

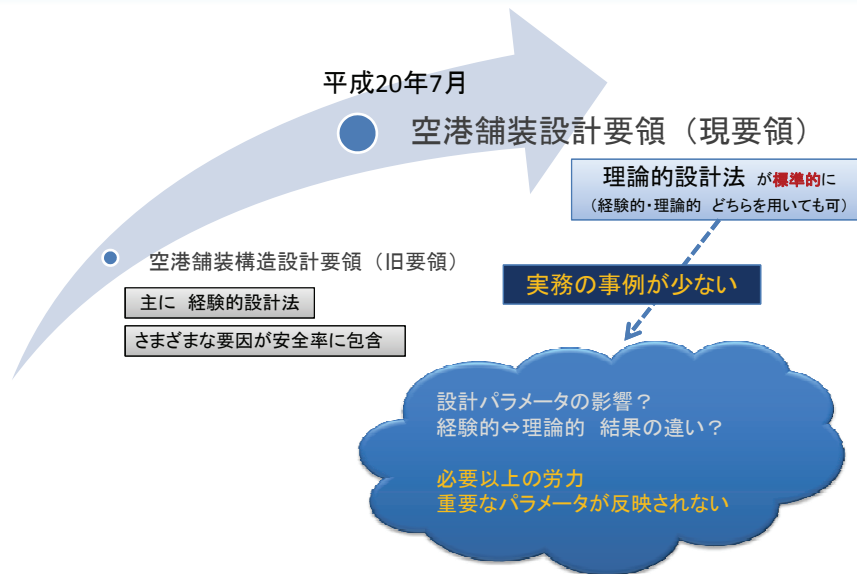
空港舗装における 理論的設計法パラメータの感度分析

空港研究部
空港研究部
空港研究部
空港研究部

高橋真一
坪川将丈
水上純一
齋藤 泰

1

背景・目的



2

報告内容

両 設計法の概要

アスファルト舗装

- アスファルトの物性値設定に関わる課題
- 設計パラメータの影響検討
- 経験的設計法 理論的設計法の比較

コンクリート舗装

- 設計パラメータの影響検討
- 経験的設計法 理論的設計法の比較

3

① 両 設計法の概要

4

経験的設計法

➤ 舗装厚の算定例

例えば

設計機種 B777 (LA-1)
 設計反復作用回数 20,000回
 路床の設計CBR 10%

➤ 基準舗装厚の表

CBR	設計反復作用回数				
	6,000	10,000	20,000	40,000	80,000
2	***	***	285	***	***
5	***	***	***	***	***
10	86	90	96cm	102	109
5	***	***	***	***	***
20以上	***	***	57	***	***

滑走路 端部 断面

滑走路 中間部 断面

c. 20,000回(12)

比較的容易に算定可能

5

理論的設計法

➤ 設計法の構成

構造解析

多層弾性解析
(GAMES)

ひずみ
(As下面・路床上面)

荷重支持性能の照査

疲労破壊曲線

疲労度

6

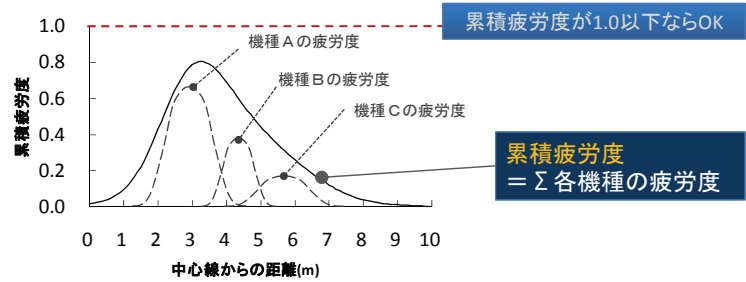
理論的設計法

➤ 疲労度の算出

疲労度とは

各航空機の走行回数 (供用期間)

(仮定した厚さの)舗装が破壊に至る走行回数



累積疲労度が1.0以下となる舗装を設計

7

② アスファルト舗装について

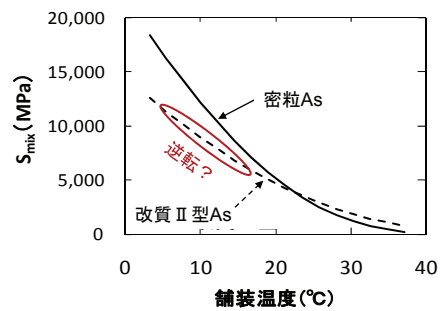
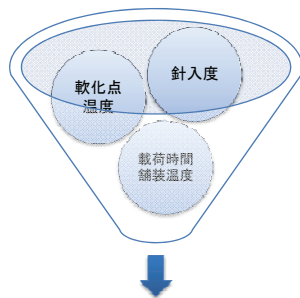
8

②-1 アスファルト混合物の物性

9

アスファルト混合物の変形係数

➤ 密粒As と 改質As の比較



アスファルトバインダの変形係数

アスファルト混合物の変形係数



アスファルト量
空隙率



新しい材料では、物性値の検討が必要

10

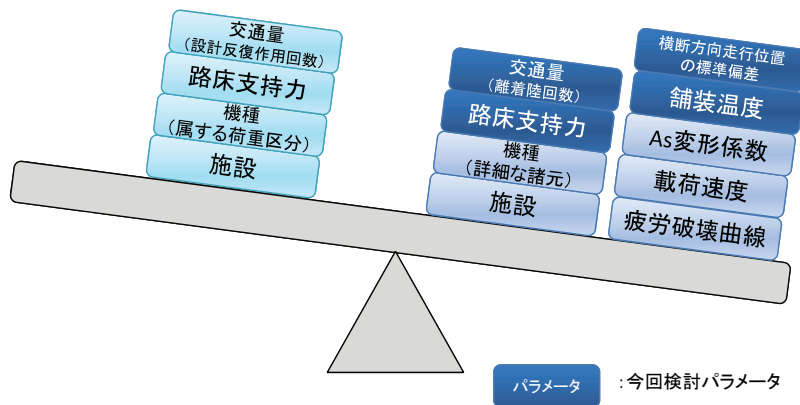
②-2 設計パラメータの影響検討

11

設計パラメータ（アスファルト舗装）

経験的設計法

理論的設計法



12

本検討の比較で使用了舗装厚

層構成	材料	施工舗装厚	換算舗装厚
表層	アスファルト	15cm	15cm
基層	アスファルト		
上層路盤	アスファルト安定処理材	10cm	20cm 必要 =10×“2.0”
下層路盤	碎石(粒状材)	40cm	40cm 必要 =40×“1.0”
		合計65cm =15+10+40	合計75cm =15+(10*2)+40

等価値
 粒状材に対し
 良質な材料を
 換算する係数

基準舗装厚も換算舗装厚で表記したもの

本検討では、換算舗装厚で比較を行った

13

交通条件

運航実績

交通量ごとに 機種構成比率をデフォルメ

荷重区分	LA-1		LA-12		LA-2	LA-3		LA-4
機種	B747-400D	B777-300D	A300-B4	B767-300	A320-200	B737-800	B737-500	DHC8-400
3,000	*		*			*		*
6,000	*		*		たとえば 10,000回	*		*
10,000	10		20			30		40
20,000	*		*			*		*
40,000	*		*			*		*
80,000	*		*			*		*

14

【パラメータ 1/4】 気温(気候)の影響

➤ 3地域の気温条件

那覇

気温 = 17 ~ 29 °C
 $S_{mix} = 200 \sim 2,600$ MPa

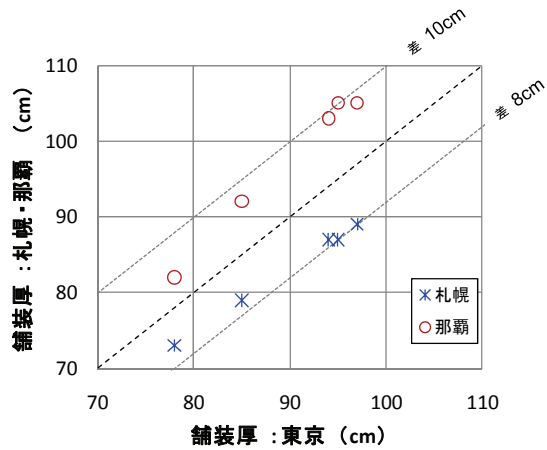
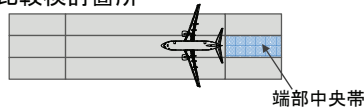
東京

気温 = 6 ~ 27 °C
 $S_{mix} = 400 \sim 9,000$ MPa

札幌

気温 = -3 ~ 22 °C
 $S_{mix} = 800 \sim 14,000$ MPa

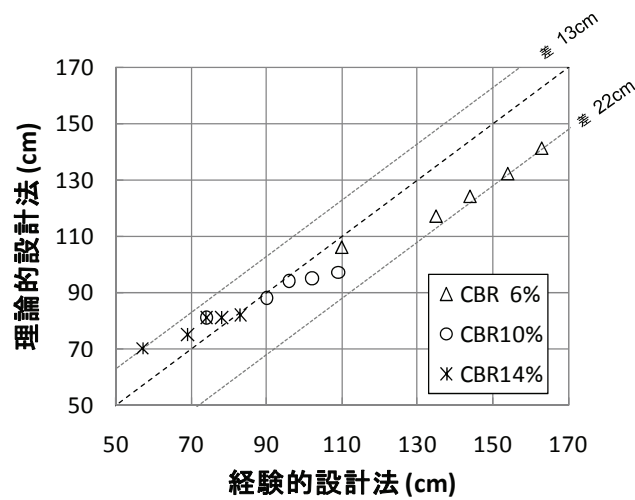
➤ 比較検討箇所



気温の影響は大きい

15

【パラメータ 2/4】 路床の支持力



CBR10% (舗装厚80cm付近) を中心として、経験的設計法との差が広がる傾向

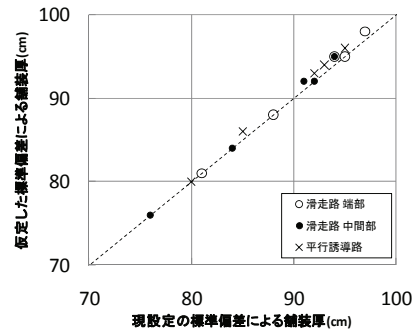
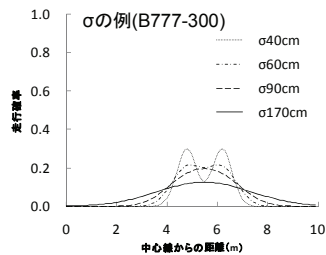
16

【パラメータ 3/4】 横断方向走行位置の標準偏差

➤ 現設定の σ と仮定の σ

横断方向走行位置の標準偏差 σ

施設名称		現設定		仮定値
		コード E・F	コード B~D	全機種
滑走路 中間部	離陸	0.9m	0.7m	0.6m
	着陸	1.7m	1.1m	0.8m
滑走路端部 誘導路		0.7m	0.6m	0.4m



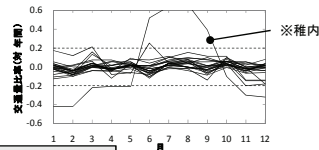
横断方向 σ の影響は少ない

17

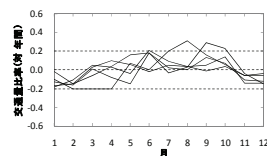
【パラメータ 4/4】 交通量の季節変動

➤ 交通量の変動状況

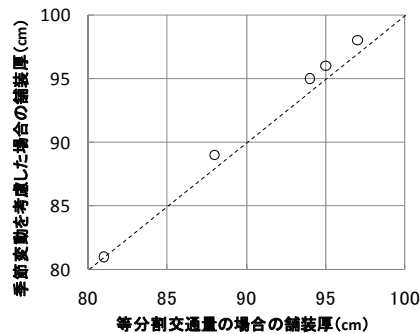
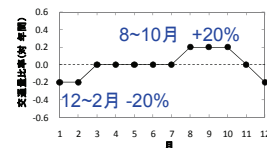
会社・国管理空港



特定地方管理空港



モデル化



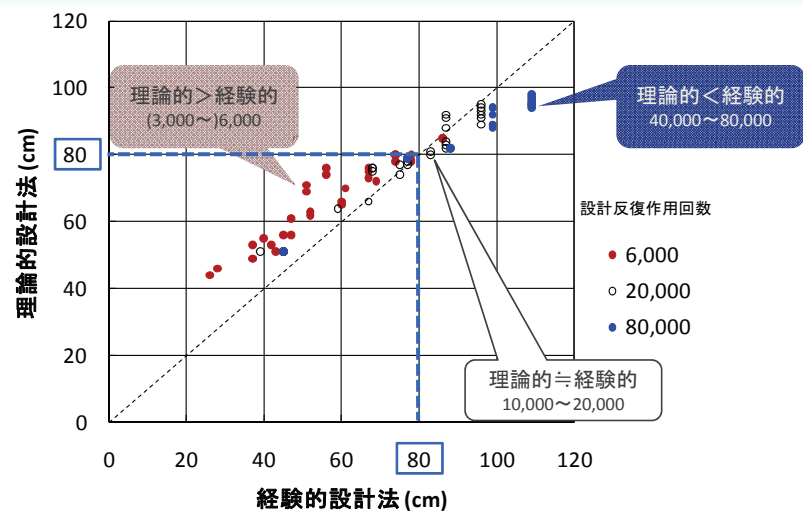
季節変動の影響は大きくない

18

②-3 経験的設計法 と 理論的設計法 の比較

19

経験的 と 理論的の比較



80cm付近において、理論=経験

交通量の少ない範囲では、理論 > 経験

20

まとめ (アスファルト舗装)

影響 大 パラメータ

気温(気候)

東京⇄札幌・那覇 : 4~10cm

路床の支持力

CBR ±4% : 11~44cm

影響 小 パラメータ

横断方向走行位置の標準偏差 σ

0~1cm程度

交通量の季節変動

換算舗装厚80cmで 理論 \approx 経験



理論 < 経験

理論 > 経験

(ストアス以外について)アスファルト混合物の変形係数の検討が必要

21

③ コンクリート舗装について

22

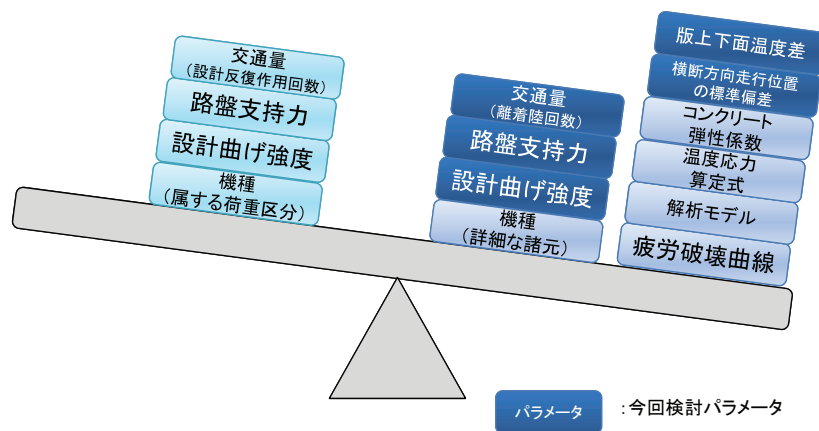
③-1 設計パラメータの影響検討

23

設計パラメータ（コンクリート舗装）

経験的設計法

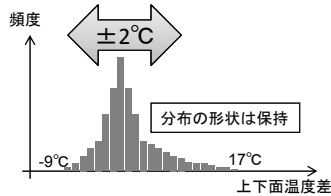
理論的設計法



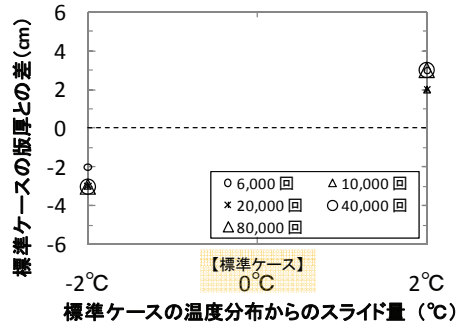
24

【パラメータ 1/5】 版の上下面温度差の影響

➤版上下面温度差の検討ケース



検討ケース	温度分布の範囲
-2°C	-11~15°C
標準ケース	-9~17°C
+2°C	-7~19°C



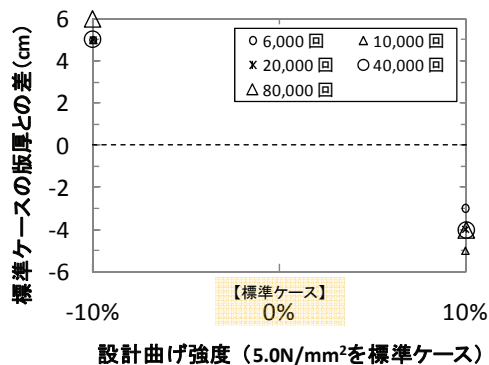
温度分布の変化の影響が $\pm 2^\circ\text{C}$ あたり3cmと大きい

25

【パラメータ 2/5】 設計曲げ強度の影響

➤設計曲げ強度の検討ケース

増減	設計曲げ強度
-10 %	4.5 N/mm ²
標準ケース	5.0 N/mm ²
+10 %	5.5 N/mm ²



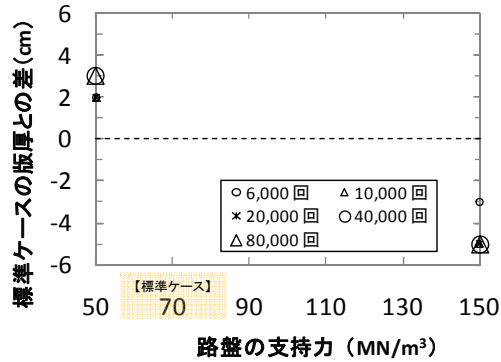
設計曲げ強度の影響は大きい

26

【パラメータ 3/5】 路盤の支持力

➤ 路盤の支持力の検討ケース

増減	路盤支持力
小	50 MN/m ³
標準ケース	70 MN/m ³
大	150 MN/m ³

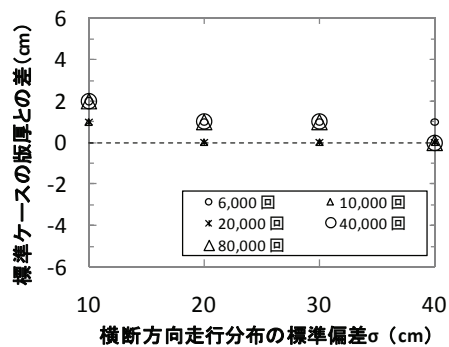
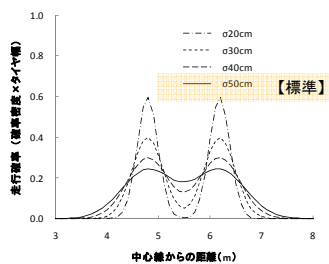


路盤の支持力による影響は3cm程度である

27

【パラメータ 4/5】 横断方向走行位置の標準偏差

➤ σ の検討ケース



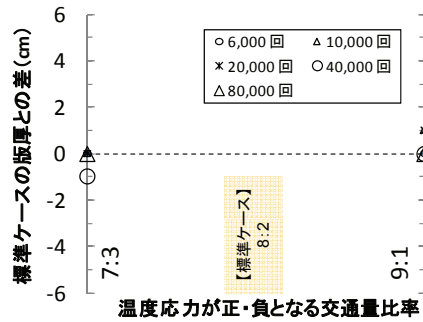
概ね0~1cmであり影響は少ない

28

【パラメータ 5/5】 昼夜の交通量比率

➤ 版上下面温度差の仮定

温度応力が正：10～25時 → 昼	7	9
温度応力が負：25～10時 → 夜	3	1



概ね0～1cmであり影響は少ない

29

③-2 経験的設計法 と 理論的設計法 の比較

30

