

PMSに関する最近の研究事例紹介

研究事例1

LCCを考慮した寒冷地舗装の構造設計

北海道開発土木研究所
道路部 維持管理研究室長
岳本 秀人

PMSとは？

舗装の評価、将来予測及び経済評価に基づき、ライフサイクルコストを最小化するための最適な計画案の選択を支援するシステム

舗装の評価

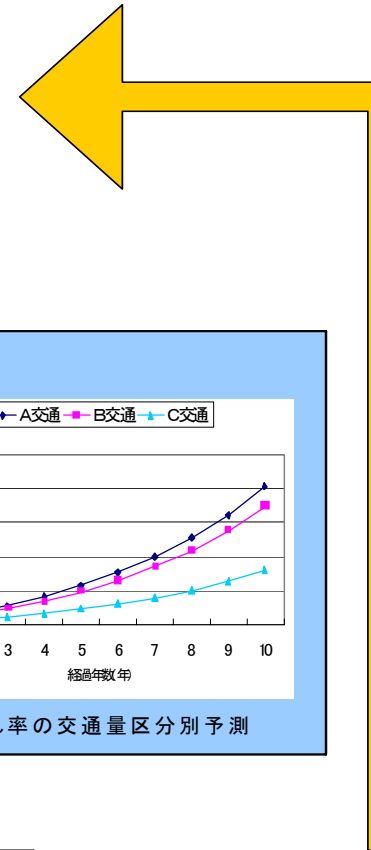
- ひび割れ
- わだち
- 縦断凹凸
- 支持力など



路面性状測定車



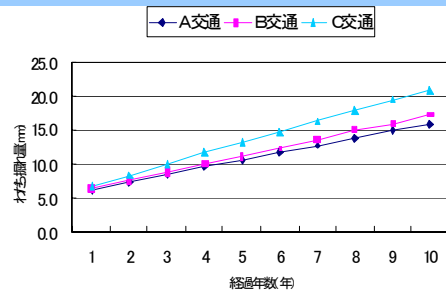
FWDたわみ測定器



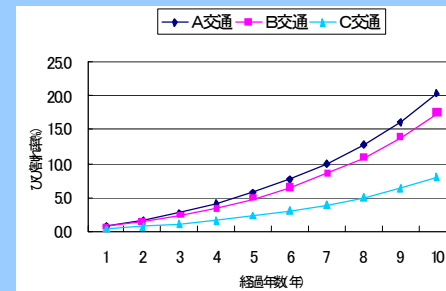
舗装データバンク



パフォーマンス(供用性)予測



わだち掘れ量の交通量区分別予測



ひび割れ率の交通量区分別予測

ネットワークレベルの計画

- ・どのような対策に重点をおくか。(摩耗わだち、流動わだち、低温クラック、疲労ひび割れ、縦断凹凸など)
- ・どの地域、どの路線を優先するか。
- ・いつ(建設時か供用後か、今か数年後か)、どれだけ投資するか。

プロジェクトレベルの設計

- ・求められるサービス水準を満足する経済的な構造・材料・工法を比較検討

建設及び
維持・修繕

<LCC分析>

PMSが必要な背景

更新時代

高度経済成長期に建設された膨大な量の道路構造物が老朽化し、今後これらの維持修繕および更新に多額の費用を要する更新時代が到来

財政事情の悪化

限られた予算の効率的運用が必要

コスト構造改革

建設コスト縮減に加えて、将来の維持・修繕や利用者費用(便益)を含めたLCCの低減が必要

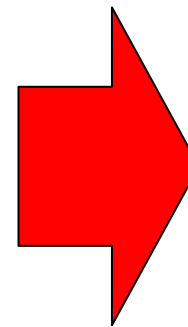
研究事例紹介テーマ

事例1: 設計 長寿命化

事例2: 修繕計画 修繕箇所 of 優先順位付

事例3: 材料 耐久性向上

事例4: サービスレベル 最適管理水準



LCCの低減

研究事例1：LCCを考慮した寒冷地舗装の構造設計

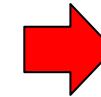
背景

舗装技術基準

舗装の設計期間は道路管理者がLCCを考慮して適切に設定

研究の目的

寒冷地におけるアスファルト舗装について
長寿命化のための構造設計を検討



LCCの低減

検討項目

- ① スパイクタイヤの使用規制に伴う**摩耗層**の必要性の検討
- ② **低温クラック**の観点からAs層厚の検討
- ③ **凍上対策**としての置換厚及び路床土の設計CBRの再検討



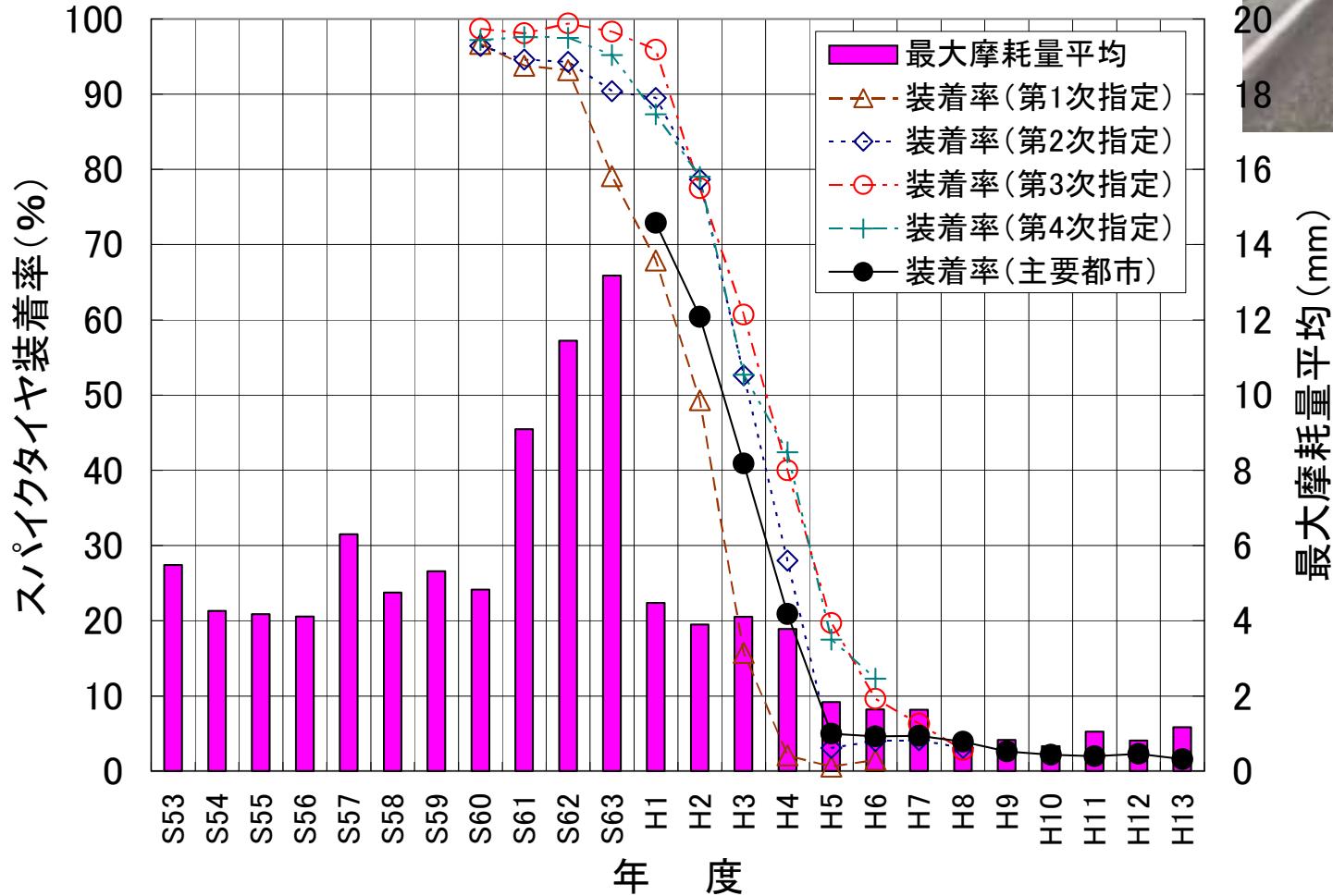
④ **設計期間20年の舗装構成**



⑤ **長寿命化によるLCC低減効果の試算**

■ 摩耗層の必要性の検討

スパイクタイヤ装着率と舗装の摩耗量の経年変化



20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0

最大摩耗量平均 (mm)

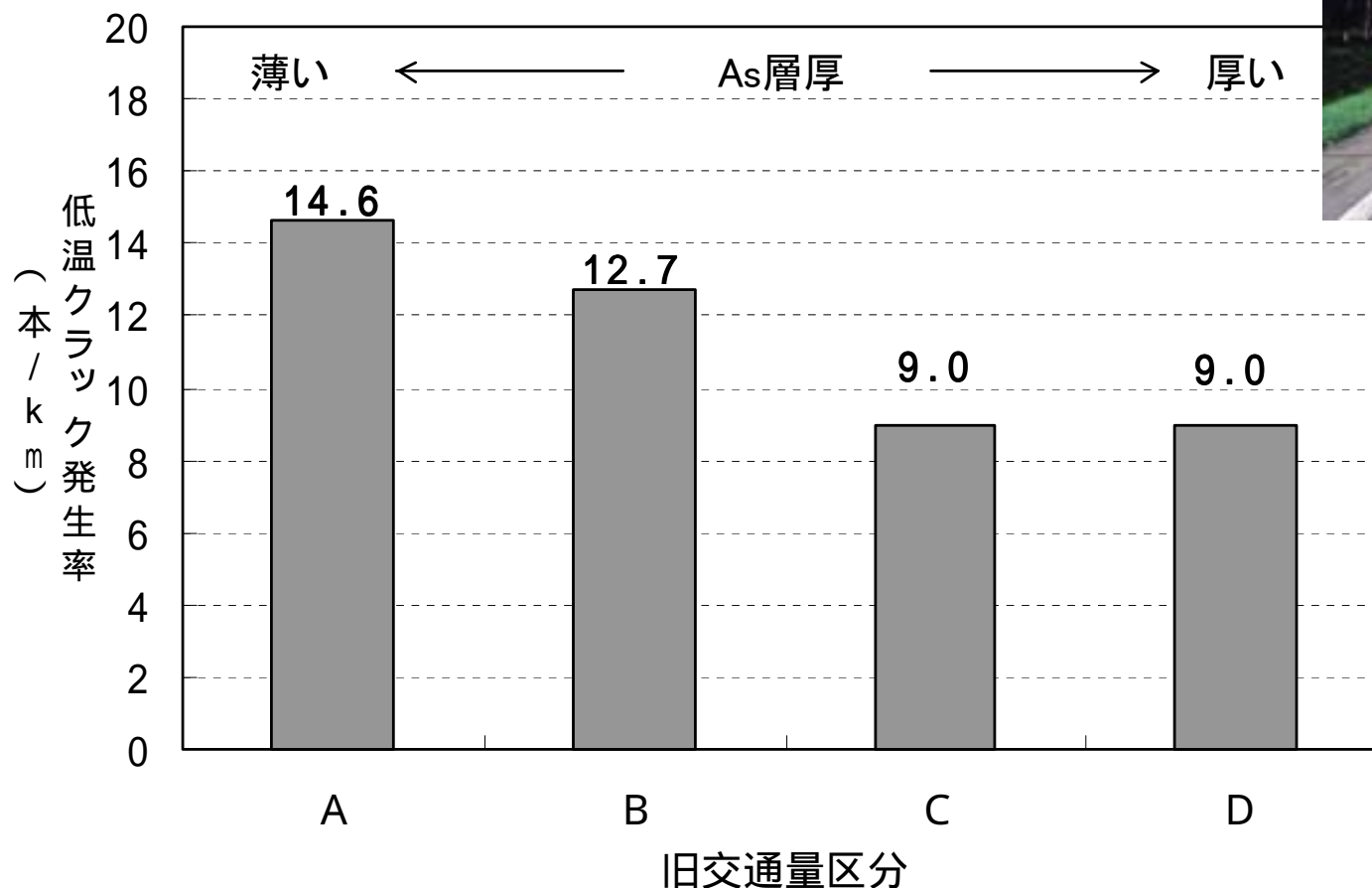
スパイクタイヤの使用規制
によって舗装の摩耗量は減少



摩耗層の必要性は低下

■ As 層厚と低温クラック

寒さが厳しい地域では、冬期に温度応力によって舗装の横断方向にクラックが発生

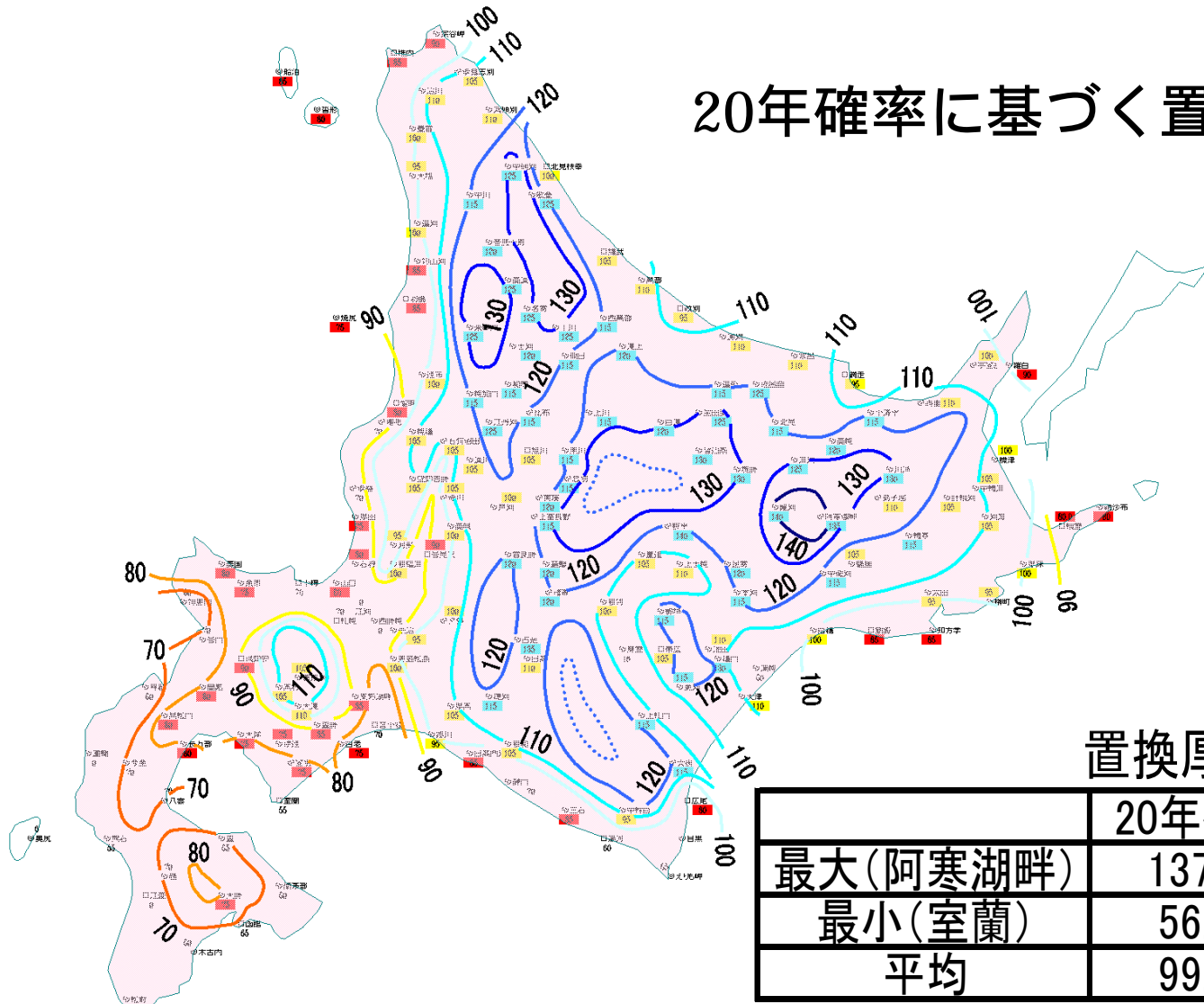


As層厚が薄くなると、低温クラックが増大する傾向

凍上対策の検討

北海道内157箇所のアメダスの気象データを用いて置換厚を算定

20年確率に基づく置換厚全道図

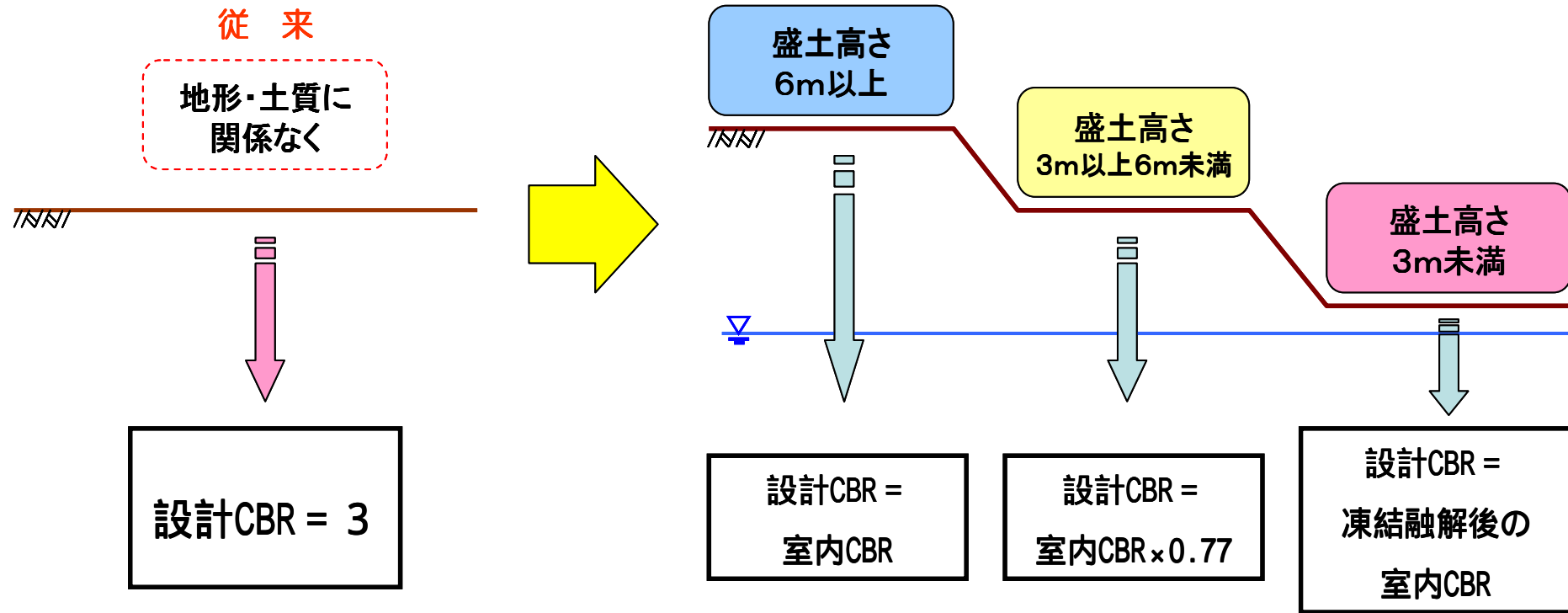


置換厚 (cm)

	20年確率	10年確率	差
最大(阿寒湖畔)	137.2	133.5	3.7
最小(室蘭)	56.3	51.4	4.9
平均	99.7	95.5	4.2

20年確率で求めた置換厚は10年確率と比べ約4cm増大

■設計CBRの細分化



融解期における路床の支持力低下を考慮

盛土高さが高くなれば、地下水の影響を受けず、支持力低下しづらい

■舗装構成の検討

①摩耗量の現状から摩耗層を廃止

②低温クラックを増大させないために、As層厚は現状と同等

設計期間10年(現況)と20年の舗装構成

設計CBR=3，置換厚=70cmのケース

単位 (cm)

交通区分	旧 A 交通		旧 B 交通		旧 C 交通		旧 D 交通	
設計期間 (年)	10	20	10	20	10	20	10	20
表層 + 基層 (磨耗層)	7 (2)	7 -	9 (2)	9 -	14 (2)	14 -	17 (2)	17 -
上層路盤 - As安定処理 -	5	5	6	6	12	12	18	18
下層路盤 - 粒状材料 -	40	40	55	60	55	60	65	75
凍上抑制層 - 粒状材料 -	20	20	0	0	0	0	0	0

■舗装のパフォーマンス（供用性）予測

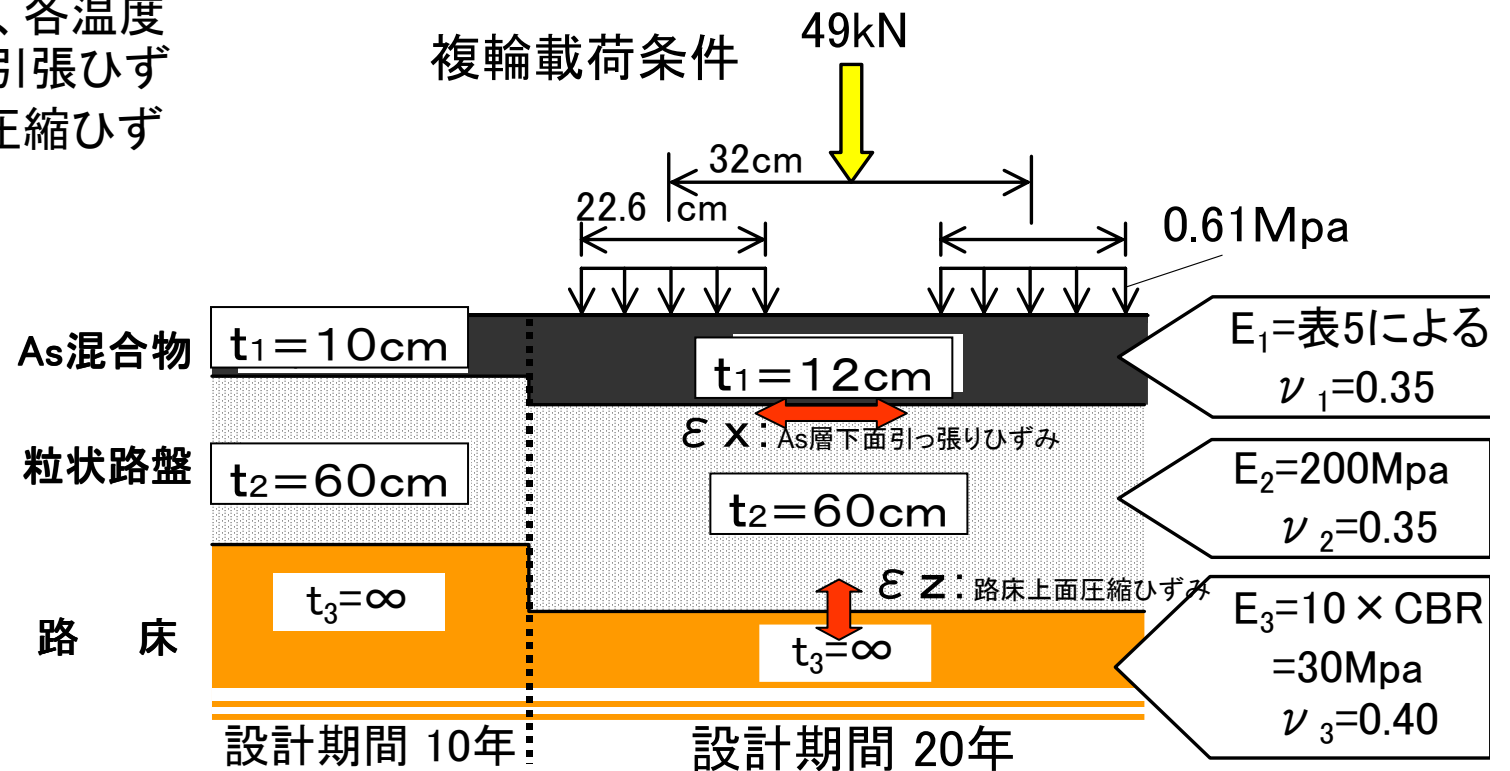
舗装計画交通量100台/日以上250台/日未満(旧A交通)において供用性予測

①舗装の破壊年数の予測

多層弾性理論による構造解析

○ 多層弾性理論解析プログラムを用いて、各温度条件毎にAs下面引張りひずみ及び路床上面圧縮ひずみを解析

温度条件	1	2	3	4
舗装温度 ()	0	10	20	30
該当する月数	1,2,3,12月の4ヶ月	4,11月の2ヶ月	5,6,10月の3ヶ月	7,8,9月の3ヶ月
As混合物の弾性係数 (Mpa)	12000	8000	4000	2000

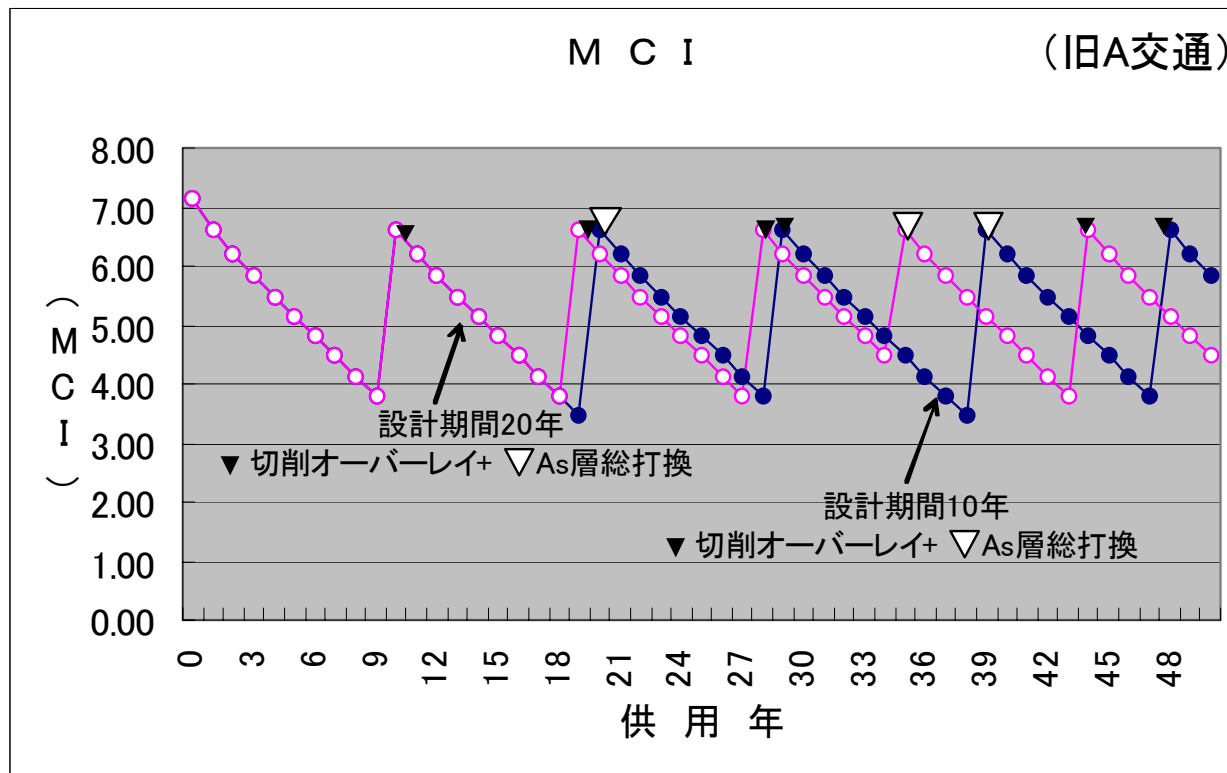


○ 解析ひずみから米国アスファルト協会の破壊基準式により破壊年数を算定

○ 平均的な寿命を予測するために信頼性50%とした

	舗装計画交通量 (台/日・方向)	100 ≤ T < 250 (旧A交通)	
	設計年数(年)	10	20
	疲労破壊輪数	150,000	150,000
As層下面	許容49KN輪数	1,957,540	2,721,580
	破壊年数(年)	131	181
路床上面	許容49KN輪数	280,491	502,607
	破壊年数(年)	19	34

②供用性曲線(パフォーマンスカーブ)の作成



○ 舗装の打ち換えは、表の破壊年数ごとに実施

○ 舗装の修繕はMCIが4以下となった年に切削オーバーレイを実施

○ MCIの低下傾向は路面性状調査データから回帰分析により作成した予測式により推定

■ LCCの比較検討

LCC = 道路管理者費用 + 道路利用者費用

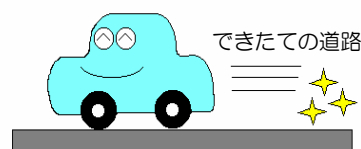
○道路管理者費用



- ・ 舗装の初期建設費
- ・ 舗装の維持補修費
- ・ 舗装の打ち換え費

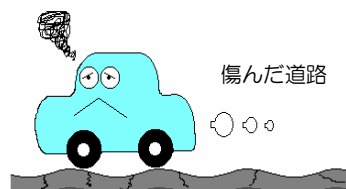
○道路利用者費用

- ①路面健全度別車両走行費用 ②工事で発生する利用者損失費用



ガソリン代・・・安い
 タイヤの摩耗・・・少ない
 車への影響・・・小さい

= 利用者が使う費用は少ない



ガソリン代・・・高い
 タイヤの摩耗・・・激しい
 車への影響・・・大きい

= 利用者が使う費用は多い



- ・ 時間損失費用
- ・ 走行損失費用

○ 設計期間10年と20年の舗装断面について、旧A交通、L=300mの区間でLCCの経年累積金額を試算

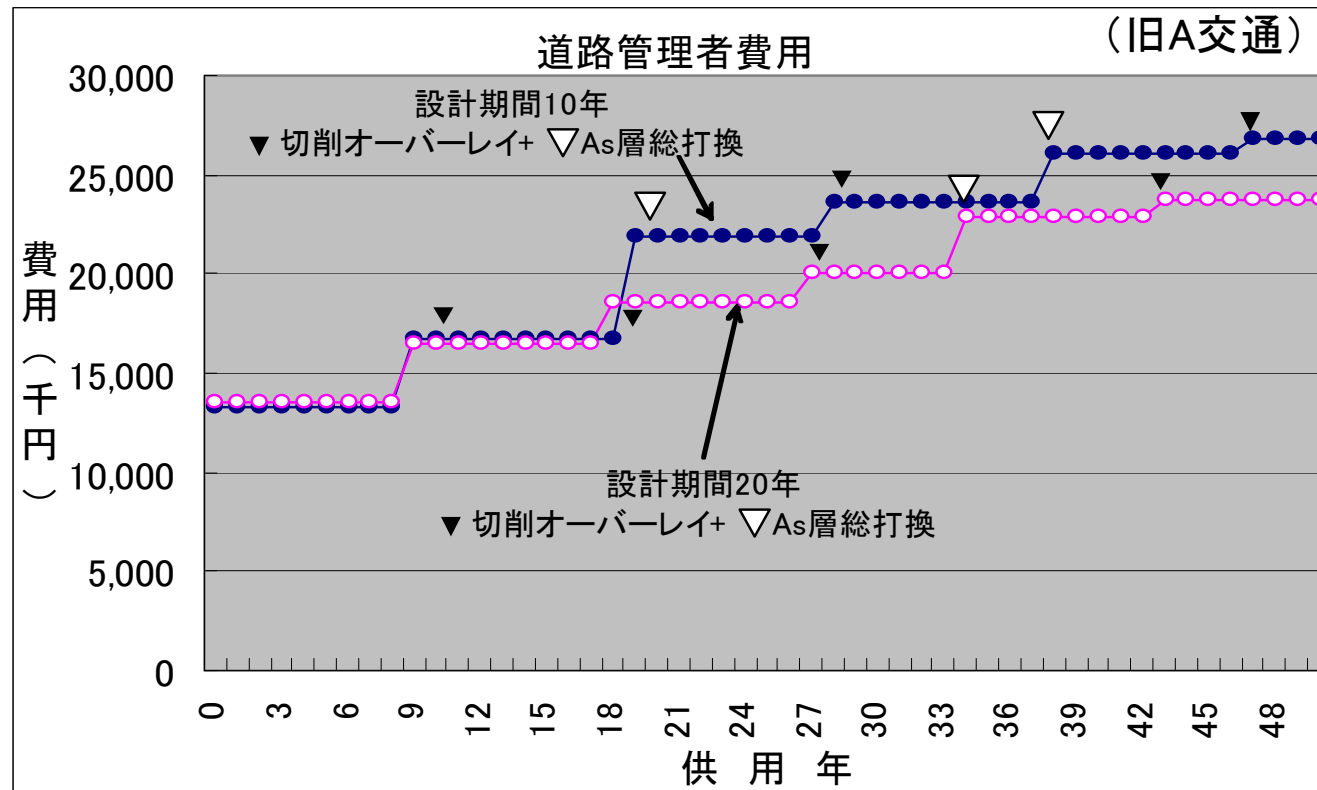
- ・ 分析期間：50年
- ・ 社会的割引率：4%

工事延長	300m						
幅員	9.50m 2車線 (3.25*2+1.50*2)						
切削オーバーレイ工期	8hr × 3日						
打換え工期	8hr × 19日						
走行速度	60km/h						
舗装計画交通量 (台/日・方向)	12時間交通量					24時間 交通量	
		乗用車	小型貨物車	普通貨物車	バス		計
100 ≤ T < 250 (旧A交通)	昼	1,023	413	356	26	1,818	2,153
	夜	225	79	28	3	335	

①道路管理者費用

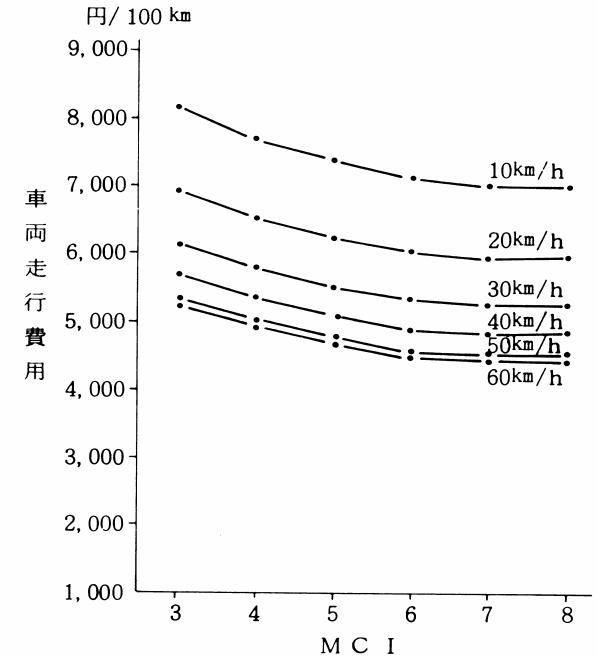
○ 初期建設費、修繕費、
打ち換え費の合計額

	工 法	設 計 期 間	
		10年 ●	20年 ○
建設費	新設工事費	4,634 円/m ²	5,182 円/m ³
修繕費	表層t=3cmを切削し、同厚で1層舗設する。	1,471 円/m ²	1,471 円/m ³
改築費	As層全層を打ち換える。	5,193 円/m ²	5,820 円/m ³

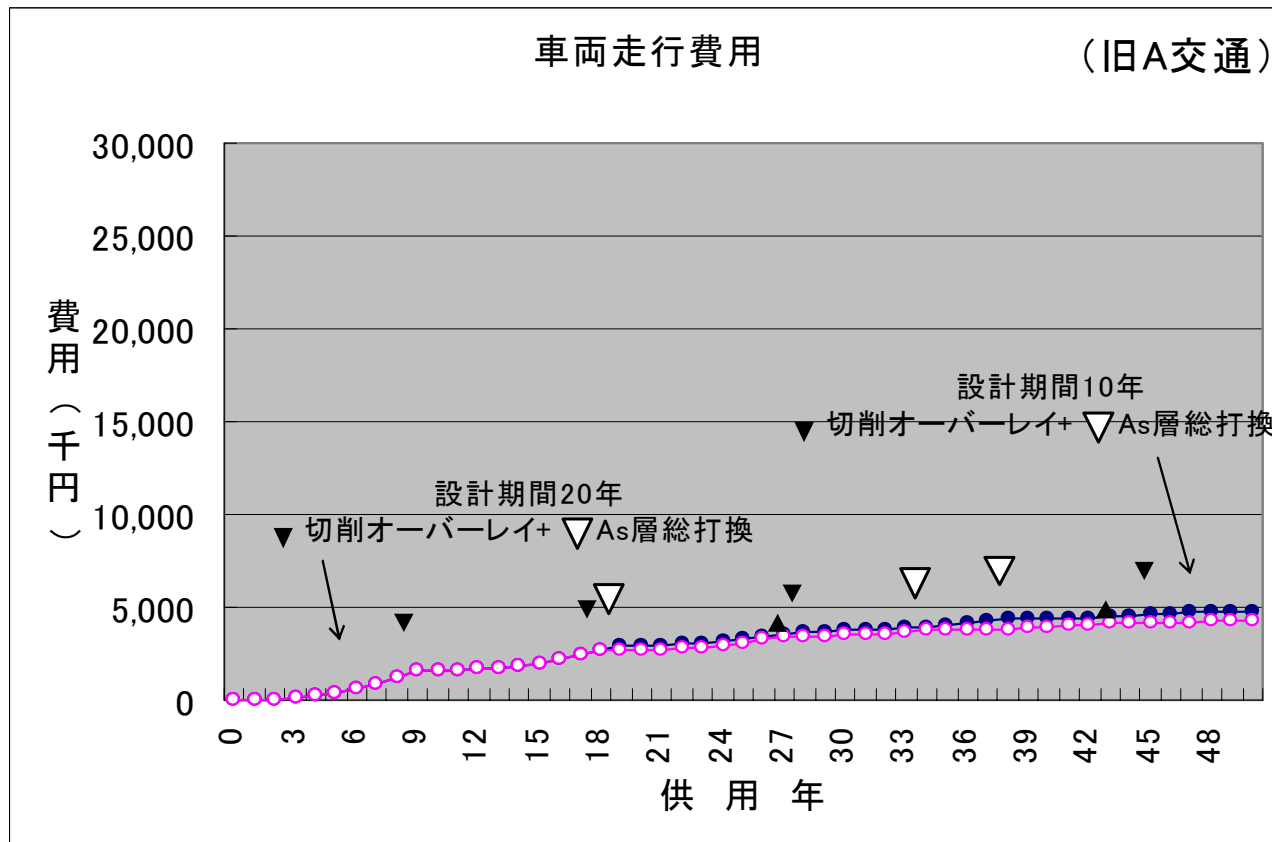


②車両走行費用

○ 走行速度60Km/hrとしてMCIに対応した走行費用を求め、交通量から年間の走行費用を算定



MCIと車両走行費用の関係
(大型車)



③工事による通行規制損失

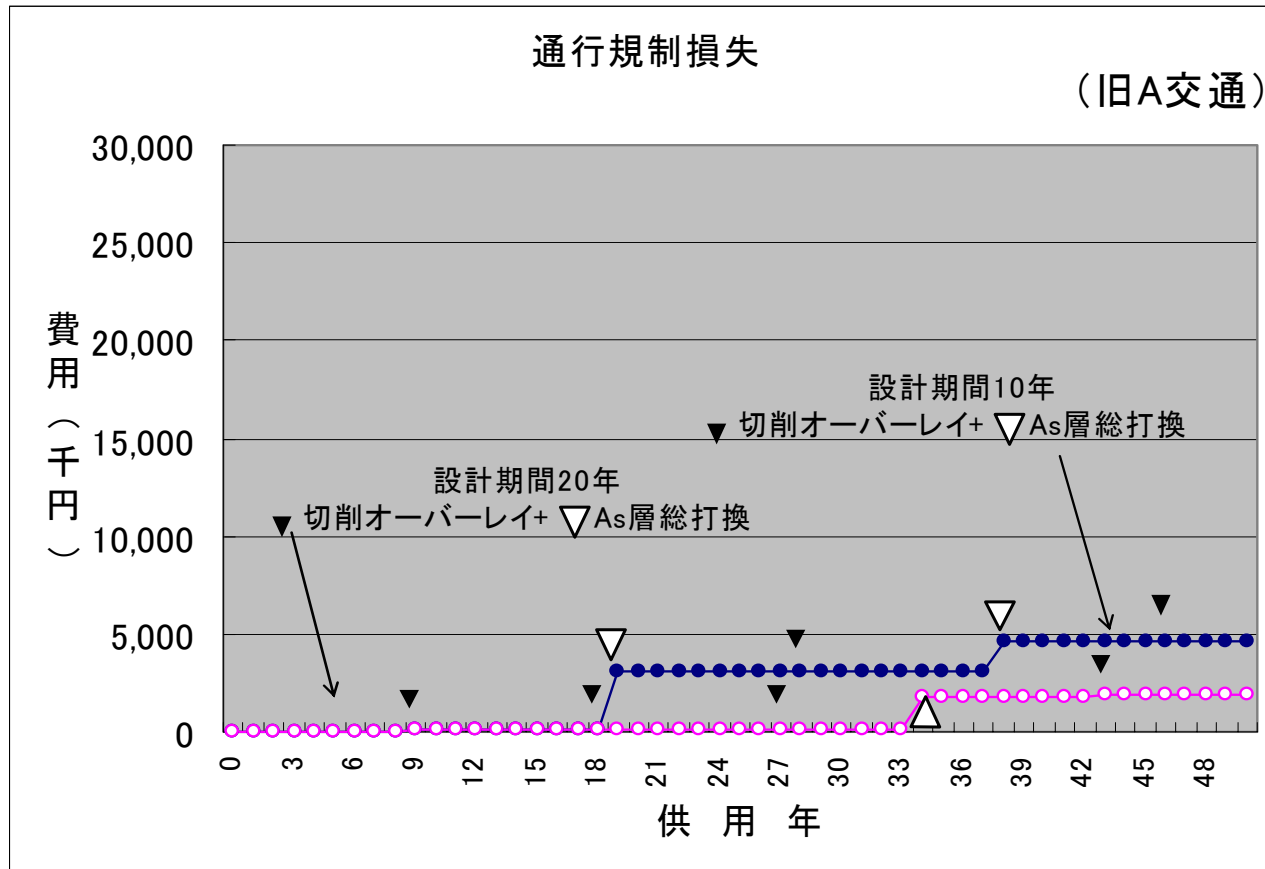
(単位：円/台・分)

車種	平日	休日
乗用車	56	84
バス	496	744
乗用車類	67	101
小型貨物車	90	90
普通貨物車	101	101

一般道路(市街地)

(単位：円/台・km)

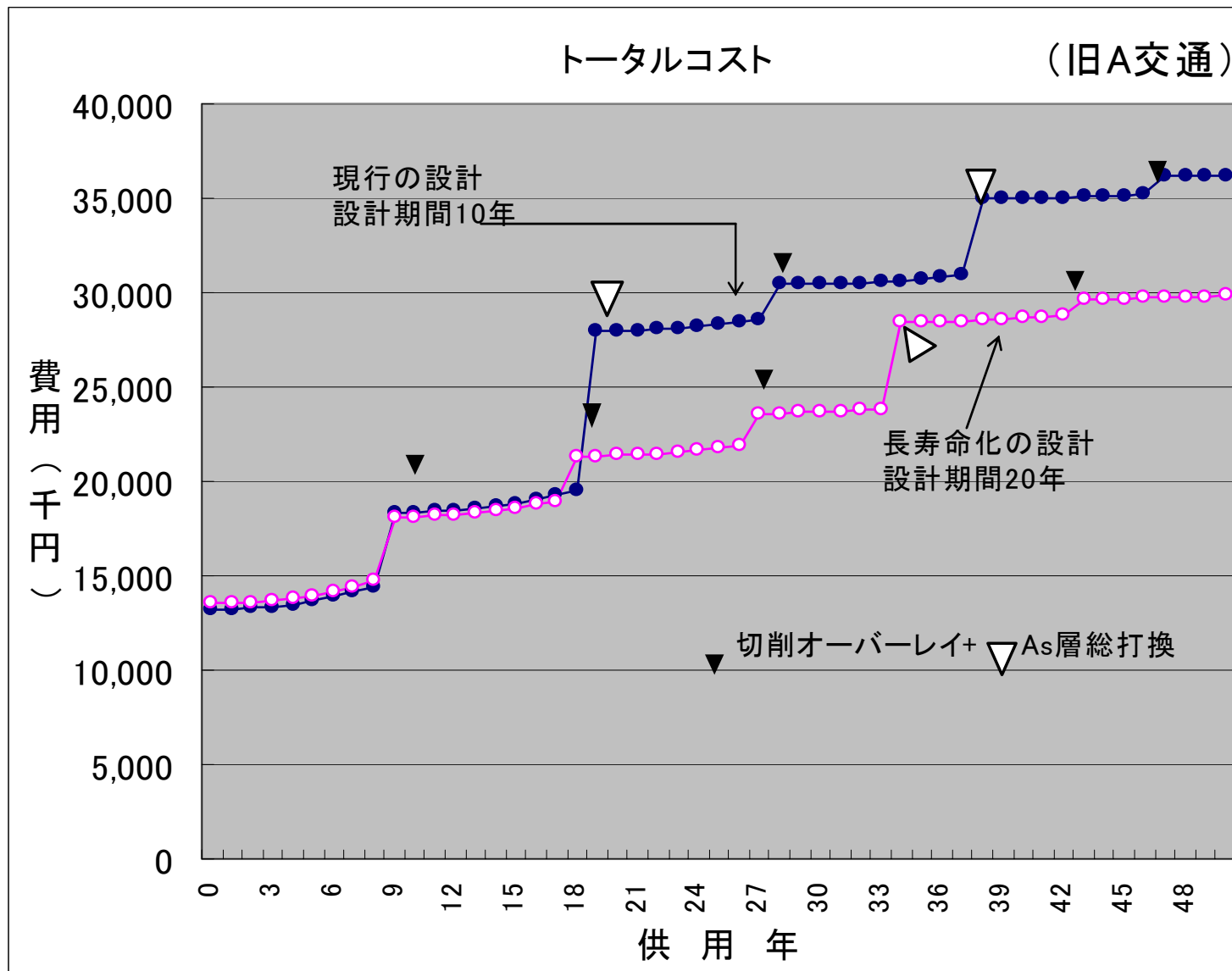
速度 (km/時)	乗用車類		乗用車類	小型貨物	普通貨物
	乗用車	バス			
10	27	81	28	42	55
20	20	71	21	35	43
30	17	67	18	32	39
40	16	66	18	31	38
50	16	66	18	32	38
60	17	66	18	33	39



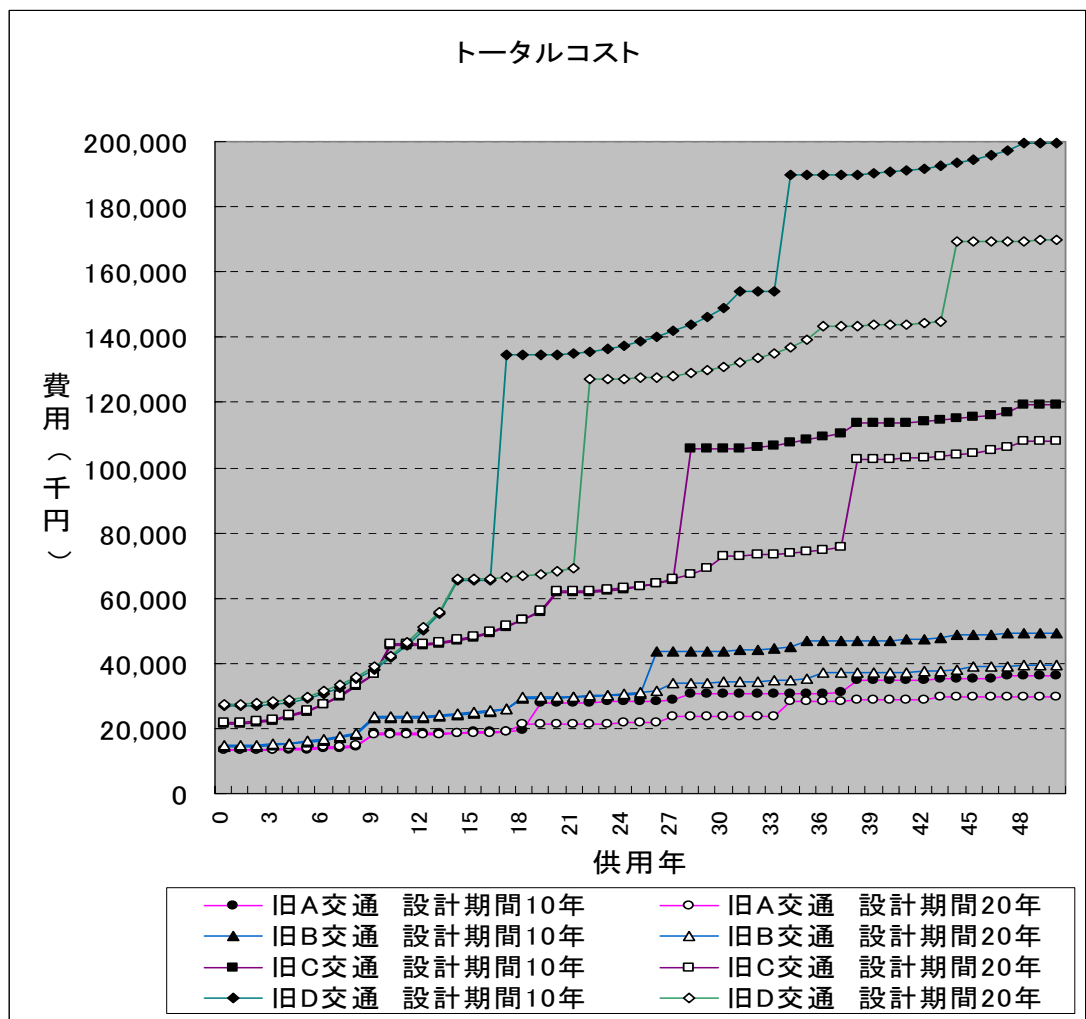
○ 工事によって通行時間が2分遅れ、走行速度60Kmが20Kmに低下するとして、時間価値原単価及び燃料損失原単価から損失額を算定

④LCCの比較

道路管理者費用+車両走行費用+工事による通行規制損失



⑤各舗装計画交通量においても同様にLCCを比較



まとめ

ケーススタディーの結果、長寿命化によるLCCの低減効果が確認できた。

ご静聴ありがとうございました。