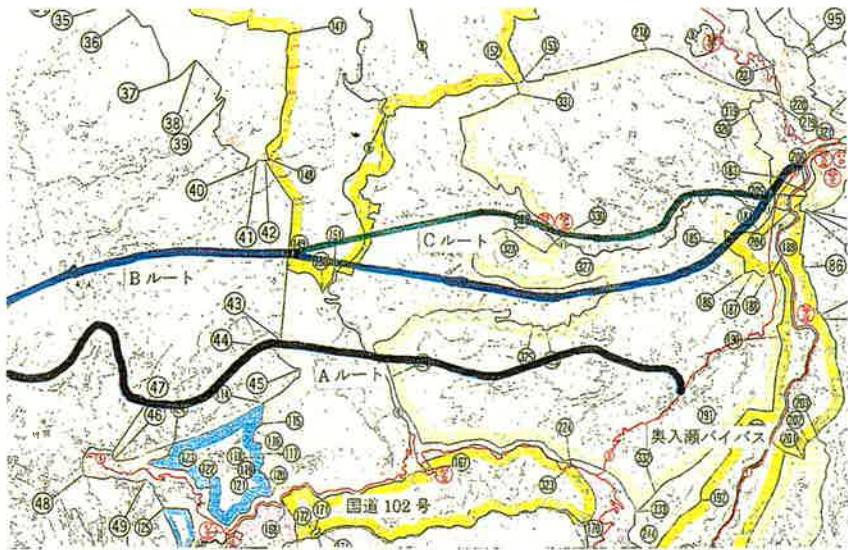


図-3 十和田八幡平国立公園

より約 205 m 低くすることができた。また、橋梁の総延長が A ルートの 5.95 km に対して、D ルートでは 3.35 km と約 2.6 km の短縮、工事費の低減などの利点があげられた。しかし、ルート終点付近において、滝ノ股川を迂回しなければならないという問題点はそのまま残った。

2.4 改良比較案 III (図-6)

計画路線 E は D ルートの欠点である滝ノ股川の迂回を避けるために計画し、計画路線の短縮、所要時間の短縮、概算工事費の低減などの利点が得られたが、開拓地の善光寺平を避ける結果となったので、再検討して最終案として善光寺平とアクセスをとれる計画路線 F を計画

した。E ルートでは経済性、安全性を考慮している計画ではあるが、一部湿地帯の下をトンネルで通るなど施工上、環境対策上、合理的でない点があるために一部ルートの変更を行った。これにより、F ルートは、E ルートに比べてトンネル延長を約 120 m 短縮できたが、平均勾配は増加した。また、擁壁・カルバートを多用し、建設発生土をできる限り減少させ、橋梁の延長も縮めた。

図-5、図-6 に比較路線図、図-7 に F ルートの縦断面図、表-2 にこれまでの計画路線のデータを比較した。

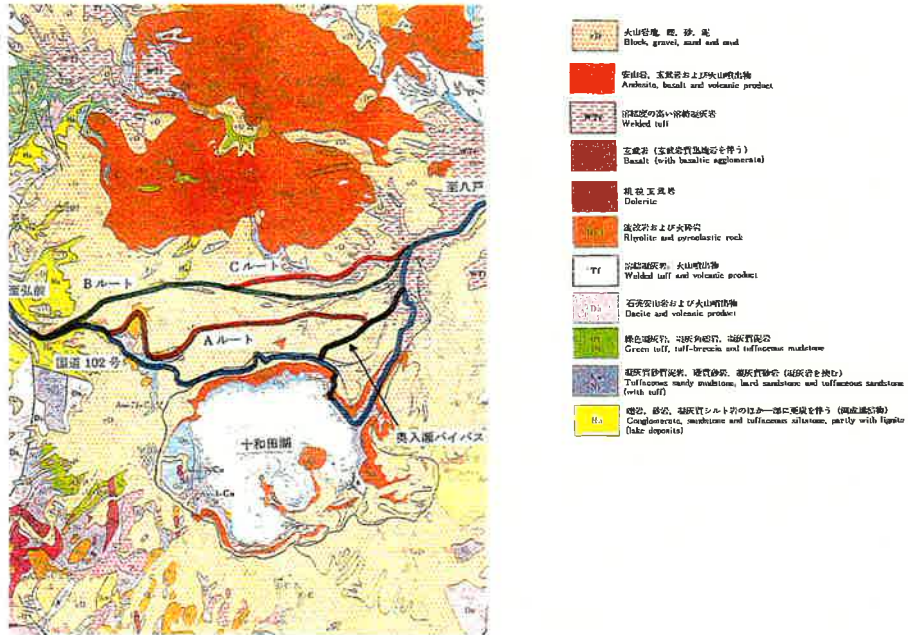


図-4 地域計画地質分布図

表-2 計画路線比較データ

| 計画路線 | 全長 (km) | 最小勾配 (%) | 最大勾配 (%) | 平均勾配 (%) | トンネル総延長 (km) | 橋梁総延長 (km) | 所要時間 (分) | 概算工事費 (億円) |
|------|---------|----------|----------|----------|---------------|----------------|----------|------------|
| A | 22.200 | 1.00 | 6.00 | 4.80 | 2.00 (1箇所) | 5.95 (19箇所) | 30 | 434.50 |
| B | 23.750 | 2.10 | 6.00 | 4.20 | 5.25 (2箇所) | 5.95 (12箇所) | 30 | 481.70 |
| C | 23.800 | 1.30 | 6.00 | 4.20 | 5.80 (2箇所) | 6.55 (13箇所) | 30 | 605.30 |
| D | 20.800 | 0.29 | 5.45 | 3.37 | 3.29 (3箇所) | 3.35 (25箇所) | 25 | 355.74 |
| E | 18.643 | 1.08 | 5.00 | 3.45 | 2.58 (1箇所) | 2.79 (21箇所) | 23 | 295.79 |
| F | 18.675 | 0.41 | 5.50 | 3.81 | 2.46 (1箇所) | 1.69 (9箇所) | 23 | 231.71 |

3. 最終案の立案

3.1 概要

本計画路線は盛土構造を基本として計画を行ってきた。その理由は冬期の容易な除雪作業

と吹きだまり防止を狙ったことと、十和田八幡平国立公園では建設発生土を捨てることのできないことによる。さらに擁壁・カルバートを用いて計画することにより橋梁の総延長を大幅に減少させ、余る地山土量を極力減少できるよう

津軽南部連絡道路の計画

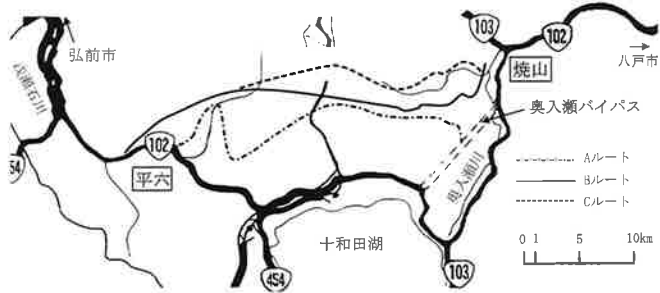


図-5 比較路線図 (A, B, C ルート)

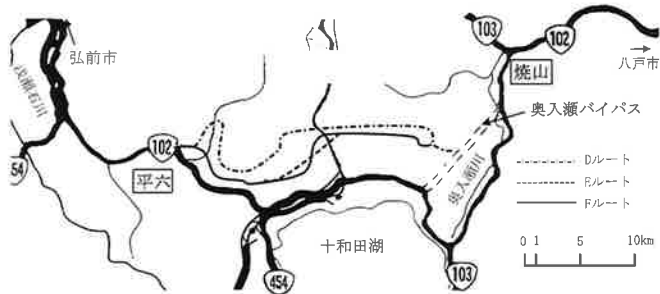


図-6 比較路線図 (D, E, F ルート)

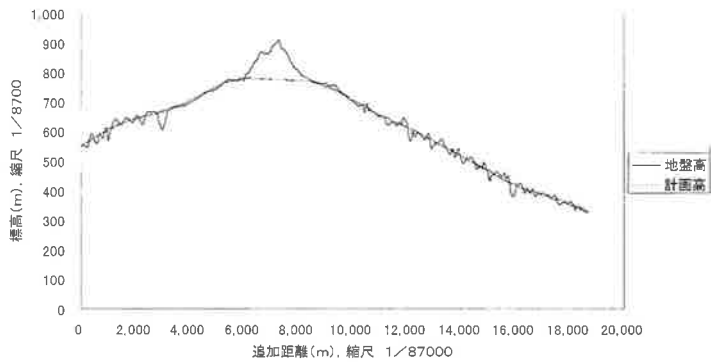


図-7 Fルート縦断面図

にした。

3.2 道路構造

1日1方向当たりの大型交通量と路床土の設計 CBR により、舗装全厚 (H) とアスファルト換算厚さ (Ta) を決め、各層構成の配分を行う。図-8 に標準横断面図を示す。

(1) 設計 CBR の決定

ここでは、十和田湖町惣辺地区の CBR 試験の結果をもとに設計 CBR を算出する。

$$CBR = \frac{(\text{各地点の CBR の平均値}) \times (\text{CBR 最大値} - \text{CBR 最小値})}{C}$$

ここに、C は設計 CBR の計算に用いる係

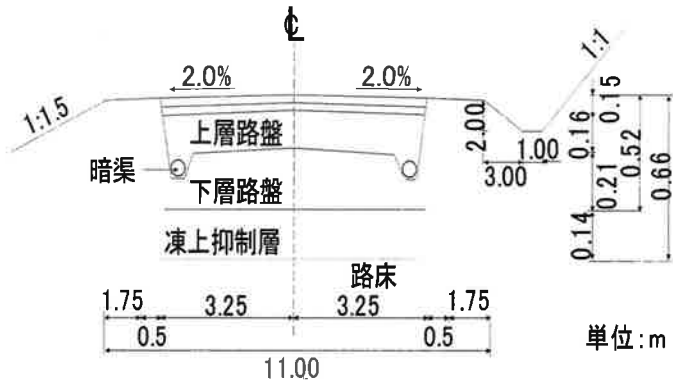


図-8 標準横断面図

数で、個数(n)が3より、1.91である。よって、 CBR は

$$CBR = \frac{(10.8 + 17.6 + 14.2)}{3} \\ = \frac{(17.6 - 10.8)}{1.91} = 10.63$$

アスファルト舗装要網の規定により、設計 $CBR=8$ とする。

(2) 大型交通量の推定と区分

計画大型交通量 20,000 台/日

大型交通量の混入率 20%

大型交通量 $20,000 \times 0.2 = 4,000$ 台/日

よって、区分はD交通である。

累積5t換算輪数

$$N = 1,000,000 \times 4,000 / 110 \\ = 36,400,000 \text{ 輪/1方向}$$

(3) 表層・基層の厚さの決定

交通量の区分がD交通であるため、表層+基層の最小厚さは20cmである。また、上層路盤に瀝青安定処理を用いる場合は、最小厚さは15cmとなる。

(4) 舗装全厚(H)とアスファルト換算厚さ(T_a)の決定

$$H = 28N^{0.1} / CBR^{0.6} = 28 \times 36,400,000^{0.1} / 8^{0.6} \\ = 46 \text{ cm}$$

$$T_a = 3.84N^{0.16} / CBR^{0.3} \\ = 3.84 \times 36,400,000^{0.16} / 8^{0.3} = 33 \text{ cm}$$

(5) 各層の厚さの決定

上層路盤に瀝青安定処理を用いると、表層・基層の合計厚は15cmとなる。上層路盤の厚さを15cmとすると、表層と基層・上層路盤の T_a は $15 + 12.8 = 27.8$ cmで、33cmとの差5.2cmを下層路盤で受け持てばよいので、下層路盤は生石灰安定処理を用いると、等値換算係数0.25から、下層路盤の厚さは $5.2 / 0.25 = 21$ cmとなる。以上から、舗装全厚(H)は $15 + 16 + 21 = 52$ cmとする。

(6) 凍上抑制層の決定

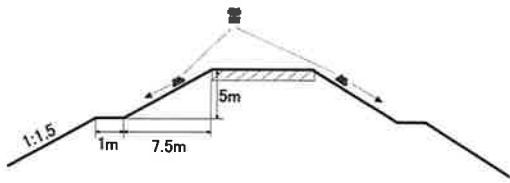
$$D = C\sqrt{F} = 4 \times \sqrt{550} = 94 \text{ cm}$$

最大凍結深さの約70%置換すればよいとされているので、その深さは $94 \times 0.7 = 66$ cmとなる。

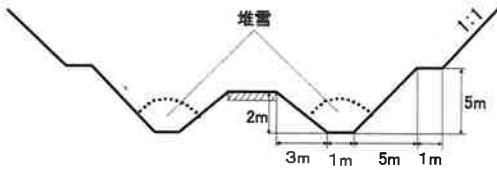
したがって、舗装全厚は52cmでは、14cm不足するので下層路盤の下に凍上の生じにくい材料(たとえば砂利や砂)を14cmとり、舗装全厚を66cmとする。

(7) 地吹雪対策

本計画では新しい地形改良について検討した結果、図-9のような防雪盛土と防雪切土を提案する。この考えは車線上の堆雪・吹きだまりを防止するために、盛土部、切土部ともに風力により雪を吹き流す構造とし



防雪盛土



防雪切土

図-9 吹雪対策

た。切土部においては、従来の切土構造と異なる切り盛り構造で、計画路線高より2mほど切り下げ、1mのスペースを設けるものである。これにより、自然風によって吹き流された雪を堆雪することができる。また、堆雪幅を十分に確保しているため、除雪作業を行っても問題ないと考えられる。

以上のことから、地吹雪による交通障害が緩和されると考えられる。

3.3 橋梁

計画路線地域が山岳部であるため、ほとんどが規模の大きな橋梁となった。ここでは、Fルートに計画した9箇所の橋梁について、その基本構造の提案をする。また、凍結防止対策としては、基本的に道路部、トンネル部と同様、除雪による管理、凍結防止剤の散布を行うが、橋梁内には暖房設備を連続的に設置することで、降雪時、凍結時に路面温度を一定に保ち、融雪、乾燥によって凍結を防止できると考えている。図-10に橋梁断面図を示す。

(1) 1号橋

この区間は標高が550m級の山々で、最も深い地点が約32m、橋長90mという地形条件であり、これに適応可能な橋梁形式として、鋼床桁橋とラーメン橋の2案が考えられ、比較検討を行った。その結果、区間中央に谷川があること、急斜面な地形であることから、方丈ラーメン橋を提案する。図-11に1号橋側面図を示す。

(2) 2号橋

この区間は標高590m付近にあり、最も深

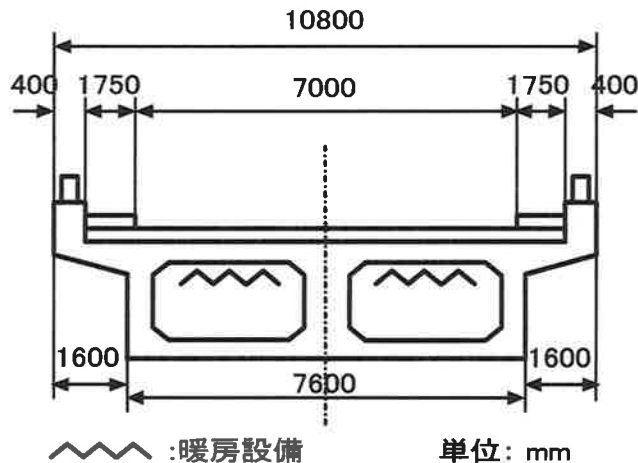


図-10 橋梁断面図

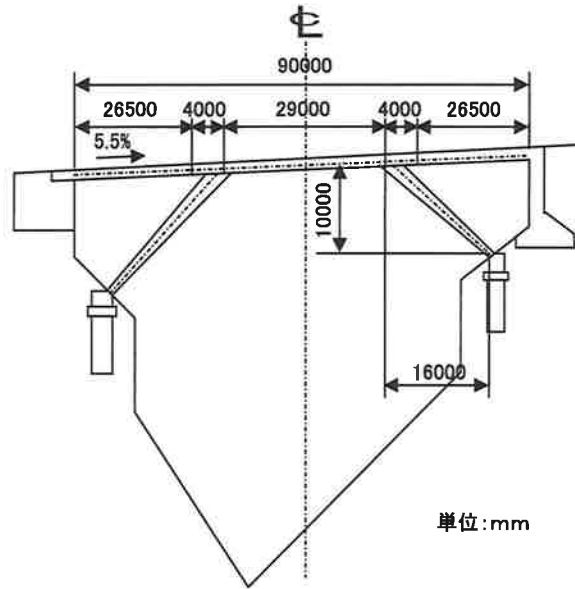


図-11 1号橋側面図

い地点が約 37 m, 橋長 105 m という地形条件であり, 橋梁形式は鋼床版桁橋とアーチ橋の 2 案を考え, 比較検討をおこなった。その結果, 中央に谷川があること, 急斜面な地形であることから, RC アーチ橋を提案する。図-12 に 2 号橋側面図を示す。

(3) 3号橋

この区間は計画路線 F のうち, 最も規模が大きい橋梁で, 標高 650 m 付近に位置し, 最も深い地点が約 58 m, 橋長 400 m という地形条件である。橋梁形式は, PC 連続箱桁橋, アーチ橋の 2 案について比較検討を行った。その結果, 橋脚が長くなること, 中央に谷川があることなどから, 上路式 2 ヒンジ鋼アーチ橋を提案する。図-13 に 3 号橋側面図を示す。

(4) 4号橋

この区間は標高 680 m 付近にあり, 最も深い地点が約 21 m, 橋長 180 m という地形条件であるために, 橋梁形式は, 鋼床版桁橋, 斜張橋の 2 案について比較検討を行った。その結果, 現地調査から川

の付近には橋脚を設けず, 別の地点で橋脚を設けることにして, 鋼床版桁橋を提案する。図-14 に 4 号橋側面図を示す。

(5) 5号橋

この区間は標高 630 m 付近にあり, 最も深い地点が約 20 m, 橋長 230 m という地形条件であるために, 橋梁形式は, 斜張橋, 連続高架橋の 2 案について比較検討を行った。その結果, 現地調査から周辺地形や沢の状態に特に問題がないと判断されたため, また景観との調和も考慮して連続高架橋を提案する。図-15 に 5 号橋側面図を示す。

(6) 6号橋

この区間は標高 580 m 付近にあり, 最も深い地点が約 41 m, 橋長 150 m という地形条件であり, 橋梁形式は, PC 連続箱桁橋, 逆ローゼ橋, 中路的アーチ橋の 3 案について比較検討を行った。その結果, 周辺の地形状態から, 橋脚の設置が難しい点, 逆ローゼでは景観との調和という点で劣ることか

津軽南部連絡道路の計画

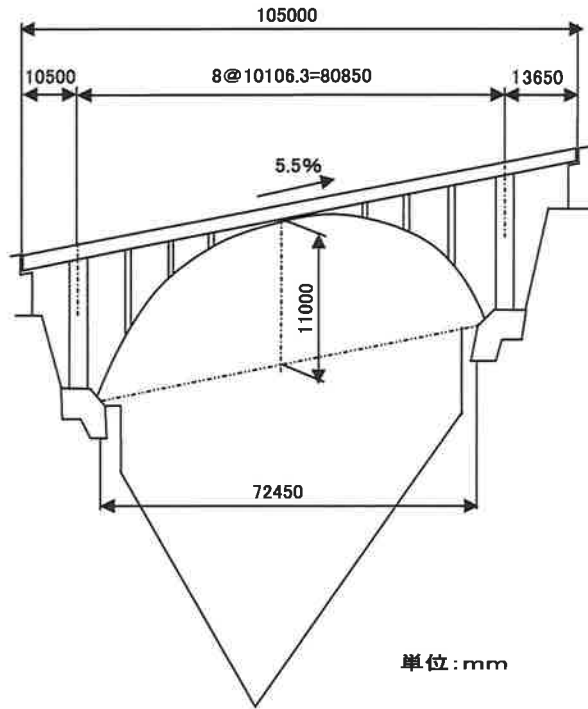


図-12 2号橋側面図

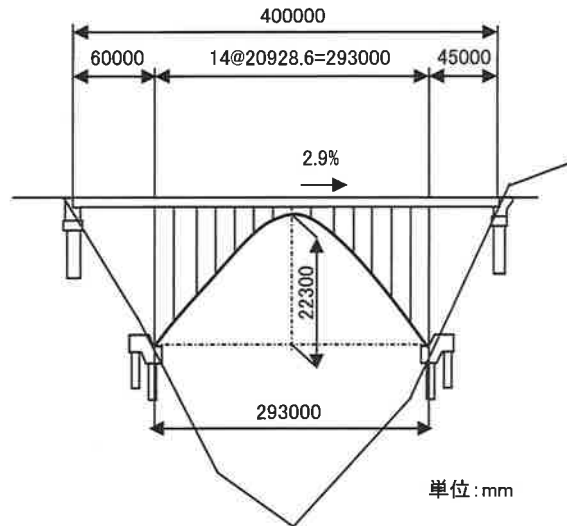


図-13 3号橋側面図

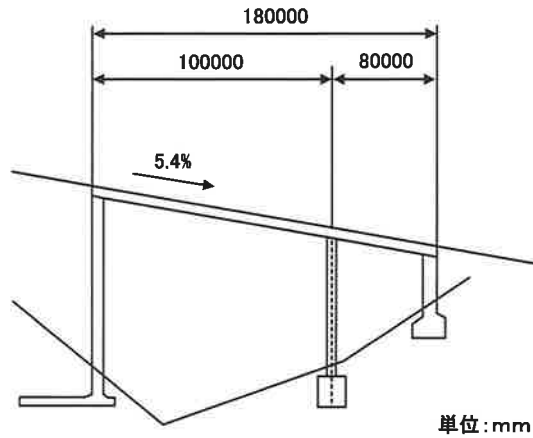


図-14 4号橋側面図

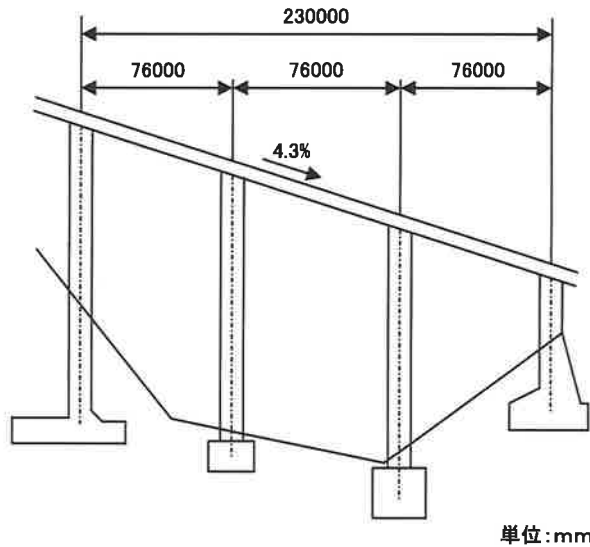


図-15 5号橋側面図

ら、中路式鋼アーチ橋を提案する。図-16に6号橋側面図を示す。

(7) 7号橋

この区間は標高550m付近にあり、最も深い地点が約31m、橋長110mという地形条件であり、橋梁形式は、鋼床版桁橋、アーチ橋の2案について比較検討を行った。その結果、橋脚が長くなること、沢の状態があまり良くないことから、上路式2ヒンジ

鋼アーチ橋を提案する。図-17に7号橋側面図を示す。

(8) 8号橋

この区間は標高450m付近にあり、最も深い地点が約33m、橋長160mという地形条件であり、橋梁形式は、アーチ橋、連続高架橋の2案について比較検討を行った。その結果、アーチ橋では景観に調和するが、この場合、構造物の方が強調されると判断

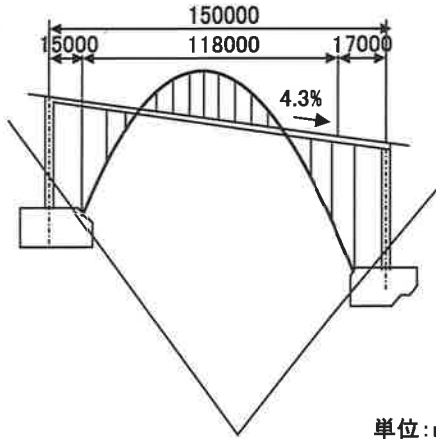


図-16 6号橋側面図

単位:mm

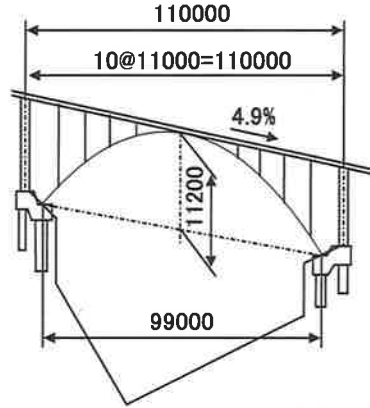


図-17 7号橋側面図

単位:mm

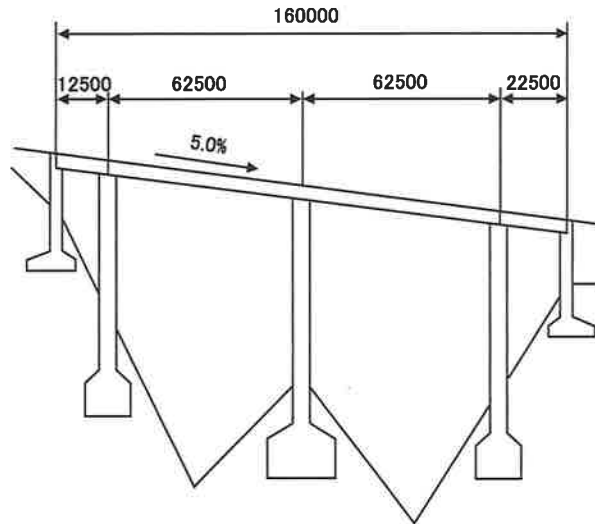


図-18 8号橋側面図

単位:mm

したため、連続高架橋を提案する。図-18に8号橋側面図を示す。

(9) 9号橋

この区間は標高420m付近にあり、最も深い地点が約40m、橋長260mとなっており、橋梁形式は、アーチ橋、連続高架橋の2案について比較検討を行った。その結果、アーチ橋よりは地形との調和性で劣るが、景観との調和性を考慮して連続高架橋を提

案する。図-19に9号橋側面図を示す。

3.4 トンネル

(1) 基本構造の提案

トンネル断面は、車道幅員6.5m、建築限界幅7.5mとし、トンネル総幅員は、側溝、ケーブルダクト等の関係により11.0mとした。施行はNATM工法で上部半断面掘削を想定して、覆工コンクリート厚0.3m、吹付けコンクリート

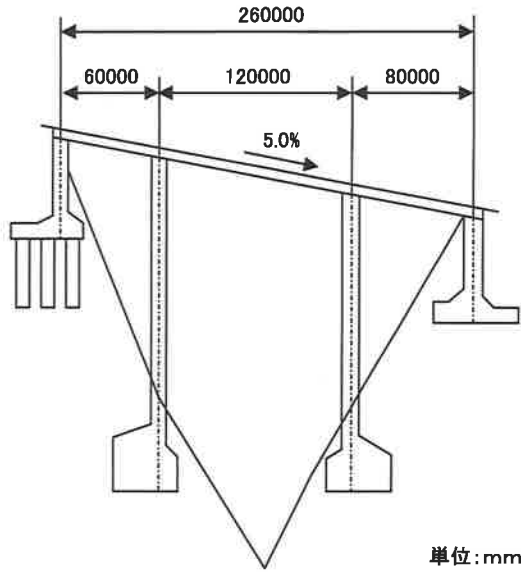


図-19 9号橋側面図

厚 0.1 m とし、中央排水溝なども設置した。坑口では、前後の坑門を突出型のベルマウス逆式にすることにより、車両の走行に与える影響を少なくし、坑口周辺地形と良く適合するようにした。内装においては、最も洗浄効果が良好なタイル張りを採用した。

掘削方法としての上部半断面工法は、トンネル断面を上半部と下半部に分けて掘削する工法で、各種地山条件に適用事例が多い。施工機械も通常のダンプトラックがずり運搬に使えるほか、この工法に適応するように開発された機械が多い。ここでは地層構成がわからないので、とりあえず汎用性のある上部半断面工法を採用したい。

換気は、トンネル縦方向に作用する交通換気および自然換気（坑口はベルマウスになっている）を補足するようにジェットファンの噴流効果による圧力上昇を発生させる。これにより所要の換気量を満足する縦流式・ジェットファン式（対面交通トンネル）を用いることにした。

照明は、霧・排気ガス等の中で透過率が優れているナトリウムランプを採用した。防災施設

として、火災発生時に炎と煙を遮断するウォーターミスト幕（60 m 間隔）の設置を提案する。図-20 にトンネル断面図、図-21 にトンネル縦断面図を示す。

(2) 換気・照明の設計

① 換気量（対面交通）

・計算条件（換気計算のための）

道路の構造規格 第3種第3級，地方山地部

車線幅員 3.25 m

（側方余裕）（両側とも 0.5 m）

設計速度 60 km/h

トンネル延長 $L_r = 2,458$ m

車道断面積 $A_r = 58$ m²

勾配条件 $\pm 0.4\%$ (2,458 m)

標高 780 m

・交通条件

設計交通容量 $N = 830$ 台/h (2車線)
（実交通量）

大型車混入率 20%

ディーゼル車混入率 20%

重方向交通量率 60%

・換気の設計濃度

煤煙に対して $\tau = 30\%$

・単位基準換気量

煤煙に対して $q_0 = 0.070$

・基準換気量

設計交通量の時（煤煙）
 $Q_0 = q_0 \times N \times L_r = 1,000 = 143$ m³/s

・勾配補正係

（煤煙）
 $k_i = 1.1$

・標高補正係数

$k_j = 1.1$

・所要換気量

煤煙に対して、縦方向交通量 60% から

$$Q_{req} = Q_0 \times 0.6 \times k_i \times k_j = 104 \text{ m}^3/\text{s}$$

② ジェットファン所要台数（対面交通）

・計算条件

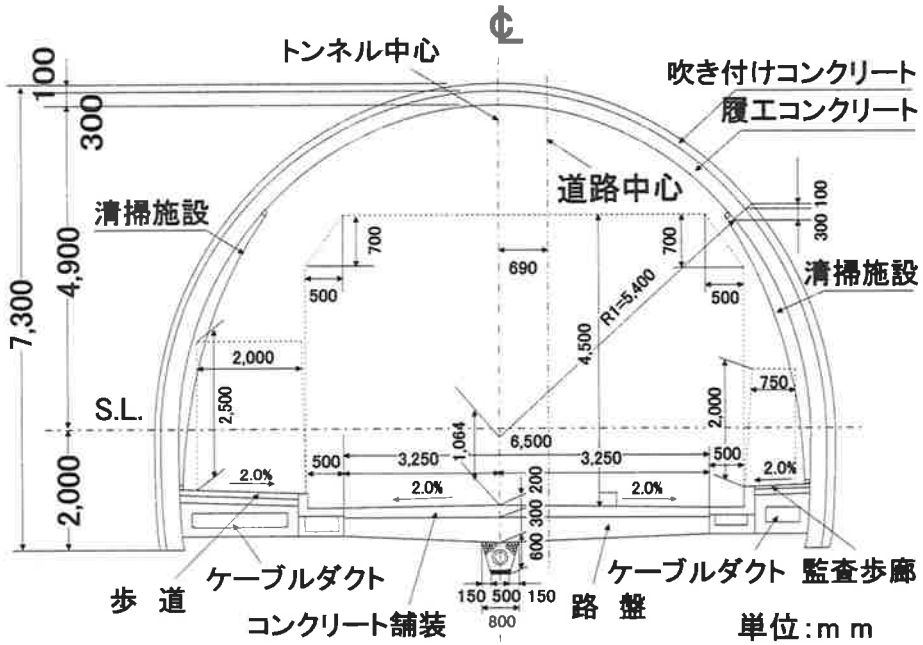


図-20 トンネル断面図

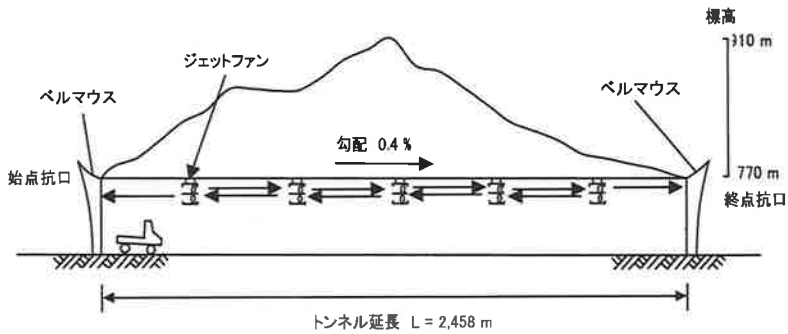


図-21 トンネル縦断面図

| | | | |
|--------|--|---------|---|
| トンネル延長 | $L_r=2,458$ m | 勾配上り方向交 | 60% |
| 車道断面積 | $A_r=58$ m ² | 通量率 | |
| 車道代表寸法 | $D_r=7.5$ m | 自動車等価低抗 | $A_m=1.9$ m ² ($r_L=20\%$) |
| 交通量 | $N=830$ 台/h | 面積 | |
| 大型車混入率 | $r_L=0.2$ ($A_m=1.9$ m ²) | トンネル入口流 | $\zeta_e=0.6$ |
| 平均走行速度 | $V_t=50$ km/h = 13.89 m/s | 入損失係数 | |
| 所要換気量 | $Q_{req}=104$ m ³ /s ($U_r=$ | 車道側壁摩擦損 | $\lambda_r=0.025$ |
| (煤煙) | $104/58=1.79$ m/s) | 失係数 | |
| | | 空気の密度 | $\rho=0.1224$ (kgf·s ² /m ⁴) |

・必要な車道内圧力上昇 ΔP

ジェットファンを下り方向に運転している段階で、交通条件が計算条件のとおりとなり、自然風 $U_n=1.5$ m/s が上がり方向に吹いたとして、

$$\begin{aligned} \Delta P_r &= (1 + \zeta_e + \lambda_r \cdot L_r / D_r) \cdot \rho / 2 \cdot U_r^2 \\ &= 1.92 \text{ mmAq} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta P_{MTW} &= (1 + \zeta_e + \lambda_r \cdot L_r / D_r) \cdot \rho / 2 \cdot U_n^2 \\ &= 1.35 \text{ mmAq} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta P_t &= (A_m / A_r) \cdot (\rho / 2) \cdot n_+ \cdot (V_t + U_r)^2 \\ &\quad - (A_m / A_r) \cdot (\rho / 2) \cdot n_- \cdot (V_t - U_r)^2 \\ n_+ &= \text{上り方向の交通に対するもの} \\ &= (n \times 0.6 \times L_r) / (3,600 \times V_t) \\ &= 24.5 \text{ 台} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} n_- &= \text{下り方向の交通に対するもの} \\ &= (N \times 0.4 \times L_r) / (3,600 \times V_t) \\ &= 16.3 \text{ 台} \end{aligned}$$

$$A_{m+} = A_{m-} = 1.9 \text{ m}^2 \text{ として、}$$

$$\Delta P = -11.95 \text{ mmAq}$$

以上のことから、

$$\begin{aligned} \Delta P &= \Delta P_r + \Delta P_{MTW} - \Delta P_t \\ &= 15.22 \text{ mmAq} \end{aligned}$$

・1500型ジェットファン所要台数

1500型ジェットファン1台当たりの圧力上昇 ΔP_j は

$$A_j = 1.83 \text{ m}^2, \phi = A_j / A_r = 0.032, U_j = 30 \text{ m/s}, \phi = U_r / U_j = 0.060$$

から、

$$\Delta P_j = \rho \cdot U_j^2 \cdot \phi \cdot (1 - \phi) = 3.31 \text{ mmAq}$$

を得る。

1500型の所要台数 i は

$$i = \Delta P / \Delta P_j = 5 \text{ 台}$$

となる。

③ トンネル照明設備

・ナトリウムランプの特性

- 1) 霧・排気ガス等の中での透過率が優れている。

- 2) 光幕現象が起りにくい。

- 3) 目の分解能が優れている。

- 4) 照明光源として高効率で、大出力である。

- 5) 演色性がある。

- 6) 年間照明費（器具償却保守電力費の計）は蛍光灯より割高。

メイントンネルには、トンネル内のものの色よりも形の見え方を重視し、換気費（トンネル内のものの見え方により大きく左右される）を考慮してナトリウムランプの採用を決定した。

・トンネル塗装

トンネル内側壁を塗装することは反射率を良くし、照明率を上げる効果があり、照明費（設備費と保守費）を大きく低減することができる。さらに相互反射により均斉度も上がり、走行の快適性を増すことができる。ここでは、明色のタイル張りを提案する。また、定期的な清掃のために自動清掃施設を設ける。

・トンネル照明所要台数（ナトリウムランプ）

トンネル延長 $L=2,458$ m

道路幅員 $B=10$ m

照明率 $U=0.5$

減光補償率 $D=2.0$

平均照度 $E=30$ lx

使用ランプ $FLR-40W$

(列数 $N=2$)

ランプ光束 $F = (S \times E \times B \times D) / (N \times U) \doteq 5,000 \text{ lm}$

灯具間 $S = (F \times N \times U) / (E \times B \times D) \doteq 8.33 \text{ m}$

灯具の数 $L/S=295$ (個) ×
 N (列)=590
 個

・緩和照明

トンネル照明は、昼間時の入口、出口部においてトンネル内外の明るさの変化によって生じる運転者の視覚上の問題がある。つまり、昼間に野外の非常に高い輝度に順応している運転者が、低い輝度のトンネル内に突入しても、危険感を持つことなく安全に走行できるようにするための入口部照明、トンネル内部の輝度を高める。自動車排気ガスの煤煙のための空気の透過率（照明度）が低下している場合にも安全な走行に必要な視距が得られるようにする。そのため、入口部照明を通常どおり晴天時は約 350 lx、曇天時は約 130 lx とし、基本部照明を 30 lx とした。しかし、実際には運転者はトンネル内が暗く見えるためにブレーキを踏んでトンネルに進入する場合が多いので、交通渋滞が発生するのである。そこで、入口・出口部からそれぞれ 200 m 付近を約 300 lx と明るくす

るようなトンネル内環境を提案する。図-22 に緩和照明曲線を示す。

3.5 維持管理施設

道路ステーション等の施設を中間地点（できれば大幌内牧場付近）に整備する。斜面には、なだれ予防杭を設置する事により防災・防雪対策ができ、円滑で安全な道路交通ができると考えられる。

4. 本路線の社会的、経済的効果

計画路線 F は、現国道に対して所要時間、道路延長を大幅に短縮することができる。国道 102 号の代替路線として通年通行が可能で観光道路と生活・産業道路の機能分離ができるので、安全性の高い高規格道路として機能することができる。また、周辺の山あいをスキー場・キャンプ場、観光牧場などに利用することで沿道開発もできる。特に、善光寺平にアクセス道路を設けて本計画路線と連絡することで開拓地とアクセスも容易になり、周辺地域との交流も促進する。本計画の実現によって、津軽南部両地域の交流が容易になり、青森県全体の社会・経済活動が活発化し、今後の発展に貢献するものと考えられる。

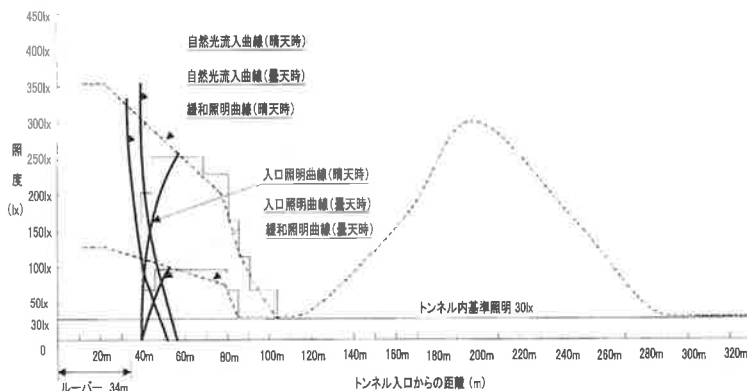


図-22 緩和照明曲線

参考文献

- 1) 加澤 敦, 塩井幸武; 津軽南部道絡連路の計画, 土木学会第54回年次学術講演会講演概要集第IV部, No. 333, pp. 664-665, 1999
- 2) アスファルト舗装要綱, 日本道路協会, 1961
- 3) 道路構造令の解説と運用, 日本道路協会, 1983
- 4) 道路トンネル技術基準(換気編)・同解説, 日本道路協会, 1985
- 5) 道路トンネル技術基準(構造編)・同解説, 日本道路協会, 1989
- 6) 道路交通センサス, 青森県土木部, 1997
- 7) 最新道路ハンドブック, 建設産業調査会, 1993
- 8) 諸戸靖史; 道路建設に伴う土の工学的調査研究, pp. 93-94, 1986
- 9) 大黒正敏; ウォーターミストによる室内火災の消煙・消火に関する研究, 1998