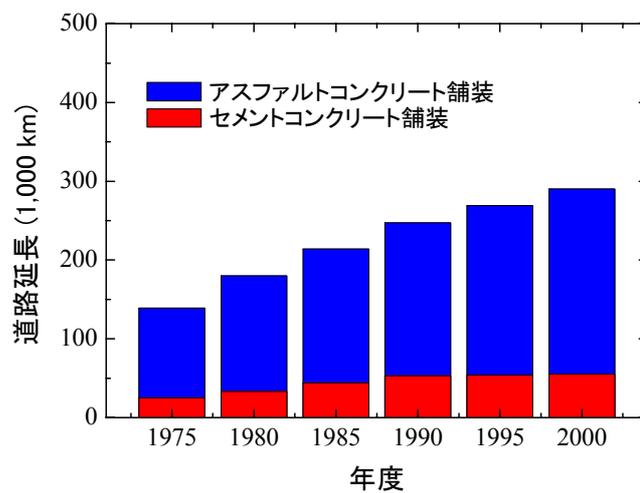


平成17年度 港湾空港技術講演会

空港コンクリート舗装の 設計・施工技術の合理化方策

国土技術政策総合研究所
空港研究部
坪川 将丈





コンクリート舗装

- ・メリット
耐荷性, 耐火性
- ・デメリット
目地・養生必要, 乗り心地
- ・エプロン, 滑走路端部

発表内容

空港コンクリート舗装に関する...

- ・高強度コンクリート舗装
- ・被膜養生剤による一貫養生
- ・目地間隔の拡大

高強度コンクリートの空港舗装 への適用性に関する検討

研究の背景, 目的

- ・航空機の大型化, 交通量の増大
- ・現行では設計基準曲げ強度 5.0N/mm^2 が標準
- ・高強度コンクリートの使用による版厚低減



- ・コンクリート配合試験, 室内強度試験
- ・試験施工—一般的な材料, 施工方法
- ・屋外におけるコンクリート版挙動の観測

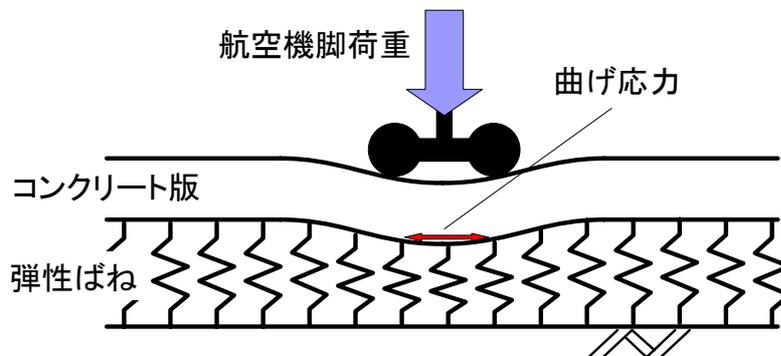


版厚の低減によるコスト削減

空港コンクリート舗装構造設計法

・荷重応力

Westergaardの中央部載荷公式により
航空機荷重によるコンクリート下面の曲げ応力を算定

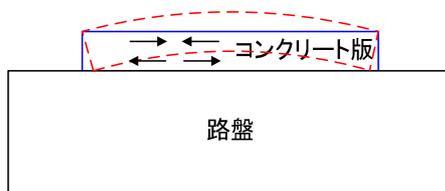


空港コンクリート舗装構造設計法

・荷重以外の応力(温度応力等)

安全率により考慮

曲げ拘束応力



設計反復作用 回数の区分	安全率
M	1.7
N	2.0
O	2.2

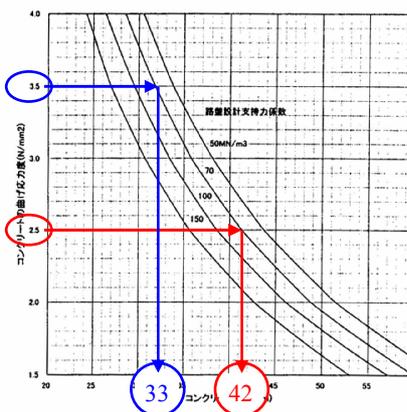
実線—実際の変形

破線—拘束を受けない場合の変形

空港コンクリート舗装構造設計法

・版厚設計

コンクリート曲げ強度 ÷ 安全率



付図-12.3 コンクリート版厚設計曲線 (B-747-400)

着目点

- ・配合選定
ミニフィニッシャーを用いた施工性試験,
曲げ強度試験
- ・施工の可否
試験施工
- ・短期的, 長期的な版の挙動
試験舗装の長期観測
FWD試験, ひび割れ観察

配合選定

- ・普通ポルトランドセメント
- ・水セメント比: 27~40%
- ・粗骨材最大粒径: 40mm
- ・曲げ強度: 7~9N/mm²

振動ワーカビリティ試験

- ・練り落とし後, 90分静置したコンクリートに振動を与えた際のモルタル分の厚さを測定



ミニフィニッシャによる試験状況

- ・練り落とし後,
30分間—ビニールで覆う(運搬を想定)
60分間—日射+風(仕上げ遅れを想定)



検討した高強度コンクリートの特徴

- ・粘性が非常に高い
単位水量115～125kg/m³では仕上げ困難
- ・スランプ/空気量を保持していても, 仕上げ困難
表面の乾燥, 硬化

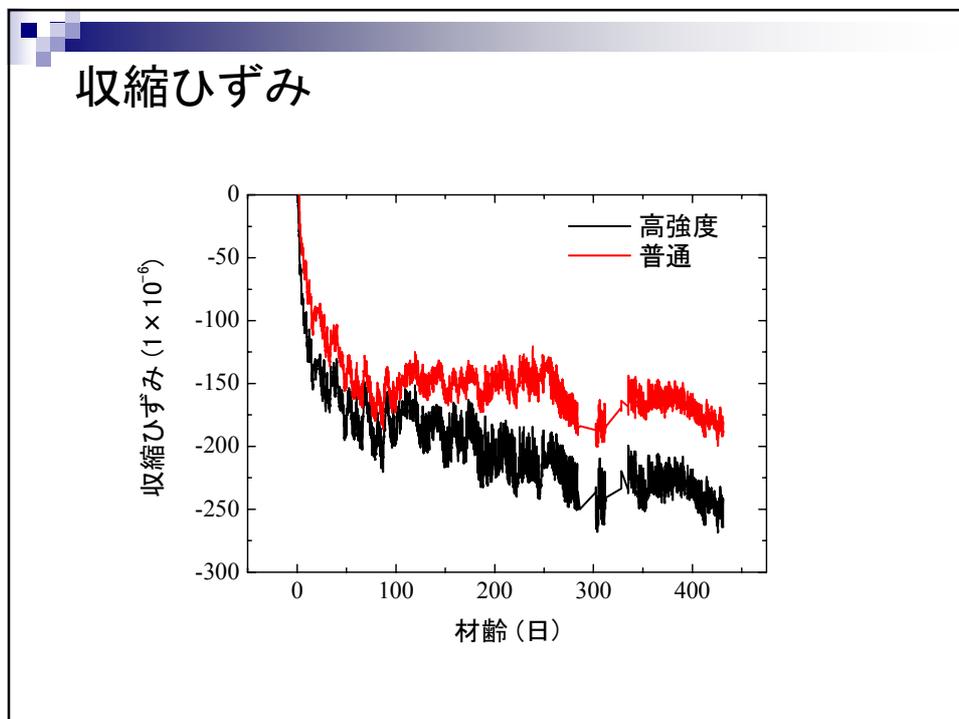
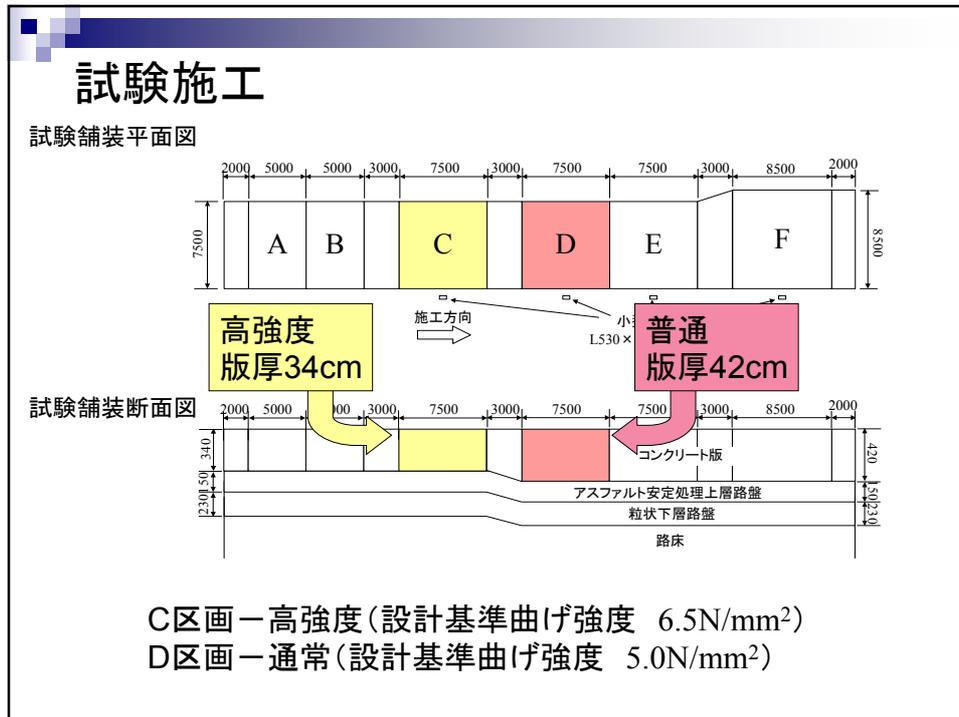
コンクリート配合, 曲げ強度試験

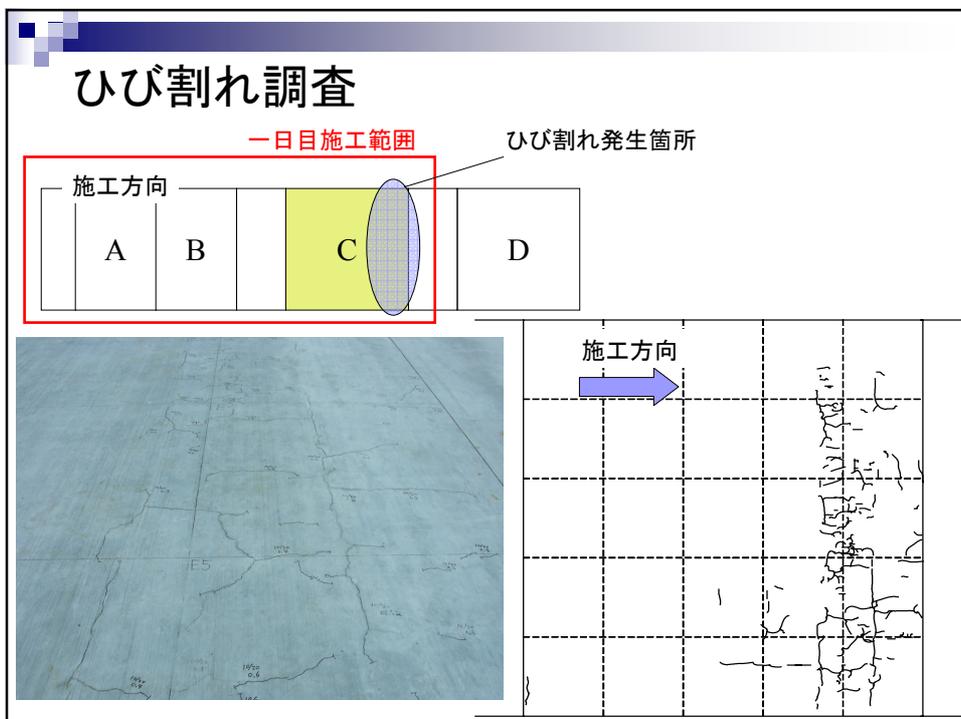
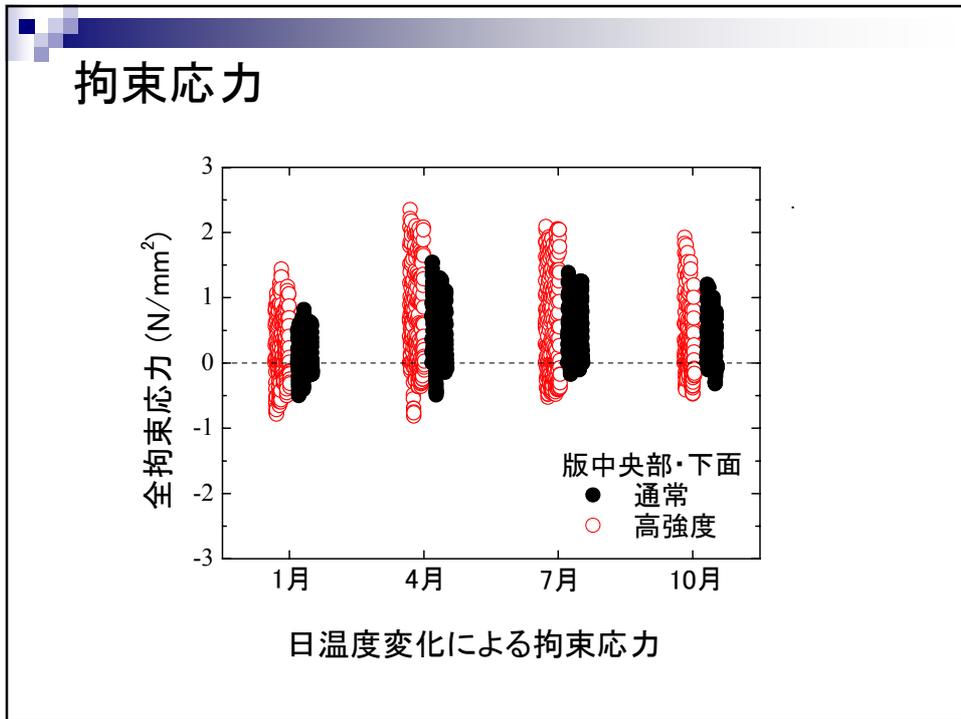
コンクリート配合

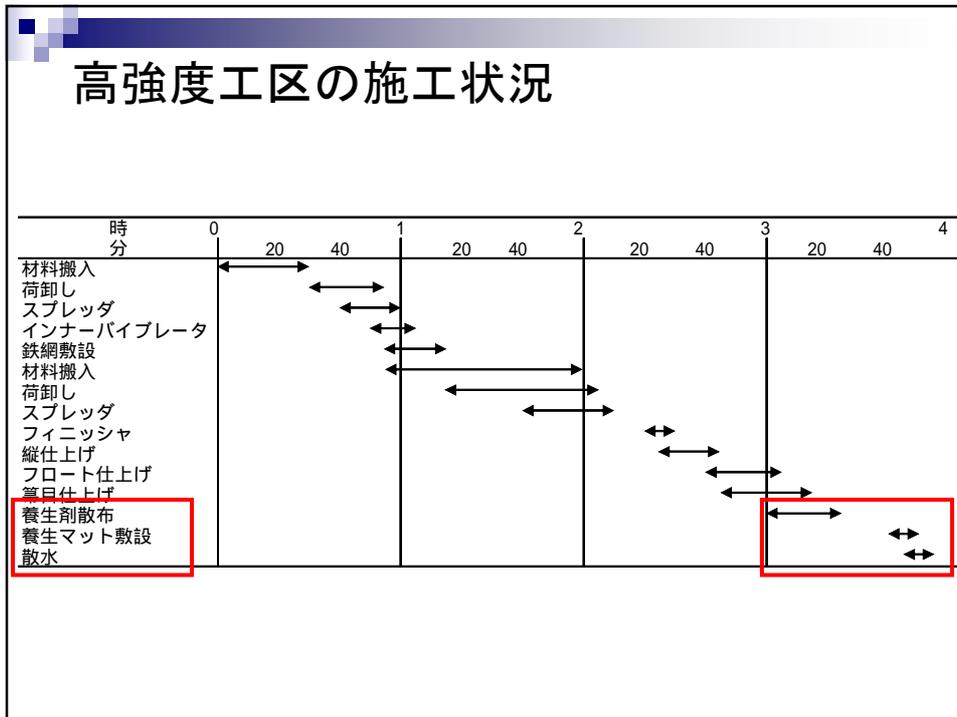
種類	W/C (%)	V _G (m ³ /m ³)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)				凝結遅延剤 (%、C×)	高性能AE減水剤 (%、C×)	空気量調整剤 (A)	AE減水剤 (%、C×)
				W	C	S	G				
高強度	30	0.70	35.5	135	450	627	1176	0.3	1.0	5A	—
普通	40	0.72	36.6	138	345	676	1208	—	—	4A	1.0

曲げ強度試験結果

種類	スランプ (cm)	空気量 (%)	曲げ強度 (N/mm ²)	
			7日	28日
高強度	8.5	4.8	6.80	7.40
普通	5.5	4.4	5.19	5.79







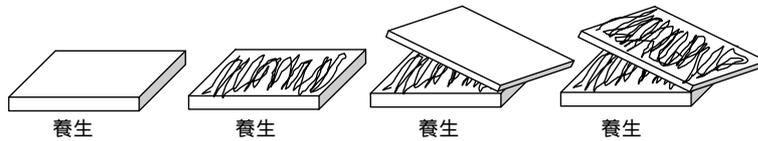
ひび割れ調査

測定位置	ひび割れ深さ (mm)		ひび割れ幅 最大値 (mm)
	コア	超音波による推定	
1	73	20	0.4
2	114	—	0.6
3	105	57	0.9
4	119	50	0.9
5	125	37	1.4
6	108	45	1.1
7	131	57	1.5
8	109	45	1.1
9	48	15	0.6

番号	FWD 最大たわみ (mm)
1	0.292
3	0.261
8	0.240
8'	0.240
9	0.224
9'	0.209

8', 9': 健全部

モルタル供試体によるひび割れ原因調査



モルタル供試体によるひび割れ原因調査

養生方法	高強度	普通
養生なし	○	○
養生剤散布のみ	ひび割れ発生	○
養生剤散布+乾燥マット	ひび割れ発生	○
養生剤散布+湿潤マット	○	○

被膜養生剤を用いた 一貫養生の空港コンクリート舗装 への適用性

研究の背景, 目的

- ・現行

初期養生	希釈養生剤の散布
後期養生	養生マットによる被覆
	散水養生
- ・問題点 航空機のブラストによるマットの飛散
所定の期間, 散水が必要



- ・養生剤に関する室内試験
- ・試験施工ー散水養生(標準), 一貫養生
- ・コンクリート版の挙動観測
- ・コンクリート強度試験, FWD試験



養生方法の省力化によるコスト削減

着目点

- ・養生剤の効果の把握
水分損失量試験,
コンクリート収縮量測定, 曲げ強度試験
- ・短期的, 長期的な版の挙動
試験舗装の長期観測
曲げ強度試験

室内試験

- ・養生方法を変えて曲げ強度試験, 収縮量測定

	供試体	養生剤塗布量 (g/m ²)	養生温度 ()	備考
	気中	0	20	気中放置
散水養生	散水	60 (初期養生)		希釈養生剤塗布, 材齢14日まで散水
一貫養生	A	200		養生剤塗布, 気中放置
	B	200		養生剤塗布, 気中放置
	C	200		養生剤塗布, 気中放置
	D	200		養生剤塗布, 気中放置
	B-140	140		養生剤塗布, 気中放置
	B-60	60		養生剤塗布, 気中放置

室内試験

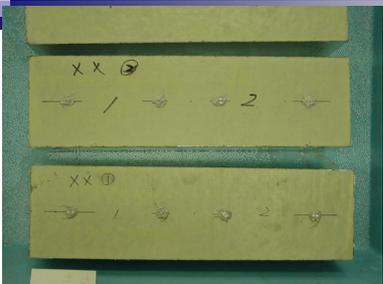
気温20°Cで養生を行い、
供試体の収縮量、曲げ強度を測定



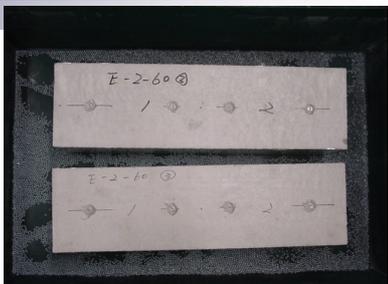
養生剤塗布



アルミテープによる被覆



養生剤A



養生剤B

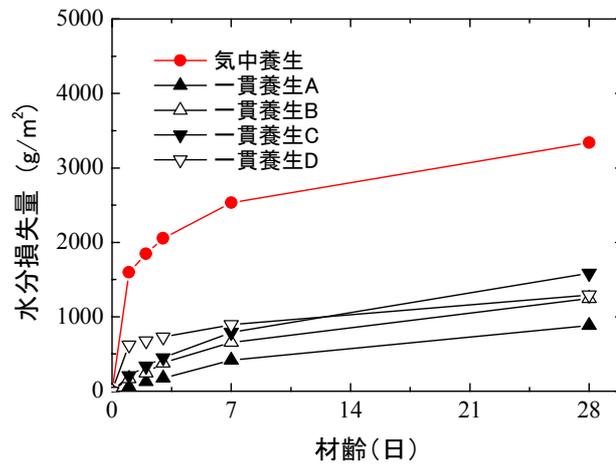


養生剤C

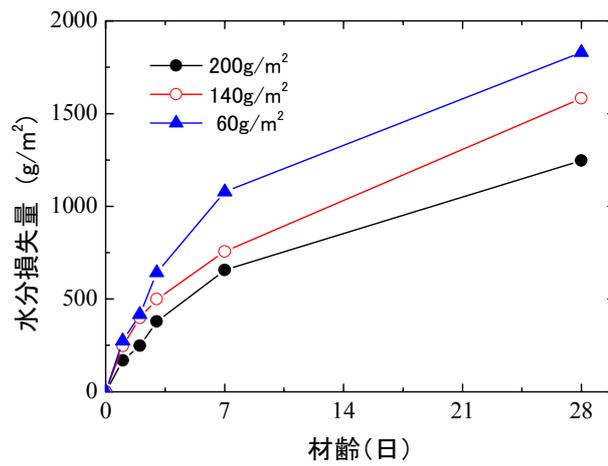


養生剤D

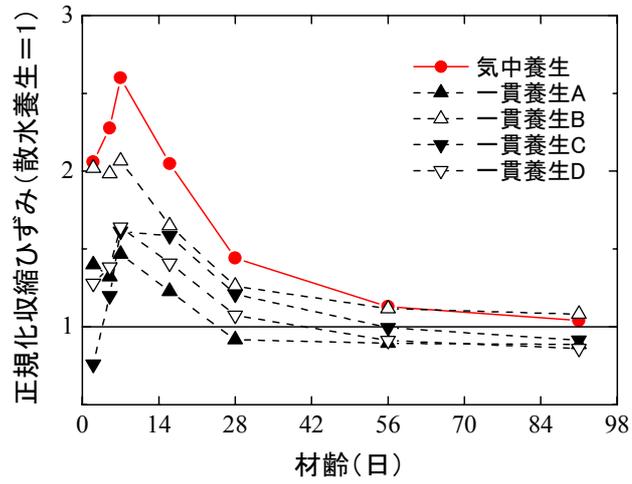
水分損失量－養生方法



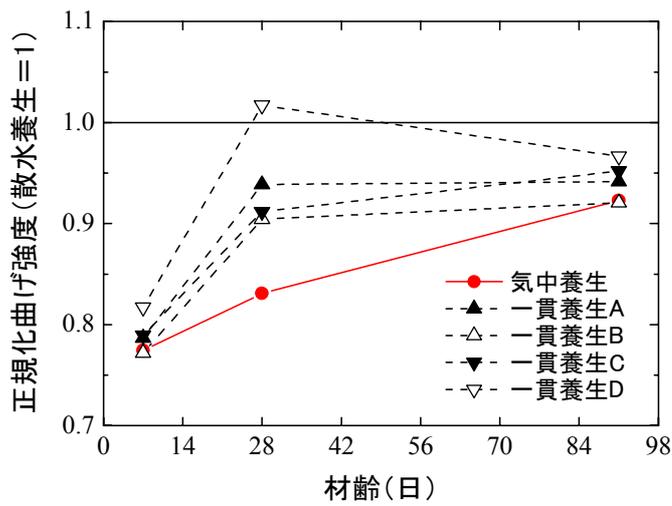
水分損失量－塗布濃度

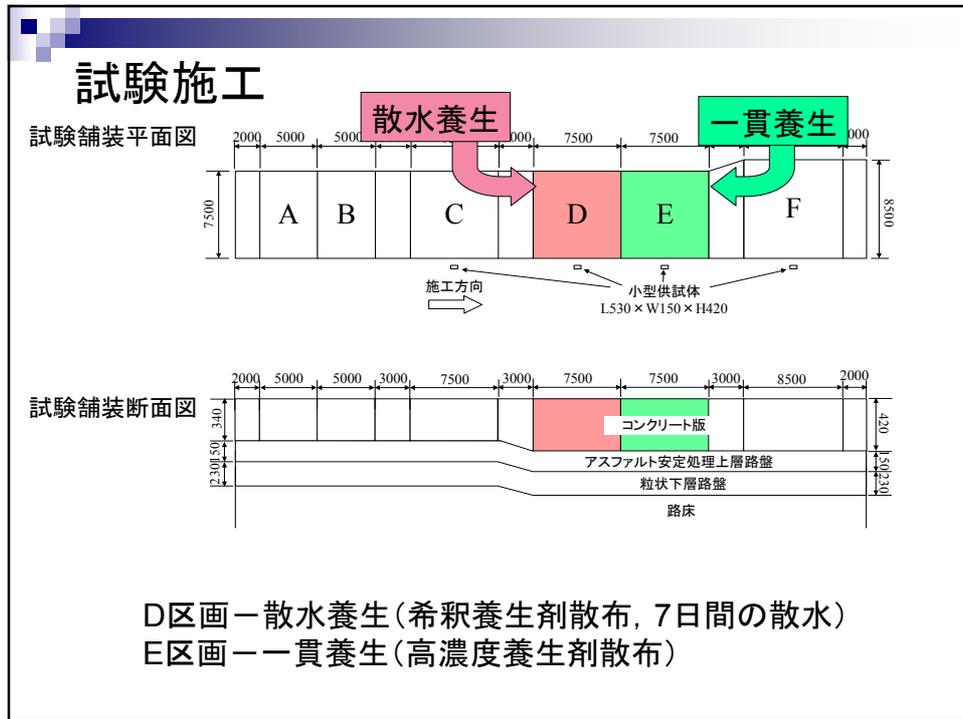


乾燥収縮量



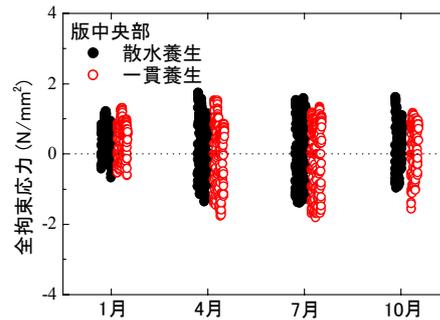
曲げ強度





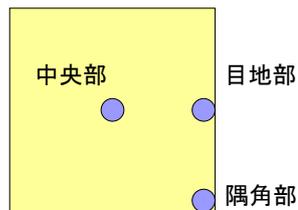
拘束応力

試験舗装埋設のひずみゲージによる長期観測結果



日温度変化による拘束応力

FWDによる構造評価



区画	载荷位置	FWD最大たわみ (mm)
散水養生	中央部	0.176
	目地部	0.231
	隅角部	0.422
一貫養生	中央部	0.174
	目地部	0.230
	隅角部	0.443

コンクリートの曲げ強度

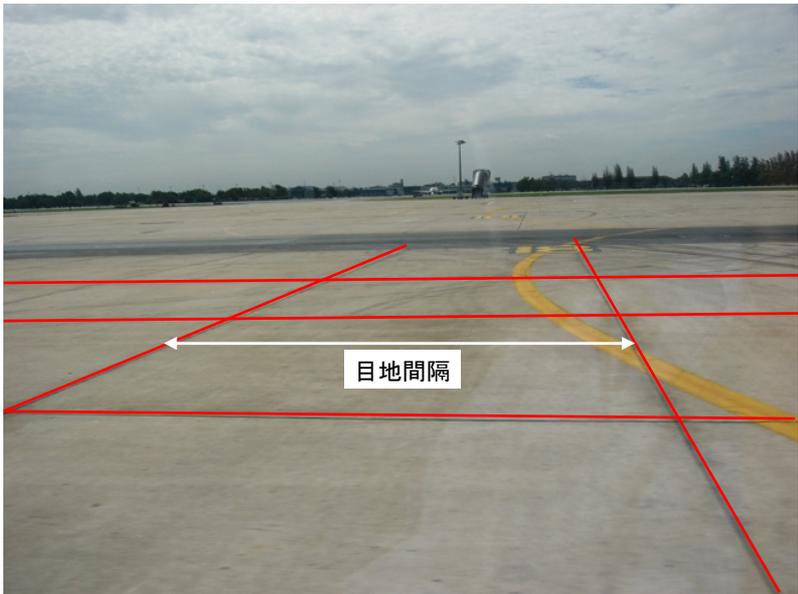
試験舗装から採取した供試体により
曲げ強度試験を実施

区画	採取位置	曲げ強度 (N/mm ²)	
		平均	全平均
散水養生	上	5.96	6.69
	中	7.13	
	下	6.99	
一貫養生	上	6.40	7.16
	中	7.52	
	下	7.57	

まとめ

- ①拘束応力
養生方法の違いによる影響は小さい
- ②コンクリート版の強度
長期的には十分な強度
- ③構造設計法
目地間隔, 版厚設計法は
現行のものを適用可能

空港コンクリート舗装の目地間隔の拡大に関する検討





研究の背景

- ・現行基準—最大7.5m
施工機械幅, 経験から決定
- ・建設機械—現在は7.5m以上でも施工可能



- ・試験施工—目地間隔7.5m(標準最大), 8.5m
- ・コンクリート版の挙動観測
- ・FEM解析によるコンクリート版応力の算定



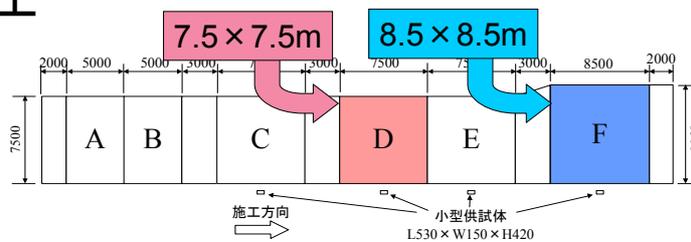
維持補修コストの削減, 乗り心地の向上

着目点

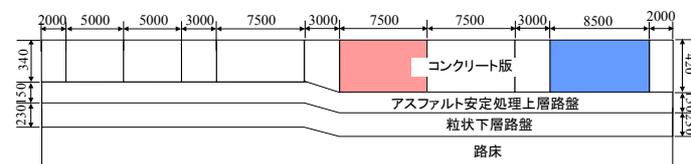
- ・短期的, 長期的な版の挙動
試験舗装の長期観測
- ・最大目地間隔
FEMによる構造解析

試験施工

試験舗装平面図

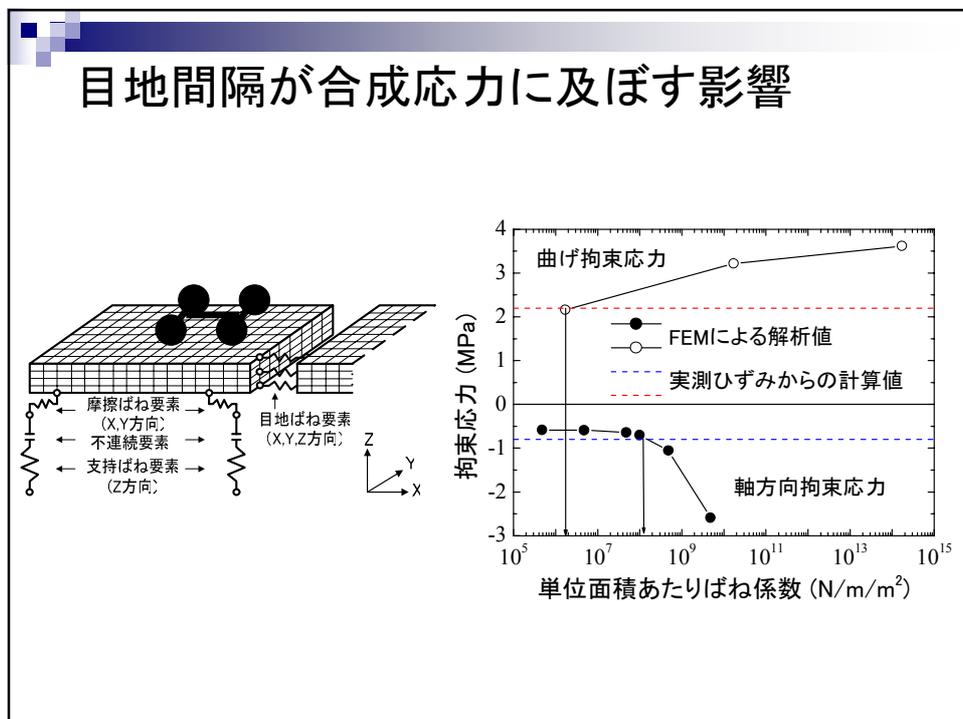
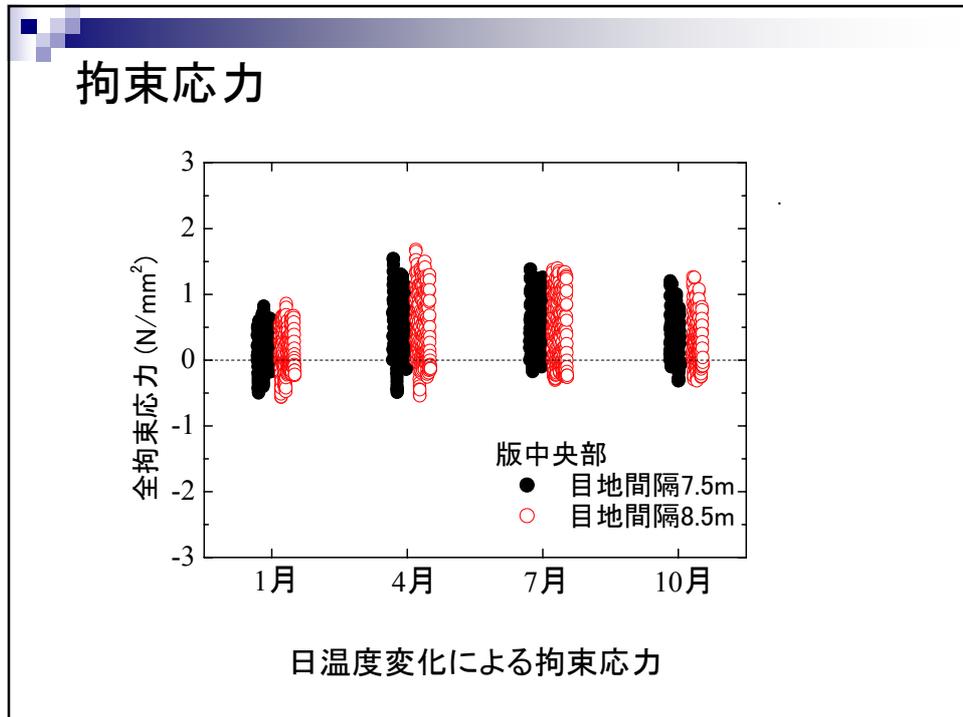


試験舗装断面図

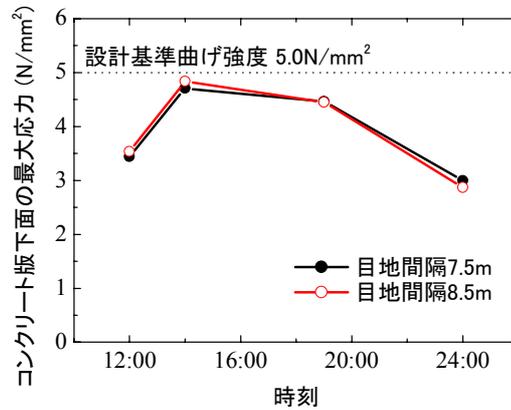


設計条件

設計航空機荷重 LA-1
設計カバレッジ 20,000回
D区画一目地間隔 7.5m
F区画一目地間隔 8.5m



目地間隔が合成応力に及ぼす影響

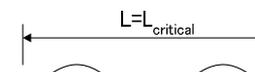
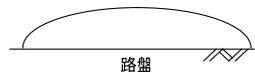
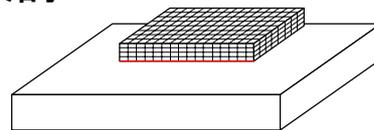
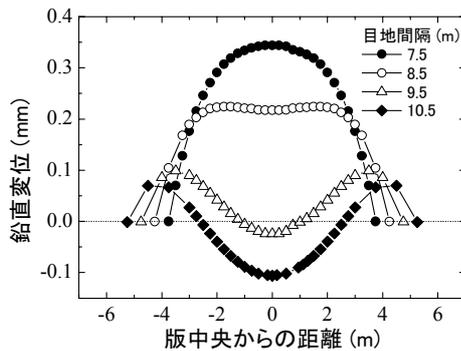


目地間隔1mの延長が合成応力に与える影響は小さい。



目地間隔8.5mの場合でも版厚設計法は従来のものを適用可能。

最大目地間隔に関する検討



・目地間隔が8.5m以上では、自重の影響でコンクリート版中央部が路盤に接する。



8.5m程度が限界スラブ長であると考えられる。



まとめ

- ①拘束応力
目地間隔1m延長による影響は小さい
- ②航空機荷重と温度変化による合成応力
目地間隔の違いによる影響は小さい
版厚設計法としては現行の設計法を適用可能
- ③最大目地間隔
8.5mよりも長くなると、コンクリート版に
過大な応力が発生する恐れ

結論

- ①高強度コンクリートの適用性
通常の方法, 施工方法
養生に留意する必要
版厚の低減によるコスト削減
- ②一貫養生の適用性
養生方法の省力化によるコスト削減
- ③目地間隔の拡大
目地延長の削減による
維持補修費の削減, 乗り心地の向上