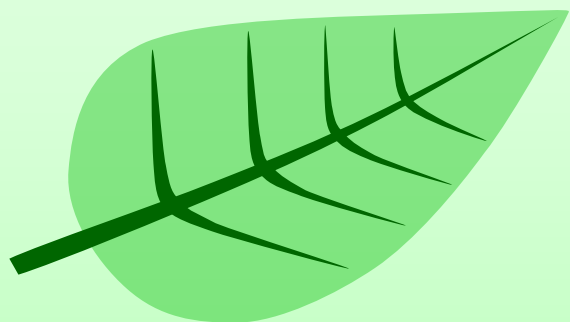


「環境に配慮した舗装技術に関する ガイドブック」の発刊について



日本道路協会 舗装委員会
環境・再生利用小委員会

「環境に配慮した舗装技術に関するガイドブック」の背景

様々な環境問題が顕在化



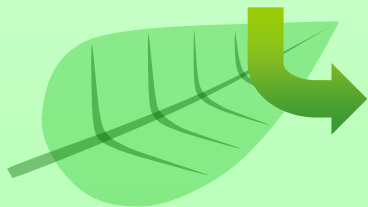
早期の対応が必要

舗装分野でも環境負荷軽減効果のある技術が多く開発

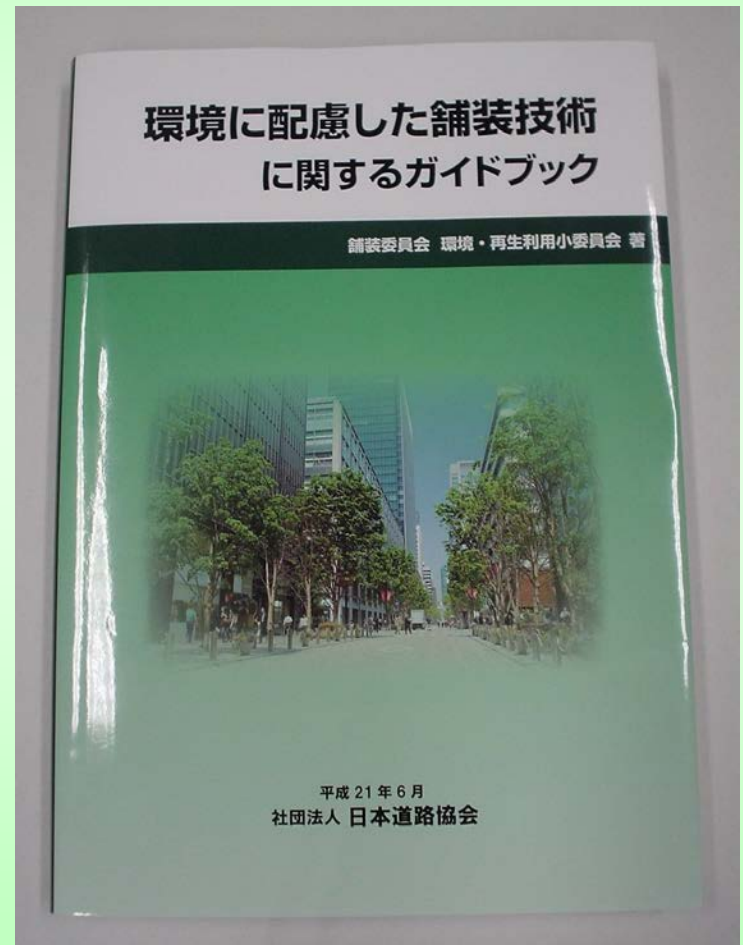


多くは発展途上
利用しにくい

- ・環境問題に対し寄与できる範囲の明示
- ・工法ごとの効果の程度の明示



環境に配慮した
舗装技術の活用



「環境に配慮した舗装技術に関するガイドブック」編集の要点

- 「環境改善を目指した舗装技術（2004年版）」のリニューアル
- 環境問題の全体概要の把握
- 様々な環境対策とその中の舗装技術の位置の把握
- 様々な舗装技術の比較
- 舗装の構築に必要な最新情報



ガイドブックの構成

第1部

第Ⅰ章 総説

本書発刊の背景、
役割、構成について
記述

[記載項目]

- 本書の役割
- わが国の環境対策の方向性
- 環境と舗装の係わり
- 環境負荷を軽減する舗装技術
- 本書の構成

第Ⅱ章 環境問題とその対策の概要

環境問題全般とその対策技術
について記述

[記載項目]

- 地球温暖化

- 歩行者等の熱環境

第Ⅲ章 環境要因と舗装技術

第Ⅱ章で挙げた環境問題に対応可能な舗装について、「何が、どの程度できるのか？」を具体的に記述

[記載項目]

- CO₂排出抑制
→中温化技術、リサイクルなど

- 路面温度上昇抑制
→保水性、緑化、土系など

第Ⅳ章 環境要因と製造・施工技術

第Ⅱ章で挙げた環境問題に対応可能な製造・施工技術について「何が、どの程度できるのか？」を具体的に記述

[記載項目]

- アスファルト混合所での対策
- 施工機械での対策

付録

環境に配慮した各種舗装の構築

第Ⅲ章で挙げた舗装技術について、
具体の設計、施工、
管理の方法について記述

[記載項目]

- 1.加熱アスファルト混合物の製造温度低下技術

- 13.緑化舗装

- 16.保水性舗装

第2部

第 I 章 総説

- 1-1 本書の役割
- 1-2 わが国の環境対策の方向性
- 1-3 環境と舗装の係わり
- 1-4 環境負荷を軽減する舗装技術
- 1-5 本書の構成

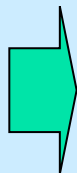


1-2 わが国の環境対策の方向性

環境基本法 (H6.6完全施行)

環境基本計画

- ・循環
- ・共生
- ・参加
- ・国際的取組



- ・地球温暖化
- ・大気環境
- ・水環境、土壌環境、地盤環境
- ・廃棄物・リサイクル対策などの物質循環
- ・化学物質
- ・自然環境

大気汚染防止法
水質汚濁防止法



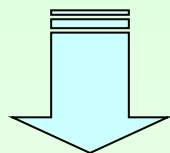
循環型社会形成推進基本法 (H13.1完全施行)

建設工事に係る資材の再資源化等に関する法律 (建設リサイクル法)
(H14完全施行)



1-3 環境と舗装の係わり

道路舗装の普及
段階では……



道路舗装が普及
した現代では……

舗装そのものを整備することによって

- ・道路利用者の安全, 円滑, 快適な移動
- ・燃費の向上
- ・沿道での粉塵, 騒音, 振動の防止

舗装による地表の被覆によって

- ・都市空間の温度上昇
- ・都市型洪水の多発



多様な観点から環境への貢献が求められている
CO₂排出抑制, リサイクル



1-4 環境負荷を軽減する舗装技術

一般的な舗装技術に対し、何らかの環境負荷を軽減できるもの

- 広く普及しているものから新しい技術まで網羅
- 環境負荷軽減効果項目が複数になるものは、効果が期待できるすべての項目を解説
- プラント設備や施工機械、製造の補助剤等の技術も含む



第Ⅱ章 環境問題とその対策の概要

- 2-1 概説
- 2-2 地球・社会環境改善策
- 2-3 都市環境対策
- 2-4 沿道環境対策



2-2 地球・社会環境改善策

2-2-1 地球温暖化

2-2-2 循環型社会の形成

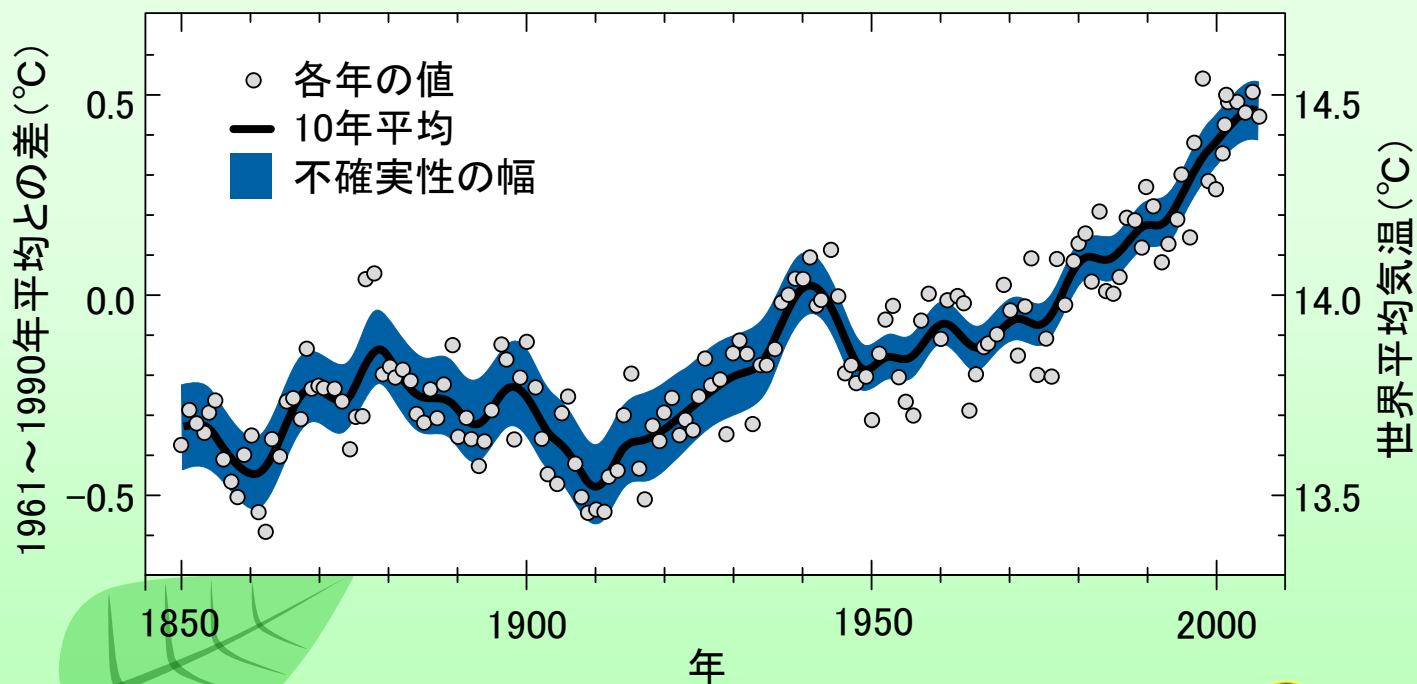
2-2-3 生態系改善対策



2-2-1 地球温暖化(1)

地球温暖化とは

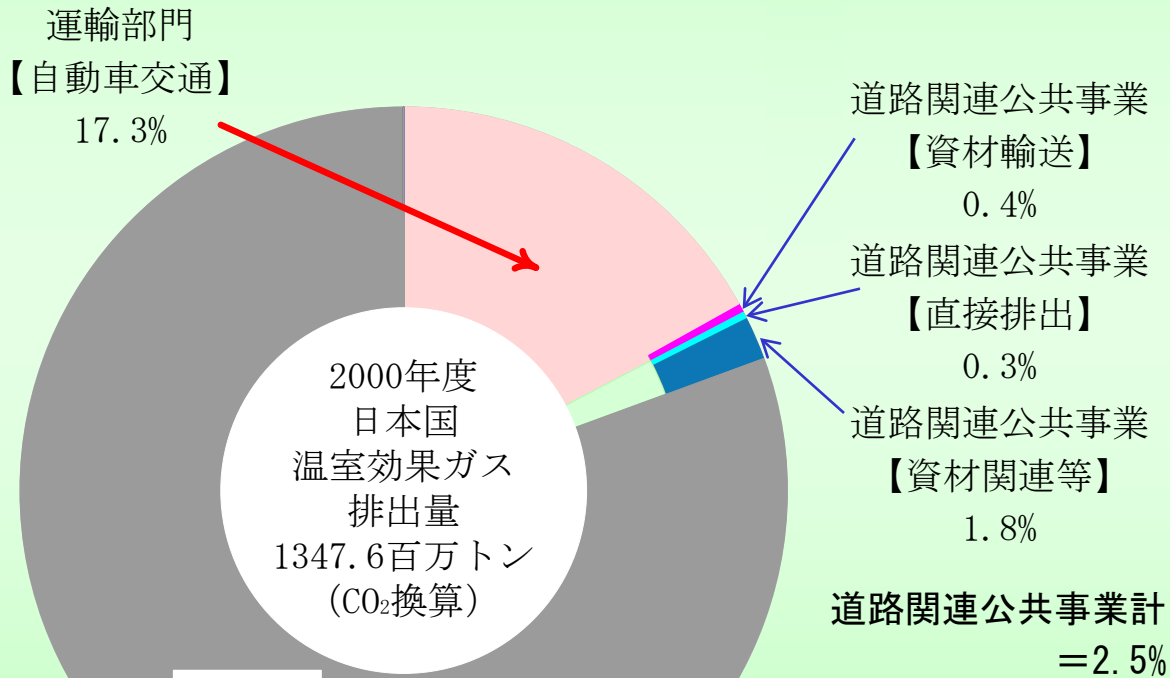
大気中の温室効果ガスの濃度上昇により地球表面の温度が上昇する現象→全世界のCO₂排出量は1970年から2004年で約80%増加



100年で世界平均気温は0.74°C上昇

2-2-1 地球温暖化(2)

道路関連分野の現況



**道路関連公共事業分野ではCO₂排出量
全体の約2.5%に相当**

2-2-1 地球温暖化(3)

一般的な対策

自動車交通における対策

- ・ 交通の円滑化
- ・ 自動車の低燃費化
- ・ 自動車だけに頼らない輸送システムの構築

道路に係わる建設工事

- ・ CO₂排出量の少ない資材や工法の活用



2-2-1 地球温暖化(4)

舗装における対策

- CO₂排出量の少ない資材の利用
- プラントでの燃料消費量削減
- 運搬距離の低減
- 省エネ型施工機械の導入

等



2-2-2 循環型社会の形成(1)

循環型社会とは

「循環型社会推進基本法第2条」での定義



- ・ 製品が廃棄物等となることが抑制される
- ・ 製品が循環資源となった場合は適正な循環利用が促進
- ・ 製品が循環資源とならない場合は適正に処分
- ・ 天然資源の消費を抑制し、環境負荷ができる限り低減
される社会

廃棄物・リサイクル対策の優先順位

リデュース・リユース・リサイクルの基本原則



2-2-2 循環型社会の形成(2)

リサイクル技術の種類

分類	リサイクルの種類	概要	例
用途による分類	セミクローズド・リサイクル	物質を同一製品の原材料に戻すこと	・アスファルト塊→破砕→再生アスファルト混合物
	カスケード・リサイクル(オープンリサイクル)	物質を他の製品の原材料とすること	・アスファルト塊→破砕→再生路盤材
方法による分類	マテリアル・リサイクル(ケミカル・リサイクル)	廃棄物などを原材料として再利用すること。(物質を化学反応により組成変換した後にリサイクルするものも含む)	・ペットボトル→化学処理→ペットボトル
	サーマル・リカバリー	廃棄物などを燃料として活用し、熱エネルギーを回収すること	・ゴミ発電 ・廃棄物固形燃料(RDF) ・焼却施設周辺における冷暖房などへの排熱利用

2-2-2 循環型社会の形成(3)

一般的な対策

我が国の物質収支の約46%が建設関係である



- ・ 建設分野は一般的に再生材の利用が進んでいる
- ・ 一方で特に安全面からの品質に注意する必要がある

舗装における対策

- ・ 2005年現在，再資源化率は97%に達している
- ・ 建設工事以外の再生資材の利用も検討中



2-2-3 生態系改善

生態系改善対策とは

人為的に改変された自然環境のうち生態系を元々あった自然環境に近づける対策

一般的な対策技術

自然と共生し得るルートを選定，動物侵入防護柵の設置，動物用横断構造物の設置など

舗装における対策技術

透水性舗装，緑化舗装，土系舗装など
※効果の評価方法は確立されていない



2-3 都市環境対策

2-3-1 洪水抑制対策

2-3-2 地下水涵養対策

2-3-3 ヒートアイランド対策

2-3-4 水質汚濁対策

2-3-5 土壌汚染対策



2-3-1 洪水抑制対策(1)

洪水とは

- ・ 豪雨による堤防の決壊等（外水洪水）



堤防の整備等が進み，近年は減少傾向にある

- ・ 地域内に降った雨が下水や河川に流出できず氾濫（内水洪水，都市型水害）



近年都市部で多発



2-3-1 洪水抑制対策(2)

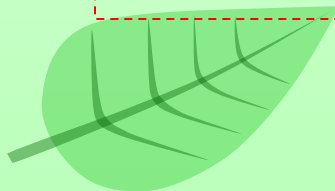
一般的な対策

- ・ ソフト面からの対策

- 1) 洪水情報の提供
- 2) 浸水予想区域の作成・公表
- 3) 洪水ハザードマップの作成 等

- ・ ハード面からの対策

1) 堤防の整備	外水洪水に効果のある対策
2) 河川の整備	
3) 下水道の整備	
4) 流域対策	内水洪水に効果のある対策

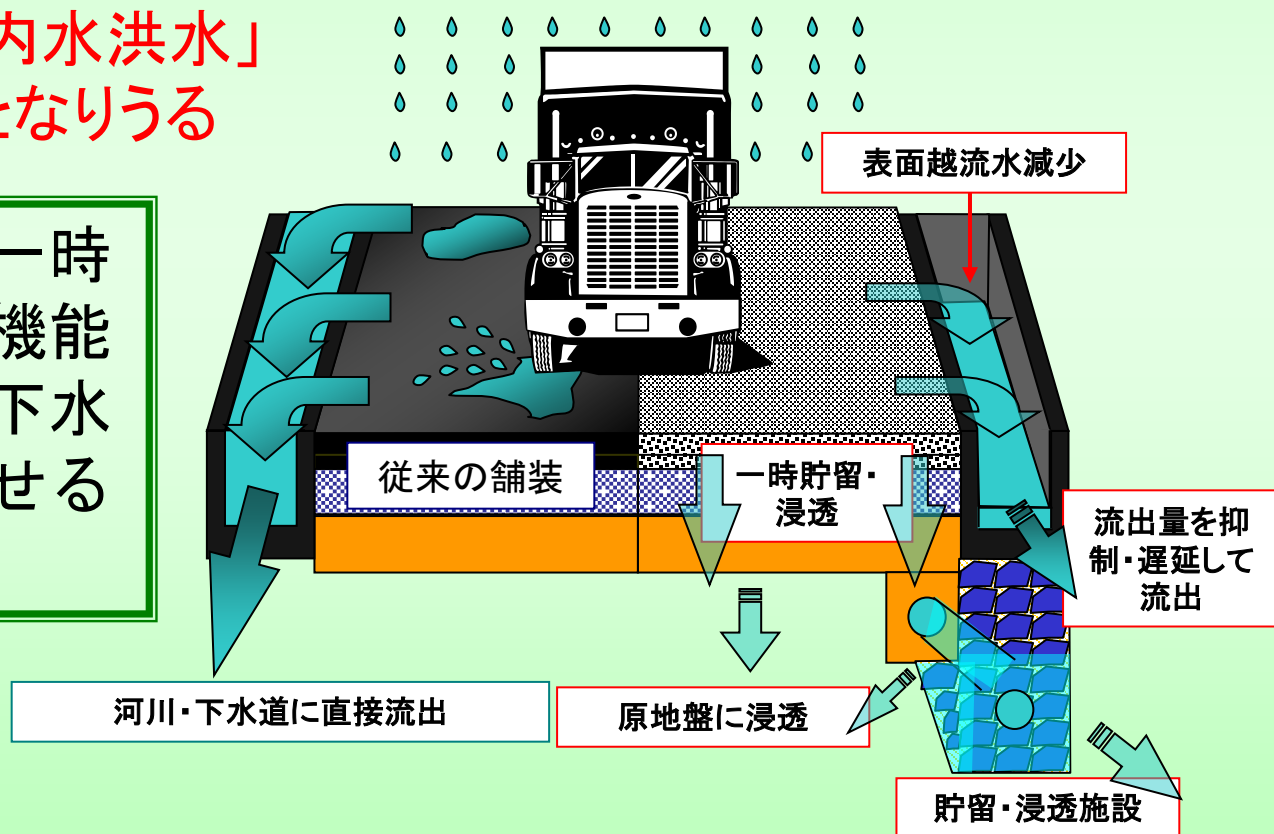


2-3-1 洪水抑制対策(3)

舗装における対策

舗装における対策は「内水洪水」の「流域対策」の一部となりうる

道路施設に雨水を一時貯留・浸透させる機能を持たせて河川・下水への負担を低減させる機能を有する舗装



2-3-2 地下水涵養対策

地下水涵養とは

雨や川の水などが地下に浸透して帯水層（飽和層）に供給される現象

一般的な対策技術

- ・ 拡水法→ 雨水を地表あるいは地下の浅い箇所から不飽和土壌水帯を通して地中に浸透
- ・ 井戸法→ 井戸により雨水を地中の帯水層に集中的に浸透

舗装における対策技術

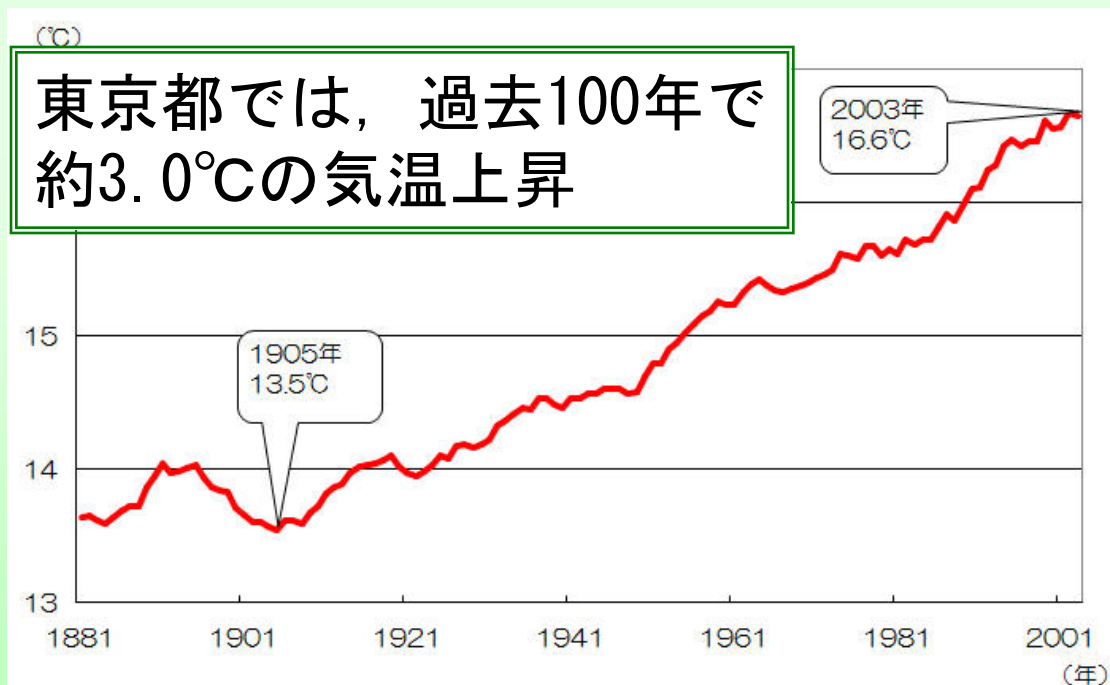
透水性舗装（路床浸透型）、緑化舗装、土系舗装、木質系舗装、透水性ブロック舗装 等

2-3-3 ヒートアイランド対策(1)

ヒートアイランド現象とは

都市の中心部の気温が、郊外に比べ島状に高くなる現象

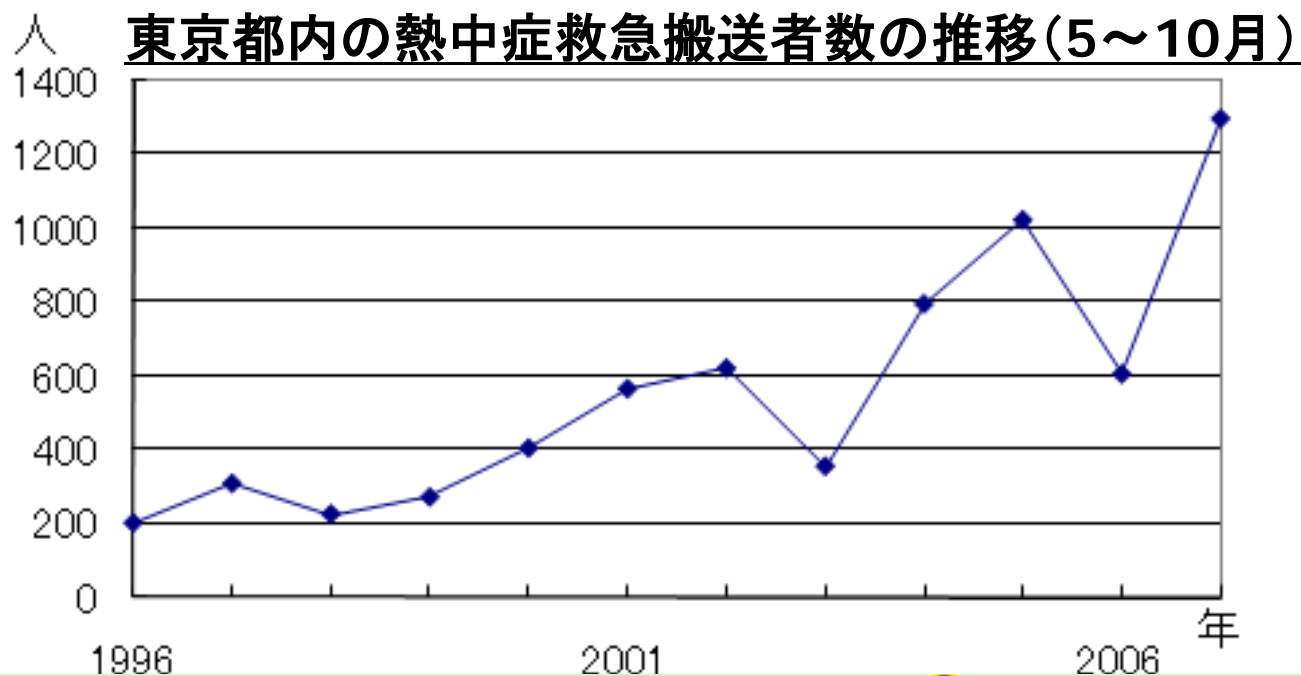
- ・日本の大都市平均気温
100年で 1.8°C 上昇
- ・全地球平均 0.7°C 程度
上昇(11年移動平均)



2-3-3 ヒートアイランド対策(2)

ヒートアイランド現象による影響

熱中症の増加，熱帯夜の増加，エネルギー消費の増加，
大気汚染の助長 等



2-3-3 ヒートアイランド対策(3)

一般的な対策技術

人工排熱の低減，地表面被覆の改善，都市形態の改善

舗装における対策技術

保水性舗装，遮熱性舗装，土系舗装，緑化舗装等の路面温度上昇抑制機能を有する舗装



2-3-4 水質汚濁防止(1)

水質汚濁とは

清澄な河川，湖沼，海域などの公共用水域に種々の異物が混入し，水質や水生生物，景観などが影響を受けて，水域の本来の状態でなくなること

近年の我が国の水質汚染の傾向として

- ・ポイントソース（工場，一般家庭等の特定できる汚染発生源）からの汚染物質は減少している
- ・ノンポイントソース（汚濁排出点を特定できない汚染発生源）に対する対応が十分ではない



2-3-4 水質汚濁防止(2)

一般的な対策技術

- ①産業排水に対する対策→排水基準に適合する廃水処理
- ②生活排水に対する対策→下水道等の生活排水処理施設で処理
- ③ノンポイントソース負荷に対する対策
 - 1) 農地における発生負荷削減, 自然浄化利用
 - 2) 市街地における雨水浸透 等

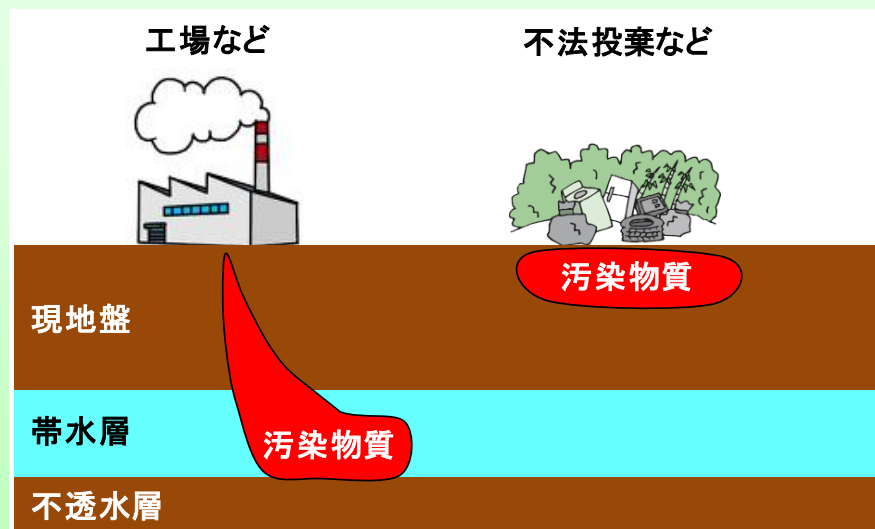
舗装における対策技術

路面排水を地下に浸透させることにより50~90%削減されるところの報告があり, 地下に路面排水を浸透させる技術が考えられる

2-3-5 土壤汚染対策(1)

土壤汚染とは

土壤中に存在する汚染物質の量が人の健康の保護、あるいは環境の保護を考える上で望ましくないレベルを超過した状態のこと。



2-3-5 土壌汚染対策(2)

土壌汚染対策法における指定基準

項目	溶出基準 (mg/L)	含有量基準 (mg/kg)	
(第一種特定有害物質) 揮発性有機化合物	四塩化炭素	0.002以下	—
	1,2-ジクロロエタン	0.004以下	—
	1,1-ジクロロエチレン	0.02以下	—
	シス-1,2-ジクロロエチレン	0.04以下	—
	1,3-ジクロロプロペン	0.002以下	—
	ジクロロメタン	0.02mg/L以下	—
	テトラクロロエチレン	0.01以下	—
	1,1,1-トリクロロエタン	1以下	—
	1,1,2-トリクロロエタン	0.006以下	—
	トリクロロエチレン	0.03以下	—
	ベンゼン	0.01以下	—

項目	溶出基準 (mg/L)	含有量基準 (mg/kg)	
(第二種特定有害物質) 重金属等	カドミウム及びその化合物	0.01以下	150以下
	六価クロム化合物	0.05以下	250以下
	シアン化合物	検出されないこと	50以下
	水銀及びその化合物	0.0005以下	15以下
	アルキル水銀	検出されないこと	—
	セレン及びその化合物	0.01以下	150以下
	鉛及びその化合物	0.01以下	150以下
	砒素及びその化合物	0.01以下	150以下
	ふっ素及びその化合物	0.8以下	4000以下
	ほう素及びその化合物	1以下	4000以下
	(第三種特定有害物質) 農薬等	シマジン	0.003以下
チウラム		0.006以下	—
チオベンカルブ		0.02以下	—
ポリ塩化ビフェニル		検出されないこと	—
有機りん化合物		検出されないこと	—



2-3-5 土壤汚染対策(3)

土壤汚染対策の例

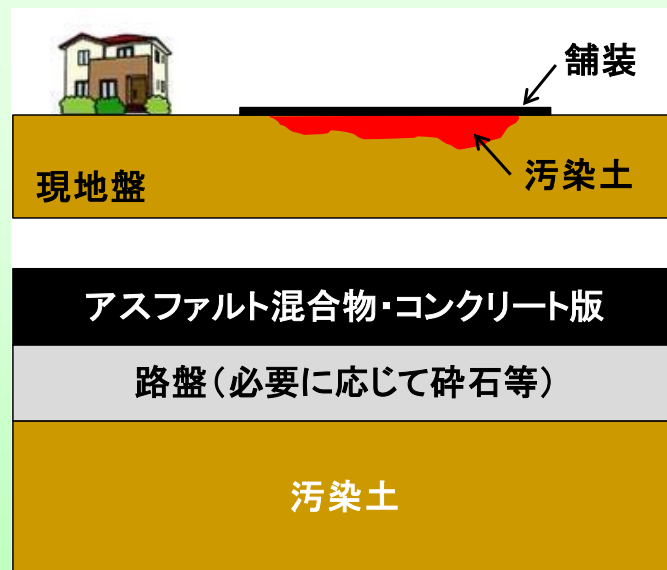
- ・指定区域への立入禁止
- ・汚染土壤の覆土
- ・土壤の入れ換え
- ・掘削除去
- ・舗装など



2-3-5 土壌汚染対策(4)

舗装での土壌汚染対策

- ・汚染土壌が飛散することを防止→直接摂取のリスク低減
- ・雨水の浸透も防げるため拡散防止効果も期待できるが、周囲から雨水が浸透し拡散することも考えられるので注意が必要



2-4 沿道環境対策

2-4-1 歩行者などの熱環境改善対策

2-4-2 道路交通騒音対策

2-4-3 道路交通振動対策

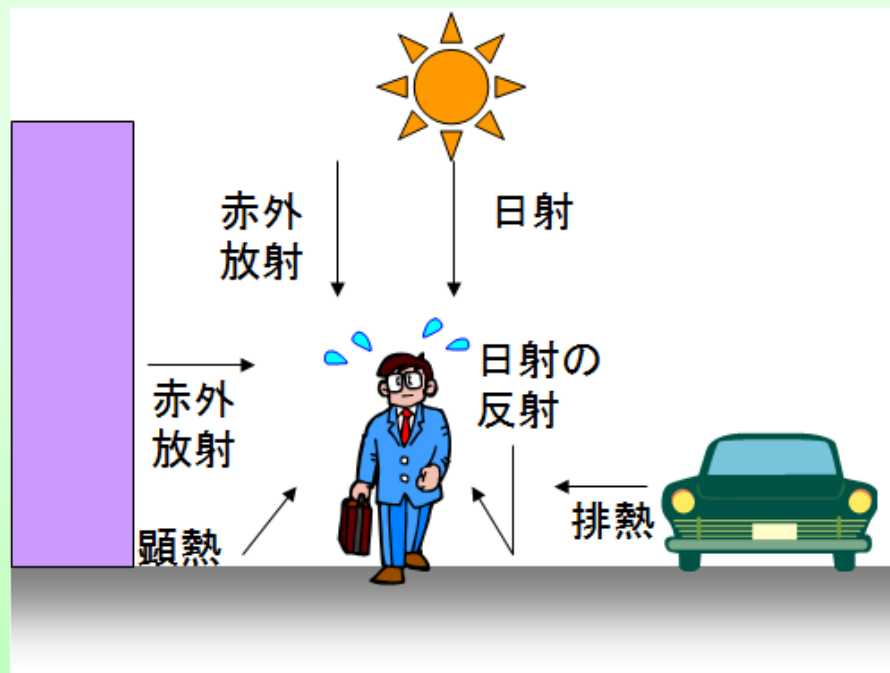
2-4-4 大気汚染対策

2-4-5 悪臭対策



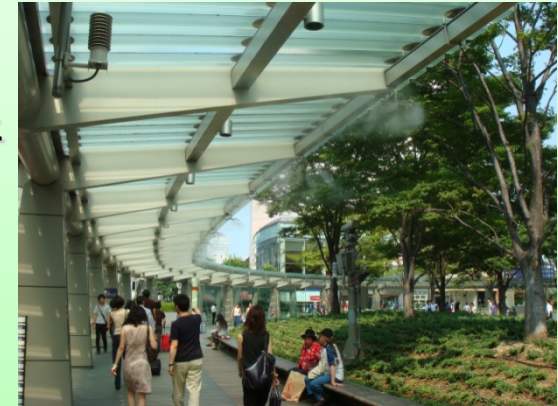
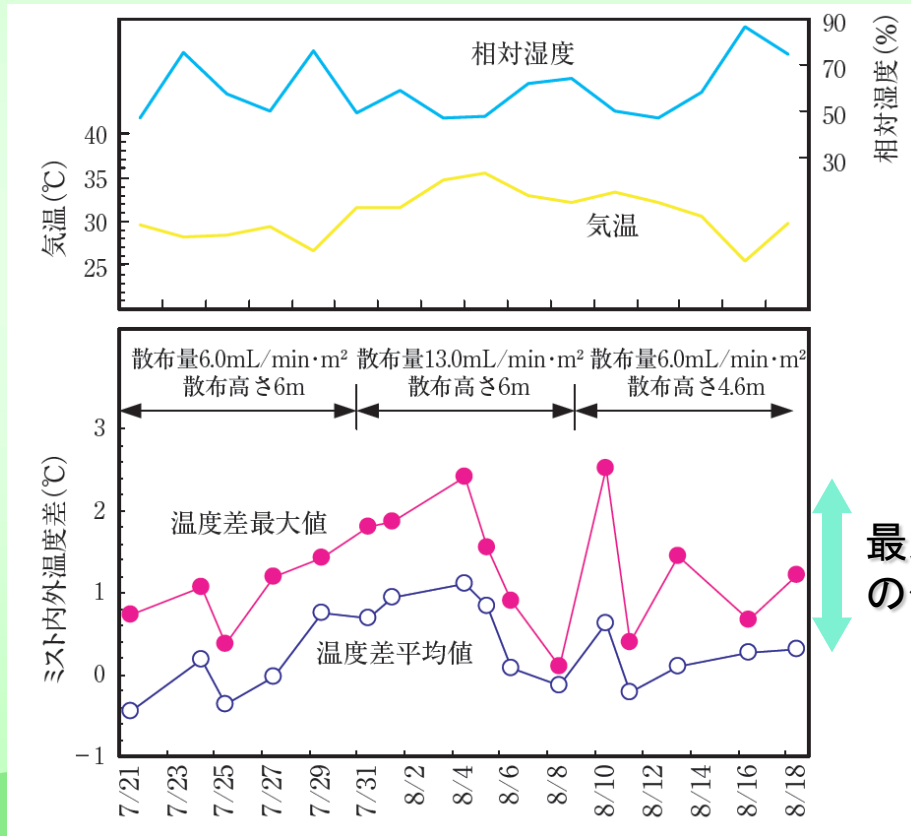
2-4-1 歩行者などの熱環境改善対策(1)

- ・道路沿道は、建物や舗装などの人工構造物で被覆
- ・歩行者は日射のほかに、人工構造物からの赤外放射および自動車などからの排熱などを受けている



2-4-1 歩行者などの熱環境改善対策(2)

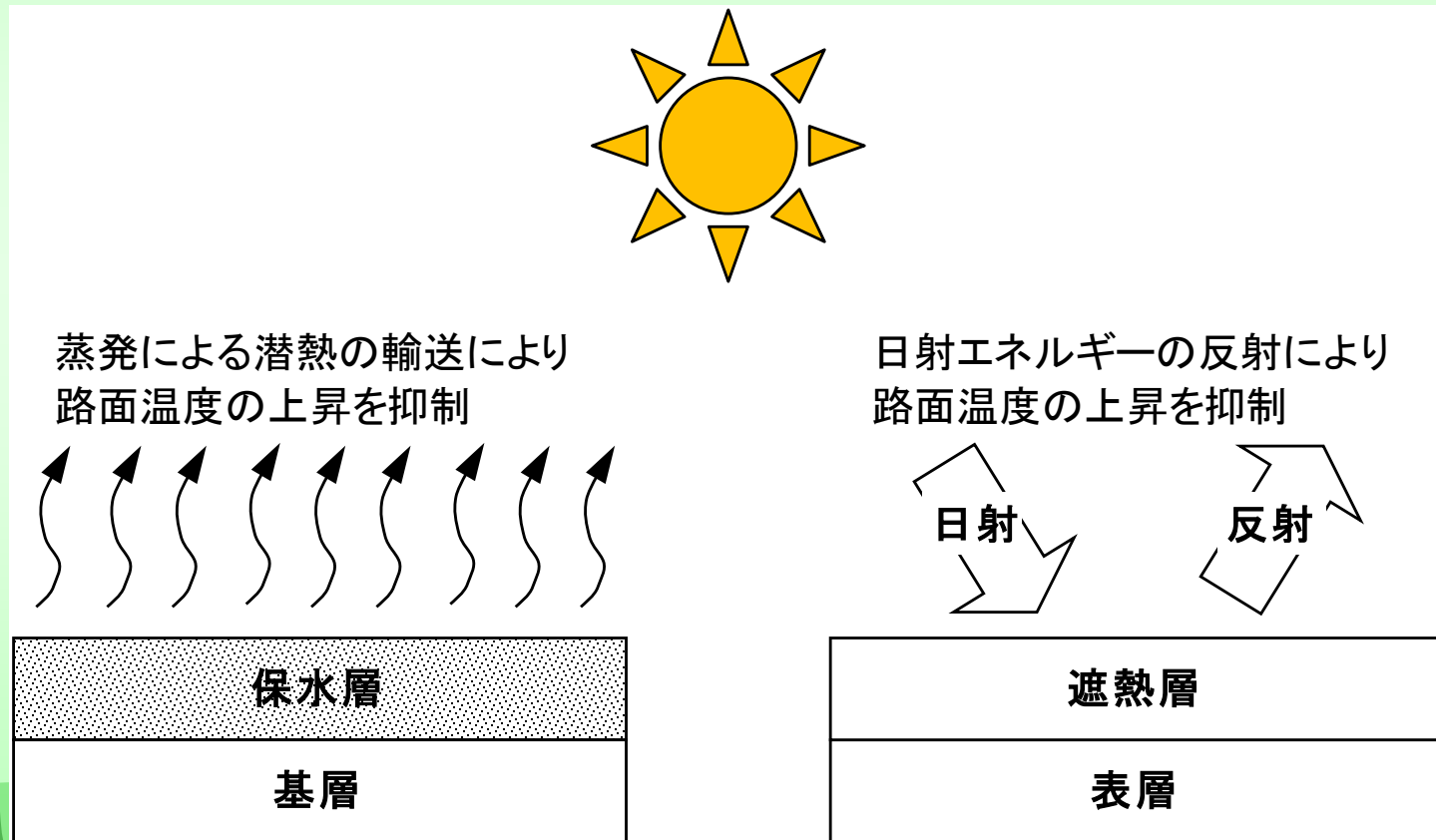
一般的な対策の例 ～ドライミスト～



2-4-1 歩行者などの熱環境改善対策(3)

舗装による対策の例

～路面温度上昇抑制機能を有する舗装～



2-4-1 歩行者などの熱環境改善対策(4)

熱環境の評価方法

○温熱体感指標

- ・気温や湿度、風速、日射などの要素を総合的に勘案して熱環境を評価するもの。
- ・ヒートインデックスやWBGT、MRTなど様々な指標が考案されている。

○舗装表面温度、舗装上の気温の測定

○歩行者へのアンケート調査



2-4-2 道路交通騒音対策(1)

道路交通騒音とは

自動車は道路を走行することによって発生する騒音のこと。

自動車の走行に伴う騒音は、

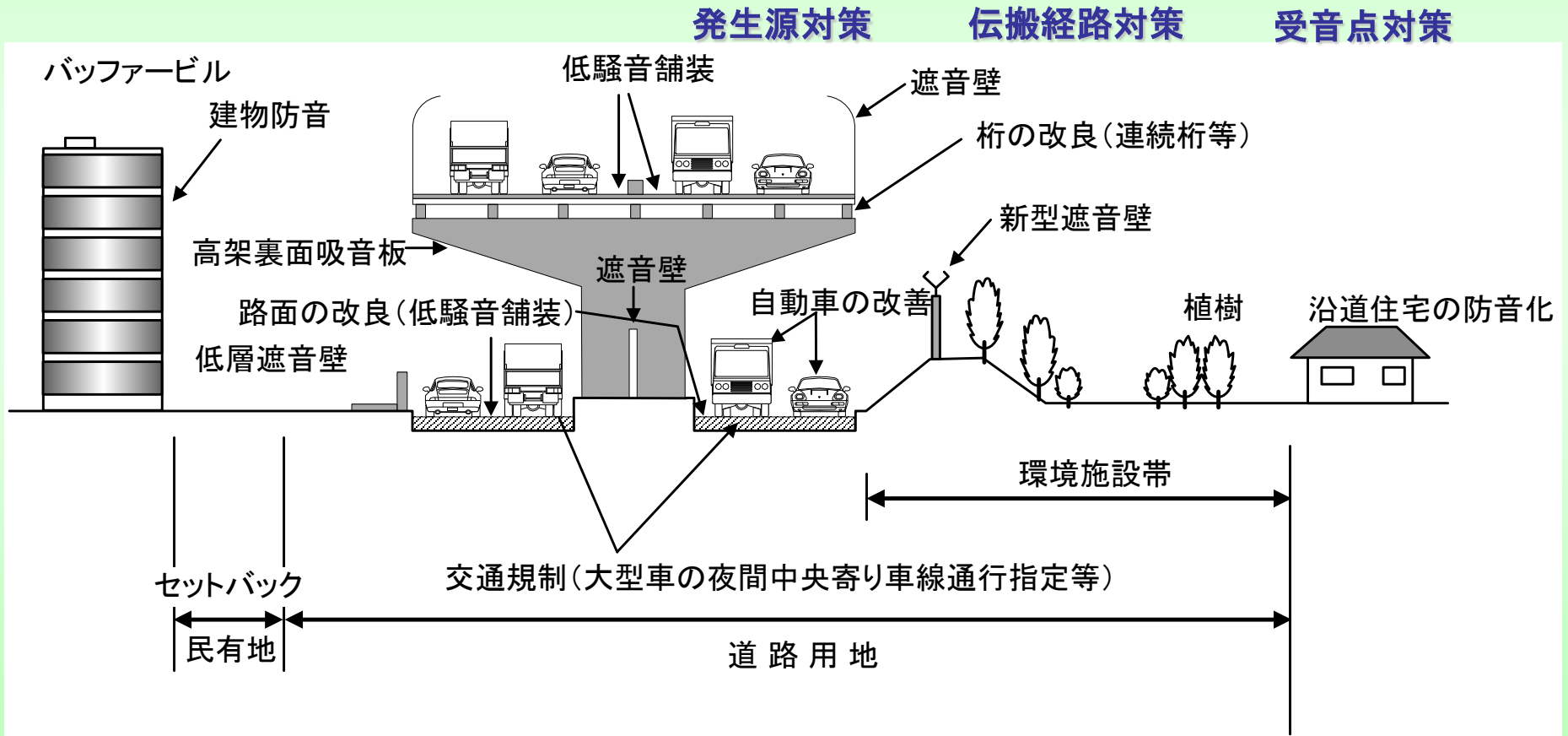
- ・エンジン本体から発生する音
- ・冷却ファンから発生する音
- ・吸・排気音
- ・タイヤ／路面音

などから構成される。



2-4-2 道路交通騒音対策(2)

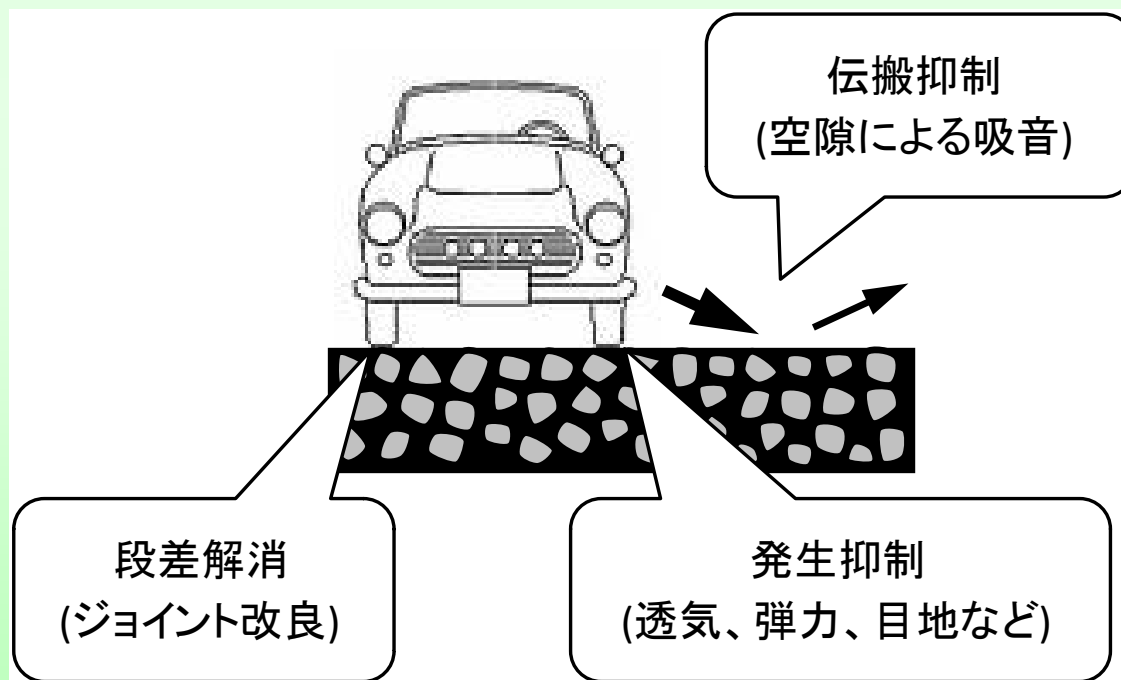
一般的な対策技術の例



2-4-2 道路交通騒音対策(3)

舗装における対策の例

- ・「タイヤ／路面騒音」の発生を抑制する対策
段差や目地の解消、ポーラスアスファルト舗装の適用など



2-4-2 道路交通騒音対策(4)

各騒音対策の効果の程度

沿道の状況や効果の程度などを勘案し、工法を選定

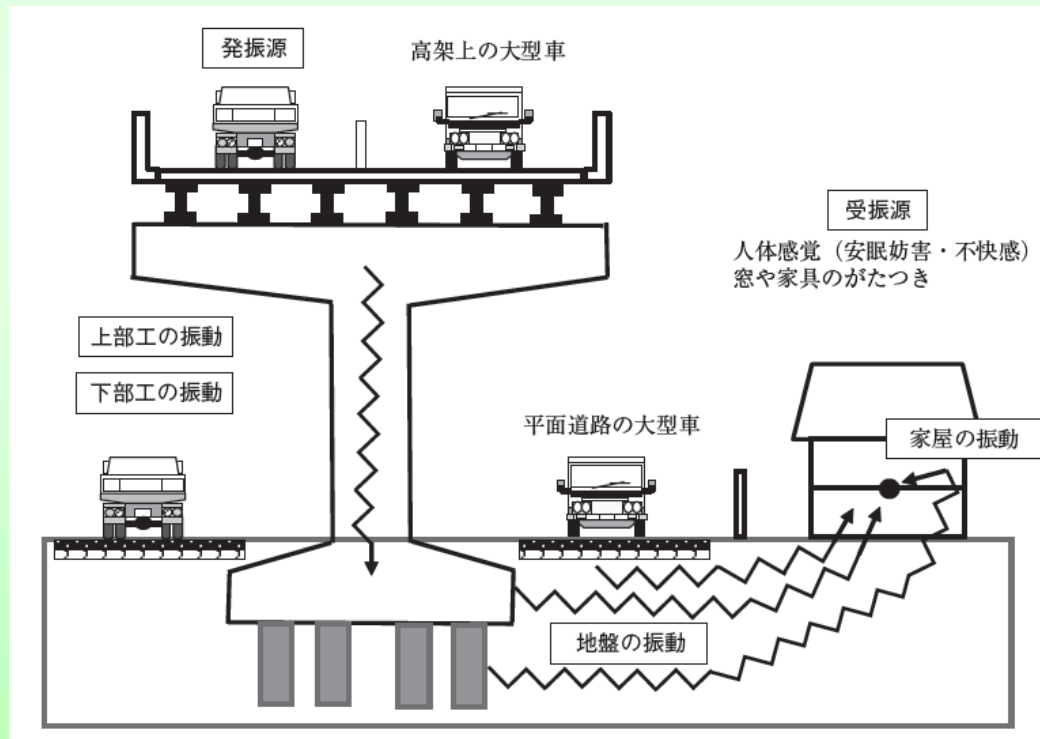
対策	内容	効果
騒音低減機能を有する舗装	主にタイヤ発生音を低減	約3dB
遮音壁	音の回折による低減	約10dB
環境施設帯	音の距離減衰による低減	5～10dB
高架裏面吸音板	高架道路からの反射音の低減	2～5dB (反射音の寄与の程度による)



2-4-3 道路交通振動対策(1)

道路交通振動とは

自動車の走行によって発生する振動



2-4-3 道路交通振動対策(2)

一般的な対策技術の例

対策の種類		対策の内容
交通車両 (発振源)	サスペンション	・サスペンション形式の変更 (従来の鋼製板バネ:リーフサスペンション→空気式:エアサスペンション)
	速度	・走行速度の低下(自動速度監視システムを苦情多発地点に重点配置)
	重量	・車両重量を軽くする(軸重違反車の徹底排除など)
	交通量	・大型車交通量の低減
伝搬経路	地盤改良	・軟弱地盤の安定処理, 置換等
	環境施設帯	・道路と民地の間に空間を設ける(距離減衰による振動低減効果)
	地中防振壁	・道路周辺の地盤に発泡スチロールやウレタンフォームで地中壁を施工 ※コンクリートパイルや地盤改良材による事例もある
	空溝	・道路周辺の地盤に空溝を施工
受振点	家屋の防振補強	・地盤～基礎・床組の強化(伝搬経路上の振動増幅箇所の解消)
	家屋への制振装置の設置	・建物に振動吸振器等の制振装置を付加(共振による水平方向の振動増幅を抑制)
	沿道整備	・沿道法の活用, 地域計画の見直し等により家屋を移転

2-4-3 道路交通振動対策(3)

高架橋における対策技術の例

対策の種類	対策の内容
ジョイントの近傍2m程度の段差補修	車両走行によって劣化するジョイントや、舗装の凹凸による段差を補修・取替等により解消するもの
ジョイント前後10m程度の緩やかな凹凸改善	伸縮装置周辺10m程度で、縦断が滑らかに変化するよう補修するもの
主桁連結ノージョイント化	隣り合う単純桁同士の主桁をつないで連続化し、併せて支承をゴム支承に交換し、同時に舗装を打ち換える
その他のノージョイント化	<ul style="list-style-type: none">・埋設型伸縮装置を用いた簡易連続舗装・床版連結工法によるノージョイント化
端横桁補強	箱桁の主桁間隔が非常に広い場合、端横桁の弾性沈下による伸縮装置の段差軽減、床版端部の剛性強化による振動軽減を目的としたもの
床版補強	床版の剛性強化による振動軽減を目的としたもので、RC床版の下面に鋼板を接着する等の工法がとられている
支承交換	鋼製支承をゴム支承に代えて、ゴムの衝撃吸収機能を利用して振動の軽減を図る



2-4-3 道路交通振動対策(4)

舗装における対策技術の例

- ・平坦性の向上
- ・施工ジョイント等の段差の解消
- ・振動低減型舗装の適用
 - シート挿入タイプ
 - 防振ゴムタイプ



2-4-4 大気汚染対策(1)

大気汚染とは

- ・「人間の経済・社会活動」や「火山の爆発などの自然現象」に伴い排出される汚染物質
- ・排出された汚染物質が強い日差しのもとで化学反応を起こし、別の汚染物質が生成されることも含まれる
→光化学スモッグ



2-4-4 大気汚染対策(2)

大気汚染の発生メカニズム

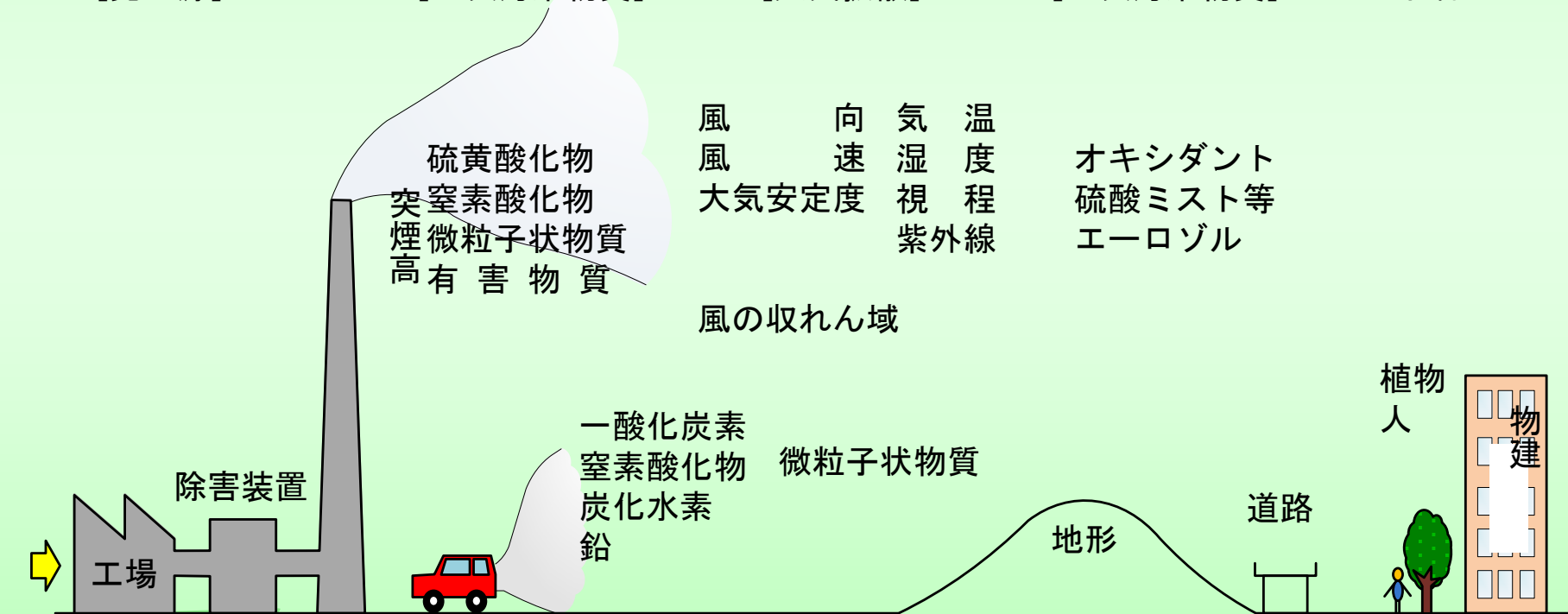
[発生源]

[一次汚染物質]

[大気拡散]

[二次汚染物質]

[影響]



2-4-4 大気汚染対策(3)

一般的な対策技術の例

- 良質燃料の使用
- 燃料の燃焼管理
- 除外装置(集塵装置や脱硫・脱硝装置)の設置
- 高煙突の設置による地上汚染濃度の低減
- 自動車単体の対策
- 交通需要マネジメントなどの施策による対策



2-4-4 大気汚染対策(4)

舗装における対策技術の例

- ・アスファルト混合物製造時の対策

製造温度低下技術(中温化技術、弱加熱技術)

常温製造技術

- ・施工時の対策

付着防止剤の変更



2-4-4 大気汚染対策(5)

評価方法

- 直接、大気汚染物質を測定する方法
※「環境基本法」および「大気汚染防止法」を参照
- 燃料消費量に各物質の大気汚染物質排出の原単位を乗じることで間接的に算定する方法
※「環境報告ガイドライン～持続可能な社会をめざして～(2007年版)」を参照



2-4-5 悪臭対策(1)

悪臭とは

- ・悪臭とは、嫌な「におい」、不快な「におい」の総称
- ・「騒音」や「大気汚染」などと並んで典型7公害の一つ
- ・悪臭防止法により、「特定悪臭物質の濃度」と「臭気指数」により規制



2-4-5 悪臭対策(2)

一般的な対策技術の例

- ・発生抑制

悪臭を発生させない材料の使用など

- ・消臭(脱臭)

消臭装置(燃焼、フィルター)の使用など

- ・マスキング

別のにおいにより、悪臭と感じさせなくする方法

→芳香剤が該当



2-4-5 悪臭対策(3)

舗装における対策技術の例

- ・アスファルト混合物製造時の対策
脱臭装置の使用
消臭剤の使用
- ・アスファルト混合物運搬・施工時の対策
付着防止剤の変更



2-4-5 悪臭対策(4)

評価方法

- ・機器測定法

機器を使用して特定悪臭物質を測定

- ・臭気官能試験法

人の嗅覚により、臭気の強さを測定

臭気指数 = $10 \times \log(\text{臭気濃度})$



この後の予定

- 10分間休憩
- 第Ⅲ章 環境要因と舗装技術
- 第Ⅳ章 環境要因と製造・施工技術
- 付録 環境に配慮した各種舗装の構築

