

北海道開発局土木試験所 正員 ○田口史雄

久保 宏

有田政博

1. まえがき

寒冷地舗装道路の築造において凍上対策は不可欠なものである。一般に置換工法が採用されてきているが、最近では良質な天然資源が枯渇化してきているため、それに代って断熱材を敷設し、路床への凍結の侵入を緩和して凍上被害を防止する断熱工法が各地で試験的に施工されるようになった。しかし、舗装構造の断面決定にあたっては、断熱効果・支持力・経済性などが検討されなければならない。筆者らは構内実験をかまえて昭和48年度に一般国道36号美々試験道路に4種類の断面を試験的に施工し、6年間の調査と昭和55年には解体調査を行った。ここではその結果に基づき道路に断熱材を用いた場合の舗装構造設計について論じた。

2、美々試験道路調査

断熱材の合理的な埋設深さを検討するため図-1に示す断面構成の試験道路を築造した。なお、標準断面（I-1）は昭和48年度北海道開発局道路工事設計基準により、置換厚さ75 cm、C交通区分の舗装構造とした。調査は昭和48～53年度まで、凍結深さ、凍上量、支持力、路面凹凸、温度等について行なった。

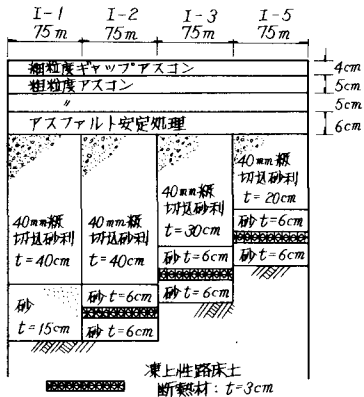


圖-1 美々試驗道路断面圖

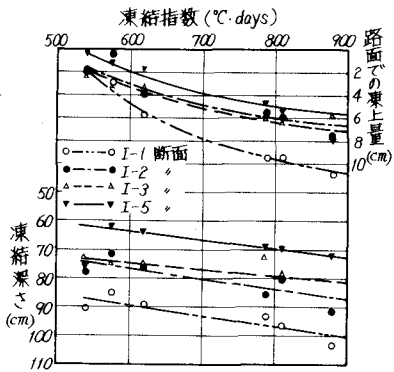


図-2 断熱工法を施した道路の凍上量と凍結深さ

各断面において測定した凍上量と凍 図-1 美々試験道路断面図
結深さを図-2に示す。この図から、断熱材を入れた舗装断面の凍上
量、凍結深さは標準断面のものに比べて小さく、I-3の凍上量がI
-2より多少大きめにでているが、埋設位置が浅い程、断熱効果が大
きいことがわかる。表-1に各断面の凍結前と融解期の支持力につい
て示す。支持力は断熱材埋設位置が浅い程、低下する傾向がみられる。
しかし、I-1とI-2, 3を比較するとある程度の深さを保てば融
解期の低下率は標準断面と大差がないことがわかる。

3、凍結深さ、路面たれみ量の実測値と計算値の比較

凍結深さの推定に用いられている Aldrich の式による計算値と実測値の比較を図-3 に示す。計算値が実測値に近い値となることから、断熱材を用いた工法においても凍結深さの推定が可能であることがわかる。路面たわみ量は、解体時に行った平板載荷試験の値から *Nascimento* の方法によって求めた弾性係数⁽²⁾で *BISAR* のプログラムを用いて、計算し、同一地点のベンケルマンビームによる実測たわみ量と比較した結果、ほぼ同じ値が得られた。従ってこれらの理論式を用いる断面決定は、断熱材を用いた場合も有効であると考えた。

表-1 断熱工法を施した道路の路盤支持力

断 面	I-1	I-2	I-3	I-5
凍結前(kg/cm ²)	35.5	31.8	31.5	27.8
融解期(kg/cm ²)	24.6	21.6	20.6	16.3
支持力 低下率(%)	30.7	32.1	34.6	41.4

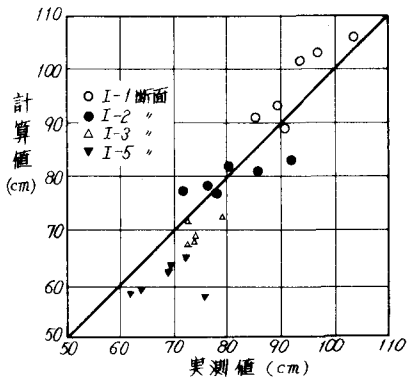
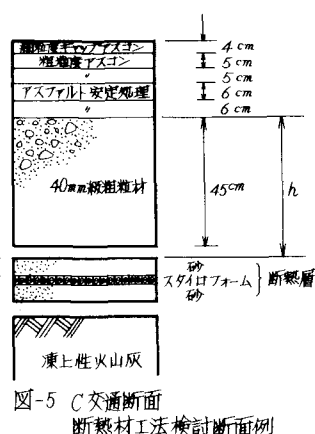
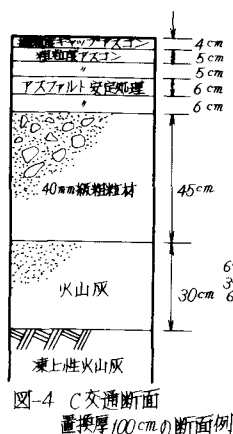


図-3 美々試験道路における凍結深さ
の実測値と計算値の関係

4. 断熱工法による道路の凍上対策

断熱材のように支持力の小さいものを路床に埋設する場合、深い位置に敷設すれば路盤の支持力を大きくすることができるが、設計段階ではどの程度が適当であるかを把握する必要がある。ここで昭和55年度北海道開発局道路工事設計基準からC交通断面の路床、凍上抑制層が火山灰、置換厚が100 cm (図-4) を例とし、図-4の断面から30 cmの凍上抑制層を除き、代りに図-5に示すような断熱層をアスファルト安定処理の下に入



れ、埋設深さを変化させて検討した。図-6は断熱層埋設深さに対する路面たわみ量を示す。路面たわみ量は図-4の断面について層構造解析を行った結果、0.5 mm となること、また種々の文献においても0.5 mm 前後と報告されているので、この値をおおよその限界値とした。図-6から埋設深さ45 cmでたわみ量は0.54 mmとほぼ一定となり45 cm以上深く断熱層を埋設すれば路面たわみ量はあまり変化しないことがわかる。図-7は断熱層埋設位置と凍結深さの関係を各凍結指数について示したものである。なお、Aldrichの式の計算にあたっての熱定数は過去10年間の道路材料試験値の平均から求めた。埋設位置45 cmに変曲点がみられる。従って凍結指数700°C・DAYS以上の場合、45 cm以上深く断熱層を埋設すると凍結深さの勾配が急になっていることから、変曲点より深い位置に断熱層を埋設しても凍結深さを減少する効果は少なく、支持力、凍結深さの両面から考えてアスファルト安定処理層から45 cmの位置に断熱層を設けることが望ましいことがわかる。

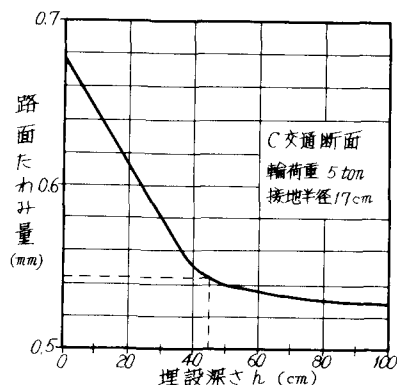


図-6 断熱層の埋設深さとたわみ量

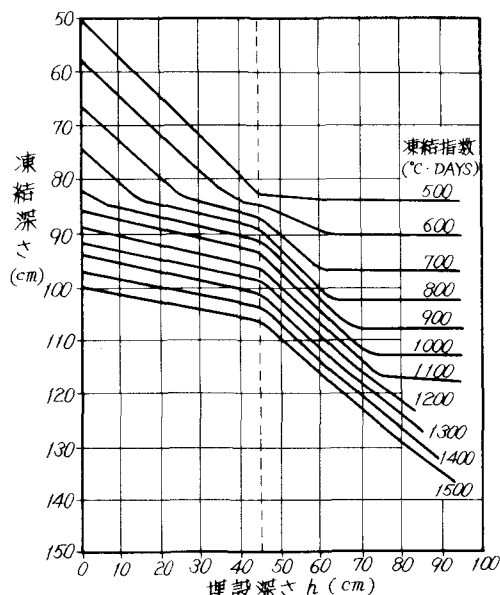


図-7 断熱層の埋設深さと凍結深さの関係

5. 結論

積雪寒冷地舗装における凍上対策としての断熱工法からなる美々試験道路での調査結果をもとに断熱材を用いた舗装構造設計法が明らかになったが、ここで得られた結論は次のとおりである。

- (1) 美々試験道路の調査結果から、断熱材の埋設深さと断熱効果及び支持力について、計算値と実測値の関係が明らかになった。
- (2) 計算によって最適な断熱材の埋設位置を知ることが可能である。
- (3) 凍結指数が大きい地方では断熱工法が置換工法より凍結深さを低減できる。

参考文献

伊福部 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，1962-3
久保 宏・他：層構造解析による凍上対策工法の評価に関する研究(その1)，土木試験所月報，1978-11