路床の凍上対策の違いがアスファルト舗装に及ぼす影響について

東日本高速道路㈱北海道支社　正会員　○川島　正人
㈱ﾈｸｽｺ･ｴﾝｼﾞﾆｱﾘﾝｸﾞ北海道　正会員　　山内　智

１．はじめに

積雪寒冷地における道路では、冬期に路床の凍上現象により路面の隆起や舗装表面のひび割れが発生し（**写真１**)、乗り心地を著しく悪化させることが問題となる。平成７年度に供用した道東自動車道十勝清水ＩＣ~池田ＩＣ間の切土部では、凍上現象が多く発生したため、各種対策工の試験施工により対策検討を行った。その結果、路床に断熱材を埋設する断熱材工法が凍上対策には有効であることがわかった。

写真１　切土部の路面凍上の発生

これまで、路床に断熱材が埋設された箇所のアスファルト舗装の経年変化に関する報告事例は少ない。そのため、路床の凍上対策の違いがアスファルト舗装に及ぼす影響を解明することが課題となっている。本報告は、アスファルト舗装の経年変化の評価として、凍上対策工法別に舗装の表面観察およびＦＷＤ（Falling Weight Deflectmeter）によるたわみ測定を行った結果について報告するものである。

２．試験施工区間の断面構成

調査箇所は、道東自動車道音更帯広ＩＣ～池田ＩＣ間の切土区間で造成された凍上対策試験施工ヤードで、路床に断熱材（ＸＰＳ、３種ｂ）を埋設する断熱材工法ヤードと、凍上性路床材を非凍上性材料（切込砕石 40～0 ㎜）に置き換える置換工法ヤードにおいて実施した。試験施工ヤードの断面を**図1**に示す。置換工法は建設時からの現況断面で、断熱材工法は平成 12 年度から平成 13 年度にかけて施工されたものである。なお、表層種別の高機能舗装とは、ポリマー改質アスファルトを使用した排水性舗装である。

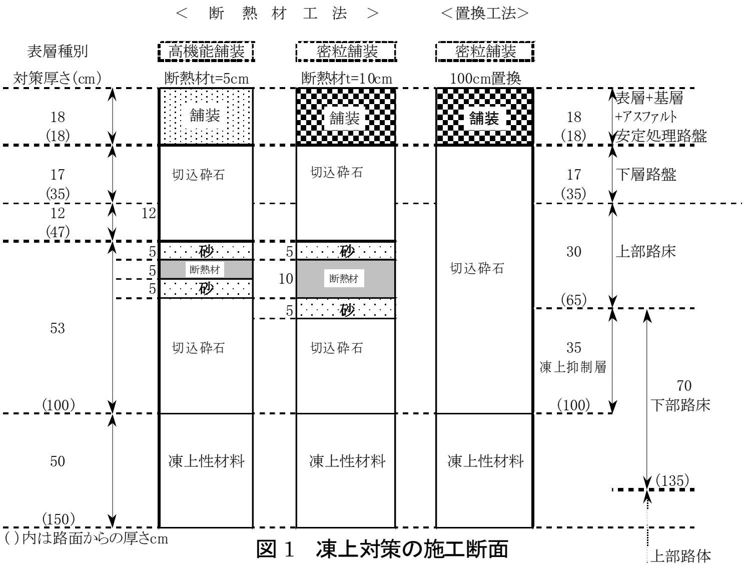

図１　凍上対策の施工断面

３．追跡調査概要

調査は、平成 14 年度から平成 21 年度の期間において、厚さの異なる２種類の断熱材工法ヤードと置換工法ヤードにおいて、舗装表面の観察およびＦＷＤ測定を実施した（**表 1**)。また、評価にあたっては、近傍の凍上試験施工ヤードで測定した舗装体温度データも参考としている。

表１　調査時期および調査内容

調査内容	調査時期							
	H14（初期）	H15	H16	H17	H18	H19	H20	H21
舗装表面観察	○		○		○			○
FWD測定	○		○		○			○

４．調査結果

現地条件および調査結果の一覧を**表 2** に示す。また、平成 21 年度調査時の各ヤードの舗装表面状態を**写真 2～写真 4** に示す。断熱材工法（t=5 ㎝）の舗装表面は、骨材飛散が発生しているものの、大きなひび割れは発生していない。また、断熱材工法（t=10 ㎝）では、走行軌道部に大きな縦ひび割れが顕著に表れ、短い横断ひび割れも発生している。一方、置換工法では、全体に縦横断の面状ひび割れが発生しているものの、舗装劣化は断熱材工法（t=

キーワード：凍上、断熱材、置換、たわみ
連絡先：東日本高速道路㈱　北海道支社　技術部技術企画課　TEL. 011-896-5322

写真 2　断熱材工法（t=5 cm）上り線

写真 3　断熱材工法（t=10 cm）上り線

写真 4　置換工法（100 cm置換）上り線

写真 5　断熱材工法（t=5 cm）下り線

表 2　現地条件および調査結果

	ヤード区分	高機能舗装(改質アス) ＋ 断熱材工法(厚さ5cm)	密粒舗装(ストアス) ＋ 断熱材工法(厚さ10cm)	密粒舗装(ストアス) ＋ 置換工法(100cm置換)	密粒舗装(ストアス) ＋ 断熱材工法(厚さ5cm)
現地条件	経過年数	8年 (H13施工)	9年 (H12施工)	14年 (H7施工)	9年 (H12施工)
	調査地区	青山地区	青山地区	青山地区	然別地区
	車線区分(上・下)	上り線 (札幌方向)	上り線 (札幌方向)	上り線 (札幌方向)	下り線 (池田方向)
	日照時間(a)	短い	短い	短い	長い
	地熱の影響(b)	×	×	○	×
	路面の温度条件(aとb)	×	×	△	○
調査結果	路面ひび割れ発生	殆どなし(骨材飛散あり)	多く発生	やや発生	殆どなし
	路面ひび割れ形態	大きなひび割れなし	走行軌跡上の縦ひび割れ	縦・横ひび割れ (面状)	大きなひび割れなし
	初期たわみ量(mm) [H14調査開始時]	0．493	0．425	0．289	(―)
	最終たわみ量(mm)	0．686	0．826	0．424	(―)
	たわみ増加率 [7年経過/初期]	1．4倍	1．9倍	1．5倍	(―)
	総合評価	○	△	◎	○

10 cm）に比べ進行していない。この舗装表面状態の違いにはいくつかの要因が考えられるが、ここでは、日照条件、地熱の影響およびたわみ量の違いに着目し、評価・検証を行った。

試験施工区間は、下り線、上り線がそれぞれ東西に向かう路線であり、南からの日照により下り線（東行き）に比べ、上り線（西行き）の日照時間が短い。近傍の他地区の下り線には断熱材工法（t=5 cm）ヤードが造成されているが、舗装表面に大きなひび割れの発生は認められない（**写真 5**）。このことから、上り線は舗装表面温度が低下しやすい温度環境下であることが、ひび割れ発生の要因の一つと考えられる。また、低温環境下の湿潤路面は乾燥しにくく、長時間湿潤状態となるため劣化の進行が促進されたことも要因の一つと考えられる。

凍上対策工法の違いによる舗装体温度は、近傍にある他地区の凍上試験施工ヤードの地中温度データより、断熱材工法の舗装表面温度（深さ 1 cm）が、置換工法に比べて若干低くなる結果が得られている（**図 2**）。これは、断熱材を設置したことにより地熱が遮断され、舗装表面温度がさらに低下しやすい温度条件になったものと推定される。したがって、断熱材工法（t=10 cm）の舗装が置換工法より劣化した要因の一つとして、置換工法よりも表面温度が低くなり、舗装劣化が促進されたことが挙げられる。なお、上り線の断熱材工法（t=5 cm）では、表層に改質アスファルトを用いたことにより、大きなひび割れが発生しなかったものと考えられる。

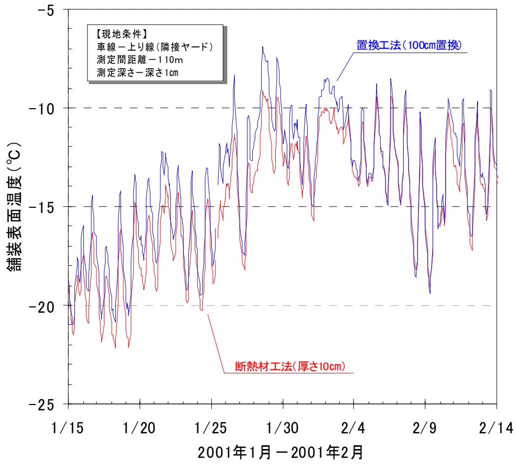

図 2　舗装表面温度

各ヤードのたわみ量の経年変化を**図 3** に示す。D０たわみ量（センサー位置０mmにおけるたわみ量）は路床を含めた舗装全体の支持力を表したものである。初期値である平成 14 年度から平成 21 年度までのD０たわみ量の経年変化は、断熱材工法(t=5 cm)は初期値から約 1.4 倍増加し、断熱材工法(t=10 cm)では約 1.9 倍の増加を示している。一方、置換工法は初期値から約 1.5 倍の増加を示している。したがって、たわみ量の経年変化はひび割れ発生形態と同様な傾向となり、断熱材工法(t=10 cm)の増加量が顕著に表れている。

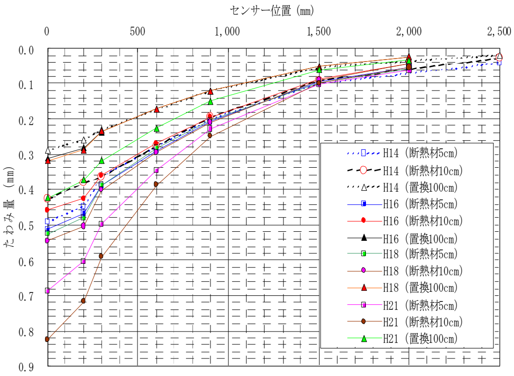

図 3　たわみ量の経年変化

5．まとめ

舗装の追跡調査を行った結果、以下のことを確認することができた。①路床構成の違い以外に、日照条件により低温条件下となり、湿潤状態が持続するような環境下ではひび割れが発生しやすい傾向にある。②断熱材工法は、置換工法と比較して舗装表面温度が低くなり、表層が密粒舗装では置換工法よりも舗装劣化が速い傾向にある。