

寒冷地におけるアスファルト舗装の構造設計に関する検討

北海道開発土木研究所 正会員 岳本 秀人
 北海道開発局稚内開発建設部 正会員 早坂 保則

1. はじめに

平成13年度に策定された「舗装の構造に関する技術基準¹⁾」において設計期間はライフサイクルコスト（以下「LCC」とする。）を考慮して決定することとされ、長寿命化を図るため設計期間10年から20年への変更について検討した。これまでの北海道における構造設計には、摩耗や路床の凍上・凍結融解などが考慮されていることから、スパイクタイヤの使用規制に伴う摩耗層の必要性、凍上対策としての置換厚や路床土の設計CBRについても再検討を行った。

2. 摩耗層の見直し

スパイクタイヤ装着率と磨耗量の推移を図-1に示す。スパイクタイヤの使用規制に伴い装着率が急激に低下し、一冬で12mmを超えていた最大摩耗量の平均値が、近年では1mm前後となっており、磨耗層の必要性は低下している。

3. 低温クラックとAs舗装厚

図-2に北海道東部の20路線における旧交通量区分と低温クラック発生率の関係を示しており、アスファルト（以下「As」とする。）舗装厚が薄くなると低温クラック発生率が大きくなる傾向が見られる。

4. 土質を考慮した路床の設計CBRの再検討

北海道内62箇所の路床土について、凍結融解前後のCBR試験を実施した。凍結融解前のCBRに対する凍結融解後のCBRをCBR保存率と定義し、算定した結果を表-1に示す。細粒分が少ないものや非凍上性の材料は、比較的CBR保存率が高い。現在、路床土の設計CBRは土質に関わらず一律3としているが、土質による設計CBRの細分化によって、現在よりも舗装構成を低減し、経済的な設計が可能となる。

5. 凍上対策の検討

アメダスデータから求めた20年確率凍結指数に基づく凍結深さの70%を置換厚とし、図-3に示す。20年確率凍結指数によって求めた置換厚は、10年確率と比較し平均約4cm大きかった。現在の置換厚は凍結指数によって求めた値を基に、凍上被害の発生状況などを踏まえて経験的に決定されており、今後同様の検討が必要と考える。

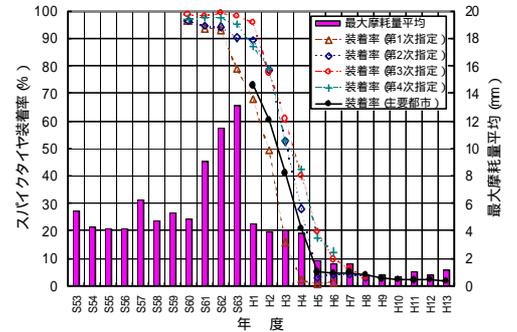


図-1 摩耗量の推移

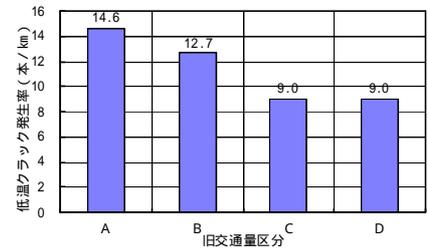


図-2 低温クラック発生率

表-1 路床土の土質とCBR保存率

	CBR保存率 (%)		
	平均値	標準偏差	-
細粒分 20%未満	51	27	24
細粒分 20%以上	20	21	-
凍上率 5%未満	61	23	38
凍上率 5%以上	18	18	-

$$\text{凍結融解後の CBR 保存率} = \frac{\text{凍結融解後の CBR}}{\text{CBR}} \times 100 (\%)$$

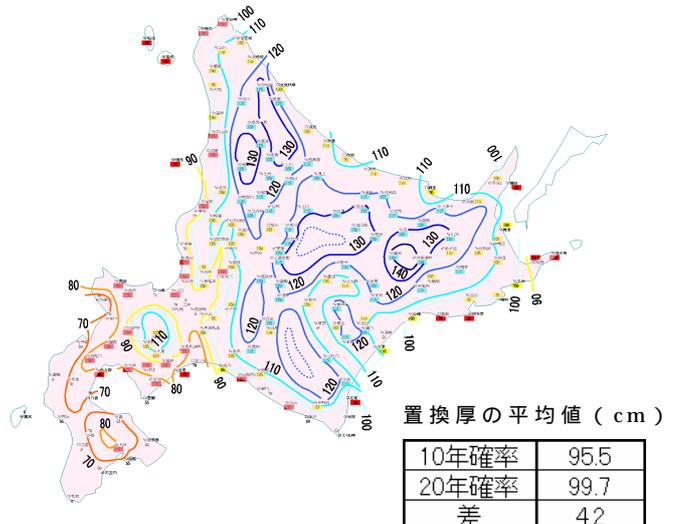


図-3 20年確率に基づく置換厚全道図

キーワード：構造設計，摩耗，低温クラック，凍上，ライフサイクルコスト

連絡先：〒062-8602 札幌市豊平区平岸1-3-1-34 TEL：(011)841-5561 FAX：(011)841-9747

6. A s 舗装構造設計の検討

一例として設計 C B R 3%、置換厚 70 cm の条件で、 T_A 法により構造設計（信頼度 90%）を行った結果を表-2 に示す。設計期間 10 年の舗装構成は北海道開発局の現行の標準断面である。長寿命化による L C C の低減を図るため設計期間 20 年の舗装構成を検討した結果、現行の標準断面と比較して粒状路盤厚が 0 ~ 10 cm 増大した。検討にあたっては、摩耗量の実態を踏まえて摩耗層を廃止し、低温クラックを現状より増大させない観点から A s 層厚は現状厚さを確保した。

7. L C C の検討

表-2 の旧 B 交通断面をケーススタディーとして T_A 法の設計期間 10 年（標準断面から磨耗層 2 cm を除く）と 20 年の舗装断面について多層弾性理論により、A s 層下面引張ひずみと路床上面の圧縮ひずみを算定し、A I の破壊基準式により疲労破壊までの期間を求めた結果を表-3 に示す。

交通量 6,977 台/日、延長 300 m の舗装区間において L C C の比較を行ったところ、図-4 に示すとおり長寿命化による効果が確認された。L C C の算定における割引率は 4% とし、既往の資料²⁾ や研究事例³⁾ を参考に道路管理者費用として初期建設費、修繕費、更新費を求め、道路利用者費用として工事の通行規制による損失額と路面性状の悪化に伴う走行費用の増加額を

求め、合計した。舗装の修繕・更新の方法は M C I が 4 以下（路面性状調査データに基づき予測）で切削オーバーレイを繰り返し、表-3 の A s 層及び路床の破壊年数のうち短い方のサイクルで打ち換えを行うこととした。

8. まとめ

- (1) スパイクタイヤの使用規制によって、舗装の摩耗量は減少している。
- (2) A s 層厚が薄くなると、低温クラックが増大する傾向が見られる。
- (3) 20 年確率で求めた置換厚は 10 年確立と比べ平均約 4 cm 増大する。
- (4) 経済的な構造設計を行うため、細粒分や凍上性などの土質に応じた設計 C B R を採用することが可能である。
- (5) ケーススタディーの結果、長寿命化による L C C の低減効果が確認できた。

9. あとがき

北海道における現行の A s 舗装構造の設計には凍上や磨耗など寒冷地特有の課題について先人達の調査研究の成果が反映されており、北海道の道路の築造に果たして来た役割は大きい。今後さらに疲労や凍上による損傷の実態を踏まえた検証を行うとともに、多層弾性理論による構造設計の適用法についても検討したいと考えている。

参考文献

- 1) 社団法人日本道路協会；舗装の構造に関する技術基準、2001.7
- 2) 道路投資の評価に関する指針（案）
- 3) 舗装の管理水準と維持修繕工法に関する総合的研究論文；第 40 回建設省技術研究会報告

表 - 2 構造設計例

(cm)

交通区分	旧 A 交通		旧 B 交通		旧 C 交通		旧 D 交通	
	10	20	10	20	10	20	10	20
設計年数(年)	10	20	10	20	10	20	10	20
As 層(うち摩耗層)	7(2)	7(0)	9(2)	9(0)	14(2)	14(0)	17(2)	17(0)
As 安定処理層	5	5	6	6	12	12	18	18
粒状路盤	40	40	55	60	55	60	65	75
凍上抑制層	20	20	0	0	0	0	0	0

表 - 3 破壊年数(旧 B 交通)

設計期間(TA 法)		10				20			
舗装温度(°)		0	10	20	30	0	10	20	30
As 層下面	引張ひずみ($\times 10^{-6}$)	116	149	219	300	98	127	191	269
	破壊年数(年)	22				34			
路床上面	圧縮ひずみ($\times 10^{-6}$)	351	388	448	501	282	315	367	414
	破壊年数(年)	16				38			

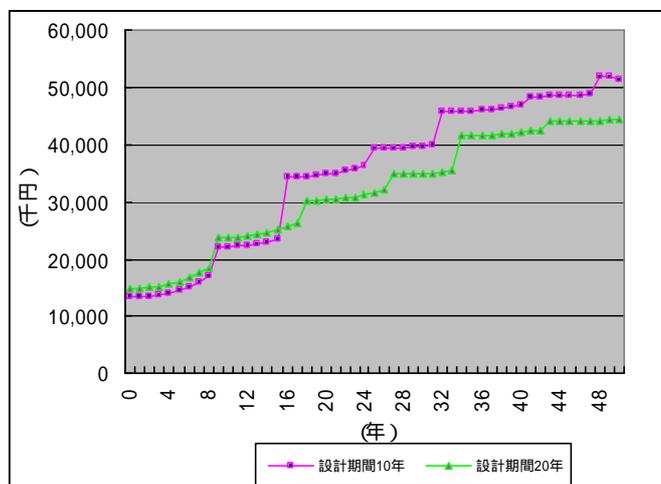


図 - 4 ライフサイクルコストの比較検討