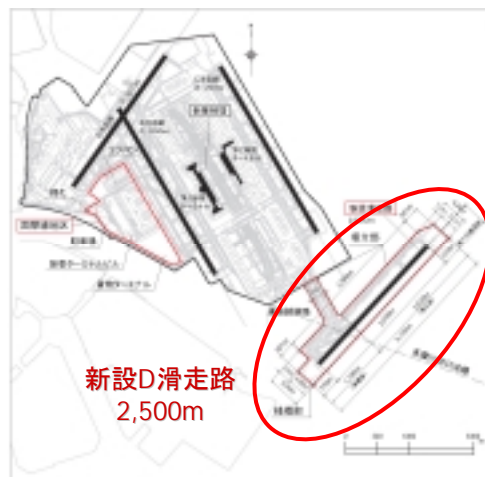


東京国際空港D滑走路の舗装構造 に関する室内試験

著者:江崎○, 八谷, 坪川, 水上
野口(関東地整)

背景

東京国際空港再拡張事業(D滑走路新設)



現在の処理能力
28.5万回/年

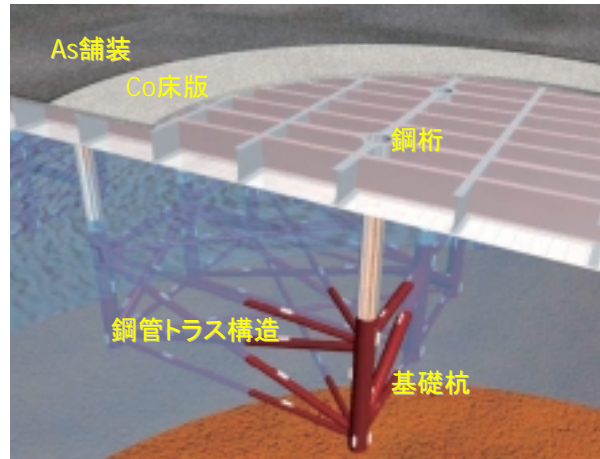


D滑走路供用後
40.7万回/年

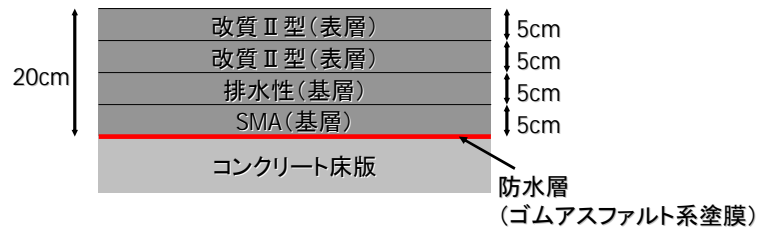
新空港島建設工法
埋立・棧橋併用

羽田空港平面図

栈橋構造(ジャケット構造)



舗装構成



- 改質Ⅱ型アスファルト混合物
動的安定度(DS):2,500回/mm以上 ※要求水準
- 排水性アスファルト混合物
空隙率:20%程度
- 碎石マッシュアスファルト混合物(SMA)
透水係数: 1.0×10^{-7} cm/秒以下

目的

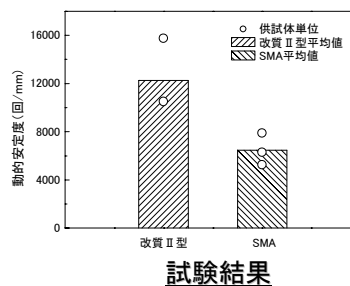
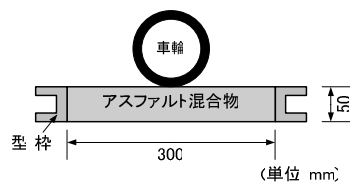
海上空港建設における 新構造(Co床版上As舗装)の課題の整理と解決

検討項目

1. アスファルト混合物の力学的挙動の把握
ホイールトラッキング試験(耐流動性)
水浸ホイールトラッキング試験(剥離抵抗性)
2. Co床版とAs舗装層間の防水性及び付着性の検討
特殊ホイールトラッキング試験
特殊水浸ホイールトラッキング試験
3. アスファルト混合物の疲労耐久性の検討
曲げ疲労試験(圧裂試験⇒Mr試験⇒3D-FEM)

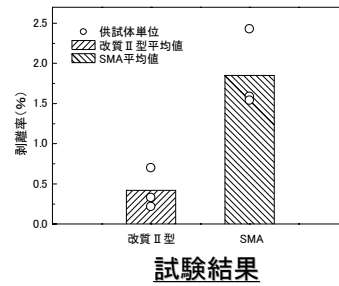
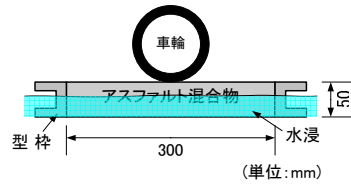
1. アスファルト混合物の力学的挙動の把握

- ホイールトラッキング試験
試験条件(舗装試験法便覧)
混合物:改質II型・SMA
試験個数:3ヶ/条件
項目:動的安定度(DS)回/mm



1. アスファルト混合物の力学的挙動の把握

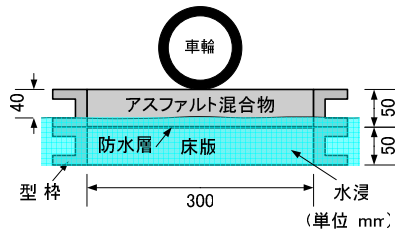
- 水浸ホイールトラッキング試験
試験条件(舗装試験法便覧)
混合物:改質II型・SMA
試験個数:3ヶ/条件
項目:剥離率(%)



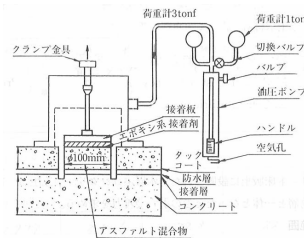
試験結果

2. Co床版とAs舗装層間の防水性及び付着性の検討

- 特殊WT試験・特殊水浸WT試験
混合物:改質II型・SMA
試験個数:3ヶ/条件
走行回数:20,000回, 試験温度:40°C
項目:縦横断形状測定(0, 2,000, 4,000, 20,000回)
付着強度試験(0, 2,000, 4,000, 20,000回)



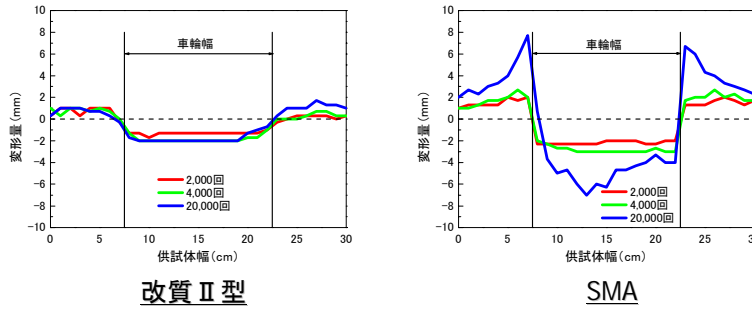
特殊(水浸)WT試験



付着強度試験

試験結果(特殊WT試験)

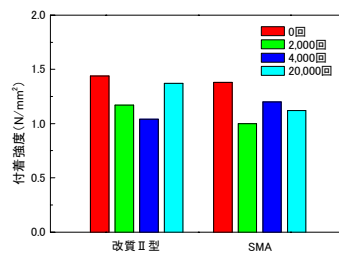
横断形状測定結果



走行回数2,000回, 4,000回までは, 改質II型・SMAも同様の傾向を示しているが, 20,000回になるとSMAは変形が促進されている。

試験結果(特殊WT試験)

付着強度試験結果

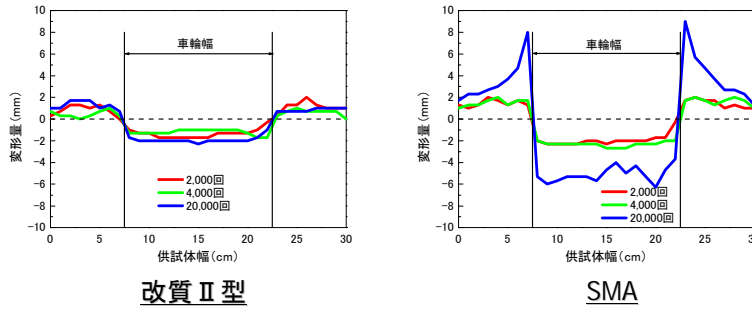


道路橋鉄筋コンクリート床版防水層
設計・施工資料(日本道路協会) : 0.59N/mm²(試験温度20°C)

試験結果 > 設計・施工資料

試験結果(特殊水浸WT試験)

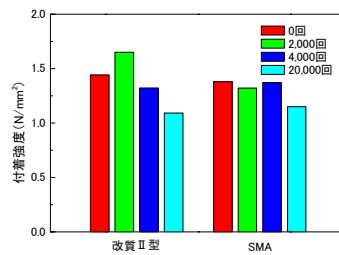
横断形状測定結果



走行回数2,000回, 4,000回までは, 改質II型・SMAも同様の傾向を示しているが, 20,000回になるとSMAは変形が促進されている。

試験結果(特殊水浸WT試験)

付着強度試験結果

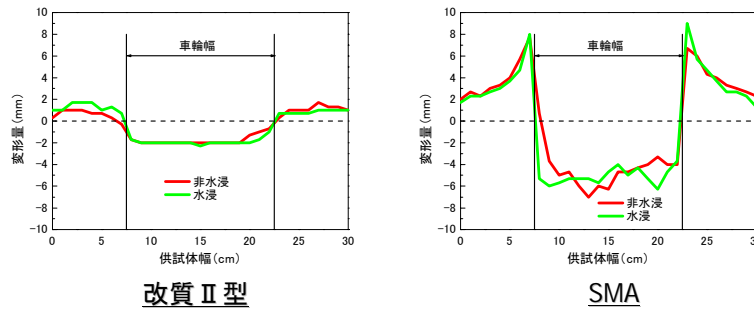


道路橋鉄筋コンクリート床版防水層 : 0.59N/mm²(試験温度20℃)
設計・施工資料(日本道路協会)

試験結果 > 設計・施工資料

試験結果(水浸条件の比較)

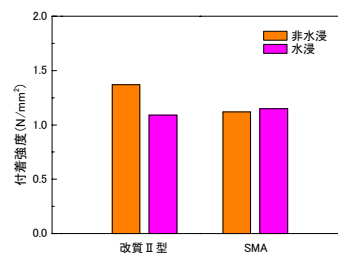
横断形状測定結果(20,000回)



水浸させることにより, 変形量が大きくなる傾向はみられない

試験結果(水浸条件の比較)

付着強度試験結果(20,000回)



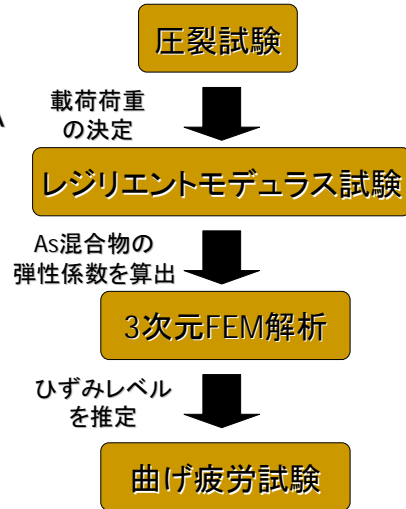
水浸条件が, 付着強度に及ぼす影響はさほど大きくない

3. アスファルト混合物の疲労耐久性の検討

『曲げ疲労試験』

混合物: 改質Ⅱ型・排水性・SMA
温度条件: -5°C・20°C
対象施設: 滑走路・誘導路

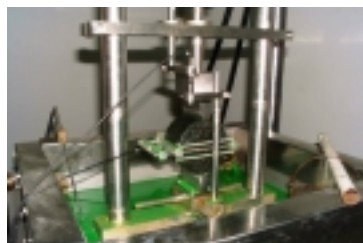
圧裂試験(舗装試験法便覧)
レジリエントモデュラス試験
(舗装試験法便覧別冊)



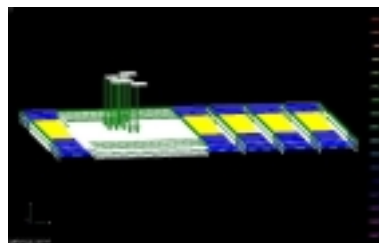
供試体作製(圧裂・Mr試験)



圧裂試験状況



レジリエントモデュラス試験状況



3次元FEM解析

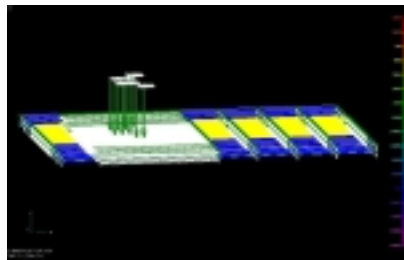
圧裂試験結果

混合物の種類	試験温度 (°C)	供試体寸法 (mm)		最大荷重 (kN)	圧裂強度 (N/mm ²)
		直径	厚さ		
改質型	-5	99.95	63.36	32.52	3.27
	20	99.91	63.41	20.93	2.10
排水性	-5	99.75	63.46	25.65	2.58
	20	99.79	63.54	10.28	1.03
SMA	-5	99.90	63.67	33.36	3.34
	20	99.81	63.72	15.44	1.55

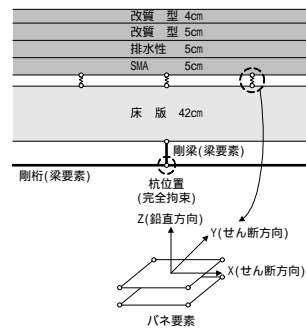
レジリエントモデュラス試験結果

種類	周波数 (Hz)	温度 (°C)	厚さ (mm)	載荷荷重 (N)	全復元変位 (mm)		ポアソン比	Mr (MPa)
					垂直方向	水平方向		
改質型	2	-5	63.4	3,485	0.01400	0.00092	0.028	18,958
		20	63.4	2,550	0.01567	0.00408	0.736	9,801
	10	-5	63.4	2,567	0.02283	0.00550	0.831	7,202
		20	63.4	2,686	0.02417	0.01950	2.693	6,488
排水性	2	-5	63.5	2,312	0.02950	0.00113	-0.031	6,677
		20	63.5	1,105	0.02450	0.00550	0.629	2,718
	10	-5	63.5	2,635	0.02683	0.00098	-0.13	5,665
		20	63.5	2,346	0.03467	0.00399	0.261	4,587
SMA	2	-5	63.7	3,298	0.02050	0.00096	-0.063	11,639
		20	63.7	1,938	0.02792	0.00525	0.455	4,244
	10	-5	63.7	2,703	0.02308	0.00103	-0.078	7,586
		20	63.7	2,516	0.02092	0.00283	0.219	7,204

3次元FEM解析



ジャケット1基分(63m × 45m)



モデル断面図

力学特性値

アスファルト混合物

検討対象	アスコン温度	弾性係数 (MPa)			ポアソン比	単位体積重量 (kN/m ³)	線膨張係数 (1/°C)
		改質型	排水性	SMA			
滑走路 (10Hz)	-5	7,000	5,500	7,500	0.35	22.5	3.0 × 10 ⁻⁵
	20	6,500	4,500	7,000			
誘導路 (2Hz)	-5	19,000	6,500	11,500	0.35	22.5	3.0 × 10 ⁻⁵
	20	10,000	2,700	4,200			

コンクリート床版

弾性係数 (MPa)	ポアソン比	単位体積重量 (kN/m ³)	線膨張係数 (1/°C)
28,000	0.2	24.5	1.0 × 10 ⁻⁵

鋼桁層

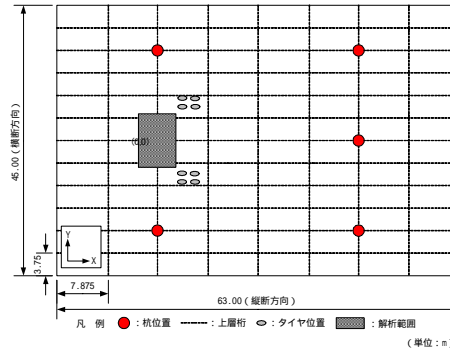
弾性係数 (MPa)	ポアソン比
28,000	0.2

3次元FEM解析

載荷条件

対象航空機	接地長 (cm)	接地幅 (cm)	接地圧 (N/mm ²)
A380-800	45.99	31.66	1.28
B747-400D	45.83	31.55	1.14
B777-200ER	46.99	32.35	1.50
B767-300	44.76	30.83	1.21

載荷位置及び脚配置による解析結果出力範囲例(A380-800型機)



※空港舗装構造設計要領参考

3次元FEM解析結果

滑走路対象 (-5)

(単位: μ)

対象航空機	載荷位置	解析結果			
		改質型	排水性	SMA	
		-5	発生面	-5	発生面
A380-800	(0, 0)	244	上面	189	139
B747-400D	(0, 0)	201	上面	122	93
B777-200ER	(0, 0)	183	上面	130	102
B767-300	(0, 0)	146	上面	104	84

滑走路対象 (20)

(単位: μ)

対象航空機	載荷位置	解析結果			
		改質型	排水性	SMA	
		20	発生面	20	20
A380-800	(0, 0)	228	上面	182	120
B747-400D	(0, 0)	172	上面	130	118
B777-200ER	(0, 0)	159	上面	133	143
B767-300	(0, 0)	128	上面	100	99

最大引張ひずみ

(単位: μ)

対象施設	試験温度	改質型	排水性	SMA
滑走路	-5	244	189	139
	20	228	182	143
誘導路	-5	165	99	66
	20	198	185	191

誘導路対象 (-5)

(単位: μ)

対象航空機	載荷位置	解析結果			
		改質型	排水性	SMA	
		-5	発生面	-5	発生面
A380-800	(0, 0)	165	上面	99	58
B747-400D	(0, 0)	143	上面	69	49
B777-200ER	(0, 0)	125	上面	78	66
B767-300	(0, 0)	102	上面	64	48

誘導路対象 (20)

(単位: μ)

対象航空機	載荷位置	解析結果			
		改質型	排水性	SMA	
		20	発生面	20	20
A380-800	(0, 0)	198	上面	185	151
B747-400D	(0, 0)	146	上面	144	146
B777-200ER	(0, 0)	134	上面	173	191
B767-300	(0, 0)	111	上面	122	126

曲げ疲労試験

各条件のひずみレベル

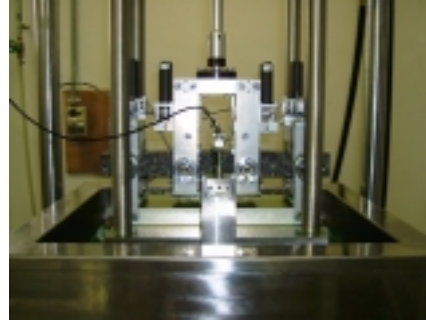
対象施設	試験温度	改質 型	排水性	(単位: μ)	
				SMA	
滑走路	-5	250	190	140	
	20	230	190	150	
誘導路	-5	170	100	70	
	20	200	190	200	

↑ FEMより推定されたひずみ値を
整数第1位で整理した値

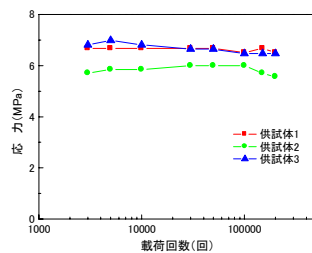
载荷速度: 滑走路(10Hz)
誘導路(2Hz)

载荷波: サイン波
载荷回数: 上限20万回
試験個数: 3ヶ/条件

ひずみ → たわみ変位量
↓
载荷荷重



曲げ疲労試験結果



改質 II 型 -5°C 10Hz

いずれの条件においても20万回の载荷で疲労破壊を起こすことはなかった

D滑走路設計カバレッジ(10年間): 80,000回

10年間の交通量によって疲労破壊を起こすことはないと考えられる

まとめ

- WT試験・水浸WT試験結果
表層(改質Ⅱ型)・SMAの動的安定度:2,500回/mm以上
剥離抵抗性に関しても十分な性能を有している
- 特殊WT試験・特殊水浸WT試験結果
20,000回の走行載荷試験後においても、床版とSMA層間
の付着力は十分な性能を有しており、それは水浸時におい
ても変わらない
- 曲げ疲労試験結果
改質Ⅱ型・排水性・SMAに対して、20万回を上限として試験
を行った結果、各条件においても疲労破壊を起こすことは
なかった

今後は航空機荷重載荷実験槽にて試験舗装を製作して
実施した走行載荷試験についても取り纏めていく