

コンクリート舗装における凍結深さに関する一検討

国立研究開発法人 土木研究所 寒地土木研究所 正会員 ○上野 千草
 室蘭工業大学大学院 正会員 木幡 行宏
 国立研究開発法人 土木研究所 寒地土木研究所 正会員 丸山記美雄

1. はじめに

耐久性の高いコンクリート舗装（以下、Co 舗装）を積極的に活用することにより、舗装の長寿命化、維持修繕頻度の低減、ライフサイクルコスト縮減効果が期待されている。積雪寒冷地においても Co 舗装の活用が望まれているが、北海道の国道に占める Co 舗装の割合は 3 %程度と全国平均の 5 %よりも少ないのが現状である。これまでの研究により、凍上性材料が凍結深さ内の路床に用いられ凍上により Co 舗装版下の路盤面に不陸が発生すると、車輻荷重により Co 舗装版に生じる引張応力が増大し、舗装寿命が低下することが明らかになっている¹⁾。このため、国土交通省北海道開発局では Co 舗装の路床において、20 年確率理論最大凍結深さまで非凍上性の材料で構成させることとしている²⁾。一方、凍結深さの推定にあたっては、我が国では凍結指数を用いた修正 Berggren 式が一般に用いられているが、Co 舗装への適用性については検証されていないのが現状である。本文では、Co 舗装における凍結深さの実測を行うとともに、修正 Berggren 式より得られる凍結深さとの比較を行い、路床設計にあたって注意が必要な地域条件の検討を行った結果について報告する。

2. 調査内容

北海道内において Co 舗装の試験施工を行い、表-1 に示す合計 4 箇所において、2013 年から 2019 年度にかけて熱電対温度計を埋設して凍結深さを計測した。なお、調査箇所 A および B については置換厚の異なる 2 種類の断面にてそれぞれ凍結深さを計測している。

実測の凍結深さ（以下、実測値）については、深さを変えて埋設した熱電対温度計の計測データより温度勾配をもとめ、土中温度が 0 °C となる深さを机上で計算した値にて整理している。

表-1 調査箇所概要

箇所名	地名	調査開始年	Co舗装版厚(cm)	20年確率理論最大凍結深さ(cm)	置換厚(cm)
調査箇所A	石狩市	2014年	25	100	85
			25	100	100
調査箇所B	留萌市	2014年	25	130	90
			25	130	130
調査箇所C	苫小牧市	2016年	25	115	80
調査箇所D	岩見沢市	2019年	28	130	84

表-2 測定結果

箇所名	置換厚(cm)	置換率(%)	実測凍結深さ (cm)					
			2014年度	2015年度	2016年度	2017年度	2018年度	2019年度
調査箇所A	85	85	77	82	84	87	86	78
	100	100	74	82	84	85	80	74
調査箇所B	90	70	80	95	105	100	100	—
	130	100	90	欠測	105	96	96	—
調査箇所C	80	70	-	-	90	90	90	84
調査箇所D	84	65	-	-	-	-	-	83

キーワード 積雪寒冷地、コンクリート舗装、凍結深さ、修正 Berggren 式

連絡先 〒062-8602 北海道札幌市豊平区平岸 1 条 3 丁目 国立研究開発法人土木研究所寒地土木研究所 Tel.011-841-1747

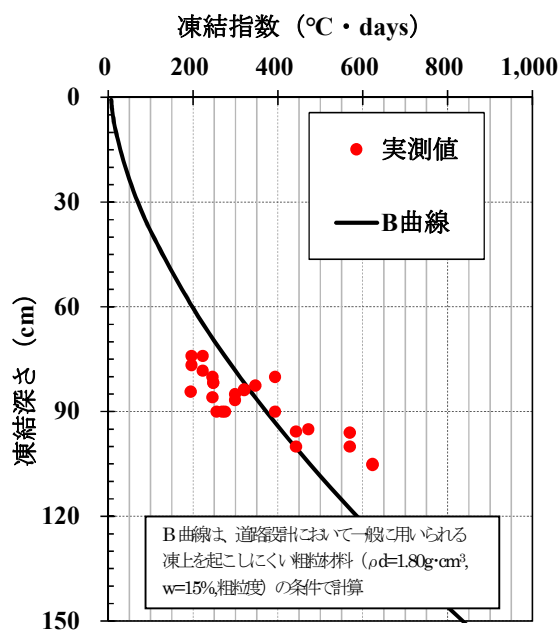


図-1 実測値と凍結指数の関係

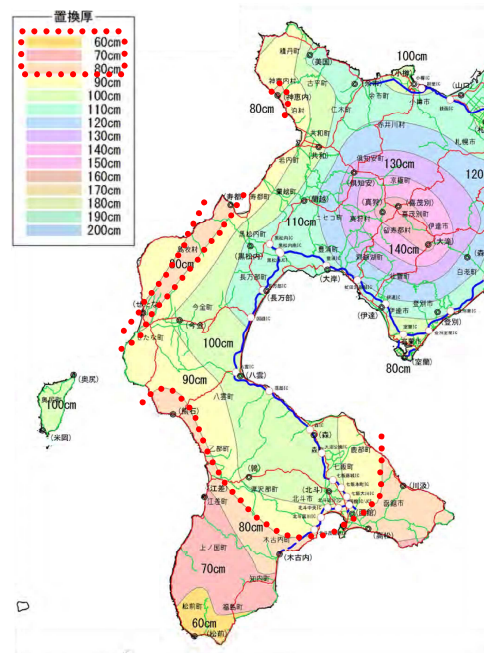


図-2 置換厚図（北海道南部）

3. 測定結果

各年度の凍結深さを表-2に示す。計測を行った期間において20年確率理論最大凍結深さを超える値は確認されなかったが、置換率100%未満の断面においては凍結深さを超える値が確認された。なお、置換率100%の断面と置換率100%未満の断面を有する調査箇所A、Bにおける各断面の凍結深さの差は最大でも10cmであり、大きな差は現れなかったことから、以降の検討では区別することなく扱うこととした。

4. 修正 Berggren 式と実測値の比較

調査箇所近郊の AMeDAS データより算出した凍結指数を用いて、修正 Berggren 式より推定される凍結深さ（以下、B 曲線）と、Co 舗装における凍結深さの実測値を比較した。結果を図-1に示す。

B 曲線において凍結指数 $350\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{days}$ 未満にあたる凍結深さが概ね 90 cm 未満の条件において、実測値が B 曲線よりも最大 15 cm 程度大きな値となった。このため、この条件においては Co 舗装において B 曲線を用いて凍結深さを推定し、置換厚を決定することは、凍上対策として危険側で設計を行う可能性があると考えられる。なお、凍結指数が $350\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{days}$ 以上の条件においては、実測の凍結深さが B 曲線よりも小さな値となっており、安全側の設計となると考えられる。

5. 対象となる地域の把握

図-2に示す北海道開発局設計施工要領に記載されている置換厚図（置換厚100%20年確率）²⁾を用いて北海道内において20年確率凍結深さが 90 cm 未満となる地域を抽出した。なお、この置換厚図は、AMeDAS データより算出した凍結指数を用いて、修正 Berggren 式より推定した凍結深さをを用いて作成されている。

抽出の結果、該当するのは北海道南部の一部地域であり、この地域において修正 Berggren 式を用いて置換厚を決定すると凍上に対して危険側で設計を行う可能性がある。このため、別途凍結深さの検討を行うか、または今回のような現地調査が必要となると考える。

6. おわりに

本検討により、Co 舗装において修正 Berggren 式より凍結深さを推定し置換厚を決定する手法では、凍結指数 $350\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{days}$ 未満の地域において、危険側の設計となる可能性が示唆された。実測により凍結深さを計測することは時間と費用がかかることから、Co 舗装に適した新たな凍結深さの推定手法として、今後、路面のアルベドや熱伝導率を加味した熱収支解析を用いた凍結深さの推定方法について検討を進めていきたい。

参考文献 1)上野千草他:積雪寒冷地におけるコンクリート舗装の設計法に関する一検討、土木学会論文集 E1(舗装工学)、Vol.72、No.3、pp.95-103、2016.12. 2)国土交通省 北海道開発局:道路設計要領、p1-5-65、pp.参-31-40、2019.4.