

積雪寒冷地における コンクリート舗装の試験施工

深川留萌自動車道大和田トンネルの 明かり部コンクリート舗装

長屋 弘司*



1. はじめに

深川留萌自動車道は、北海道を南北に縦貫する北海道縦貫自動車道の深川JCTを起点として日本海側の留萌市に至る延長約50kmの高規格幹線道路（一般国道自動車専用道路）で、拠点都市へのアクセス向上、農水産物などの物流の利便性向上が期待される重要な路線である。

この路線は、1987年に高規格幹線道路として採択され、1998年の深川JCT～深川西IC間供用開始を皮切りに順次整備され、2013年3月には留萌市大和田ICまで開通し、2016年までの全線供用開始を見込んでいる（図1）。

本稿では、当路線整備の一環として2012年に当社が受注した深川留萌自動車道留萌市藤山舗装工事で、積雪寒冷地におけるコンクリート舗装の適用性を確認するため、試験的に施工された大和田トンネル起点側明かり部の車道コンクリート舗装の試験施工事例を紹介する。

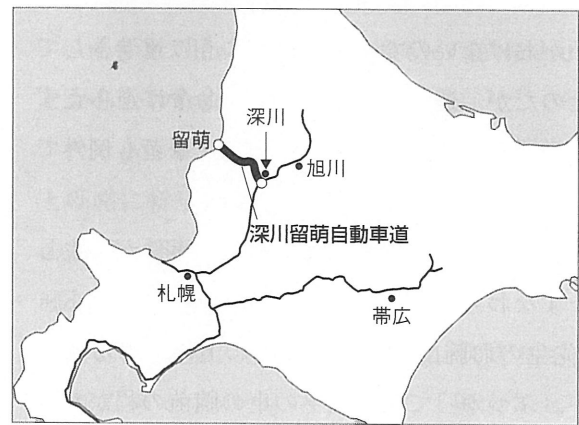


図1 深川留萌自動車道 路線図

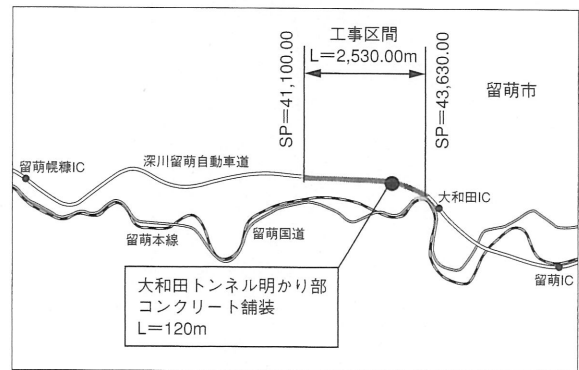


図2 施工位置図

2. 試験施工の概要

(1) 施工箇所

藤山舗装工事は、留萌幌糠IC～留萌大和田IC間の施工延長L=2,530m (SP=41,100～SP=43,630) 区

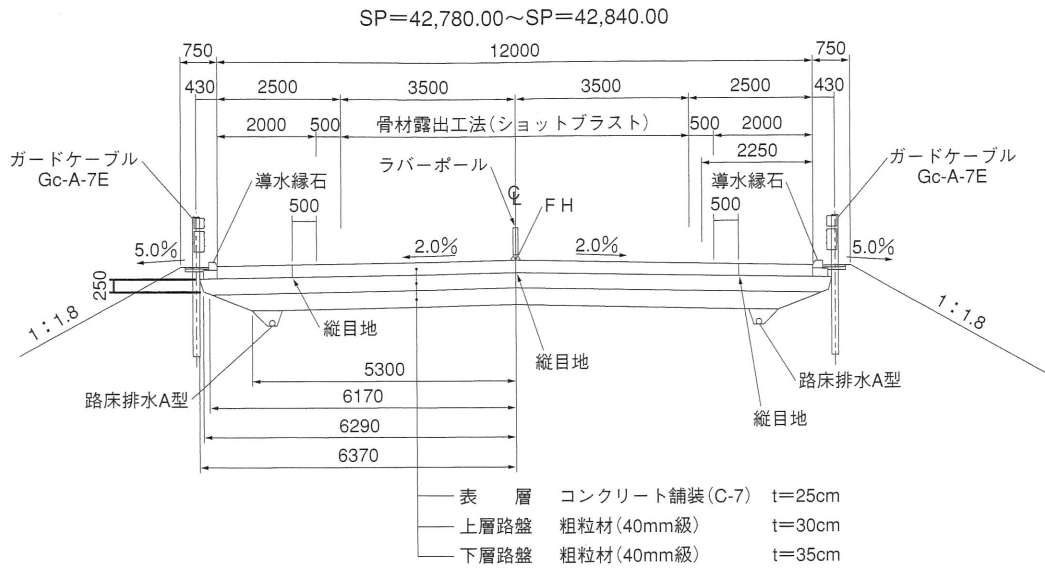
* 道路工業(株) 執行役員技術部長
TEST CONSTRUCTION OF CEMENT-CONCRETE PAVEMENT IN SNOWY COLD REGION (by Hiroshi NAGAYA)

間で、明かり部コンクリート舗装の試験施工は、大和田トンネル起点坑口から工事起点側に向かって延長L=120m (SP=42,780～SP=42,900) の個所で行われた（図2）。

(2) 舗装定規

試験施工の舗装定規は、北海道開発局設計施工要領に基づき、交通区分：N₅ (250 ≤ T < 1,000)、設計

①置換厚H=90cm(理論最大凍結深さ×70%)



②置換厚H=130cm(理論最大凍結深さ×100%)

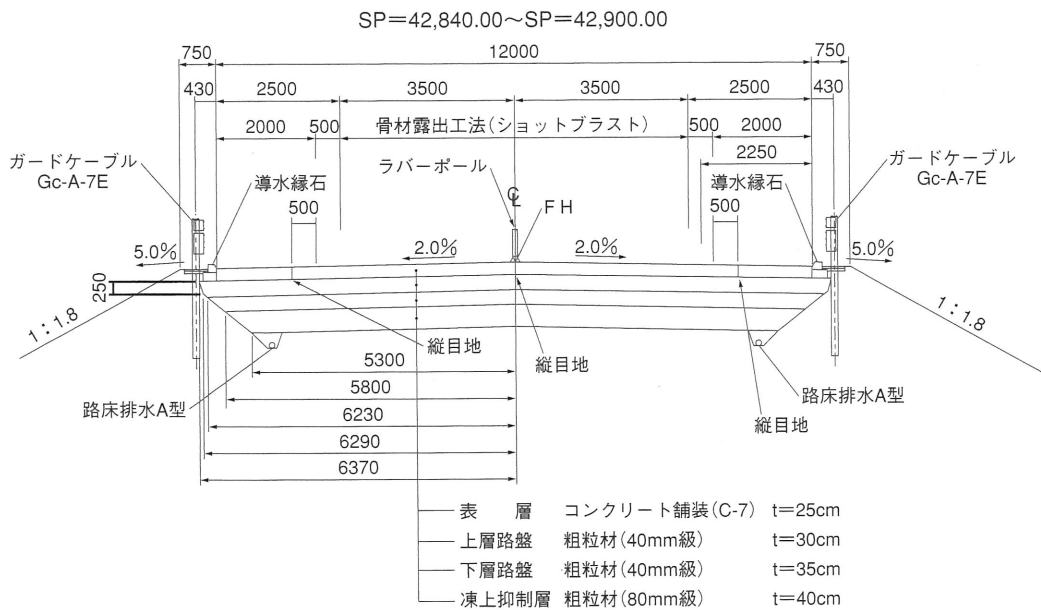


図3 舗装定規図

基準曲げ強度：4.4MPa，版厚：t=25cmとし，上層路盤t=30cm，下層路盤t=35cm，置換厚H=90cm(理論最大凍結深さの70%)と，上層路盤t=30cm，下層路盤t=35cm，凍上抑制層t=40cm，置換厚H=130cm(理論最大凍結深さの100%)の2タイプで実施した(図3)。

(3) 施工数量

試験施工は，延長L=120.00m，舗装幅員W=10.40~12.00mで，コンクリート舗装の各種別の数量を(表1)に示す。

(4) 施工日程

試験施工の日程を以下に示す。

・コンクリート舗装

SP=42,780.00~42,900.00 L側

L=120.00m×W=5.20~6.00m(11月2日)

SP=42,780.00~42,900.00 R側

L=120.00m×W=5.20~6.00m(11月10日)

・骨材露出工

SP=42,780.00~42,900.00 L側

L=120.00m×W=3.50m(11月4日)

SP=42,780.00~42,900.00 R側

L=120m×W=3.50m(11月12日)

表1 試験施工数量表

種別	規格	数量
コンクリート舗装	C-7 t=25cm 鉄網D6 補強鉄筋D13	1,400m ²
上層路盤	切込砕石40mm級 t=30cm	1,480m ²
下層路盤	切込砕石40mm級 t=35cm	1,380m ²
凍上抑制層	切込砕石80mm級 t=40cm	694m ²
骨材露出工	ショットブラスト W=7.00m	840m ²

表2 生コンクリートの種類

使用材料名	品名・規格	製造会社
C-7	曲げ4.5	留萌生コン(株)

表3 素材の産地と製造会社

材料	種類	産地/製造会社
セメント	普通ポルトランドセメント	太平洋セメント(株)
細骨材	砂	幌延町浜里産
粗骨材	碎石	留萌市峠下産
AE減水剤	ポゾリス78S(T)	BASFポゾリス(株)
水	地下水	-

表4 配合

骨材最大寸法 (mm)	スランプの目標値 (cm)	空気量の目標値 (%)	水セメント比 (%)	細骨材率(%)	単位数量(kg/m ²)				
					水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G	混和材 A
20	プラント 6.5±1.0	プラント 5.5±1.5	40.0	38.2	140	350	716	1,214	3.50
	現場 2.5±1.0	現場 4.5±1.5							

表5 使用機械

種類	機械	機能
敷き均し機械	ブレード型スプレッダ	ガイドパイプにブレードが取り付けられ、パイプに沿って左右に動き、ブレード自体も回転しながら自由に敷き均しができる。
締固め機械	インナーバイプレータ	50cm間隔で設置されている棒状バイプレータにより締固める。
荒仕上げ機械	コンクリートフィニッシャ	横方向にローラを往復させながら、整形および荒仕上げを行う。
平たん仕上げ機械	縦型レベラー	コンクリート面上を縦断方向に長いスクリードをすり動かしながら横方向に往復移動し、本体の前進により舗装表面を平たんに仕上げる。



写真1 路盤の整正

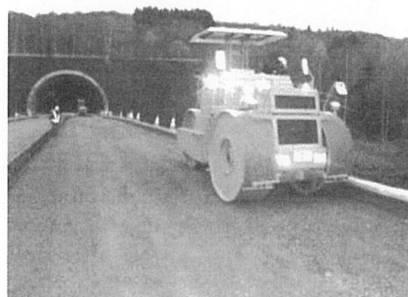


写真2 路盤の転圧

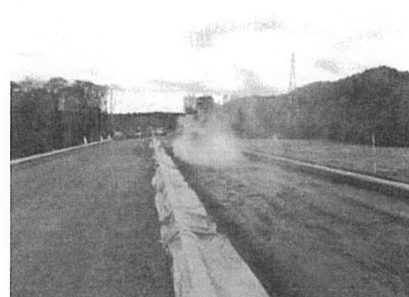


写真3 プライム乳剤の散布

3. コンクリート舗装の施工

(1) 材料・配合

コンクリート舗装に使用した生コンクリートの種類(表2)、素材の産地および製造会社(表3)、配合(表4)を以下に示す。

(2) 施工機械

コンクリート舗装の施工に使用する主要機械を表5に示す。

(3) 施工手順

今回施工した明かり部コンクリート舗装の施工手順を以下に示す。

- ① 舗装準備工として、上層路盤の整正(写真1)、転圧(写真2)後、上層路盤上にプライムコート(写真3)および養生砂散布(写真4)を行った。アスファルト乳剤(PK-3)の散布量は1.2ℓ/m²以上とした。
- ② 施工に先立ち、舗装機械用レール(写真5)を設置し、目地用鉄筋、補強鉄筋、鉄網を路肩部に配置した。使用したレールは、良好な平坦性

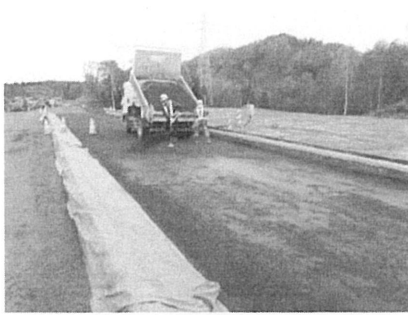


写真4 養生砂の散布



写真5 レールの設置



写真6 誘発目地材の設置

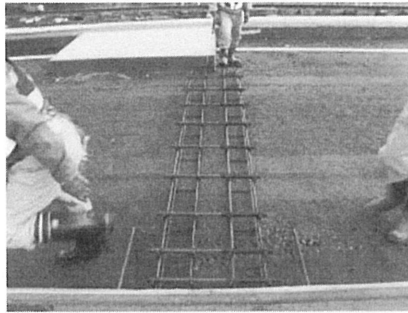


写真7 ダウエルバーの固定



写真8 コンクリートの搬入



写真9 1層目の敷均し



写真10 タイバーの設置



写真11 鉄網、補強鉄筋の設置

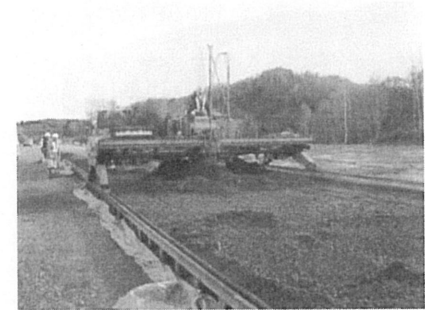


写真12 2層目の敷均し

- を確保するため、たわみ量の少なく横方向のずれに強い、22kg/mの5mレールとした。
- ③ 路肩部に設ける縦目地(ダミー目地)の位置に誘発目地材(三角形木材)を設置し、打設時にずれないように釘で固定した(写真6)。また、横目地には、ダウエルバーが道路軸に平行で版厚の1/2の高さになるよう、バーアッセンブリをしっかりと固定した(写真7)。
- ④ 生コンクリートの運搬は、1時間以内の運搬が可能であるためダンプトラックを使用し、荷台を保湿シートで覆いコンクリート表面の乾燥を防いだ。また、練り混ぜから打設まで1.5時間以内で完了させるため、運搬車1台ごとに出荷、打設時間を管理した。

- ⑤ 受入れに際しては、スランプ、空気量、単位水量、塩化物総量を2回/日(計4回)実施して性状を確認した。なお、荷卸しは、運搬車から直接、路盤上、中間層上に行った(写真8)。
- ⑥ 敷き均しはブレード型スプレッタを使用し、荷卸し部分と端部の圧密の差が生じないように、ブレードでこね返して材料を均一にした。
- ⑦ 延長10mごとに1層目(下層)を敷き均した後(写真9)、タイバー(写真10)、鉄網、端部補強鉄筋(写真11)を設置し、2層目(上層)を敷き均した(写真12)。
- ⑧ コンクリートの締固めはインナーバイブレータ(写真13)を使用した。
- ⑨ コンクリートの整形と荒仕上げは、コンク

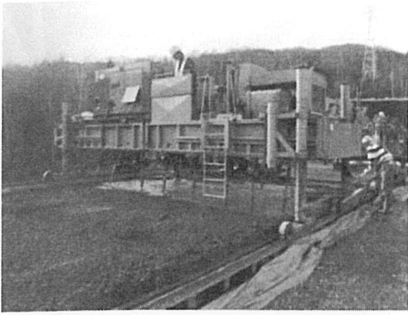


写真13 インナーバイブレータによる締固め



写真14 フィニッシャによる整形仕上げ

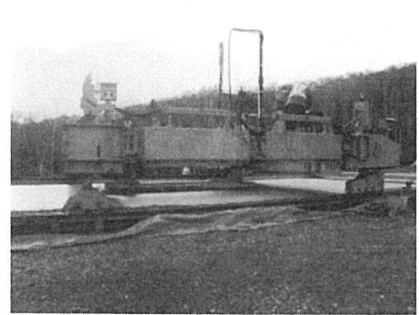


写真15 平たん仕上げ(縦型)

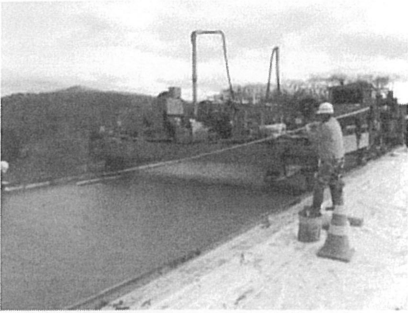


写真16 フロート



写真17 コテ仕上げ



写真18 粗面仕上げ



写真19 打込み目地



写真20 被膜養生剤散布



写真21 養生マットで覆い湿潤養生



写真22 カッタ目地



写真23 完了全景(左:起点), (右:終点)

リートフィニッシャ(写真14), 平たん仕上げは縦型レベラー(写真15)で行い, 端部などの部分的な仕上げには, フロート(写真16), コテ(写真17)による人力を併用した。

⑩ コンクリート表面の水光りが消えた後, 専用の刷毛を用いて横断方向に細かい溝をつける粗

面仕上げを行った(写真18)。

⑪ カッタによる目地溝の施工までに目地以外の個所に生じるひび割れを防止するため, 30mに1個所, 打込み目地を設置した(写真19)。

⑫ 初期の乾燥収縮を防止するため, 噴霧器を用いて被膜養生剤(写真20)を均一に散布した。



写真24 骨材露出工

その後、養生マットで全面を覆い、湿潤養生で5日間5℃以上を保つ(写真21)。

- ⑬ 路肩部の縦目地(ダミー目地)と横収縮目地は、打設翌日にカタで切削し、収縮が収まってから加熱注入目地材を施工した(写真22)。

コンクリート舗装の完成後の全景を写真23に示す。

4. 骨材露出工

(1) 施工時期の決定

骨材露出工の施工開始のタイミングは、平均テクスチャ深さ(規格: $1.5 \pm 0.2\text{mm}$)と骨材露出度(25以上)とともに満足するコンクリート硬度で決定する。そこで、コンクリート打設後の経過時間とコンクリート硬度(ショア硬度計, シュミットハンマー)の関係を把握するため、試験施工を行った。

また、打設45時間後、48時間後、51時間後に骨材露出工(ショットブラスト, 写真24)を施工し、平均テクスチャ深さと骨材露出度を測定した。

その結果、平均テクスチャ深さ、骨材露出度とともに満足するのは、コンクリート打設後48~51時間(シュミット硬度21.7~25.5)で、骨材露出工の作業開始のタイミングは、打設後48~51時間を目標となった。

(2) 施工方法

骨材露出工の施工手順を以下に示す。

- ① 施工に先立ち、シュミットハンマーを用いてコンクリート表面硬度を10mごとに測定し、目標硬度に達しているかを確認。
- ② 作業機械は、研掃幅1mの研掃機(ブラ

表6 品質試験結果

項目	規格値	測定値		
		最大	最小	平均
スランプ	$2.5 \pm 1.0\text{cm}$	3.0	2.5	2.6
空気量	$4.5 \pm 1.5\%$	5.0	4.1	4.4
塩化物総量	$0.3\text{kg}/\text{m}^3$ 以下	0.057	0.057	0.057
単位水量	$140 \pm 15\text{kg}/\text{m}^3$	150.2	138.0	142.2
曲げ試験	4.5Nmm^2 以上	7日標準 6.47 28日標準 7.12	5.61 6.48	6.00 6.79
平均テクスチャ深さ	$1.5 \pm 0.2\text{mm}$	1.49	1.41	1.45
骨材露出度	25以上	26	25	25

ター)を2台、集塵用に研掃廃材を同時吸引して回収するダストコレクター車を2台使用。

- ③ 研掃作業は、ショットの投射強度を $100\text{kg}/\text{m}^2$ として往復2回(規格: $200\text{kg}/\text{m}^2$)で行い、走行速度は試験施工により決定。
- ④ コンクリート版上に吸引しきれずに残留した研掃材はマグネットで回収。
- ⑤ ダストコレクター車で吸引した廃材は、トンパック袋に回収し、産業廃棄物として適正に処理。
- ⑥ 施工後、幅員、平均テクスチャ深さ(サンドパッチング法)、骨材露出度(ピーク法)を測定。

5. 品質管理と追跡調査

(1) 品質管理

コンクリート舗装の品質管理試験の測定結果を表6に示す。

(2) 追跡調査

(独)土木研究所寒地土木研究所にて、試験施工個所の追跡調査を行った。調査項目は以下のとおりである。

① ライフサイクルコストの検討

工事費を比較し(コンクリート舗装とアスファルト舗装)、今後の維持管理費を比較。

② 置換厚の差による凍上量の影響調査

- ・初期値と厳冬期で、凍上量(レベル)、段差の影響(スタンパ)、支持力の変動(FWD)を把握。
- ・熱電対、水分計を埋設し、コンクリート版、上層路盤、下層路盤、凍上抑制層、路床の温度と

水分量を把握。

③ 冬期路面状況の把握

- ・CCTVカメラを用いて、コンクリート舗装とアスファルト舗装の冬期路面状況を把握。
- ・きめ深さをCTメータにより計測。

④ わだち掘れ量

1年に1回程度わだち掘れ量を測定。

⑤ すべり摩擦係数

すべり摩擦係数をDFテストにより計測。

⑥ 土質試験

- ・路床部の土質を採取し、CBR試験および凍上試験を実施。
- ・上層路盤、下層路盤、凍上抑制層の土質試験および凍上試験を実施。
- ・コンクリート舗装の上層路盤上、下層路盤上で平板載荷試験を実施し、支持力を確認。

6. おわりに

今回の明かり部コンクリート舗装の施工を終え、施工業者側からみた本施工に向けて考慮する必要のある課題を以下に述べる。

HOT NEWS on Cement & Concrete

■さらに高性能なポーラスコンクリート舗装

太平洋セメント(株)は、このほど同社中央研究所(千葉県佐倉市)の駐車場の一部にポーラスコンクリートを用いた試験施工を行った。

同社では1996年からポーラスコンクリート舗装の研究開発を進めており、97年には「トーハイクリート」のブランドで実用化。車道用、歩道・駐車場用の2種類で展開を進め、これまで高速道路の料金所部分やダム管理用道路などで採用が進んでいる。

今回の試験舗装は、幅7.2m×延長58m、施工面積約420㎡の駐車場内・連絡バス発着場を従来の車道用ポーラスコンクリートと新開発の高性能ポーラスコンクリートを用いて行われた。舗装構成はいずれも既存路盤上に4cmのAs中間層、15cmの基層コンクリートに付着モルタルを施した上に5cmのポーラスコンクリートを舗装し、路肩に排水溝を設置して雨水などを流す仕組み。

高性能ポーラスコンクリートは、同社の高強度コンクリート技術を応用した新型特殊混和材と超高強度用高性能AE減水剤を使用することでフレッシュ

(1) 明かり部のコンクリート舗装は、トンネル坑内と違い気象など外部の影響を著しく受けるため、施工時期が寒冷期に及ぶとコンクリート版の養生環境の保持が大変難しく、品質管理には特段の配慮が必要である。また、骨材露出工でも、降雨など気象条件が施工時期に大きく影響を与えるため、綿密かつ的確な工程管理が重要となる。

(2) トンネルに接続する明かり部やすり付け部などのような幅員の変化する区間のコンクリート舗装は、施工機械のルールと型枠の位置が平行とはならないため、機械施工では行えず部分的に人力舗装を余儀なくされる個所が生じる。そのため、舗装端部や狭窄部などでは、仕上げなど品質を確保するため、人力によるより細やかな施工管理が必要となる。

*

北海道開発局は、平成25年度にも試験的にトンネル明かり部のコンクリート舗装を計画しており、今後、これらの試験施工から得られる施工上の課題や追跡調査結果をもとに、積雪寒冷地の有用性を判断され、一般の道路でコンクリート舗装がより一層普及することを望みます。

性状を確保、さらなる低水セメント比としながらバインダーを高強度化し、強度を維持したまま22.5%の高空隙率化(従来は15~20%)を実現している。

11月14日には現場見学会が行われ、発注者や施工者など関係各所から100名を超える参加者が集まり、その関心の高さがうかがわれた。同社では今回のポーラスコンクリート舗装について追跡調査を続け、データを収集・分析することでさらなる性能の向上を目指すという。



骨材飛散の弱点を克服したきれいな仕上がり