

PSV-2 FWDによる凍結・融解期における舗装の評価

東亜道路工業（株） 正会員 ○広津栄三郎
 長野県土木部 金子 嘉典
 長岡技術科学大学 正会員 丸山 暉彦

1. はじめに

一般に、凍上は寒冷地のあまり積雪の多くない地方に発生するが、舗装率の向上にともない、積雪寒冷地においても除雪により道路網が確保され、凍上の被害を受ける場合が多くなってきた。凍上性地盤に道路を築造する場合、凍上性の不良土を良質土等で置き換える工法、または、安定処理による土質改良によって凍上、及び軟弱化を防止する工法が行われている。

軽井沢町では凍上対策として昭和63年から平成元年にかけて凍上抑制層にセメントあるいはセメント・アスファルト乳剤で安定処理を用いた試験施工を行っている。本調査は地中埋設温度計やメチレンブルーにより凍結深さを、間隙水圧計により地下水位の測定を行うとともに、凍結期および融解期におけるたわみ測定を実施し舗装の力学的評価を行った。

2. 調査箇所の概要

測定を行った箇所は標高935mに位置し450mの直線で縦断勾配0.5%あり、設計交通量はA交通である。舗装構成および測定機器の設置深さを図-1に示す。区間①は置換工法、区間②は凍上抑制層の上層20cmにセメント安定処理を、区間③は凍上抑制層の上層10cmにセメント・アスファルト乳剤安定処理（CAE）を施工したものである。

3. 凍結線および地下水位について

設置した地温計、間隙水圧計の設置深さは図-1に示す。孔番号2の道路脇の現地盤に観測用の井戸（孔番号4）を掘り間隙水圧計を深さ157cmに設置するとともに気温測定用の温度計を地上150cmに設置した。メチレンブルーは深さ1.5m測定用を使用し孔番号1、3、4に設置した。凍結線は各孔の0℃以下の地温計の深さと0℃以上の地温計から補間法により求め、メチレンブルーにより測定した凍結線と比較した。地下水位は各間隙水圧より地下水位を求めた。

平成2年2月5日23時における地温、間隙水圧計の測定値を表-1に示す。同日時の地温およびメチレンブルーより求めた凍結深さを表-2に示す。これらの表より、凍結線はいずれも凍上抑制層内にあることが分る。

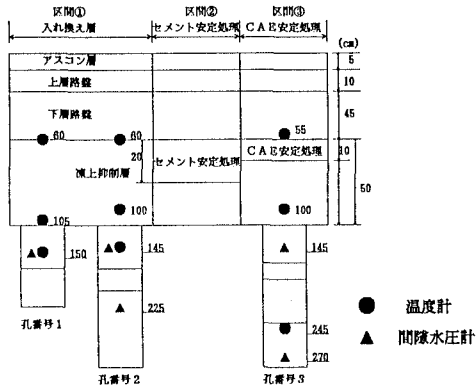


図-1 舗装構成および測定機器の設置深さ

表-1 地温および間隙水圧の測定結果

孔番号	温度計 (℃)		間隙水圧計	
	位置	地温	位置	間隙水
No. 1	1-60	-0.18	1-150	0.038
	1-105	2.77		
	1-150	3.27		
No. 2	2-60	-0.78	2-145	0.007
	2-100	2.34	2-225	0.109
	2-145	4.63		
No. 3	3-55	-0.66	3-145	0.043
	3-100	2.36	3-270	0.144
	3-245	9.86		
No. 4	気温計	-13.21	水位孔 4-157	0.043

表-2 凍結深さ

孔番号	凍結深さ (cm)
No. 1	63
No. 2	70
No. 3	64
No. 2 メチレンブルー (2/6)	71
No. 2 メチレンブルー (2/14)	70.5

表-3 間隙水圧計から推定した地下水位

孔番号	間隙水圧計		水位の推定値 (cm) (舗装面からの深さ)
	位置	間隙水圧	
No. 1	1-150	0.038	112
No. 2	2-145	0.007	138
	2-225	0.109	116
No. 3	3-145	0.043	102
	3-270	0.144	126
No. 4	4-157	0.043	107

間隙水圧計から求めた地下水位を表－3に示す。いずれの孔位置においても地下水位は路床上部（110cm）付近に存在している。

4. FWD測定結果

解析には平成元年9月18日、平成2年2月6日、平成2年3月8日～9日における測定値を用いた。各区分におけるたわみ値から多層弾性プログラムにより各層の弾性係数の推定を行った。

平成元年9月の測定から得られた各層の弾性係数を基準とし、平成2年2月6日、3月8日16:00、3月9日10:00、12:00の測定から求めた弾性係数の変化率を図－2に示す。本図にみられるように凍結期における各層の弾性係数の変化率は各区分によって異っており、その傾向は次のようである。

区分①：最も弾性係数の増加がみられるのは凍上抑制層であり、次に、下層路盤、上層路盤となっている。また、路床の弾性係数の増加は小さく、凍結線は凍上抑制層内（深さ60～110cm）に存在していることから路床は凍結を受けていない。

区分②：下層路盤の弾性係数の増加が大きく、次に凍上抑制層、上層路盤、セメント安定処理となっている。

区分③：下層路盤の弾性係数の増加が大きく、次に、上層路盤、凍上抑制層となっている。また、CAE安定処理層の増加は小さい。

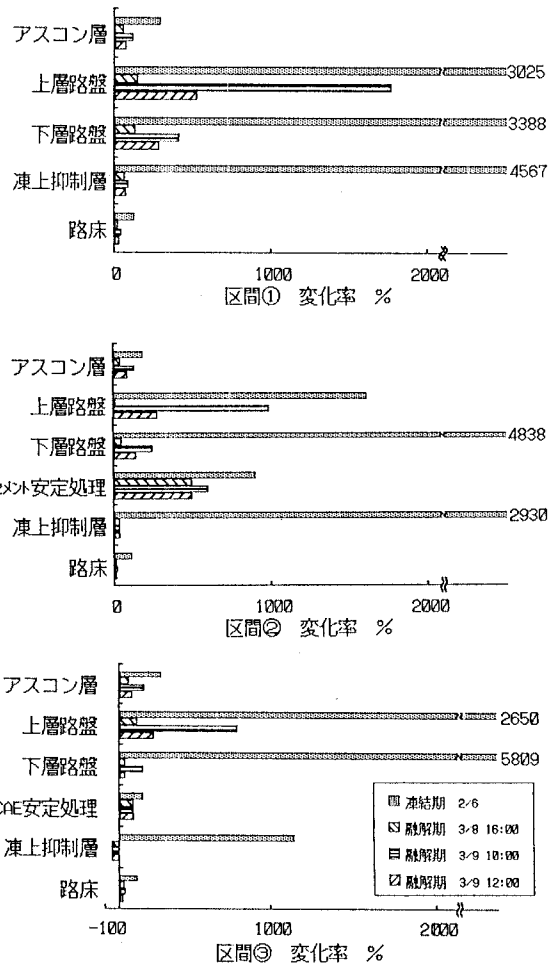
各区分を比較した場合、凍上抑制層（安定処理層を含む）と下層路盤の弾性係数の増加率に大きな差がみられる。凍上抑制層は安定処理を施した区間の弾性係数の増加が小さくなっており、安定処理層が凍結融解作用を受けにくいことを示唆している。下層路盤については安定処理を施した区間の弾性係数の増加が大きくなっている。これは非凍結時において路床への舗装体内の水分の浸透が安定処理層により妨げられ、下層路盤内に残留し凍結したものと推定される。

また、同図には融解期における各層の弾性係数の一日の変化を示している。弾性係数の日変動は上層路盤が最も大きく、次に下層路盤となっている。これは上層路盤および下層路盤の一部が凍結・融解を一日の周期で繰り返していると推定できる。セメント安定処理層については日変動は小さいが、弾性係数の増加率が大きく凍結状態にあると考えられる。CAE安定処理層、凍上抑制層の日変動は小さく、また、弾性係数の増加も小さい。

5. まとめ

凍結・融解期においてFWDたわみ測定を実施し、舗装の構造評価を行うことにより次のことが明らかになった。非凍結期に比べて凍結期は路盤、凍上抑制層の弾性係数はかなり増加し、また、融解期における一日内の変化はかなり大きい、安定処理を施した区間での変動は小さい。

最後に、本調査は軽井沢町建設課の方々に御協力頂き、心より感謝申し上げます。



図－2 非凍結期を基準とした凍結・融解期の弾性係数の変化率