

寒冷地における路床土の凍結深さについて

八戸高専 正〇鈴木富士弥 青森県道路建設課,長谷川 峻
東北大(工) 須藤 良清 十和田土木事務所,菊地 春雄
同 学 三上 俊孝

1. まえがき

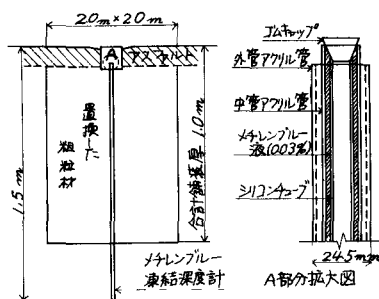
寒冷地におけるアスファルト舗装厚さの設計においては、凍害による影響を最小限にするためにはその地方に適合した設計をしなければならぬ、そのためには凍結深さを求める必要がある。一般に凍結深さの算定は、熱伝導論に基づく理論式を基礎とした経験式 $Z = C\sqrt{F}$ (Z : 凍結深さ, F : 凍結指数, C : 定数) が用いられている。

現在の設計指針によると「均一な粗粒材料からなる地盤の最近10ヶ年のうち最も寒さの厳しい年の最大凍結深さの70%厚」となっている。しかしながら近年、とくに交通量の急激な増加と融解期における路床土支持力低下などで舗装の破壊が著しく、また青森県内路床土の経験的な凍結深さなどを考慮すると、この基準にまだ問題が残る。とくに本州の最北端である青森地方においては凍結深さを知ることは重要な課題であり、現在青森県内道路全域を対照に19ヶ所を選定して計器を埋設し観測中でありこれらを数ヶ年間継続し調査研究を行なうものである。本調査研究は51および52年度の現場調査等を中心とした成果を報告する。

2. 計器埋設および測定方法

凍結深さの測定は、メチレンブルー凍結深度計によって測定するものでその概略としては、メチレンブルーの特導水溶液(0.03%)が、凍結によってメチレンブルーを析出し、青色から透明に変わることを利用したもので、地中の0℃線の位置を示すものである。埋設は51年度に現舗装道路に実施し、52年度は1mを粗粒材料で置換えて計器を埋設した。測定期間中、定期的に凍結深度計を取出して、その変り目の線をスケールで読みとり、路面からの深さに換算して凍結深さとした。それと同時にBMから路面の設置した測点をレベルで高さを測定して凍上量を求めた。また気温については、気象台の各観測所のデータを参考にして、更に2年目からは現地に自記温度計を設置した。計器埋設状況および計器の概略は図-1に示す。

図-1 計器埋設状況および計器概略図



3. 測定結果および検討

3-1. 凍結深さについて

メチレンブルー凍結深度計によって実測した各地点の最大凍結深さおよび最大凍上量は表-1に示す。十和田および八戸管内の現道における最大凍結深さ(Z)は約65~92cm位であり、三沢深沢、扇田の3地点は2年間共に同一値が観測された。しかしながら52年度の粗粒材料で置換えた地点のいわゆる換算最大凍結深さ(D_e)は、約63~83cmと現道における凍結深さより小さな値が得られた。更に、むつ管内の3地点の D_e は約29~55cmと非常に小さい。もし同じ場所で同じ気象条件下であれば、凍結深さは粗粒材料の深い方が大きく観測されるべきものである。これらの小さくなった主な原因はいずれも路面の積雪の影響が考えられる。とくに計器埋設地点が現道では道路中央部であり1m置換えは車道側(路肩に近い方)に埋設したため路面の除

表-1 各地点の最大凍結深さおよび最大凍上量

管内	地点	最大凍結深さ		路面の最大凍上量	
		現道 (Z)		現道	置換
		51年度 cm	52年度 cm (A)	52年度 cm (B)	52年度 cm (B)
十和田	同田田	55.0	69.5 (36)	64.0 (327)	
	法量	112.0	81.7 (66.0) (323)		
	川向	60.0	73.4 (68.0) (327)	9.0 (323)	5.0 (313)
	三沢	61.0	81.2 (82.3) (319)	83.0 (319)	
八戸	深沢	56.0	89.1 (90.7) (315)	75.2 (327)	
	扇田	72.0	86.8 (86.4) (323)	77.5 (323)	13.0 (323)
むつ	市川		92.1 (323)	7.0 (323)	
	むつ			43.1 (323)	
	川内			28.7 (321)	9.0 (321)
試験路	大畑			54.2 (311)	11.0 (311)
	No. 1	102.0	76.5 (61.8) (323)	11.0 (323)	
土	2	70.0	72.5 (62.8) (323)	12.0 (321)	
	3	60.0	63.6 (61.1) (323)	7.0 (321)	
	4	52.0	57.1 (48.3) (315)	8.0 (321)	
	5	49.0	50.5 (47.9) (323)	24.0 (323)	

カッコの内は最大値の観測された日付

雪による雪タマリ等が考えられ、その保温により D_0 が小さくなったものと思われる。更に、むつ管内も積雪の影響が大きいものと考えられる。

3-2. 凍上量について

凍上量の測定日間隔はあまり密ではないが各地点の最大凍上量の概略値は表-1に示す如く、新田で18mmと一番大きい。その他の地点ではほぼ10mm以下である。また、試験盛土のNo5については24mmと大きい。これは舗装合計厚さが一番薄く妥当である。

3-3. 最大凍結深さと最大凍上量の発生時期

凍結と凍上の最大量とその発生時期を確実に決めることは困難であるが、一応52年度の調査結果は表-1に示す如く凍結深さについては、2月下旬から3月上旬(2月23日~3月6日)である。凍上量については測定日間隔が大きいため、その発生時期を明確に把握することは困難である。

3-4. 凍結指数(F)について

Fの計算は気温と継続時間の積であらわれ、日平均気温を基にして計算するのが一般的である。日平均気温の求め方は種々あるが、一日の3時間ごとの気温を平均する8点法と一日の最高と最低の平均する2点法で計算した。なお、気象台より県内22カ所の気温データ(51,52年度)を入力してFを算定した。その8点法の結果を図-1に示す。Fの分布は全体的にみて次の三つに大別される。

1, 日本海側に面した地域 $F \approx 150 \sim 200 \text{ } ^\circ\text{C day}$

(深浦、軽ヶ沢、市浦、今別、脇野沢、大間)

2, 山岳地帯 $F \approx 300$ 以上 (軽ヶ湯、休屋、碓ヶ峯)

3, その他 $F \approx 200 \sim 400$ (内陸部および太平洋側)

全般的にFの値は8点法より2点法のFが大きく計算される。

また異常低温であった5年度のF値は設計上有用な参考資料と考えられる。

3-5. 定数Cについて

2年間の観測結果より経験式の定数Cを算出すると表-2に示す如く、むつ管内は $C \approx 2.6 \sim 3.3$ ととくに小さく、積雪の影響のためと考えられる。一般にCは3~5とされている。

4. あとがき

凍結深さを考慮した舗装厚の設計は道路のように延長が長く、かつ複雑な気象条件を考えれば、数多くの場所で気温観測を行ないF値を決めるべきと思われる。

また、これまで求められた定測による凍結深さおよび定数Cは、今後同じ気象条件で路面の除雪を綿密に行なうとすれば当然大きな値が観測されると思われるので、Cの値を評価する上では慎重に検討する必要がある。いずれにしてもこれらの結果は、まだデータとしては不十分であり今後長年に観測が必要である。なお計器埋設および計測については青森県道路建設課および各土木事務の方々の協力によるものであり、ここに記して謝意を表する。 参考文献 河野文弘; 地盤の凍結と凍上, 土木基礎 Vol.25, No.7 伊藤部宗夫; 北海道における道路の凍上凍結深さおよび置換率に関する研究, 土木試験所報告オ26号 低温科学; 北大低温科学研究所, 道路排水工指針, アスファルト舗装要綱

図-2. Fの分布図(8点法)

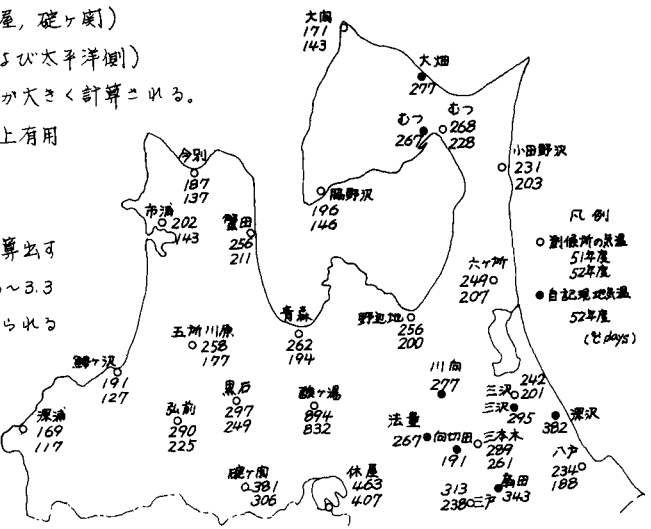


表-2. 各地点の定数C

地点	定数 C	
	51年度 観測所の気温 より求めたC	52年度 現地気温より 求めたC
法量	5.1	
川内		4.1
三沢		4.8
深沢		4.6
新田		4.7
市川		6.7
試験地	5.0	
むつ		2.6
大畑		3.3