

積雪寒冷地における融解期の支持力特性に関する一考察

(独) 土木研究所 寒地土木研究所 正会員 ○安倍 隆二

(独) 土木研究所 寒地土木研究所 正会員 熊谷 政行

(株) ズコーシャ 正会員 久保 裕一

1. はじめに

LCC の低減の観点から新材料・新工法の導入が求められているが、使用実績の少ない材料や新たな舗装構造の採用を容易にするためには、理論的設計法の確立が求められている。本研究は、積雪寒冷地におけるアスファルト舗装の理論的設計方法の確立を目指し、道路舗装への適用を検討するものである。

本報告では、融解期に FWD 試験を実施し、D0 たわみ量や路床上面に発生する圧縮ひずみ等について報告するものである。

2. 現地調査内容

(1) 試験施工断面及び計測機器

図-1 に示す舗装構成の異なる試験施工断面を一般国道 238 号稚内市声問に造成し、理論的設計法の検討を実施している。1 工区は理論的設計法（信頼性 50%・設計期間 3 年）により設計され、アスファルト舗装厚 $t=9\text{cm}$ 、置換厚 $t=80\text{cm}$ である。2 工区は TA 法（信頼性 90%・設計期間 20 年）により設計され、アスファルト舗装厚 $t=15\text{cm}$ 、置換厚 $t=115\text{cm}$ 、3 工区は理論的設計法（信頼性 90%・設計期間 20 年）により設計されたアスファルト舗装厚 $t=27\text{cm}$ 、置換厚 $t=80\text{cm}$ の舗装構成となっている。

試験施工の各断面にはアスファルト舗装下面にひずみ計、路床上面にひずみ計および土圧計を設置し、1 工区には温度測定用熱電対および水分計を設置している。

(2) 調査項目

表-1 に調査項目と調査内容を示す。調査は舗装体の支持力を確認するため、FWD 試験を秋期と融解期に実施した。測定した FWD データを使用し、東京電機大学松井教授が開発した静的逆解析プログラム BALM を用い弾性係数を算出した。

融解期における路床土の支持力の変化を確認するため、FWD 試験の載荷時に路床上面に設置したひずみ計の計測を行った。更に、路床土の含水比や土中温度の経時変化を計測した。

3. 調査結果

(1) FWD 試験結果

FWD 試験結果を図-2 に示す。調査期間は平成 19 年 11 月～平成 22 年 3 月までの 3 ヶ年の試験データを図示した。平成 19 年 11 月の D0 たわみ量を初期値とし、測定したデータは温度補正および荷重補正を行い、測定した D0 たわみ量を D0 たわみ量（初期値）で除して図示している。融解期である 3 月に測定した D0 たわみ量は、秋期に測定した初期値と比較し、各年度とも融解期に支持力が低下していることが確認できる。

測定した各年度の凍結指数と推定凍結深さを表-2 に示す。凍結指数は試験施工箇所に近い稚内市声問アメダスデータから算出した値である。推定凍結深さは 10cm ピッチ

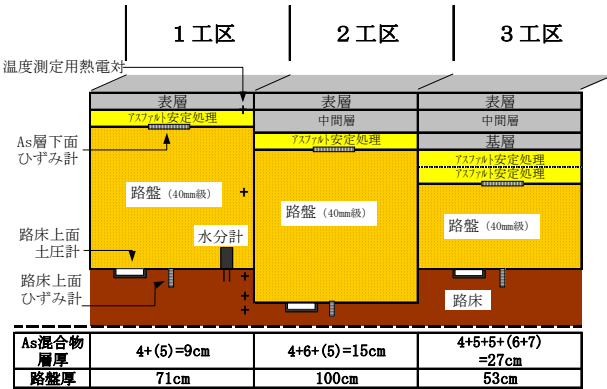


図-1 試験施工断面図

表-1 調査項目と調査内容

試験項目	調査内容	調査頻度
FWD試験	・各工区のFWD試験	秋期、融解期に測定
舗装体のひずみ計測	・As舗装下面の引張りひずみ ・路床上面の圧縮ひずみ ・路床上面の土圧計測	秋期、融解期に測定
路床土の含水比計測	・水分計による含水比の計測	通年計測
舗装体の温度計測	・熱電対による温度計測	通年計測

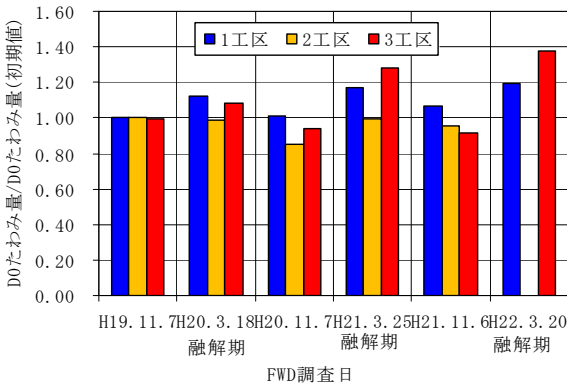


図-2 FWD 試験の経年変化

表-2 凍結深さと含水量上昇期間

	凍結指数 ($^{\circ}\text{C} \cdot \text{days}$)	推定凍結深さ (cm)	水分計による含水量 上昇期間(日)
H19年度	535	76	44
H20年度	340	58	35
H21年度	473	79	-

キーワード：積雪寒冷地、融解期、支持力、逆解析

連絡先：〒062-8602 札幌市豊平区平岸 1-3-1-34 TEL : (011)841-1747 FAX : (011)841-9747

に埋設している温度測定用熱電対データから推定した値である。平成 19 年度および平成 21 年度については、1 工区および 3 工区は路床上面付近まで凍結していると推測され、支持力低下は 1 工区と 3 工区に見られる。一方、置換厚 115cm の 2 工区では支持力低下は見られない。

平成 20 年度は置換厚 80cm より 20cm 程度浅い位置までの凍結深さと推定されるが、融解期の舗装体の支持力は 1 工区および 3 工区において低下が見られる。

(2) 路床土の含水比の経時変化

図-3 に路床上面の含水比の経時変化(平成 19 年度、1 工区)を示す。水分計は土壌の誘電率を利用し測定する装置であり、路床が凍結している場合は水と氷の誘電率が異なるため、正確な含水比は測定出来ない。そのため、0℃付近の期間は含水比が正確に計測されていない。3 月 11 日から含水比が上昇し、3 月 18 日には完全に融解したと推察される。融解後は 44 日の期間、含水比が高い状態を保持していることが確認された。平成 20 年度も同様な含水比の上昇が 35 日間確認された。

(3) 静的逆解析結果

静的逆解析プログラム BALM を用い、弾性係数を算出した。舗装構造を①As 混合物層、②路盤、③路床、④基盤(風化泥岩)の 4 層に区分し初期値については過去の調査結果や文献等を参考に値を決定した。

図-4 に路盤の逆解析した結果を示す。逆解析のプロットしたデータは平成 15～21 年度に測定した春期、夏期、秋期データと平成 19～21 年の融解期データをまとめて図示したものである。逆解析した路盤の弾性係数は融解期においては通常期と同程度の値を示している。

図-5 に路床土の静的逆解析した弾性係数結果を示す。使用したデータは路盤と同一時期に測定したデータを使用している。融解期と通常期と比較し弾性係数の低下は見られない。

(4) 路床上面の圧縮ひずみの測定結果

図-6 に FWD 試験の載荷時における路床上面の圧縮ひずみを示す。平成 18 年 11 月データと平成 20 年 3 月データを比較するとアスファルト舗装厚 $t=9\text{cm}$ の 1 工区は路床上面の圧縮ひずみが上昇していることが確認できる。2、3 工区については明確な圧縮ひずみの差異は確認出来なかった。平成 21 年 3 月に測定した圧縮ひずみについては舗装体温度が 0℃であり、比較対象の平成 18 年 11 月データの舗装体温度と比べ 10℃程度低く、舗装体の弾性係数が高いため路床に伝達する応力が低下し、路床土の圧縮ひずみが小さくなったと考えられる。

4. 今後の課題

融解期における舗装体の支持力に関する検討や凍結融解を考慮した路床土に関する弾性係数の算出方法等の検討を行い、積雪寒冷地における理論的設計法について検討を進めたい。

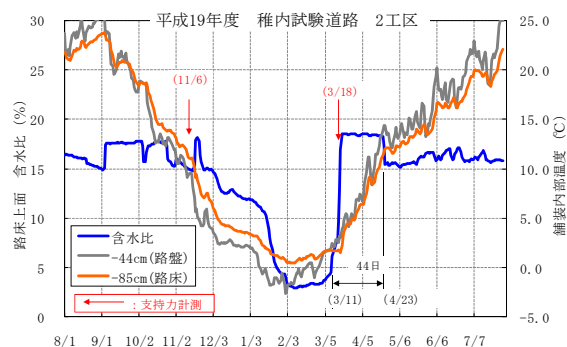


図-3 路床土の含水比の経時変化

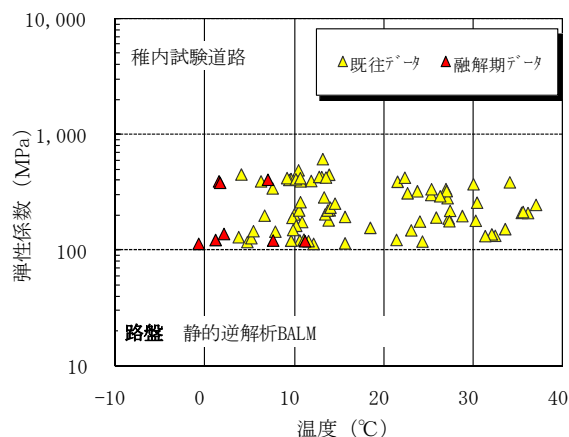


図-4 静的逆解析結果(路盤)

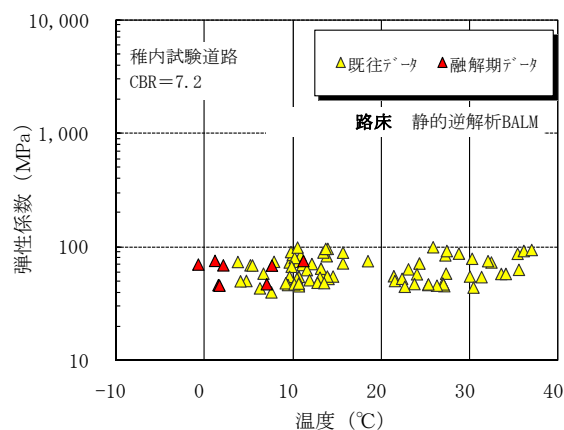


図-5 静的逆解析結果(路床)

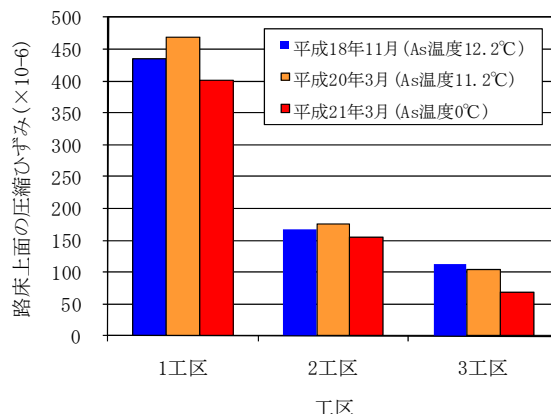


図-6 路床上面の圧縮ひずみ