

舗装の新たな性能規定 化に向けて

道路技術研究グループ

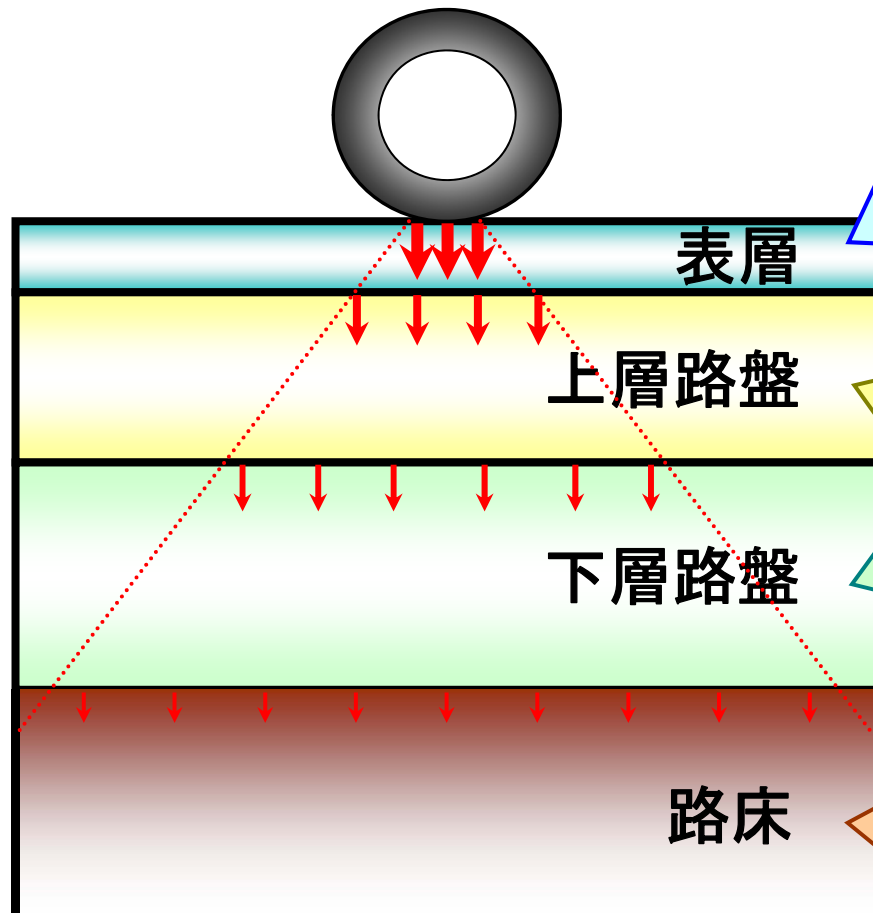
久保 和幸

舗装の概念

- 古くは「舗装」、すなわち「舗(し)いて装う」
- 地面の上を、如何に人・ものを効率よく運ぶか
- 舗装の発展の経緯
 - 木の枝や骨を並べる
 - (交通量の増加を受け)石版を並べる(ローマ帝国のアッピア街道など)
 - (コスト縮減などのため)砕石を締め固める
 - (耐久性・快適性向上のため)アスファルトやセメントで固める
- 現行のアスファルト舗装、コンクリート舗装技術の確立



舗装の役割とは？



交通の安全性、快適性等に関連する舗装の性能指標の値を一定の水準に確保して様々な舗装への要求に応える。

表層に均一な支持力を与えるとともに、上層から伝えられた交通荷重を分散して路床に伝達する。

舗装と一体となって交通荷重を支持するとともに、舗装の施工基盤としての役割ももつ。

仕様規定から性能規定へ

— 舗装技術基準の策定 —

背景：H13.3
「規制緩和推進
3か年計画」

アスファルト舗装要綱

- ・材料性状
- ・設計法（CBR-TA法）
による設計（設計期間10年）
- ・施工標準
- ・施工管理方法
- ・材料性状、出来形の検査

技術基準（H13.6）

- ・性能指標と目標値の提示
（道路管理者が選定）
- ・材料性状の規定なし
- ・設計法は自由（設計期間自由）
※CBR-TA法も可
- ・施工標準なし
- ・施工管理法なし
- ・性能の確認のみ

要求性能を満た
せば何でもあり

従来通りでも可
＝“みなし規定”

仕様規定から性能規定へ —移行ステップ—



■性能指標

必須の性能指標

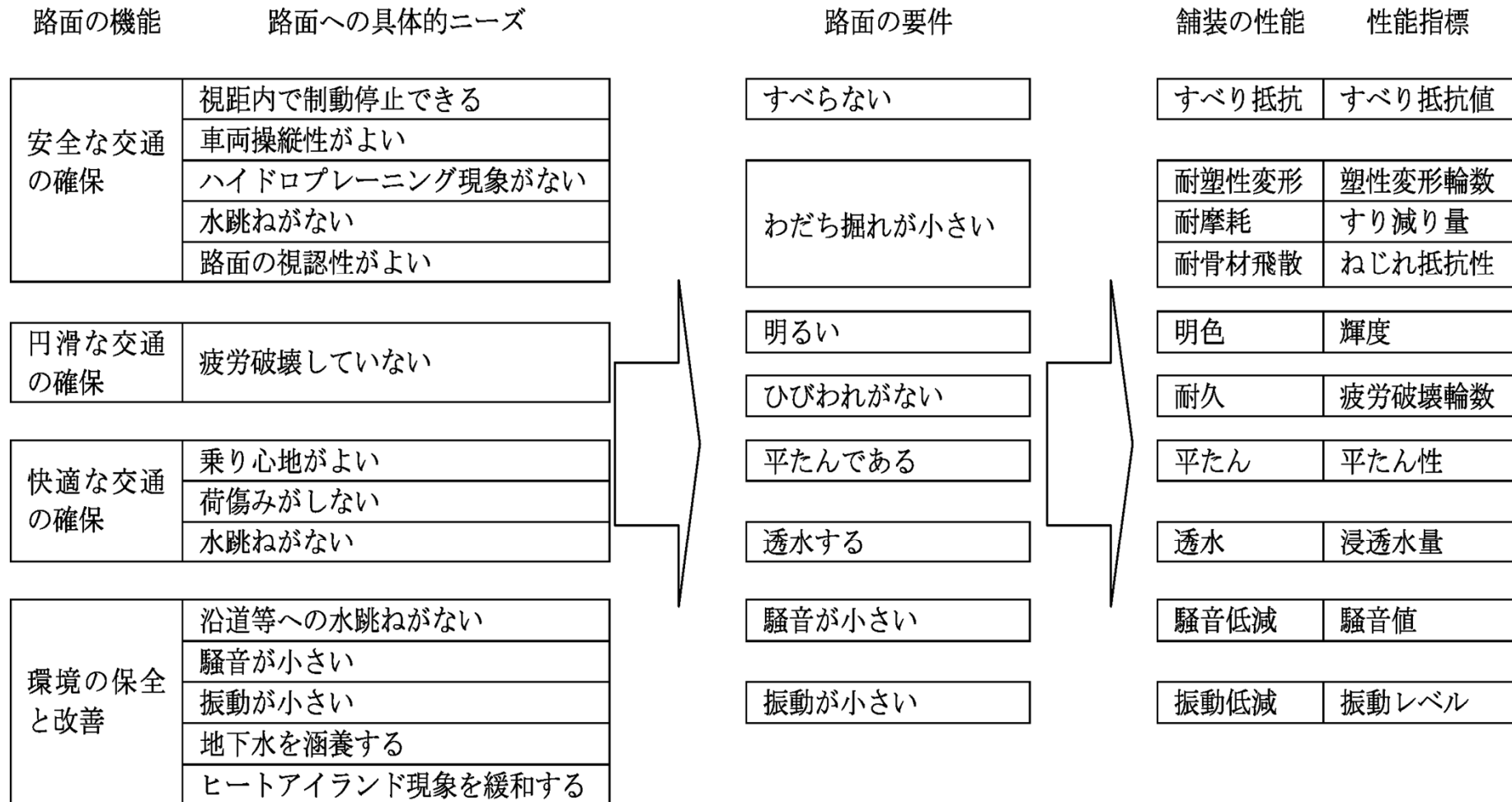
- 疲労破壊に対する耐久力 → 疲労破壊輪数
- わだち掘れに対する抵抗力 → 塑性変形輪数
- 路面の平坦性 → 平坦性
- 雨水の透水能力(雨水を路面下に円滑に浸透させることができる構造の場合) → 浸透水量

必要に応じ定める性能指標

- すべり抵抗 → すべり抵抗値
- 耐骨材飛散 → ねじり骨材飛散値、
衝撃骨材飛散値
- 耐摩耗 → すり減り値
- 騒音の発生の減少 → 騒音値
- …

道路管理者は、舗装の設計前に、道路の存する地域の地質及び気象の状況、道路の交通状況、沿道の土地利用の状況等を勘案して、当該舗装の性能指標及びその値を定めることとなる。

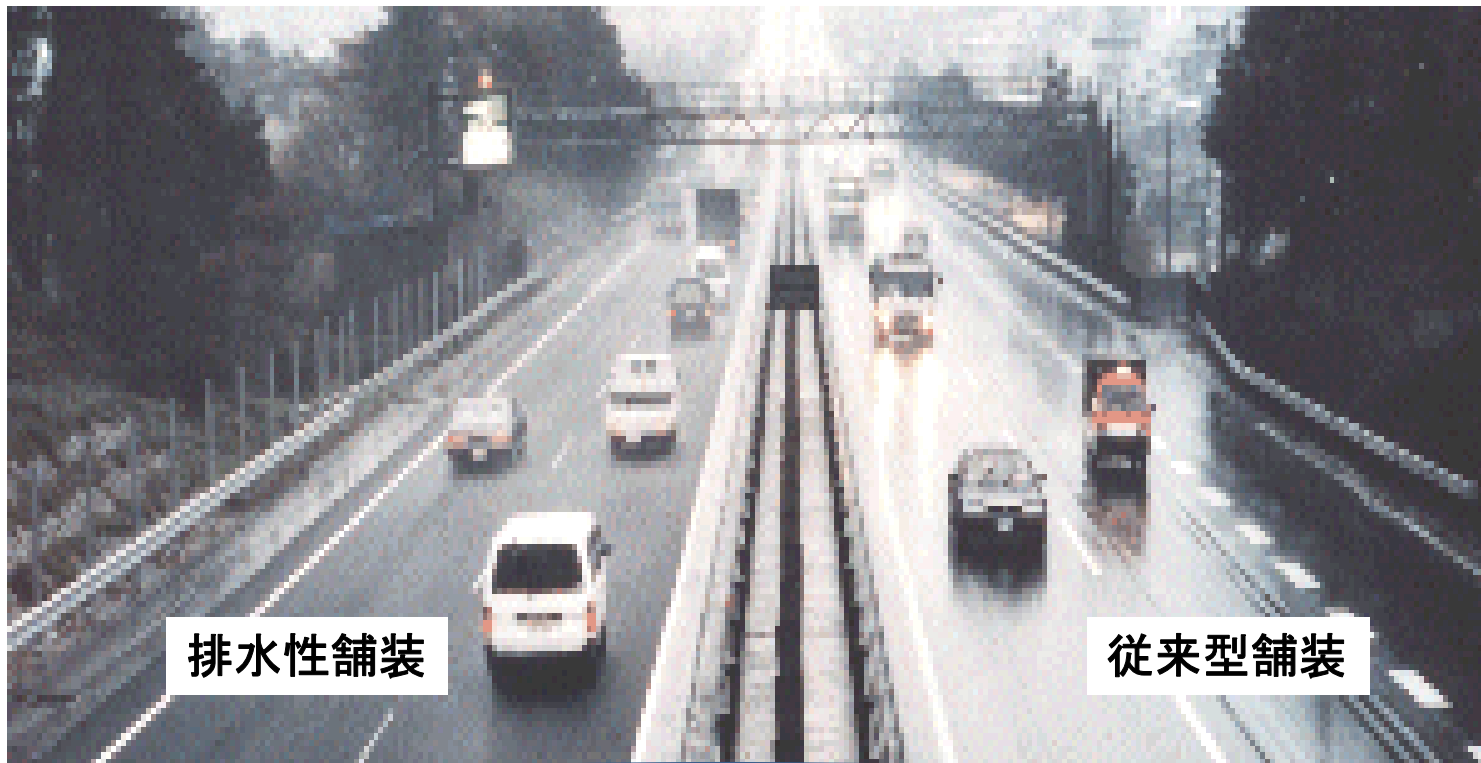
舗装の性能指標の例



新たな舗装技術の開発・普及 ～排水性舗装～

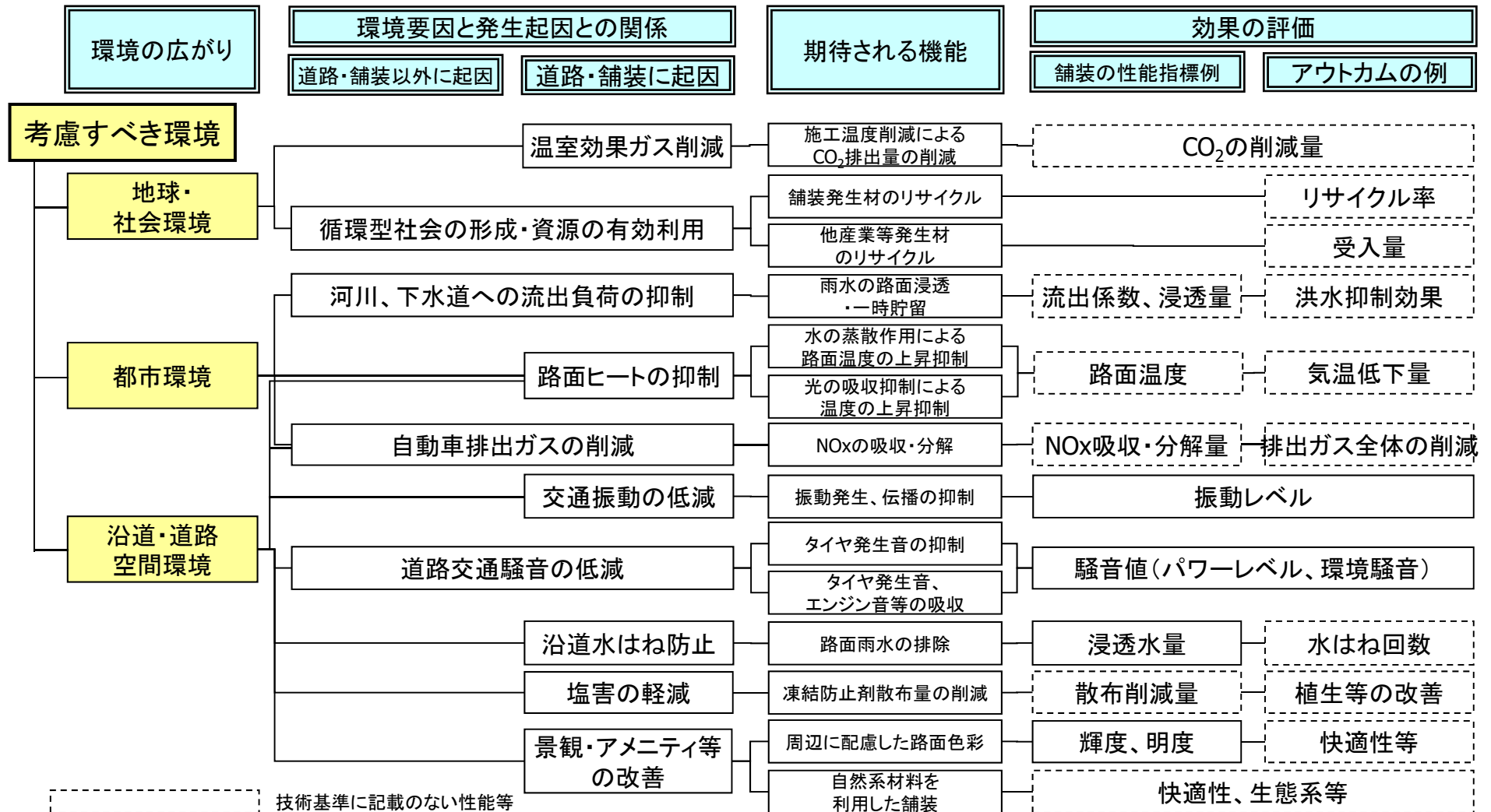
高速道路の
8割に普及

- 表層に空隙率の高い材料を用いることで
→水が浸透し、雨天時の走行安全性が向上
→エアポンピング音の減少により騒音が低減



- ・舗装に水を入れることは世界的にもタブー
- ・壊れなければよい、という発想で独自に発展・普及

環境と舗装性能の関わり(試案)



CO₂排出量を削減する技術

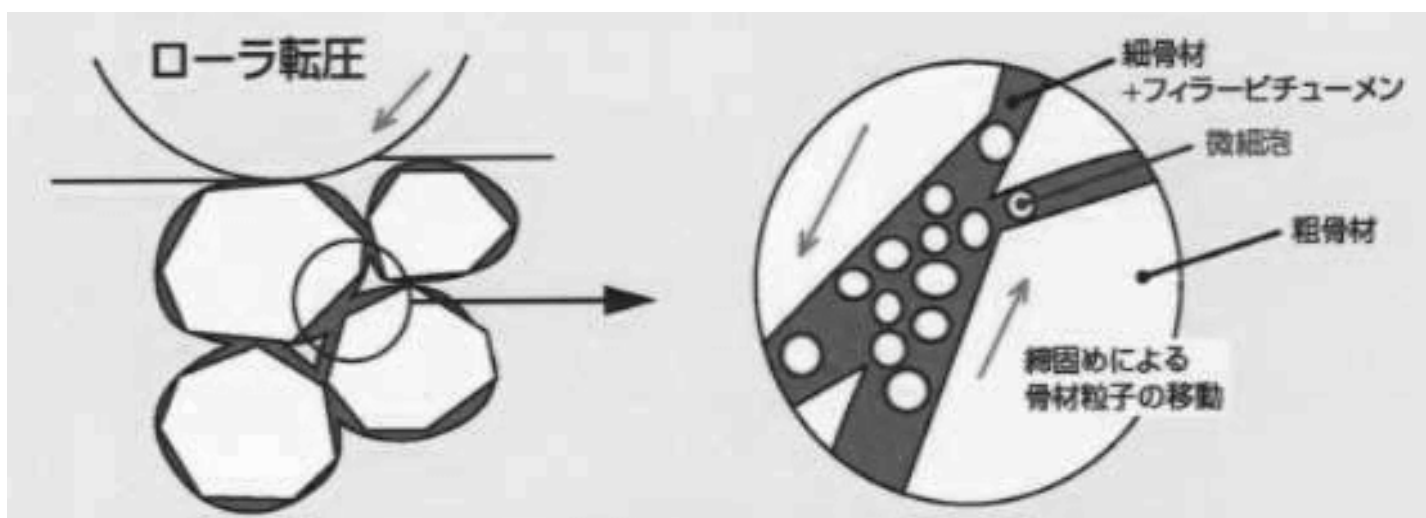


中温化技術

アスファルト混合物を製造するときに特殊添加剤を添加し、通常より20~30°C低い温度でも同等の混合性及び締固め性が得られるようにした技術

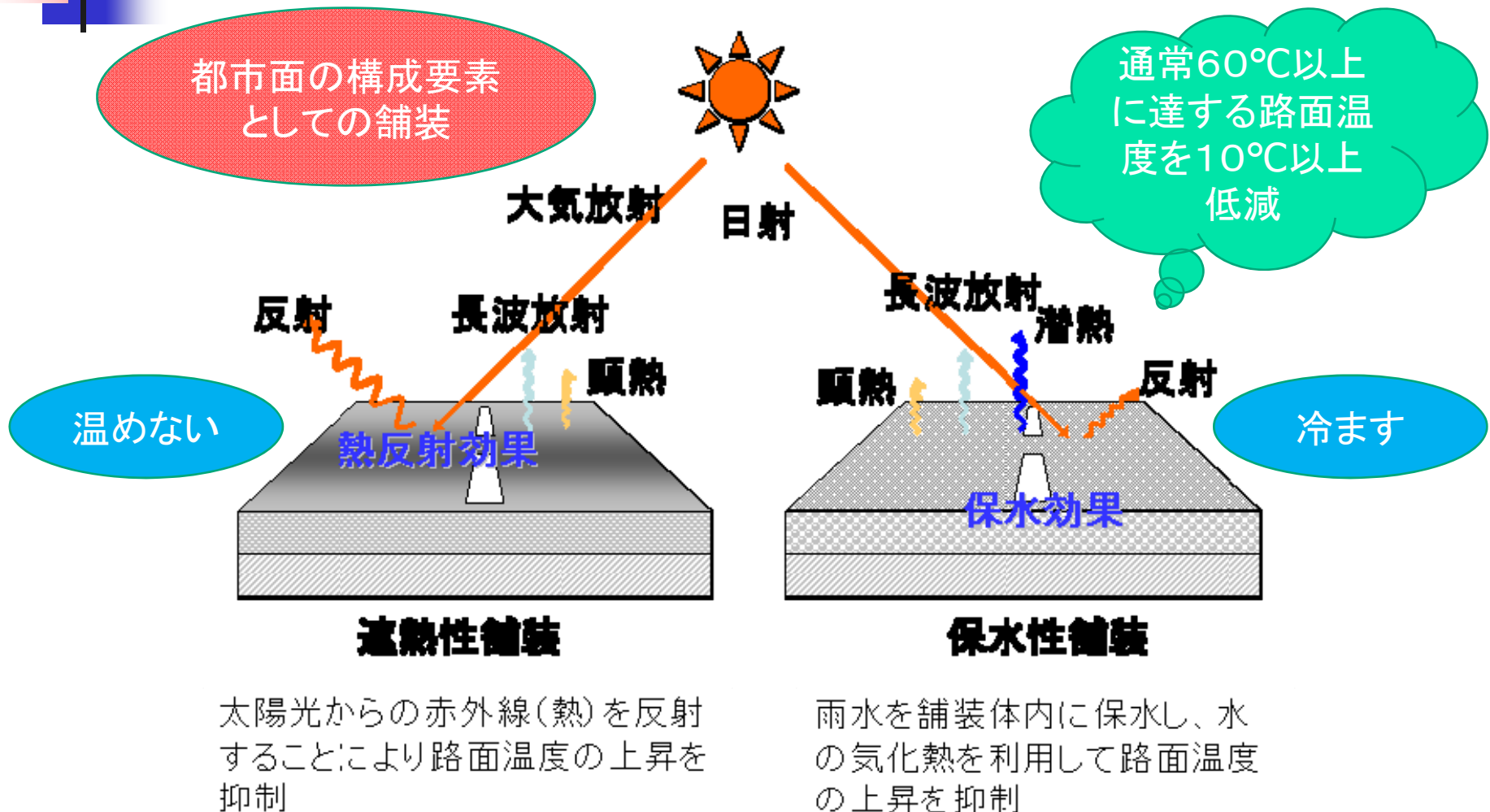
製造温度を160°Cから130°Cに下げると工場でのCO₂排出量が10%減少

従来は施工温度が規定されていたために普及せず



アスファルトを発泡させ、見かけ粘度の低下により、中温化させた例

路面温度の上昇を抑制する舗装 ～ヒートアイランド対策～



舗装点検要領の制定 舗装種別毎の構造特性を考慮し点検の考え方を規定

- 点検の基本的な考え方として、アスファルト舗装とコンクリート舗装に大別し規定
- 点検等に関する技術開発を促し、積極的に採用することを記載

5. 点検等の基本的な考え方

(1)アスファルト舗装

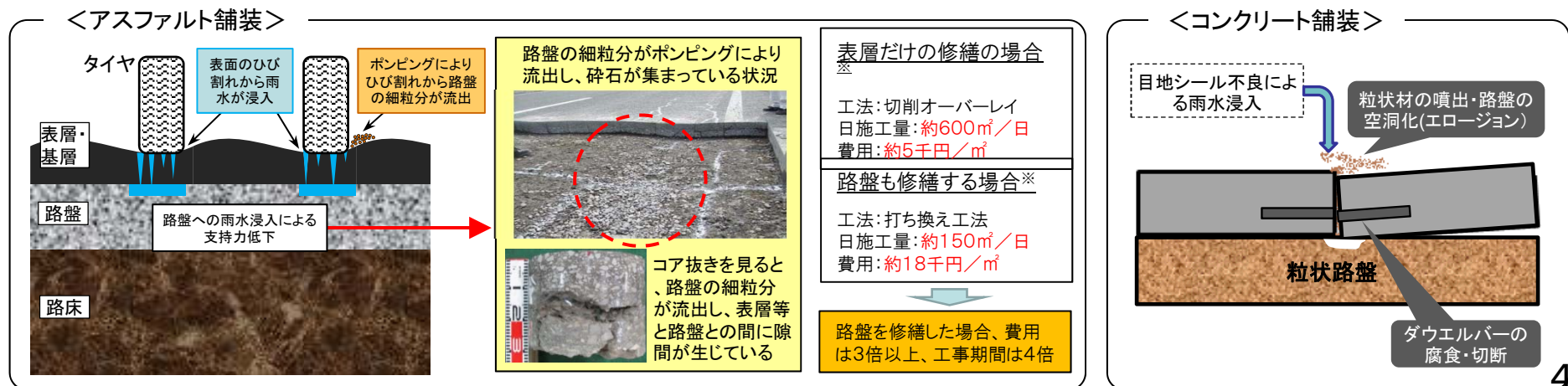
- ・表層や基層の適時修繕による、路盤以下の層の保護等を通じた長寿命化を目的とした点検

(2)コンクリート舗装

- ・コンクリート舗装の高耐久性能をより長期間発現させるため、目地部や版のひび割れ等を重点的に点検

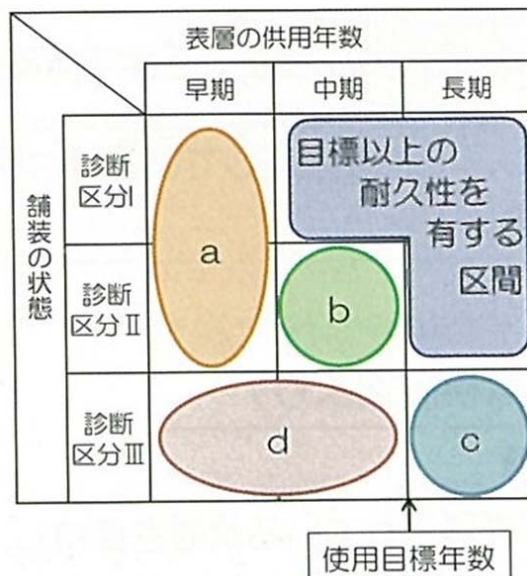
なお、点検関係の技術開発が多方面で進められており、開発動向の情報も収集し、本要領に基づく点検が合理化できる手法と判断される場合は積極的に採用するとよい。

※舗装の損傷箇所から路盤に雨水等が浸入することにより路盤の支持力が低下し、舗装構造全体が損傷。その場合、修繕より多くの費用等が必要。



舗装の劣化状況の分類と措置の考え方

- 診断区分が同じでも表層の供用年数により講じるべき措置は異なる
- 特に早期劣化区間(図中のd)については構造的な問題があると考えられるため、詳細な調査と抜本的な対応が必要



図中の領域	措置
a	供用早期の表層の段階では、表層の供用年数が使用目標年数に到達するまでまだ長期間があり、損傷に応じて早めに補修
b	供用中期の表層の段階では、診断区分Ⅱの区間において、表層の供用年数が使用目標年数を超えるように補修
c	供用長期の表層の段階では、管理基準を超過した診断区分Ⅲの区間において、切削オーバーレイを中心とした工法で修繕
d	それまでの診断区分に応じた補修の効果がなく、表層の供用年数が使用目標年数に到達しない段階で診断区分Ⅲとなった区間は、詳細調査を実施して路盤からの打換え等、損傷に応じた適切な工法で修繕

区分		状態
I	健全	損傷レベル小:管理基準に照らし、劣化の程度が小さく、舗装表面が健全な状態である
II	表層機能保持段階	損傷レベル中:管理基準に照らし、劣化の程度が中程度である
III	修繕段階	損傷レベル大:管理基準に照らし、それを超過している又は早期の超過が予見される状態
	(Ⅲ 1:表層等修繕)	表層の供用年数が使用目標年数を超える場合(路盤以下の層が健全であると想定される場合)
	(Ⅲ 2:路盤打換え等)	表層の供用年数が使用目標年数未満である場合(路盤以下の層が損傷していると想定される場合)

早期劣化区間の調査（H29）

- ・ 区間A：外側車輪通過部（OWP）に亀甲状ひび割れ→パッチングによる補修
- ・ 区間B：OWPに亀甲状ひび割れが進展
- ・ 区間C：OWPに線状ひび割れ、内側車輪通過部（IWP）に一部亀甲状ひび割れ
- ・ いずれの区間も調査日の1～6日前に降雨（路面はドライ）

項目		区間A	区間B	区間C
調査概要	調査日	H30.1.30 (夜間)	H30.1.15 (昼間)	H30.2.7 (昼間)
	車線	第2車線	第1車線	第1車線
直近の降雨	降雨日	H30.1.29	H30.1.9	H30.2.2
	降雨量	6.0 mm	1.0 mm	3.5 mm



調査結果（H29）（開削調査）

- ・ 区間Aおよび区間Bではひび割れがアスコン層を貫通
- ・ 区間Aでは路盤上面が湿っており、OWPにおいて沈下が発生
- ・ 区間Cではひび割れがアスコン層上層で止まっており、路盤も健全
- ・ いずれの区間においてもアスコン層内での滞水を確認

	区間A	区間B	区間C
As混合物 層断面			
路盤上面			

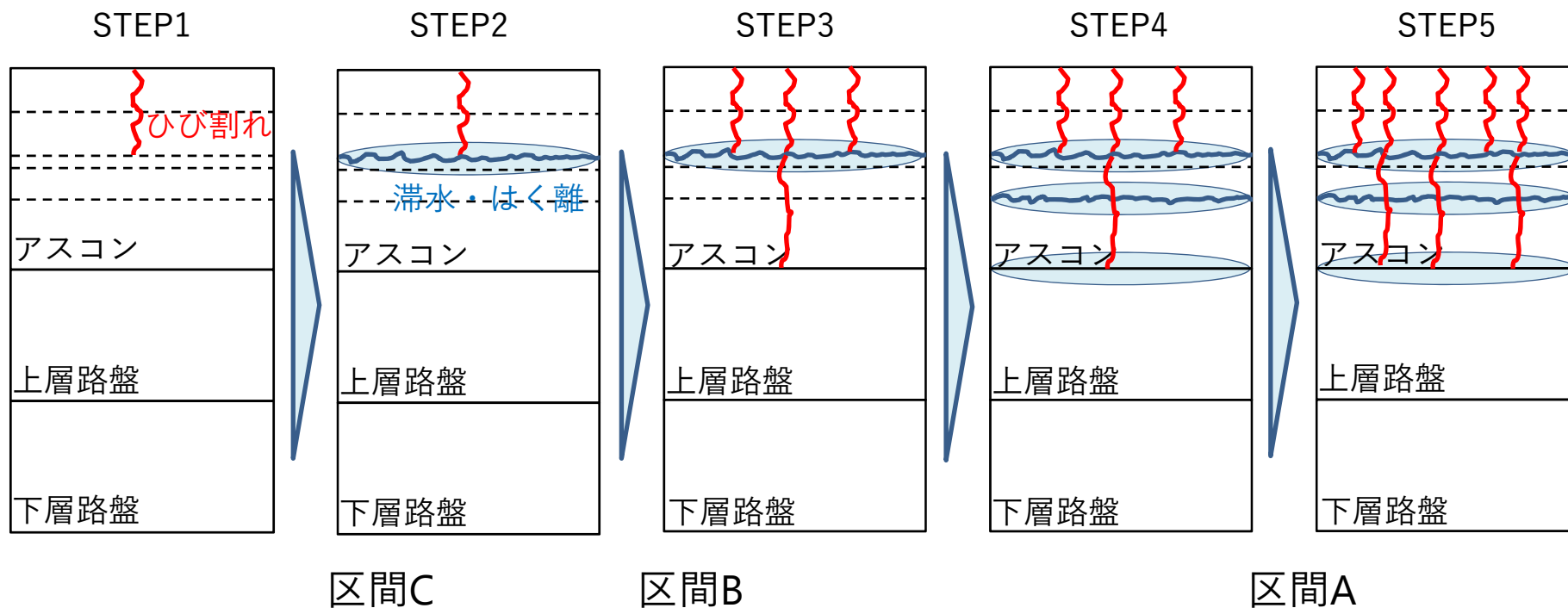
早期劣化メカニズムの推定

STEP2以降で表層だけを補修⇒早期劣化の繰り返し

以下のようなメカニズムで劣化が進行したと考えられる

- STEP1：路面上部からのひび割れ等を通じてアスコン層内に水が浸入
- STEP2：アスコン層内に水が滞留し、層間はく離が発生
- STEP3：アスコン層の支持力が低下し、安定処理層や路盤までひび割れが進展
- STEP4：安定処理層や路盤内への浸水・滞水により、これらの層が劣化
- STEP5：舗装全体の支持力不足により、アスコン層のひび割れが急速に拡大

STEP 2, 3
の発見



■床版上の舗装点検における課題



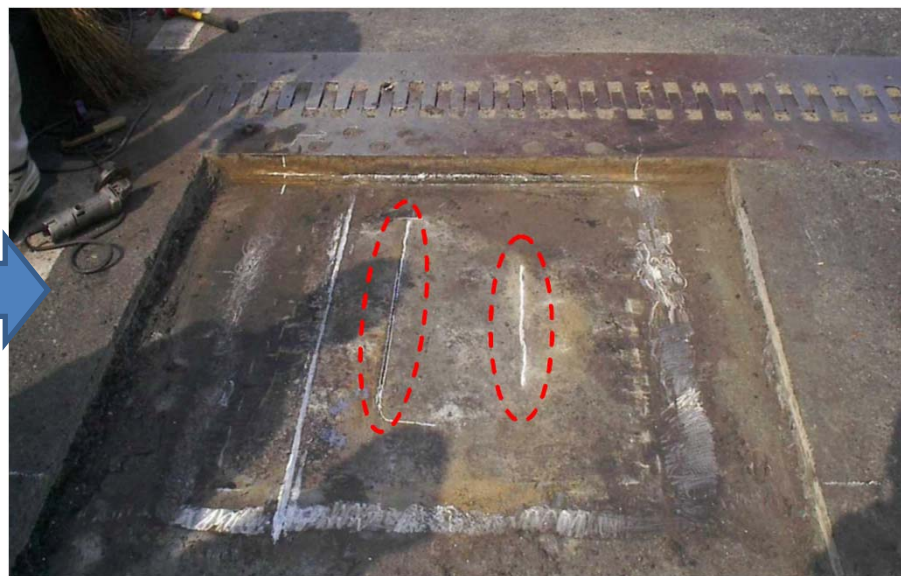
舗装の亀甲状のクラック



コンクリート床版上面の土砂化



舗装のクラック



鋼床版の亀裂

床版の土砂化

背景

床版
土砂化

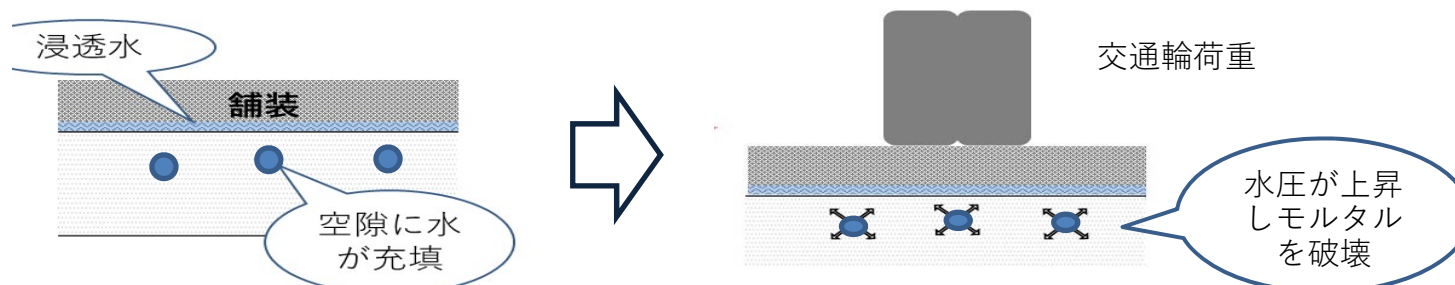


床版の
抜落ち



- 近年、道路橋鉄筋コンクリート床版の**土砂化**が顕在化。床版の抜け落ち等に至るケースも散見
- 土砂化部の補修後に早期に再劣化する傾向

床版土砂化
メカニズム
(仮説)



- 土砂化の原因として以下の要因が考えられる。
 - 床版に浸透した水分によるモルタルの破壊
 - 塩害、凍害、ASR等の複合劣化

▶ **路面からの雨水・凍結防止剤の浸入**が多大な影響

橋面舗装の遮水性が重要

⇒橋面舗装の実態調査による**水分の浸入経路の解明**

⇒水分の浸入経路を考慮した**橋面防水工法・維持管理方法**の提案

橋面舗装の現地調査

調査結果

①舗装路面の目視調査



- ・ 施工打継目、端部、ひび割れ等から泥水の噴出
- ・ 目地部の開き

②コア削孔部の目視調査



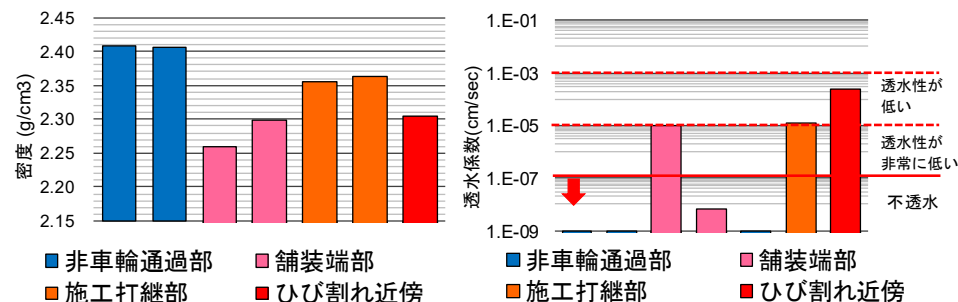
- ・ 施工打継目、端部、ひび割れ貫通部等にて、接着不良・水の浸入

③切削後の床版上面の目視調査



- ・ 水の浸入が見られた舗装端部等での床版層の土砂化や、床版防水層の剥離を確認

④切取コアを用いた室内試験



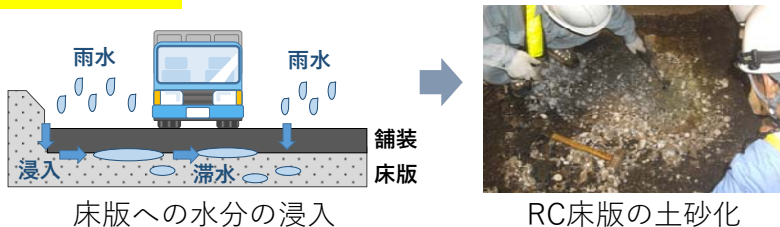
- ・ 施工打継目、端部等においてやや密度の低い傾向
- ・ 施工打継目、端部等において一部 10^{-5} cm/s程度の透水性

調査結果のまとめ

- ・ 一部の橋梁にてアスファルト舗装の歩道側端部や施工打継目の密度が小さく、透水係数がやや高くなる傾向が見られる。透水係数は $\sim 10^{-5}$ cm/s程度であり、**舗装体からの透水が主要な水の浸入経路とはいえない。**
- ・ コア削孔部の目視調査の結果、**舗装端部(歩道・地覆・伸縮装置側)、施工打継目部、ひび割れ部から水の浸入**が確認された。このことから上記箇所が水の浸入経路となっていると考えられる。⇒上記箇所への対策が必要。

RC床版用グースアスファルト混合物の開発

背景



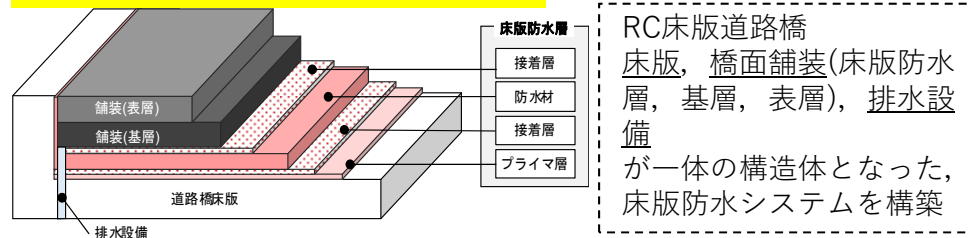
- 近年、道路橋RC床版における床版の土砂化に起因する損傷が見られる。
- 雨水・塩分等の浸入を防ぐ遮水性に優れた橋面舗装材料の開発が課題

開発した橋面舗装材料

グースの種類	従来グース	開発グース			
		グースA	グースB		
バインダ原料	天然アスファルト	石油生成物	ポリマー改質AS		
バインダ原料イメージ					
臭気レベル	600程度	400程度	150程度		
舗設時温度 (°C)	約240	230-210	180-190		
材料物性	施工性	リユール流動性(秒)	3~20	10~20	3~20
	高温安定性	貫入量(mm)	1~6	1~4	1~6
	耐流動性	動的安定度(回/mm)	300以上	1000以上	600以上
	可とう性	曲げ破断ひずみ(10 ⁻³)	8以上	8以上	8以上

- 天然ASを用いた従来のグースの問題点（原料の入手・臭気・製造温度・耐久性）を新たなバインダ原料を用いることで改良したグースAS混合物を開発。

従来の橋面舗装材料



遮水性を有する主な橋面舗装材料

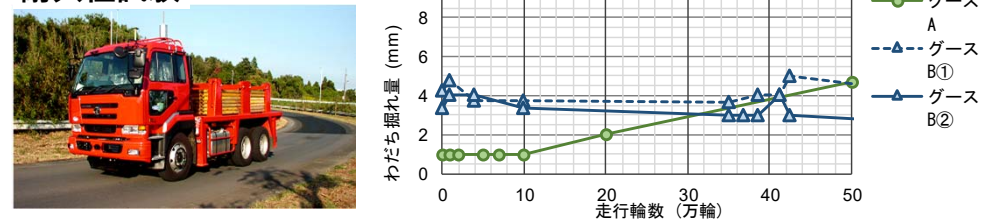
- 床版防水層：塗膜系防水層，シート系防水層，成型目地材
 - 遮水性を有する舗装：グースアスファルト混合物(鋼床版用)
- ⇒ グースアスファルト混合物を改良しRC床版への適用を検討

試験施工

施工・品質管理状況



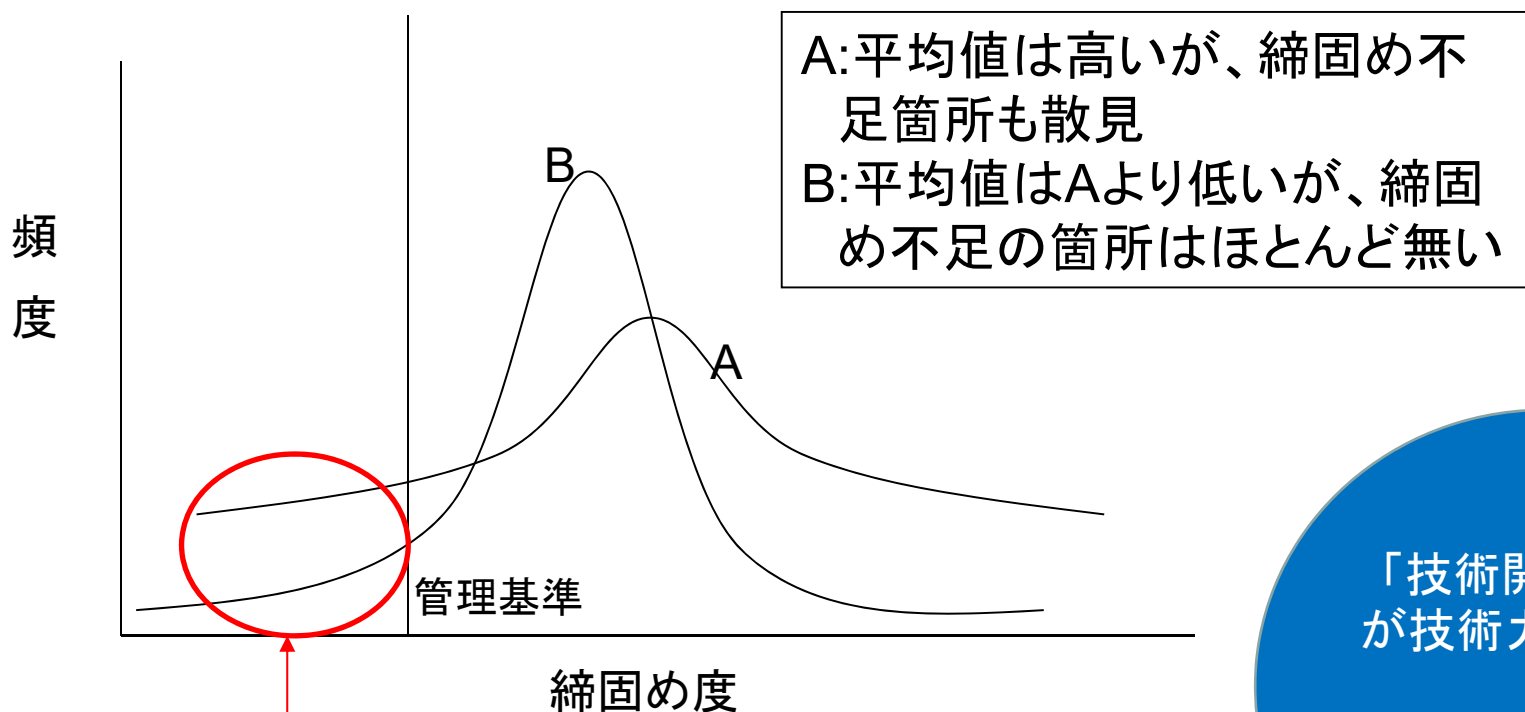
耐久性試験



- 試験施工にて、開発グースを用いた実物大試験舗装を構築。
- 優れた施工性・材料物性・耐久性を確認。
- 今後は、耐久性の確認と現場への適用に向けた改良を継続。

施工の出来・不出来を再評価 ～技術力による施工業者の評価へ～

- どちらが良い施工？



供用後に破壊の原因となる可能性

新たな性能規定に向けて

- 新たな舗装各層の性能規定例

- 耐水性

- アスファルト混合物のはく離抵抗性
- 端部の水密性(施工管理 (締固め等)、接着面の評価(中長期))
- 透水性路盤材の活用(間隙水圧の発生抑制による支持力低下防止)

なぜ壊れた？
どうすればいい？

- 新たな施工管理規定

- いい施工とは？

- 施工品質(締固め度など)の面的、さらには3次元での管理

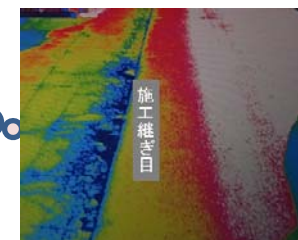
浸水してもいい構造
「発想の転換」

- 新たな性能保証の仕組み


- 新たな契約制度への挑戦

- 舗装工事の長期保証制度(国土交通省)
- 愛知県有料道路運営等事業 (有料道路コンセッション)

こんな
事例も



「舗装とは何か」の原点回帰
⇒ 「では何をすべきか」の提案



ご清聴
ありがとうございました