

INTRODUCTION

成田国際空港 A 滑走路は 4,000m の長さを有するが、南側端部を使用せずに、3,500m 長の滑走路として運用を続けてきた。今回、滑走路を 4,000m として運用することとしたのに伴い、使用していない部分については健全度を確認して、再整備することとした。この区間の長さ 150m の末端部分については、航空機が誘導路から滑走路に進入するルートにあることから、より耐久性のある舗装構造が必要となる。そこで、コンクリート版の上にアスファルト混合物層を敷設するというコンポジット舗装を用いることとした。

The composite pavement, where hot mix asphalt layers were placed on continuous reinforced concrete slabs over the subbase, was constructed at an endmost portion of Narita International Airport runway between autumn of 2011 and spring of 2012. However, several months after its opening to the traffic, some distress came appear on the pavement surface. Several types of distress such as delamination of HMA layers, white spots appeared on the surface, black spots appeared on the surface, stains at construction joints and flow of HMA around airport lightings, have been found.

Along with conducting tentative repairs, the authentic rehabilitation method has been studied. Their causes are studied with several kinds of experiments and analyses, such as construction record survey, site investigation, laboratory tests, numerical analysis and literature survey. The causes of distress are finally classified into two kinds; that is, intrusion of water to asphalt mixtures and low stability of asphalt mixtures.

Based on the study, the rehabilitation works, where the existing asphalt mixture layers are removed and then new asphalt mixture layers are placed with some special treatments, have been planned. The new asphalt mixture layer consists of two kinds of polymer modified asphalt layers. Two kinds of water drainage facilities are installed on concrete slabs around the rehabilitation area, to extrude water and vapor out of asphalt mixtures.

STRUCTURE OF EXISTED COMPOSITE PAVEMENTS

150m 長の滑走路末端部分については、航空機が誘導路から滑走路に進入するルートにあることから、より耐久性のある舗装構造が必要となる。成田国際空港では、そのような滑走路の末端部分には、従来よりコンクリート舗装を使用していたが、今回は、コンクリート版の上にアスファルト混合物層を敷設するというコンポジット舗装を用いることとした。

A 滑走路南端部の舗装の平面図、断面図を図-1、図-2 に示す。滑走路を横断的に見たときの内側部分にはコンポジット舗装が用いられており、その外側部分は連続鉄筋コンクリート(CRC)舗装が用いられている。そのため、コンポジット舗装中のアスファルト混合物層は、底面は CRC 舗装により、周囲は CRC 版により囲まれた状態となっている。また、誘導路との接続部分にもコンポジット舗装が用いられている。コンポジット舗装は 350mm

A-A断面

A断面図

40000
7000 287000+14000 4000 287000+14000 7000

0.5% 0.5% 0.5%

300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500 1600 1700 1800 1900 2000 2100 2200 2300 2400 2500 2600 2700 2800 2900 3000 3100 3200 3300 3400 3500 3600 3700 3800 3900 4000 4100 4200 4300 4400 4500 4600 4700 4800 4900 5000 5100 5200 5300 5400 5500 5600 5700 5800 5900 6000 6100 6200 6300 6400 6500 6600 6700 6800 6900 7000 7100 7200 7300 7400 7500 7600 7700 7800 7900 8000 8100 8200 8300 8400 8500 8600 8700 8800 8900 9000 9100 9200 9300 9400 9500 9600 9700 9800 9900 10000 10100 10200 10300 10400 10500 10600 10700 10800 10900 11000 11100 11200 11300 11400 11500 11600 11700 11800 11900 12000 12100 12200 12300 12400 12500 12600 12700 12800 12900 13000 13100 13200 13300 13400 13500 13600 13700 13800 13900 14000 14100 14200 14300 14400 14500 14600 14700 14800 14900 15000 15100 15200 15300 15400 15500 15600 15700 15800 15900 16000 16100 16200 16300 16400 16500 16600 16700 16800 16900 17000 17100 17200 17300 17400 17500 17600 17700 17800 17900 18000 18100 18200 18300 18400 18500 18600 18700 18800 18900 19000 19100 19200 19300 19400 19500 19600 19700 19800 19900 20000 20100 20200 20300 20400 20500 20600 20700 20800 20900 21000 21100 21200 21300 21400 21500 21600 21700 21800 21900 22000 22100 22200 22300 22400 22500 22600 22700 22800 22900 23000 23100 23200 23300 23400 23500 23600 23700 23800 23900 24000 24100 24200 24300 24400 24500 24600 24700 24800 24900 25000 25100 25200 25300 25400 25500 25600 25700 25800 25900 26000 26100 26200 26300 26400 26500 26600 26700 26800 26900 27000 27100 27200 27300 27400 27500 27600 27700 27800 27900 28000 28100 28200 28300 28400 28500 28600 28700 28800 28900 29000 29100 29200 29300 29400 29500 29600 29700 29800 29900 30000 30100 30200 30300 30400 30500 30600 30700 30800 30900 31000 31100 31200 31300 31400 31500 31600 31700 31800 31900 32000 32100 32200 32300 32400 32500 32600 32700 32800 32900 33000 33100 33200 33300 33400 33500 33600 33700 33800 33900 34000 34100 34200 34300 34400 34500 34600 34700 34800 34900 35000 35100 35200 35300 35400 35500 35600 35700 35800 35900 36000 36100 36200 36300 36400 36500 36600 36700 36800 36900 37000 37100 37200 37300 37400 37500 37600 37700 37800 37900 38000 38100 38200 38300 38400 38500 38600 38700 38800 38900 39000 39100 39200 39300 39400 39500 39600 39700 39800 39900 40000 40100 40200 40300 40400 40500 40600 40700 40800 40900 41000 41100 41200 41300 41400 41500 41600 41700 41800 41900 42000 42100 42200 42300 42400 42500 42600 42700 42800 42900 43000 43100 43200 43300 43400 43500 43600 43700 43800 43900 44000 44100 44200 44300 44400 44500 44600 44700 44800 44900 45000 45100 45200 45300 45400 45500 45600 45700 45800 45900 46000 46100 46200 46300 46400 46500 46600 46700 46800 46900 47000 47100 47200 47300 47400 47500 47600 47700 47800 47900 48000 48100 48200 48300 48400 48500 48600 48700 48800 48900 49000 49100 49200 49300 49400 49500 49600 49700 49800 49900 50000 50100 50200 50300 50400 50500 50600 50700 50800 50900 51000 51100 51200 51300 51400 51500 51600 51700 51800 51900 52000 52100 52200 52300 52400 52500 52600 52700 52800 52900 53000 53100 53200 53300 53400 53500 53600 53700 53800 53900 54000 54100 54200 54300 54400 54500 54600 54700 54800 54900 55000 55100 55200 55300 55400 55500 55600 55700 55800 55900 56000 56100 56200 56300 56400 56500 56600 56700 56800 56900 57000 57100 57200 57300 57400 57500 57600 57700 57800 57900 58000 58100 58200 58300 58400 58500 58600 58700 58800 58900 59000 59100 59200 59300 59400 59500 59600 59700 59800 59900 60000 60100 60200 60300 60400 60500 60600 60700 60800 60900 61000 61100 61200 61300 61400 61500 61600 61700 61800 61900 62000 62100 62200 62300 62400 62500 62600 62700 62800 62900 63000 63100 63200 63300 63400 63500 63600 63700 63800 63900 64000 64100 64200 64300 64400 64500 64600 64700 64800 64900 65000 65100 65200 65300 65400 65500 65600 65700 65800 65900 66000 66100 66200 66300 66400 6

[illegible]

図-2 滑走路末端部の舗装断面図

DISTRESS FOUND ON COMPOSITE PAVEMENT SURFACE

Several kinds of distress have been found on the composite pavement several months after its opening to the traffic. The situation of distress was often surveyed since then. The situation is briefly described below.

- Dull sound at hammer tapping tests
航空機のメインギア通過位置で多く発生していた。
- Black spots
滑走路の中央部に近い位置で発生していた。
- White spots
舗装補修箇所のあちこちに見られた。
- Stains at construction joints
表層の施工目地において白っぽい滲みがみられた
- Flow of HMA around taxiway lightings
誘導路から滑走路に接続する部分のノーズギア通過位置における灯火の周辺部分でアスファルト混合物の流動による盛上がりが見られた。

CAUSES OF MAJOR DISTRESS

以上に記述した、滑走路末端部でみられた破損の原因を究明するために、次のような検討を行った。

- Structural analysis using 3D-FEM
Response of composite pavement against aircraft load was analyzed by using 3D-FEM.
- Quantification of characteristics of cored samples
異常のみられた表層と基層からアスファルト混合物のコアを採取して、出来形等を測定するとともに、力学特性に関する試験を実施した。この異常部分については 2012 年 10 月に tentative repairs を行ったが、その後に再び異常が見られたことから、この部分についてもコアを採取して同様の検討を行った。
- Chemical analysis of cored samples
To clarify the contents of black spots, white spots and stains at construction joints, several kinds of chemical analyses were conducted.

STRUCTURAL ANALYSIS OF COMPOSITE PAVEMENT USING 3D-FEM

コンポジット舗装が施工された滑走路末端部には、質量の大きい出発便の航空機が誘導路から曲線走行により進入してくる。そこで、3D-FEM を使用して、このような載荷状況に対するコンポジット舗装の挙動を検討した。

Modeling of Composite Pavement and Conditions of Analysis

コンポジット舗装のモデル化は次のように行った。

舗装構造は図-3 に示すようにモデル化した。ここでは、表層と基層の弾性係数を変えることにより温度が異なる状況を表現し、また表層と基層の間に境界面を設けてその剥離状況を表現することにした。表層、基層と境界面については、次の3 ケースを考えた。

- CASE 1
表層と基層は同じ弾性係数を有する。境界面は接着している。
- CASE 2
表層の弾性係数は基層のものより小さい。境界面は接着している。
- CASE 3
表層の弾性係数は基層のものより小さい。境界面は剥離している。

具体的な弾性係数、ばね定数の値は表-1 に示す通りである。ポアソン比は、コンクリート版が 0.2, それ以外は 0.35 とした。境界面 1 を除いて境界面は接着しているとみなした。

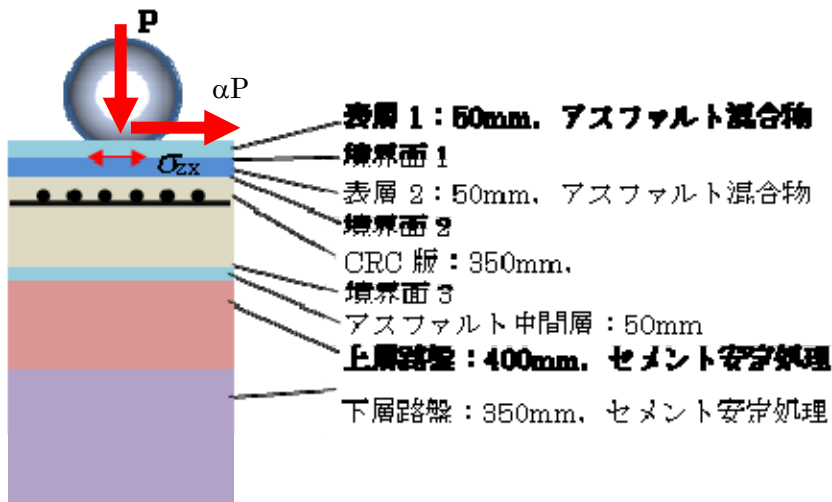


図-3 舗装構成

表-1 各ケースの弾性係数と境界面のバネ定数

Item	Layer	CASE 1	CASE 2	CASE 3
Elastic modulus	Surface course	500		
(MPa)	Binder course	500	1000	1000
	Concrete slab	30000		
	Asphalt intermediate layer	5000		
	Base course	3000		
	Subbase	500		

	Subgrade	80		
Spring constant	Boundary layer 1, horizontal	100000	100000	10
(MN/m ³)	Boundary layer 1, vertical	100000		
	Boundary layer 2, vertical	100000		
	Boundary layer 3, vertical	100000		

航空機荷重としては、実際の航空機の滑走路使用状況から、B747-400を採用した。それぞれのケースについて、鉛直荷重のみ($\alpha=0.00$)、鉛直荷重と水平荷重の組合せ($\alpha=0.25$)、鉛直荷重と水平荷重の組合せ($\alpha=0.50$)の3種類を荷重として用いた。

実際の計算は、舗装構造と荷重条件の対称性を考慮して、図-4に示すように、全体の半分のみを対象として実施した。

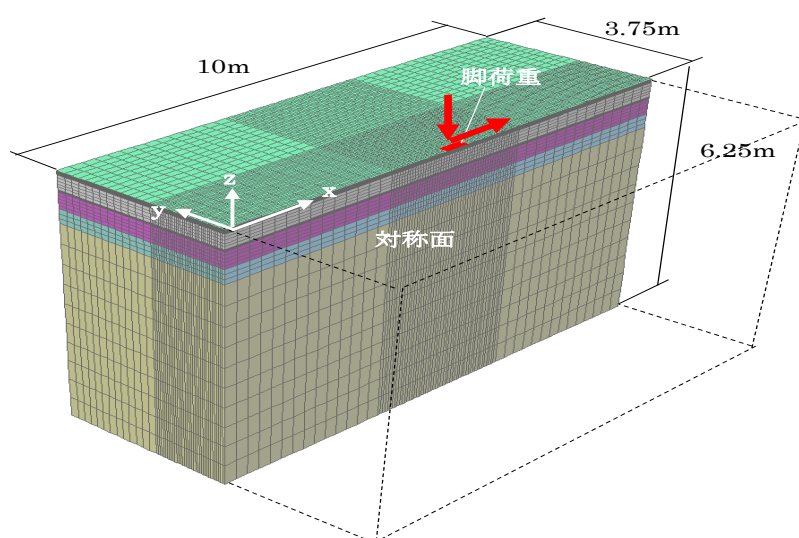


図-4 解析モデルの要素分割

Results of Analysis

計算結果として、アスファルト混合物層のせん断応力と曲げ応力を図-5に示す。この図は、車輪縁部における深さ方向の応力分布である。

水平荷重が増加するにつれて、せん断応力と曲げ応力の両者が増加することは全てのケースについてみられる。CASE 1の場合は表層と基層内の応力には連続性がみられ、表層と基層間の境界面における接着強度が確保できていれば剥離の危険性は少ないと考えられる。しかし、アスファルト混合物層とコンクリート版との境界面におけるせん断応力と曲げ応力はアスファルト混合物層内のものよりもはるかに大きいことから、この部分における剥離が懸念される。これは、CASE 2のように、表層と基層で弾性係数が異なる場合も同様である。

これに対して、表層と基層の間の接着強度が小さいと考えられる CASE 3 では、境界面でのせん断応力が極端に増加することと、表層内のせん断応力が増加することがわかる。しかも、いずれも水平荷重の増加につれてせん断応力も増加することが明確である。

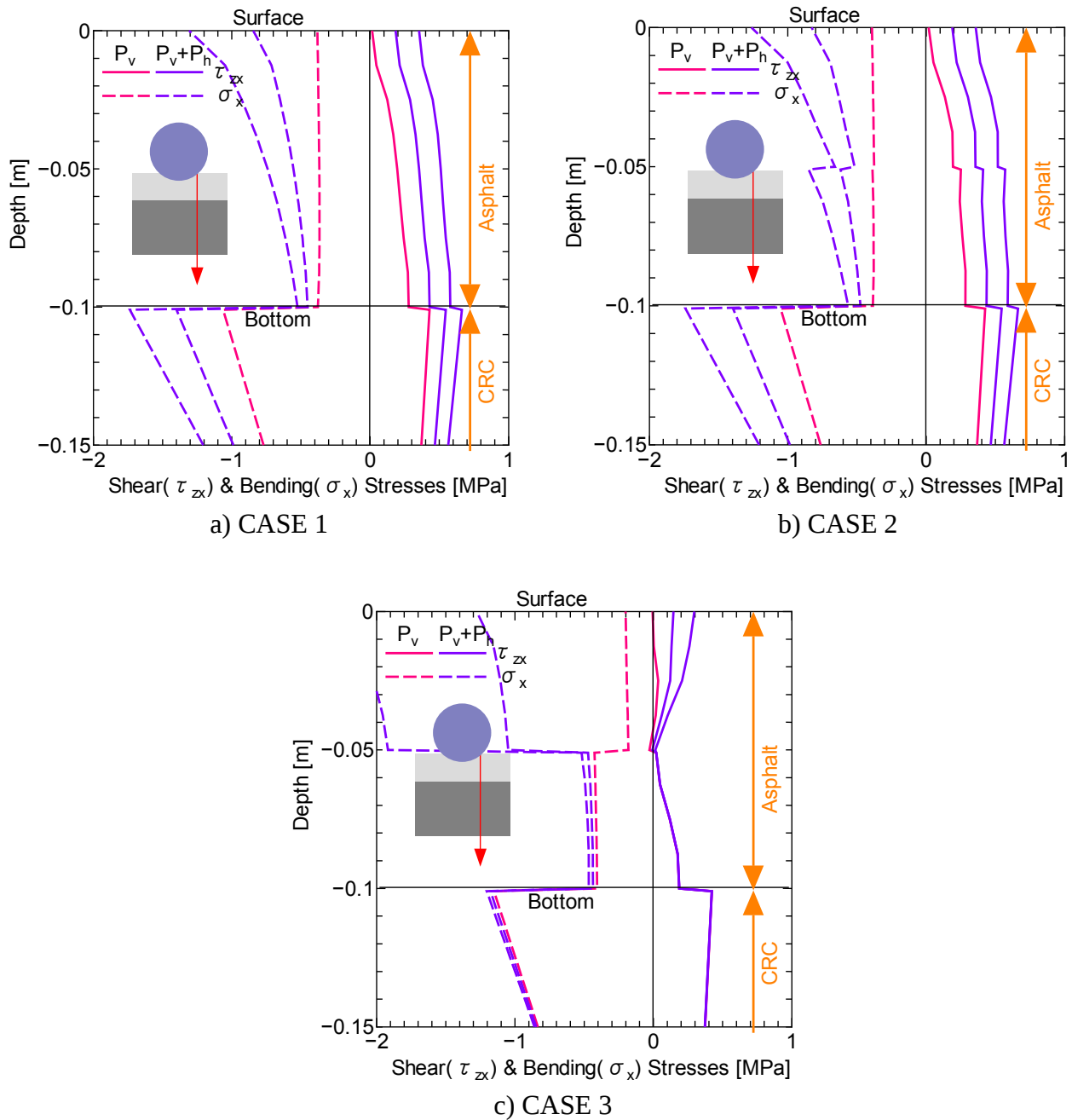


図-5 車輪縁部でのせん断応力および曲げ応力の深さ方向の分布

CHARACTERISTICS OF ORIGINALLY CONSTRUCTED HMAS

最初に施工されたアスファルト混合物層から採取したコアに対する試験結果は次のようにまとめられる。

- Delamination

異音部のコアには破断がみられたが、その位置は表層と基層の境界部ではなく、表層

内部（表面から 30～40mm の位置）である。また、SMA と CRC 版との接着は良好であった。

- 厚さ

健全部のコア厚さは表層、基層とも規格値を満足していた。異音部においては、基層の厚さはほぼ均等で規格を満足していたが、表層については厚さの薄いものが存在していた。

- 締固め度

異音部、健全部とも締固め度を満足していた。健全部では、表層が 101.0%、基層が 99.5%であり、異音部では表層が 100.9%、基層が 99.7%であった（いずれも平均値）。

- 空隙率

空隙率は施工当初よりも低下していた。特に、表層において著しく低下していた。健全部の表層は 2.1%、基層は 2.9%であり、異音部の表層は 2.1%、基層は 2.8%であった（いずれも平均値）。

- 圧裂強度

圧裂強度は、異音部と健全部で大きな差はなかった。健全部の表層は 1.10MPa、基層は 0.91MPa、異音部の表層は 1.12MPa、基層は 1.02MPa であった。

- 骨材粒度とアスファルト量

表層、基層とも異音部と健全部で骨材粒度とアスファルト量には違いがみられなかった。

- アスファルトの性状

異音部、健全部とも表層のほうが劣化は進行している。異音部のほうが劣化が著しい（表-2）。

表-2 アスファルトの性状

項目	健全部		異音部		メーカー試験成績表 (3月代表性状)
	表層	基層	表層	基層	
針入度 (1/10mm)	48	57	41	56	72
軟化点 (°C)	50.5	48.5	52.5	48.5	47.5
伸度 (cm)	56	100+	25	100+	100+

- Flow of HMA around taxiway lightings

誘導路の曲線部において灯火以外の部分でも流動が確認されている。このことから、この現象は灯火周辺のアスファルト混合物層の強度不足が原因で航空機荷重の作用により生じたものと考えられる。

CHARACTERISTICS OF HMAS CONSTRUCTED AT TENTATIVE REPAIRS

応急補修を実施した箇所のアスファルト混合物層から採取したコアに対する試験結果は次のようにまとめられる。

- Delamination

異音部から採取したコアの SMA と CRC 版の接合面には、ずれたような形跡がみられた。

- Moisture

ほとんどのコアにおいて、SMA と CRC 版の接合面に水分が確認された。ブリストリング部、異音部では表層の表面から 20～40mm の位置で破断面がみられ、また、水分の滲み出し部では表層と基層の境界が破断面となっている。これらの破断面には水分がみられた。

混合物の水分量は表-3 のとおりである。異常部分では、健全部分に比べて水分量が多く、その値は健全部の 3 倍近くある。

表-3 アスファルト混合物層の水分量

	水分量 (%)		空隙率 (%)	
	表層	基層	表層	基層
水分染み出し部	0.41	0.83	1.8	3.3
ブリストリング部	0.44	0.65	1.9	3.2
異音部	0.43	0.81	2.3	3.5
健全部	0.16	0.28	2.3	2.2

- 厚さ

異音部は舗装表面が凹状になっており、表層、基層とも厚さが減少していた。平均で、表層は 33mm、基層は 40mm であった（設計上はいずれも 50mm）。

- 空隙率

空隙率は、健全部、異音部とも低下している。健全部の表層は 0.8%、基層は 1.8% であり、異音部の表層は 1.6%、基層は 2.4% であった（いずれも最小値）。

- Dynamic stability of surface course materials

直径 20cm のコアを用いて動的安定度を調べた結果は表-4 のとおりである。規格値である DS>300 回/mm を満足している。

表-4 表層の動的安定度試験の結果

	健全部		異音部	
供試体厚さ (cm)	5.0	5.1	2.5	2.6
空隙率 (%)	1.4	1.7	2.8	2.1
φ 20cm ㊦	550	610	680	1280
動的安定度 (回/mm)	平均 580		平均 990	
修正動的安定度	413		743	

CHEMICAL ANALYSIS OF CORED SAMPLES

The components of black spots, white spots and stains at construction joints were analyzed with using Fourier transform infrared (FT-IR) analysis, gas chromatography - mass spectrometry (GC-MS) analysis and gel permeation chromatography (GPC) analysis. The samples were taken from those both appeared on the surface and found in the mixtures. The results were as follows;

- 白い斑点部分は石英を主体とする無機物質である。また、アスファルト混合物のひび割れ面と正常部分の成分に明瞭な差違はないことが認められた。この成分は炭酸カルシウムである。
- 目地部でみられた滲みは、白い斑点と同様の成分であることが認められた。
- 黒い斑点部分のアスファルト混合物は、アスファルト乳剤、ストレートアスファルトと同質の物質で構成されている。

DISCUSSION ON CAUSES OF MAJOR DISTRESS

以上の考察に基づいて、コンポジット舗装においてみられた破損の原因は、次のように総括される。

- Dull sound at hammer tapping tests

打音の異常については、次の2つの要因が考えられた；アスファルト混合物自体の剥離と層間の剥離。

三次元有限要素法による解析の結果から、水平荷重が大きい箇所において、層間接着力が小さく、しかも表層の強度が小さい場合にアスファルト混合物の剥離が生ずる危険性が大きいことが明らかになった。

また、アスファルト混合物のコアを用いた試験によって、異音発生部と健全部における力学特性には違いのないことがわかった。しかし、高速道路における材料規格に比べると、動的安定度が相対的に小さいことが明らかになった。また、最近改訂された空港舗装設計要領では、長寿命化を目的として、表層に改質アスファルトを使用することが標準とされており、東京羽田国際空港D滑走路では $DS > 2,500 \text{ times/mm}$ と規定されている。

一方、アスファルト混合物内の空隙率が施工当初よりも大きく減少していることと水分が残留していることが明らかになっている。特に、水分については、健全部に比べて、異音部分や水分滲み出し部分において、より多いことがわかった。

一般に、アスファルト舗装の内部に入った水分は、温度上昇により気化して消散すると言われている。しかし、アスファルト混合物の空隙率が、今回のように、2%程度であると、透水係数は 10^{-10} cm/s と不透水の状態であり、舗装内部の水分は残留しているため、ブリスタリングが発生する可能性が非常に高い。ブリスタリングにより層間剥離が発生した箇所

に航空機荷重が加わることによって、層間にずれが生じて舗装表面に著しい凹凸が生ずることになると思われる。なお、舗装内への水分については、施工目地からの浸入、工事中の雨水の残留、コンクリート版からの浸入等によるものと考えられるが、現時点では特定できていない。

今回の対象箇所では水平荷重を減ずることは不可能であることから、表層アスファルト混合物の強化、層間接着力の増加といった材料面での対応に加え、舗装内への水分浸入防止が必要であると結論付けられる。

- **Black spots, white spots and stains at construction joints**

これらの現象は舗装の破損に直接結びつくものではないが、現象が発生した原因として、次のようなことが考えられる。

黒い斑点が発生した原因としては種々のものが考えられ、特定することは難しい。ただ、黒い斑点部分から採取したコアの割裂面でアスファルトの滲みがあったことから、アスファルトの骨材からの剥離の可能性が高いと考えられる。

白い斑点と施工目地の滲みについては、舗装体内から湧水があった箇所に発生し、しかも舗装表面にのみ存在し、舗装内部にはないことから、CRC版からのエフロレッセンスの可能性が高いと考えられる。

- **Flow of HMA around taxiway lightings**

誘導路灯周辺のアスファルト混合物の流動については、上記のように、アスファルト混合物の動的安定度が不足していることに起因していると考えられる。

CAUSES OF MAJOR DISTRESS

Of the five types of distress, black spots, white spots and stains at construction joints are obviously harmless from a viewpoint of pavement structure. However, dull sound at hammer tapping tests and flow of HMA are serious structural damages, of which causes are summarized as follows:

- **Intrusion of water to HMA**

Water intruded to HMA is entrapped, because the dense graded asphalt mixture with low air void is used as the surface course and the asphalt mixture layers are surrounded by the concrete slabs. Water might infiltrate from construction joints of asphalt mixture layers and joints between asphalt mixtures and concrete slabs.

- **Low stability of HMA**

Stability of asphalt mixture is insufficient to carry heavy aircraft loads, because its dynamic stability is lower, even in comparison with the standards on asphalt mixture in public road. As the standards on asphalt mixture in airports the dynamic stability has not been specified higher, because waterproofing and thicker asphalt film around aggregates are considered as much important to prevent from aging of asphalt mixtures.

REHABILITATION PLAN

Based on the above study, the rehabilitation works, where the existing asphalt mixture layers are removed and then new asphalt mixture layers are placed with some special treatments, have been planned. The following items are major ones actually adopted.

Countermeasures against Intrusion of Water To HMA

滑走路末端部分にあるコンポジット舗装は、CRC 版の上にアスファルト混合物が施工されている構造であり、アスファルト混合物の底面と側面がコンクリートで囲われているため、舗装内へ浸入した水分が外部へ排出され難い。アスファルト混合物としては、基層に水密性の高い砕石マスチック (SMA)、表層に空隙率の低い密粒度アスファルト混合物が用いられており、水分は舗装内に入りにくい構造となっているものの、施工目地やコンクリート版との接合部からの水分の浸入は避けられない。このような材料であることを考えると、一旦浸入した水分が自然に排出されることは困難であるので、舗装内に水分が残留しやすい構造であることを前提にして対策を講ずる必要がある。

● Pavement structure

As a pavement structure, dense graded asphalt mixtures of 60 mm thickness, drainage asphalt mixtures of 40 mm thickness is employed as a surface course, a binder course, respectively. The sectional view is shown in Figure 6. In order to ensure the durability against the heavy aircraft loading, 60 mm of thickness is required as the surface course. Tack coat using polymer modified asphalt is also required on both the concrete slabs and binder course, to ensure the bonding between two layers.

表層アスファルト混合物については、ブリスタリング防止の観点から、空隙率を 4.5% に設定して温度上昇時の水蒸気としての通気性を確保するとともに、改質アスファルトを用いて供用後にも施工時の空隙率を確保することが必要である。For the binder course, drainage asphalt mixture with polymer modified asphalt and aggregates of 13 mm maximum particle size is adopted to guarantee the extrusion of infiltrated water through the binder course. The target air void is set to 20 %.

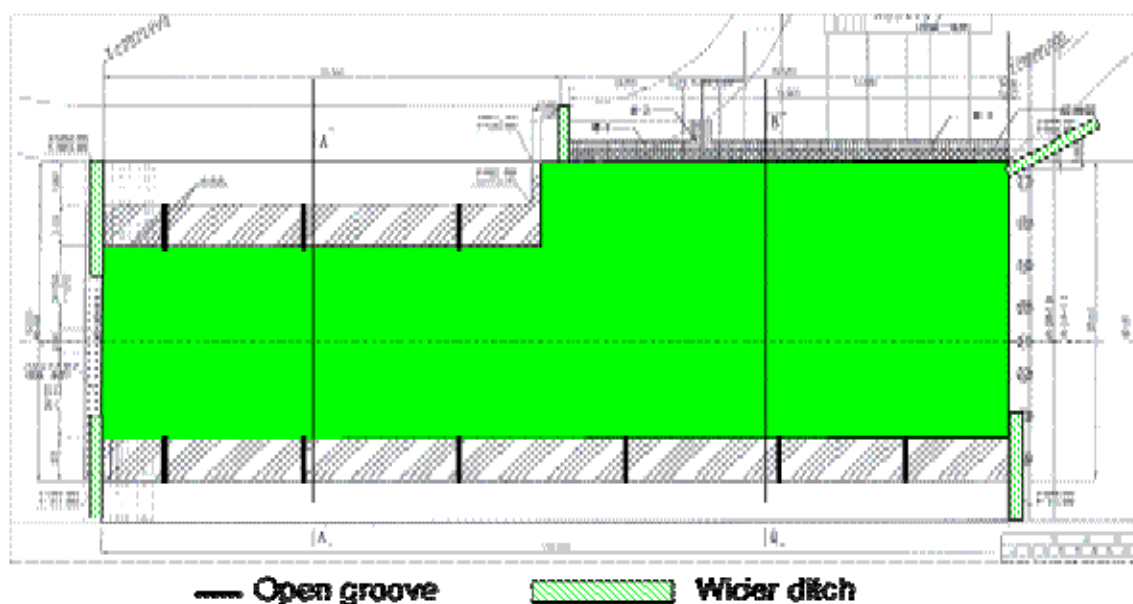


Figure 7 Plan view of rehabilitation area

Countermeasures against Flow of HMA

誘導路灯部分のアスファルト混合物の流動対策として、アスファルト混合物の力学特性を向上させる必要がある。これは、上記のように、航空機荷重の繰返し作用により混合物の空隙率が低下して、塑性変形が助長されるとともに、ブリスタリングの発生にもつながったためである。具体的な方法として、アスファルト混合物の流動抵抗性の向上を図るために、DSの規定値の増加を図ることとした。今回の対象箇所では長距離国際線の航空機の運航がほとんどであることから、計画交通量が3,000台/日・方向以上となっている道路では $DS > 3,000 \text{ times/mm}$ 、東京羽田国際空港D滑走路では $DS > 2,500 \text{ times/mm}$ としていることを勘案して、 $DS > 3,000 \text{ times/mm}$ となるアスファルト混合物を使用することとした。

これを実現するために、表層の密粒度アスファルト混合物にはPMA (Type II)、基層の排水性アスファルト混合物にはより粘度の高いPMA (Type H) を使用することとした。

Table 5 shows specification of Polymer modified asphalt.

Table 5 Specification of polymer modified asphalt

Item	Straight (40-60)	PMA	
		II	H
Softening point (C)	47 - 55	>56.0	>80.0
Ductility at 7C (cm)	-	-	-
Ductility at 15C (cm)	>10	>50	-
Toughness at 25C (N・m)	-	>8.0	>20
Tenacity at 25C (N・m)	-	>4.0	-

Specification of HMA for Rehabilitation Area

使用するアスファルト混合物の規定として次のようなものを採用した。

- Surface course

For the surface course, dense graded asphalt mixture with polymer modified asphalt (Type II) and aggregates of 20 mm maximum particle size is used. As a new specification on air void, dynamic stability, 4.5%, 3,000 times / mm is added, respectively. Table 6 shows the specification on aggregate size gradation and characteristics of asphalt mixture.

Table 6 Specification for HMA of surface course

a) Aggregate size gradation

フルイ目(mm)	26.5	19	13.2	4.75	2.36	0.6	0.3	0.15	0.075
通過率(%)	100	95~100	75~90	45~65	35~50	18~30	10~21	6~16	4~8

b) Characteristics of asphalt mixture.

項 目	目 標 値
マーシャル安定度	8.8KN 以上
フロー値	20~40
空隙率	3~6
飽和度	70~85
残留安定度	75%以上
動的安定度	3,000回/mm以上
水浸WT剥離率	5%以下

- Binder course

For the binder course, drainage asphalt mixture with polymer modified asphalt (Type H) and aggregates of 13 mm maximum particle size is used. As a new specification on permeability, dynamic stability, 1×10^{-2} cm/s, 3,000 times / mm is added, respectively. The target air void is set to 20% to endure the permeability. Table 7 shows the specification on aggregate size gradation and characteristics of asphalt mixture.

Table 7 Specification for HMA of binder course

a) Aggregate size gradation

フルイ目(mm)	19	13.2	4.75	2.36	0.075
通過率(%)	100	90~100	11~35	10~20	3~7

b) Characteristics of asphalt mixture.

項 目	目 標 値
透水係数	10^{-2} cm/sec以上
動的安定度	3000回/mm以上

CONCLUDING REMARKS

成田国際空港 A 滑走路の南側末端部に建設されたコンジョット舗装において、供用開始してから数か月後に、打音確認による異音の発生、誘導路中心線灯器周辺のアスファルト混合物の流動、施工目地の滲みといったいくつかの破損が発見された。

これらの原因は、次の２点に集約されることが分かった。

- 舗装内に残留している水分

使用されているコンポジット舗装は、CRC 版の上に水密性の高い SMA が基層に、その上に空隙率の低い密粒度アスファルト混合物が施工されていることに加え、アスファルト混合物の周囲がコンクリート舗装で囲われている構造を有している。そのため、舗装内に水分が浸入すると、それが自然には排出されないため、層間剥離、舗装表面の凹凸といった深刻な破損が生じた。

- 誘導路中心線灯部の流動

使用されたアスファルト混合物は $DS > 300 \text{ times/mm}$ という規準を満たしてはいるものの、耐久性確保という観点から最近改訂された新たな規準を満たしていない。そのため、航空機荷重が繰返し作用する箇所においては、大きな塑性変形が生ずることになった。

以上の問題を解決するための補修方法について検討して、次のような方法を見出した。

- Pavement structure

As a pavement structure, dense graded asphalt mixtures of 60 mm thickness, drainage asphalt mixtures of 40 mm thickness is employed as a surface course, a binder course, respectively. In order to ensure the durability against the heavy aircraft loading, 60 mm of thickness is required as the surface course. Tack coat using polymer modified asphalt is also required on both the concrete slabs and binder course, to ensure the bonding between two layers.

- Water draining facilities

Two kinds of water drainage facilities are installed on concrete slabs around the rehabilitation area. One is transverse open grooves of 6 - 10 mm width to extrude water and vapor transversely, and the other is wider ditches filled with drainage asphalt mixture to mainly drain water longitudinally.

- HMA

For the surface course, dense graded asphalt mixture with polymer modified asphalt (Type II) and aggregates of 20 mm maximum particle size is used. As a new specification on air void, dynamic stability, 4.5%, 3,000 times / mm is added, respectively.

For the binder course, drainage asphalt mixture with polymer modified asphalt (Type H) and aggregates of 13 mm maximum particle size is used. As a new specification on air void, dynamic stability, 20%, 3,000 times / mm is added, respectively.