

一般国道40号美深道路における プレキャストアーチカルバートの施工について —スキー場直下における施工事例—

旭川開発建設部 士別道路事務所 ○河原井 智
國重 啓
手塚 英二

美深道路は、名寄バイパス美深ICから美深町市街を迂回して国道40号に接続する延長約3.3kmの自動車専用道路で、平成19年度に事業化され、今年度から工事に着手している。当該道路は町営スキー場を通過することから、プレキャストアーチカルバート工法を採用し、斜面下を通過させることによって、スキー場への影響を回避している。

本報告は、スキー場直下を通過する特殊条件を考慮した設計手法（偏土圧、上載荷重）、施工方法、および現場管理方法について報告するものである。

キーワード：設計・施工

1. 一般国道40号美深道路の概要

北海道は広大な地域に都市が点在する広域分散型社会を形成している一方で、交通手段は自動車交通が主流であり、道路交通が果たす役割は非常に高い。

一般国道40号美深道路は、名寄バイパスと接続することで、国道40号のバイパスとしての機能だけでなく、冬期障害の解消、旭川・稚内・札幌との距離短縮による地域産業の活性化や、安定した高次医療活動の確保に寄与する高速ネットワークを形成する。（図-1）

また、美深道路の中程には美深スキー場が位置しており、設置されるプレキャストアーチカルバートの全長は244.5mとなっている。そのうち、平成21年度分の施工延長は39.0mとなる。（図-2）



図-1 位置図

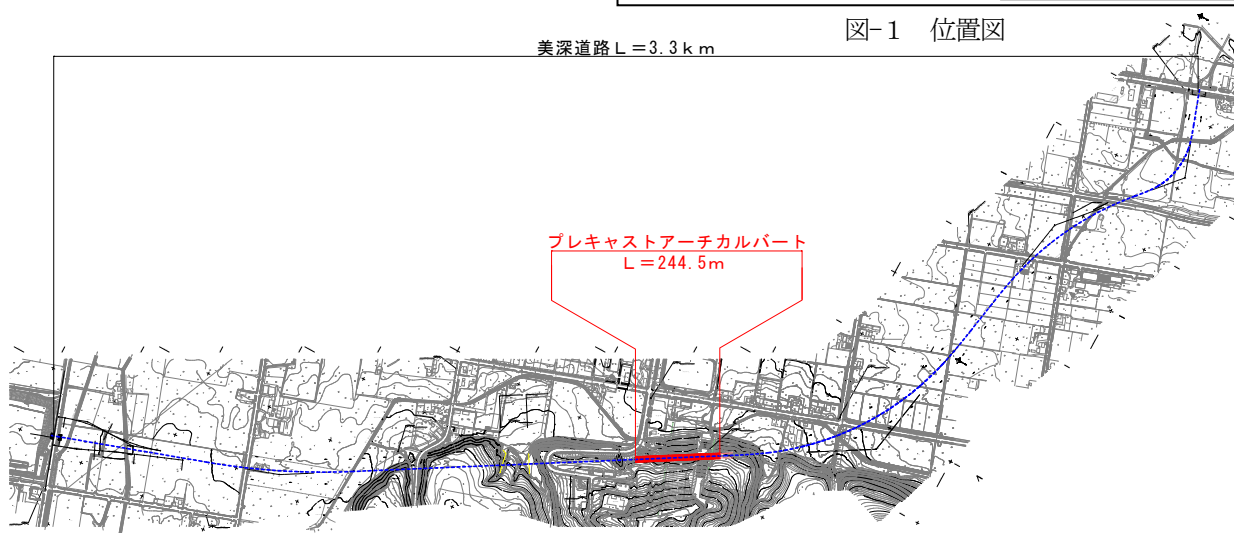


図-2 施工箇所図

2. 美深スキー場について

美深スキー場は美深町管理のスキー場であり、リフト1基、20m級ジャンプ台（エアリアル）を有しており（写真-1）、平成17年5月に『美深町エアリアルプロジェクト委員会』が設立され、本格的なエアリアルの復旧と競技者の発掘・育成強化のため、関係機関団体と連携プロジェクトを構築し町を挙げて応援している。

また、毎年フリースタイルスキー競技エアリアル種目の各大会（全日本スキー選手権大会等）（写真-2）を開催しており、規模は小さなスキー場であるが、国内でも数箇所しかない公認コースの1つである。



写真-1 冬期スキー場状況



写真-2 エアリアル大会

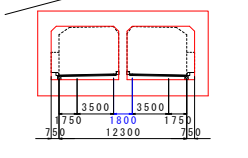
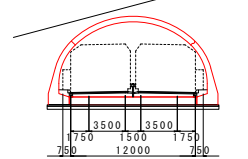
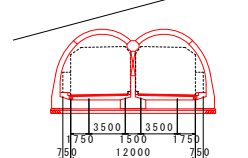
3. プレキャストアーチカルバート工法の設計

(1) 構造形式の選定

スキー場直下を道路が通過する構造となることから、考えられる構造形式としては、カルバート形式、トンネル形式であるが、美深スキー場前後の道路線形条件に制約があること、スキー場斜面の改変は行えないことから、トンネル形式とするには土被りが不足する。よってトン

ネル形式とするのは困難であることから、カルバート形式が選定され、更にボックスカルバート、アーチカルバート等による経済比較をおこない、プレキャストアーチカルバートを選定している。

表-1 カルバート形式選定表

工法	特徴・概略図・概算工事費		性能評価					総合評価	
	特徴	概算工事費(直工)	構造性	施工性	走行性	経済性	景観性		維持管理
現場打ち二連ボックスカルバート	全内空幅が広く、隔壁設置可能な場合に選定される。 	831,300千円 (1.079)	◎	△	△	○	△	△	3
プレキャスト一連アーチカルバート	2ヒンジアーチ構造。 	770,175千円 (1.000)	◎	◎	◎	◎	◎	◎	
プレキャスト二連アーチカルバート	2ヒンジアーチ構造。 2連3連などのマルチ構造が可能。 	836,190千円 (1.086)	◎	◎	○	△	○	△	

経済性以外の選定理由としては、2連構造とした場合は事故等が起きたときに隔壁があるため、レスキュー車両の通行に支障が生じることなどが考えられる。一方で、1連構造の場合は、一般道路部と同様にガードレールでの分離となるため、緊急時にはレールを除去し、反対側車線の使用も可能となるなど、臨機応変な対応が可能であることから、安全性・維持管理性を考慮して、隔壁を設けない1連構造を採用している。

また、平成20年10月～平成21年3月に開催された美深道路景観検討懇談会により、自然の景観を阻害しない坑口形状として、曲線的な形式を要望されている。

(2) 偏土圧の影響

プレキャストアーチカルバートは、スキー場斜面下に設置されることから、ほぼ全長に渡って偏土圧を受ける構造となるため、偏土圧を考慮したフレーム計算により解析を行っている。（図-3）フレーム解析の結果は、山側からの土圧が大きいことにより、アーチ部分が谷側の方向へ変位する結果となっている。

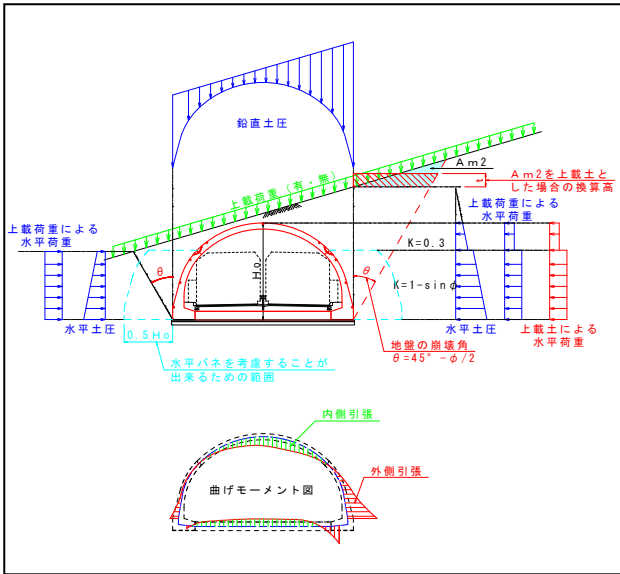


図-3 偏土圧を考慮した解析

3. プレキャストアーチカルバート工法の施工

(1) 施工延長の決定

美深スキー場の休業期間は4月～11月の7ヶ月間であり、プレキャストアーチカルバートの全長L=244.5mを施工するには26ヶ月程度の日数を要する。よって、3ヶ年での施工計画を立て、本年度の施工においては支障物件（スキー場リフトやジャンプ台等）への影響が無いように計画し、スキー場中央部L=39.0mの施工を行うこととした。（図-5）

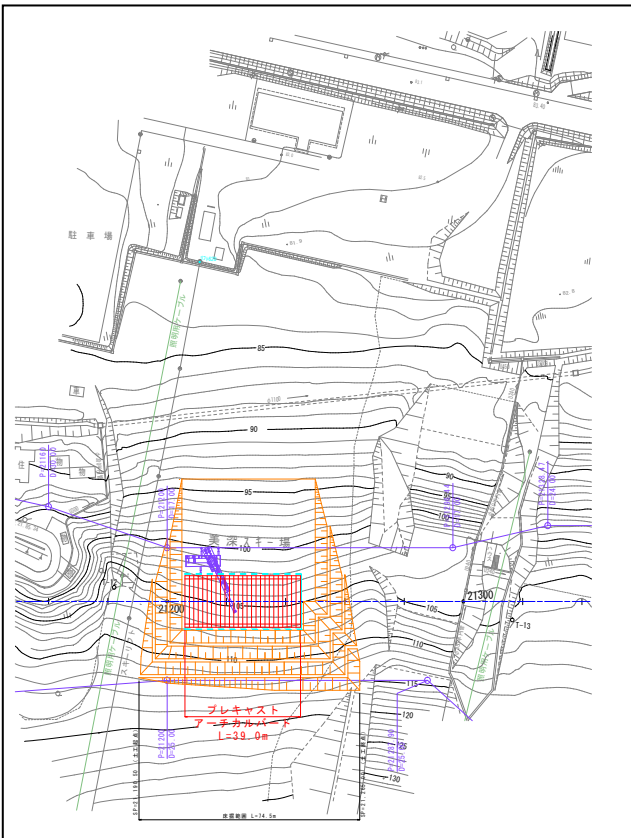


図-5 H21年度施工区間

(2) 施工手順

床掘後のプレキャストアーチカルバートの施工手順は以下の通りとなる。（図-6）

- ①基礎工の施工（写真-3）
- ②サイドウォール（横部材）のクレーン架設（写真-4）
- ③ボルト（上部材）のクレーン架設（写真-5）
- ④連結工（延長方向、横部材と上部材）の施工
- ⑤インパートの施工（鉄筋、コンクリート）
- ⑥目地工（各部材間）の施工
- ⑦裏込め土の施工（写真-7、8）
- ⑧埋戻し土の施工

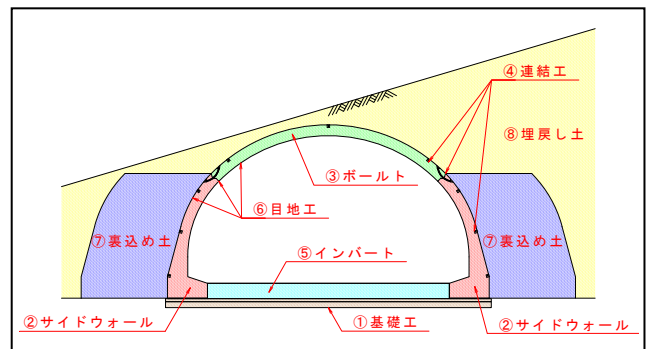


図-6 施工順序図



写真-3 基礎工の施工状況



写真-4 サイドウォールの架設状況



写真-5 ポールトの架設状況



写真-6 インバートの施工状況



写真-7 裏込め土の施工状況①



写真-8 裏込め土の施工状況②

4. 現場管理方法

(1) 裏込め土の試験盛土による確認

プレキャストアーチカルバートの構造において、裏込め土は水平バネを考慮する構造体の一部となるため、土質定数、締固め度を非常に厳しく管理する必要がある。

(表-2) また、裏込め土として現地発生土を使用することから、試験盛土を行い、裏込め土として問題がない事を確認し、施工を行った。(写真-9)

表-2 裏込め材料の基準値

裏込め材料及び裏込め範囲	
材料	礫、砂、砂質土(含水比が大きくないこと)
品質	最大寸法300mm以下、0.075mm通過量20%未満、塑性指数10%以下
締固め度	最大乾燥密度の92%以上
範囲	
転圧機械区分	外面より左右1.0m及び天端より0.6mは小型転圧機(10kN以下の無振動)



写真-9 試験盛土の転圧状況

(2) プレキャストアーチカルバート変位計測

盛土施工によるプレキャストアーチカルバートの変位計測を行い、内空断面の管理を行うこととした。

変位計(ミラー)を1断面に7箇所設置し、各部材での相対変位量を計測して管理を行った。(図-8) その結果、最大変位は内空幅で0mm、内空高で10mm程度となり±30mmの基準値を満足していた。(図-9、表-3)

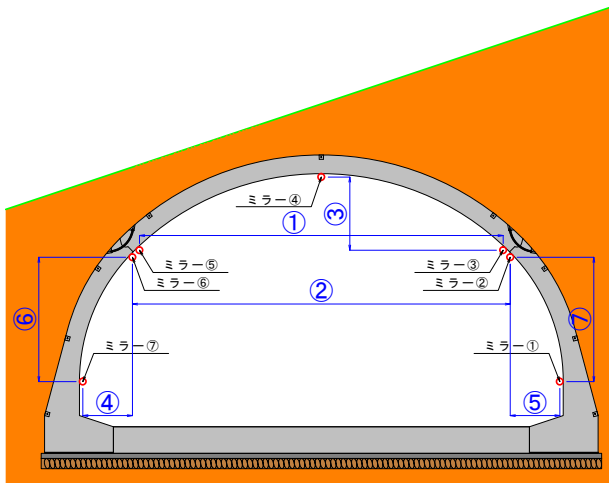


図-8 変位計(ミラー)の配置図

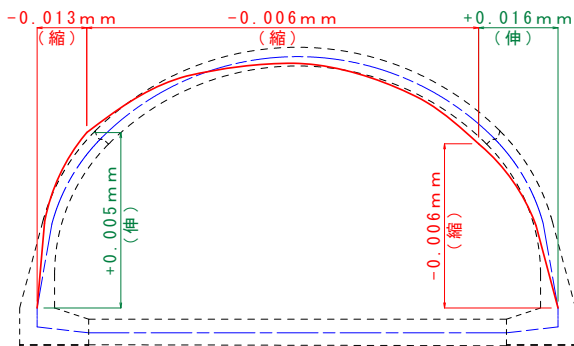


図-9 変位概略図

表-3 内空変位計測結果

箇所	回数	第1回	第2回	第3回	第4回	第5回	第6回
		9月2日	9月30日	10月7日	10月23日	10月24日	10月26日
①	計測値	10.912	10.909	10.91	10.908	10.908	10.909
	初期値差	初期値	-0.003	-0.002	-0.004	-0.004	-0.003
②	計測値	11.213	11.21	11.211	11.209	11.208	11.207
	初期値差	初期値	-0.003	-0.002	-0.004	-0.005	-0.006
③	計測値	2.208	2.208	2.207	2.207	2.208	2.208
	初期値差	初期値	0.000	-0.001	-0.001	0.000	0.000
④	計測値	1.499	1.496	1.496	1.487	1.486	1.486
	初期値差	初期値	-0.003	-0.003	-0.012	-0.013	-0.013
⑤	計測値	1.508	1.511	1.51	1.522	1.524	1.524
	初期値差	初期値	0.003	0.002	0.014	0.016	0.016
⑥	計測値	3.751	3.752	3.751	3.757	3.757	3.756
	初期値差	初期値	0.001	0.000	0.006	0.006	0.005
⑦	計測値	3.753	3.751	3.751	3.747	3.746	3.747
	初期値差	初期値	-0.002	-0.002	-0.006	-0.007	-0.006

5. まとめ

プレキャストアーチカルバートは、内空幅が広幅員で土破りが大きい場合には、ボックスカルバートの部材厚が非常に厚くなることから、経済的に優れた工法である。全国的には多くの実績があり、道内においても20件程度(開発局4件)の実績がある。

本工事においては、スキー場斜面下に設置されることから、全延長区間において偏土圧がかかる特殊な状態であるが、トンネルの坑門工や、斜角の大きいアンダーパスの坑口付近などで偏土圧がかかる状態での実績も多い工法である。

今年度の施工はスキー場の中央部を開削し、プレキャストアーチカルバート、坑口蓋補強土壁を設置して埋戻しているが、支障物件等がないため、スキー場閉鎖期間での施工に工程的な問題は生じなかった。来年度以降の施工は延長が長いこと、支障物(リフト、ジャンプ台等)があることなどから、工程が非常に厳しいと考えられ、今年度以上に工程計画、工程管理を行うことが重要である。(図-10)

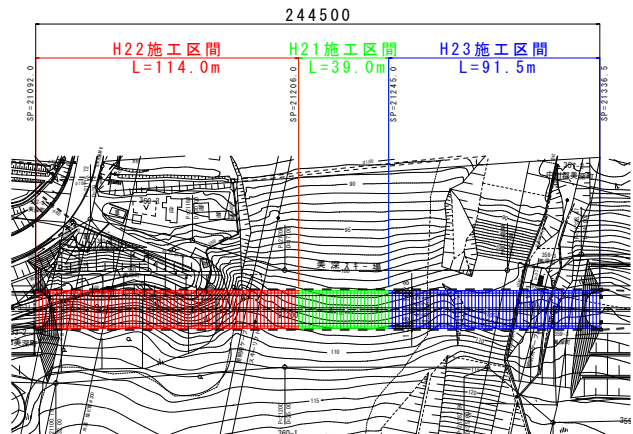


図-10 年次施工計画