

n年確率凍結指数による道路舗装の置換え厚さの推定に関する研究(2)

北海学園大学大学院 学生員 上田真一
北海学園大学工学部 正会員 久保 宏
北海学園大学大学院 学生員 金岡優樹
北海学園大学大学院 学生員 小柳俊敬

1.はじめに

積雪寒冷地における道路の凍上対策は、経済性・施工性・信頼性などを考慮し、凍上を起こしにくい材料で置き換える「置換工法」が一般に採択されており、その厚さを理論最大凍結深さの約70%値としている。また、置換え厚さは凍結深さの実測値や経験的に分かっている値あるいは気温のデータから得られる凍結指数などを基に総合的に決定することになっている¹⁾²⁾。現在、北海道の道路における設計基準は、平成元年度(80~89年)の道路工事設計基準を適用している。その一方で、近年地球環境の変化に伴い積雪寒冷地でも温暖化が進行している。その結果、主要都市やその周辺地域を中心にほとんどの観測地点での凍結指数は減少傾向にある。しかし、90年代に続いてきた日本の暖冬傾向は終息し、今後は平年並みか、それ以上の寒さの冬が数年以上続く可能性が強いとの見方が強まっている。これは日本の天候パターンが、地球規模での気圧の変動などに関連する「10年規模の気候サイクル」と密接に関係していることがわかっている。本研究では、安全性と経済性を考慮した北海道各地の基準となり得る道路の置換え厚さを再検討することが目的である。今回の報告では、最近の気象傾向を踏まえた上で、信頼性のある調和のとれた凍結指数の算定について検討した。

2.北海道内主要15地域における凍結指数

図-1は、北海道内主要15地域におけるそれぞれ過去30年間の凍結指数の推移を示したものである。この図から88年以降の10年間は特に温暖化の影響が考えられる。しかし前述したように、この凍結指数が今後どのように推移していくのかについては未知数である。また現在、アスファルト舗装要綱(以下アス要綱という)で示すn年確率凍結指数による考え方では、過去10年間程度(80~89年)のデータによる統計的な数値では不十分である。最近10年間の統計だけでは、極端に寒い冬が出現すると、その後10年間は過大設計になるという問題が生じる。また、その逆も起こる可能性があり、暖冬が続いた最近10年間(89~98年)のデータを採用すると、今後10年間は安全性や経済性に欠けることが予想される。よって、両者を調和させた凍結指数を算出するには、できるだけ長い年数のデータに基づいて求めた凍結指数が望ましい。

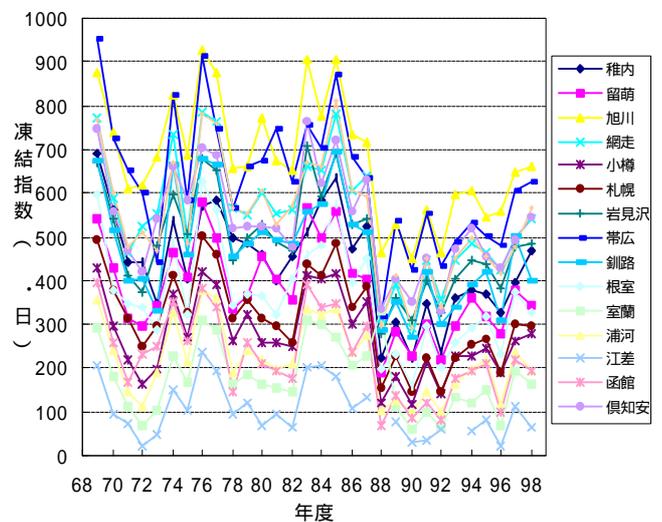


図-1 北海道内主要15地域における凍結指数の推移

3.凍結指数の統計的分類

北海道内主要15地域において凍結指数を推定する際に、過去10、20、30年間において凍結指数が最も大きい凍結指数(最大)、最も大きい2つまたは3つを平均した凍結指数(最大平均)、アス要綱で示すn年確

キーワード 凍上、凍結指数、凍結深さ

連絡先 札幌市中央区南26条西11丁目1-1 TEL011-841-1161(内線773) FAX011-551-2951

率による推定方法で求めた凍結指数（確率）をそれぞれ比較し、図 - 2 に示した。これを見ると 10 年間のデータにおいては確率、最大共に値に大きな違いは見られない。また、図 - 3 は図 - 2 に示す 15 地域についての平均値をまとめたものであるが、同様に 10 年確率及び 10 年最大は、他の 20、30 年の値に比べて特に低い傾向が見られ、約 65 ~ 70% 程度も低い値となっている。また凍結期間の影響は考慮しなければ、一般的な目安として、凍結指数が約 200 ・日違うと凍結深さは、20cm 程度変化することになる。このように凍結深さへの影響が大きいことから、最近 10 年間の気象データのみを用いるのは望ましくない。一方、この道内主要 15 地域の気象データは、過去 20 年においてはアメダスデータによるものである。またそれ以前のは各測候所などの観測資料に基づいて気象データは完備されている。しかし、これ以外の市町村についてはアメダスによる過去 20 年のアメダスデータは完備されているものの、それ以前の気象データが備わっていないのが現状である。よって、これら 3 種類の凍結指数を用いることで、道内主要 15 地域を中心にその周辺道路の理論最大凍結深さがどのような値を示し、また各地域によりどのくらいの違いがあるのかを検討する必要がある。特に、気象データとの兼ね合いを十分に考慮した上で、過去 20 年における確率及び最大との比較検討は、本研究の今後の方向性を決定するにあたって重要視しなければならない点である。また、図 - 3 から 20 年確率、20 年最大、30 年最大平均はいずれを採ってもほぼ同じ値である。この確率計算は、水文量の正規確率に関する推定による規準正規変数をそのまま道路における確率年数に当てはめているので、このことに関する検討も必要と考えられる³⁾。本研究では、アス要綱で示す確率計算による凍結指数を採用しており、これら主要 15 地域以外のアメダスデータが過去 30 年間に完備していないことから、道路の凍上対策上の設計には、20 年確率を用いるのが適当と考えられる。

4. 結論

これまでの検討結果をまとめると以下ようになる。

- (1) 近年の気象温暖化傾向から、アス要綱で示す 10 年間の気象データ（80 ~ 89 年）による凍結指数では望ましくない。
- (2) 主要 15 地域以外において過去 30 年間のアメダスデータは完備されておらず、北海道内の全観測地点を再検討することは困難である。
- (3) 20 年確率、20 年最大、30 年最大平均はほぼ等しく、過去 30 年間のアメダスデータの不備であることから、道路の凍上対策上の設計には 20 年確率を採用するのが望ましい。

< 参考文献 >

- 1) 土質学会編：土の凍結 その理論と実際、pp.186 192 平成 6 年 5 月
- 2) 日本道路協会：道路土工 排水工指針、pp.164 165 昭和 62 年 6 月
- 3) 建設省河川砂防技術基準（案）調査編：日本河川協会編、pp.63 64 昭和 52 年

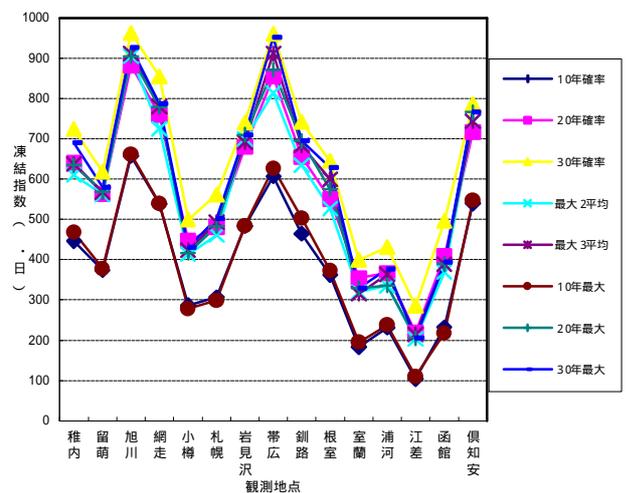


図 - 2 凍結指数の統計的分類

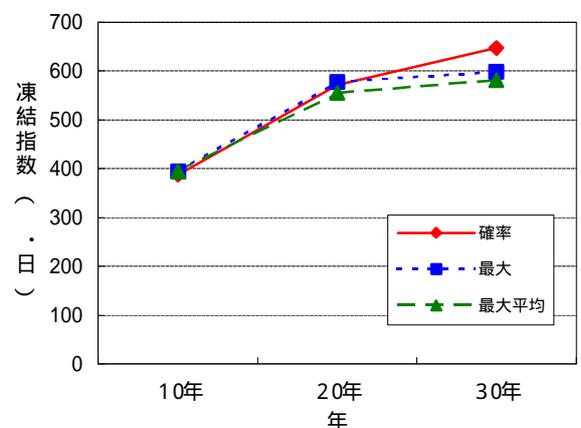


図 - 3 凍結指数における平均値の統計的分類