

# 北海道の既設コンクリート舗装の現状について

(独) 土木研究所寒地土木研究所 寒地道路保全チーム ○熊谷 政行  
 (独) 土木研究所寒地土木研究所 寒地道路保全チーム 安倍 隆二  
 (独) 土木研究所寒地土木研究所 寒地道路保全チーム 布施 浩司

北海道の舗装材料について、近年ライフサイクルコスト削減の観点から耐久性が高いコンクリート舗装が注目されている。しかし、これまで初期コストを考慮してほとんどがアスファルト舗装により整備され、コンクリート舗装の施工箇所は限られている。本報告では、コンクリート舗装を今後積雪寒冷地で適切に活用するため、既設コンクリート舗装の現状を把握することを目的とし、現地調査等による評価を行ったので、その結果を報告する。

キーワード：コンクリート舗装、健全度、耐久性、維持管理

## 1. はじめに

北海道内のコンクリート舗装については、昭和 20 年代の前半から施工の実績が報告されている。昭和 36 年度は、北海道のセメント系舗装は 20%、アスファルト系舗装が 80% 占められていた。昭和 33 年 3 月に「道路整備緊急措置法」が公布され、道路舗装の整備を急ぐ必要があったため、施工が迅速にできるアスファルト舗装の施工が多くなった。そのため、昭和 40 年にはセメント系舗装の比率は 9%、昭和 52 年には 2% に低下した。

最近では社会資本整備・維持管理に対するコスト削減への社会的要請により、道路舗装においても、高耐久・長寿命化が求められており、耐久性が高く、長寿命化が期待できるコンクリート舗装への関心が高まっている。

本報告では、過年度に北海道開発局で実施したコンクリート舗装の現状の把握を目的に、一般国道 229 号、231 号等において現地調査を実施し、コンクリート舗装の破損形態の傾向を把握した。また、全道 5 箇所から採取コアを用い、コンクリート版の圧縮強度試験等を行い、現在使用されているコンクリート舗装の現状を把握した結果を報告するものである。

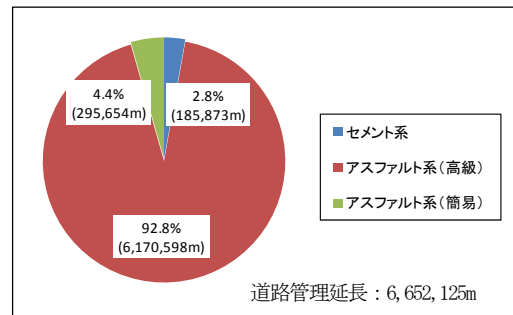


図-1 セメント系舗装の比率

表-1 建設部毎の舗装延長

	セメント系 (m)	アスファルト系 (高級)(m)	アスファルト系 (簡易)(m)	トンネル延長 (m)	セメント系舗 装の比率(%)
札幌	23,301	900,729	103,311	20,812	2.3
函館	25,103	615,291	55,890	21,193	3.7
小樽	52,699	428,119	78	49,816	12.3
旭川	16,616	743,598	7,017	27,561	2.2
室蘭	29,320	632,612	23,562	30,131	4.5
釧路	1,567	834,496	5,999	704	0.2
帯広	10,645	699,130	26,873	9,239	1.5
網走	9,425	801,489	59,718	10,382	1.1
留萌	15,992	243,379	2,188	8,970	6.5
稚内	1,205	271,755	11,018	1,799	0.4
合計	185,873	6,170,598	295,654	180,607	
比率(%)	2.8	92.8	4.4		

## 2. コンクリート舗装の舗設状況

北海道開発局が管理している国道の延長は、平成 23 年度の時点で 6,652,125m であり、その内訳はセメント系舗装 185,873m、アスファルト系舗装 6,170,598m である。セメント系舗装は、道路管理延長の 2.8% の比率となっている (図-1)。表-1 に建設部毎の舗装延長を示す。セメント系舗装の比率が多い箇所は、小樽開発建設部、留萌開発建設部が多い。2 つの開発建設部はトンネルのコンクリート舗装の他に、海岸線の明かり部でも比較的長いコンクリート舗装が施工されている。

## 3. 調査項目

コンクリート舗装の調査項目を表-2 に示す。調査としては、明かり部のコンクリート舗装の目視調査、FWD 調査、採取コアの室内試験、および路床土等の土質試験を行った。

明かり部のコンクリート舗装の延長が長い一般国道 229 号 (明かり部の調査延長：L=4.886km)、一般国道 231 号 (明かり部の調査延長：L=11.739km) の目視調査を行うことで、コンクリート舗装の破損状況を把握し、どのような破損形態が多いか分類した。

表-2 コンクリート舗装の調査項目

調査箇所	目視調査	FWD調査	圧縮強度試験	コアを用いた室内試験 塩分含有量試験   中性化深さ試験	土質試験 凍上試験
一般国道231号増毛町	○	○	○	○	○
一般国道231号石狩市	○	○	○	○	○
一般国道229号積丹町・神恵内村	○	○	○	○	○
一般国道5号札幌市手稲	○	○	○	○	○
一般国道5号森町	○	○	○	○	○
一般国道228号北斗市上磯	○	○	○	○	○



図-2 調査箇所の舗装構成

現地の採取コアを利用した室内試験は、圧縮強度試験による曲げ強度の推定、深さ方向別の塩化物含有量試験、および中性化深さの試験を行い、コンクリート版の健全度を評価した。また、一般国道231号増毛町の調査箇所から採取した路床土と凍上抑制層の試料を用い、凍上試験を行い、凍上性の評価を行った。

目地部の評価は FWD 試験を行い、コンクリート版の目地部における荷重伝達率を確認し、目地部の健全度を評価した。

図-2 に調査箇所の舗装構成を示す。一般国道231号石狩市浜益地区の明かり部のコンクリート舗装は主に昭和54～61年に施工され、供用後27～34年が経過している。コンクリート版厚は t=25cm、昭和54～55年の施工時の曲げ強度は 4.8～5.2MPa であり、当時の規格値

4.4MPa を満足し、この規格値は現在も同じ規格値が採用されている。

一般国道231号増毛地区の明かり部のコンクリート舗装は主に昭和54～61年に施工され、供用後27～34年が経過している。コンクリート版厚は t=25cm、昭和54～55年の施工時の曲げ強度は 5.1～5.2MPa であり、浜益地区と同様に現在の規格値を満足していた。

一般国道229号の明かり部のコンクリート舗装は、主に昭和60年～平成8年に施工され、供用後17～28年が経過している。コンクリート版の設計厚さは t=20cm である。この区間のコンクリート舗装は、岩盤路床の区間と凍上抑制層で置換した区間がある。

一般国道5号札幌市手稲は調査箇所の中では最も古く昭和28年に施工され、供用後60年が経過している。コンクリート版の設計厚さは t=20cm、当時の記録では曲げ強度は 3.9MPa、鉄網やダウエルバーは設置されていない。この区間はその後、アスファルト舗装でオーバーレイされており、現地調査はアスファルト舗装の切削後、コンクリート舗装の路面を調査した。

一般国道5号森町のコンクリート舗装は昭和47年に施工されたが、交通量の増加および冬期間のスパイクタイヤによる摩耗に伴い、わだち掘れやひび割れ等の老朽化から、昭和58～63年にかけて薄層コンクリートによる切削オーバーレイや打換えにより補修した。補修後25～30年経過し、平成25年度に更に補修を実施した。

一般国道228号北斗市上磯地区のコンクリート舗装は、昭和30～33年に施工され、供用後55～58年経過している。現在は厚さ t=3cm のアスファルト舗装のオーバーレイが施工されている。当時の施工記録から昭和30年の施工の曲げ強度は 4.1MPa であった。なお、舗装構成は不明である。

#### 4. 調査結果

##### (1) 目視調査

##### a) 一般国道229号 積丹町・神恵内村

一般国道229号積丹町および神恵内村の目視調査の区間は、延長 L=4.886km の上下車線を実施した。調査区間はコンクリート舗装の明かり部を調査した。一般国道229号の破損形態の分類を図-3 に示す。目地部の破損が7割(34件)を占めた。ポットホールは10%(5件)、ひび割れは6%(3件)であった。破損は上下線で48件

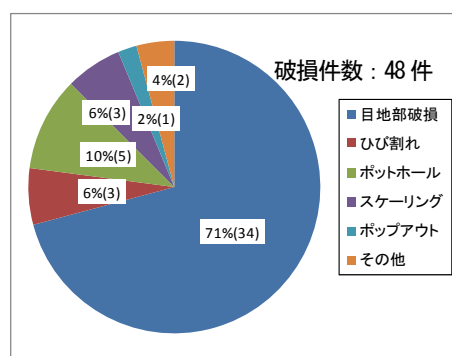


図-3 破損形態の分類 (一般国道229号)

発生し、破損の頻度は 100m 程度に 1 箇所割合であり、良好な路面状態である。

b) 一般国道 231 号

一般国道 231 号石狩市浜益地区～増毛町の目視調査の区間は、延長 L=11.739km の上下車線を実施した。調査区間はコンクリート舗装の明かり部を調査した。一般国道 231 号の破損形態の分類を図-4 に示す。目地部の破損（写真 1、2）が 58.9%（96 件）を占めた。ひび割れ（写真-3、4）は 28.8%（47 件）であった。また、ポップアウト（写真-5）も 11.7%（19 件）発生していた。破損は上下線で 163 件であり、破損の頻度 70m 程度に 1 箇所の割合であり、比較的良好な路面状態である。

一般国道 231 号は一般国道 229 号と比較すると横断方向、縦断方向のクラックが多く発生しているが、供用年数の違いによる影響と考えられる。

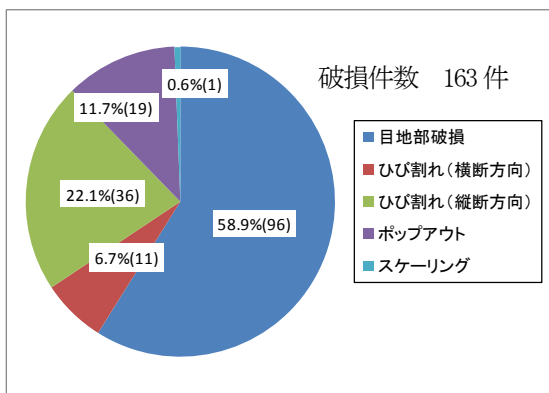


図-4 破損形態の分類 (一般国道 231 号)



写真-3 クラック (縦断方向)



写真-4 クラック (横断方向)



写真-5 ポップアウト



写真-1 目地部の破損 (角欠け)



写真-2 目地部の破損 (隅角部)

c) 一般国道 5 号 森町

一般国道 5 号森町のコンクリート舗装は前回の補修から 25～30 年経過し、H25 年度にひび割れ等による破損の影響からコンクリート版を補修した。ひび割れは疲労破壊による縦断方のひび割れや亀甲状のひび割れが一部の区間に発生した（写真-6、7）。亀甲状のひび割れが発生した箇所では、コンクリート版が沈下し、鉄網は切断された箇所があった。この箇所は局部打換えを実施し、バーステッチ工法で補修した。

写真-8 はダウエルバーが切断した状況である。切断



写真-6 疲労破壊によるひび割れ





写真-7 疲労破壊による亀甲状ひび割れ



写真-9 疲労破壊による亀甲状ひび割れ



写真-8 破断したダウエルバー



写真-10 FWD 調査

した目地部のダウエルバーは、段差が数 cm 程度発生しており（写真-8）、走行荷重により路盤や路床が沈下し、切断したものであると推察される。ただし、目地部のコンクリート版の上表面の段差は発生していないことから、前回の補修前に破断したと考えられる。

#### d) 一般国道 5 号札幌市手稲

一般国道 5 号札幌市手稲のコンクリート舗装は供用後 60 年を経過し、現在も供用しているコンクリート舗装である。このコンクリート版は、アスファルト舗装でオーバーレイされていたが、表面部の舗装が剥離し、一部の区間のコンクリート版が露出した。目視観察では、横断方向や横断方向のひび割れが確認され、疲労によるひび割れが確認された（写真-9）。

#### (2) FWD 調査

FWD 調査は、目地部の健全度を評価するために実施した。FWD 試験（写真-10）は、非破壊試験であり、舗装体の支持力を評価する試験である。図-5 に目地部における荷重伝達率の評価方法を示す。FWD 試験装置の載荷版をコンクリート版の端部に載荷し、D0 たわみセンサーと 30cm 離れた D30 たわみセンサーのたわみを用い、測定したたわみ量を式(1)に代入し、荷重伝達率を計算する。この数値が 65%以上であれば、ダウエルバーが正常に機能し、目地部の伝達が良好であることが評価できる。

一般国道 5 号札幌市手稲で実施した調査箇所を図-6 に示す。調査は目地部 3 測線を測定した。また、参考にひび割れ発生箇所や健全部箇所でも参考に試験を実施した。調査の前にダウエルバーの位置や調査を行った鉄網の埋設位置を確認するため、電磁波レーダを用いたが、位置を確認することができなかった。施工年度が昭和

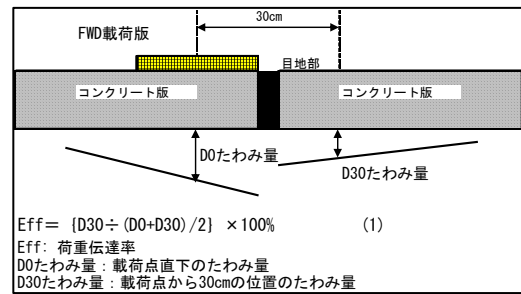


図-5 荷重伝達率

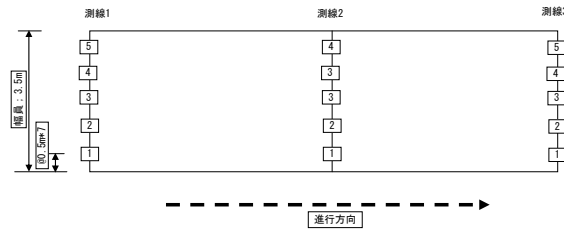


図-6 FWD 調査箇所（一般国道 5 号札幌市手稲）

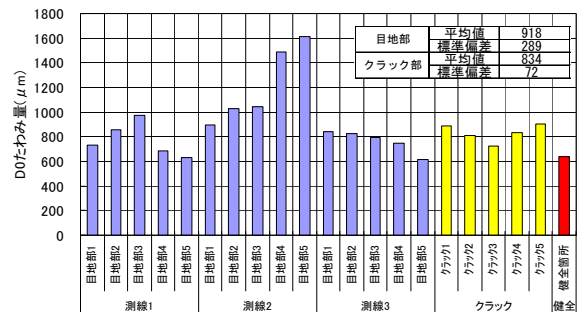


図-7 D0 たわみ量（一般国道 5 号札幌市手稲）

28年であり、当時の設計では、ダウエルバーや鉄網を使用する設計になっていなかった。北海道舗装史<sup>1)</sup>によると、北海道のコンクリート舗装は、昭和30年代の前半から鉄網が使用され始め、それ以前のコンクリート舗装には、鉄網は入れない設計であった。

一般国道5号札幌市手稲のコンクリート舗装には、ダウエルバーが設置していないので、D0たわみ量(載荷荷重98KN)を用い、目地部の評価を行った。図-7に調査結果を示す。目地部のD0たわみ量の平均値は918 $\mu$ mを示し、クラック発生箇所の平均値834 $\mu$ mと比較しても大きい値を示した。健全部では600 $\mu$ m程度であることから、今回の調査箇所において目地部の支持力は、健全部と同程度の支持力の箇所もあるが、支持力が低下している箇所もあることが確認された。

一般国道231号石狩市浜益地区で実施したFWD調査結果を用いた荷重伝達率を図-8に示す。荷重伝達率は平均87.2%を示し、目地部の健全度は良好であることが確認できた。写真-11に浜益地区の目地部の側面を示す。カッター目地の箇所にクラックが発生し、目地部が有効に機能していることが確認できた。ただし、写真-12に示すようにシール材が抜け、目地部に角欠けが生じている箇所がある。FWD調査を実施した区間ではシール材の抜けた目地部が多く見られた。

図-9に目地部のD0たわみ量(載荷荷重98KN)を示す。D0たわみ量は平均511 $\mu$ mを示し、一般国道5号札幌市手稲よりも小さなたわみ量を示した。たわみ量が小さい理由は、コンクリート版厚が厚いことや(札幌20cm、浜益25cm)、コンクリート版の健全度の違い、および上層路盤以下の層が粗粒材や岩ズリを使用し、品質の良好な材料を使用していることが挙げられる。



写真-11 目地部の側面 (一般国道 231 号石狩市浜)



写真-12 目地部の側面 (一般国道 231 号石狩市浜)



写真-13 舗装構成 (一般国道 231 号石狩市浜益)

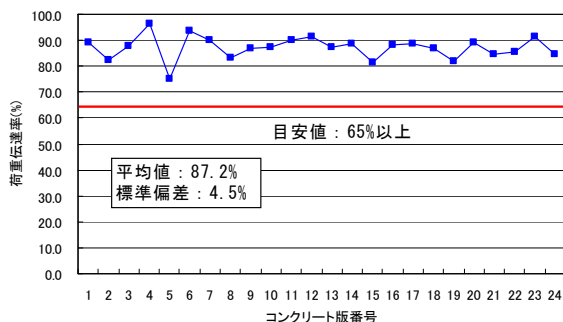


図-8 荷重伝達率 (一般国道 231 号石狩市浜益)

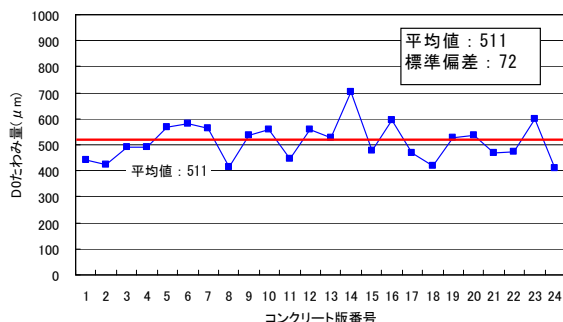


図-9 D0たわみ量 (一般国道 231 号石狩市浜益)

### (3) 採取コアを用いた室内試験

#### a) 曲げ強度

採取コアを用いた室内試験は全道5箇所のコンクリート舗装箇所から採取したコアを使用し、室内試験を実施した。曲げ強度は圧縮強度試験のデータを用いる換算式を用い、算出した。図-10に全道5箇所から採取したコアの換算した曲げ強度を示す。全ての調査箇所の曲げ強度は、現在の規格値4.4MPa以上の値を得ることができた。

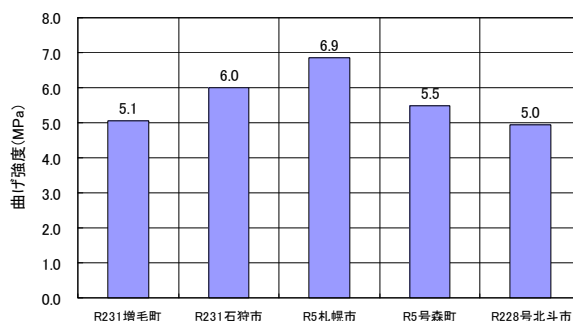


図-10 曲げ強度

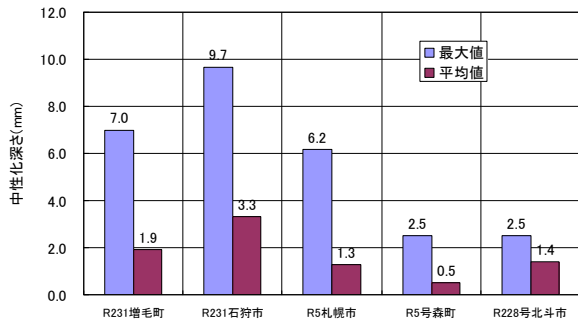


図-11 中性化深さ

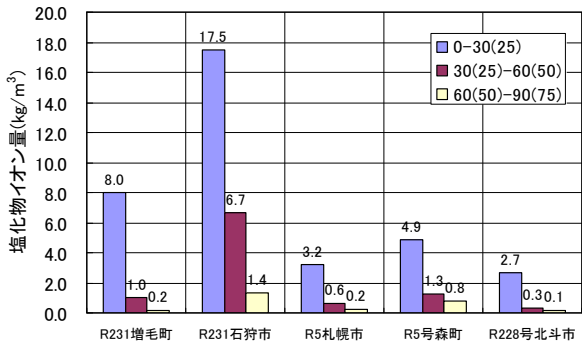


図-12 塩化物イオン量

b) 中性化深さ

図-11 に中性化深さの試験結果を示す。中性化深さは、試験用供試体の最大値および平均値を示した。大気中の二酸化炭素による中性化の影響は、最大でも 10mm 程度の結果となった。

c) 塩化物イオン量

図-12 に全道 5 箇所から採取したコアの塩化物イオン量を示す。一般国道 231 号石狩市浜益と一般国道 231 号増毛町の値が他の調査箇所と比較し、大きな値を示した。この 2 箇所については、海岸線から近いことから海水の影響が原因と考えられる。一般国道 228 号北斗市も海岸に近接しているが、表層にアスファルト舗装が舗設しているため、その影響は小さかったものと考えられる。内陸部における調査箇所の塩分は凍結防止剤の影響と推察される。塩分の深さ方向の影響については、海岸部では 9cm 以上、内陸部でも 6cm 以上の深さでも、腐食発生限界塩化物イオン濃度 1.2kg/m<sup>3</sup>以上を越える箇所があった。

(4) 土質試験

一般国道 231 号増毛町の調査箇所から採取した凍上抑制層と路床土を用い、凍上試験を実施した。一般国道 231 号石狩市浜益地区とは、舗装構成は異なり、凍上抑制層は 40mm 級の砕石が使用されていた。表-3 に凍上試験結果を示す。試験結果では、凍上抑制層および路床土は凍上性材料と評価された。ただし、路床土については、凍上試験に使用できる 40mm 以下の材料のみを用いて、岩ズリ等の粒径が大きい材料が含まれていないため、

路床土全体の評価になっていないことから、参考値として示した。

表-3 凍上試験結果 (一般国道 231 号増毛町)

	(参考値)	
	凍上抑制層	路床土
凍上率(%)	1.25	2.86
凍結様式	4	5
凍上性の判定	不合格	不合格
融解後のCBR%	6.9	1.7
CBR保存率(%)	0.78	0.5

5. まとめ

今回の報告は、コンクリート舗装の目視調査、FWD 調査、採取コアを用いた室内試験等から以下のことが明らかになった。

- 1) 目視調査では、一般国道 229 号および 231 号は、供用後 17~34 年程度経過しているが、比較的良好な路面性状を示している。
- 2) 一般国道 229 号および 231 号の破損形態としては、目地部の破損が多い結果となった。
- 3) 重交通路線である一般国道 5 号札幌市手稲や一般国道 5 号森町においては、疲労が原因であるひび割れが発生している。
- 4) FWD 調査では、荷重伝達率の評価方法により、一般国道 231 号石狩市浜益の目地部が健全であることが評価できた。一般国道 5 号札幌市手稲については、ダウエルバーが施工されていなかったが、D0 たわみ量により、健全部と不良部が評価できた。
- 5) 室内試験では、曲げ試験に換算した値は、全道 5 箇所とも現在の規格値を満足した。塩化物イオン量については、海岸部の道路の含有量は多く、表面から 9cm 以上の深さでも腐食発生限界塩化物イオン濃度 1.2kg/m<sup>3</sup>以上を越える箇所があった。

6. 今後の予定

コンクリート舗装は、イニシャルコストは高いが、耐久性が高くライフサイクルは安価になることが期待され、今後コンクリート舗装が見直されつつある。

今後の課題としては、コンクリート舗装のライフサイクルコストの算定や適用範囲が挙げられる。また技術的には、コンクリート舗装の設計期間を長くすることが期待できるため、凍上の影響を少なくするための置換厚の見直しや舗装設計法に関しても、従来の経験的な設計法ではなく、理論的設計方法の検討が必要である。

参考文献

- 1) 北海道土木技術会 舗装研究委員会：北海道舗装史 (上)、pp. 257~258、昭和 60 年 7 月
- 2) 社団法人 土木学会：コンクリート標準示方書〔維持管理編〕、pp. 102、平成 21 年 4 月