

大阪国際空港B誘導路における 遮水型排水性舗装の試験施工について

寺田 ひろみ

新関西国際空港（株）伊丹空港施設オペレーション部（〒560-0036大阪府豊中市蛍池西町3-555）

大阪国際空港基本施設においては、従来より、水の浸み出し、プリスタリング、剥離等の舗装変状が繰り返し発生してきたことから、原因究明の調査を行った。その結果、長期の供用期間中に繰り返し行った単純オーバーレイ補修により、アスファルト混合物層内に蓄積された水が舗装変状の主要因であると判断した。そこで、抜本的対策として、舗装表面からの浸透水の排水と舗装内の蓄積水の上昇を遮断する機能を付加した「遮水型排水性舗装」を舗装体内に設置する舗装構造が望ましいと考え、適用性の検討のため、B誘導路において試験舗装を行った。本報告は、舗装変状の原因究明及び試験舗装について報告を行うものである。

キーワード 空港アスファルト舗装、遮水型排水性舗装、試験舗装、モニタリング

1. はじめに

1939年に開港した大阪国際空港は、1970年の万国博覧会を機に拡張整備され、高速脱出誘導路の増設を経て1991年に現在の姿となった。

滑走路、誘導路のアスファルト舗装部は、例年、春から夏の気温上昇に伴い、水の浸み出し、プリスタリング、剥離等の舗装変状が繰り返し発生している。

これまで、当時の技術を駆使し、改質アスファルト乳剤の使用や改良層の厚層化による対策を講じたものの、数年で大規模補修が必要となる場合もあり、抜本的な対策検討が急務であった。

本報告は、長年の供用期間中に繰り返し行った舗装改修により構築された特異な積層舗装に着目し、様々な調査を行った結果に基づき適用するに至った「遮水型排水性舗装」をはじめとする舗装体内に排水対策層を設置する改良構造の適用性を検証するための試験舗装について報告するものである。

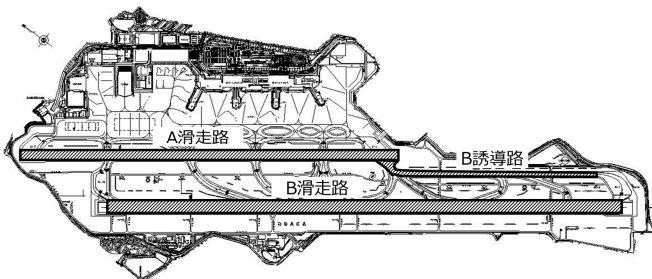


図-1 大阪国際空港平面図

2. 舗装履歴と舗装変状の特徴

当初、B誘導路で舗装変状が多く見られるようになり、その後B滑走路、A滑走路へと規模が拡大していった。施設によって改修年度、舗装厚、施工層数は異なるが、基本的な補修工法は、1990年代以前は単純オーバーレイ工法、2000年代以降は切削オーバーレイ工法により、概ね8～10年サイクルで大規模補修を行っている。

(1) B誘導路の舗装履歴と変状の特徴

B誘導路は1969年に整備され、2回の単純オーバーレイ補修及び3回の切削オーバーレイ補修が実施された。1980年代まではわだち掘れ対策に重点が置かれ、熱可塑性樹脂を添加したアスファルトを使用していたが、改修後のひび割れが多く、ひび割れ等に浸入した水の影響で、剥離やプリスタリングが顕著となった。

2003年の改修は、抜本的対策工法として、水分量及び剥離率の高い層を撤去するために、基層に大粒径アスコンを用いたシックリフト工法の採用により、28cmの切削打替えを行った¹⁾。

厚層改良により緊急補修の頻度は減少したものの、改修後7年程度で、プリスタリング、水の浸み出しが認められ、経年とともに拡大した。熱赤外線調査及び打音調査により、継続的に異常が確認される箇所は予防保全的な修繕を実施したが、開削すると、舗装面から26～27cm下に水が介在し、混合物の粒状化が確認される箇所もみられた。

1969～1979年	1986年	1995年	2003年	2014年
		表層(AC100) 40 基層(スツア) 60	表層(改質Ⅱ) 80	表層(改質Ⅱ) 80
	基層(TR100) 40	基層(TR100) 40		基層(改質Ⅱ) 80
	基層(TR100) 60	基層(TR100) 60		
	基層(TR100) 70	基層(TR100) 70	基層(大粒径) 200	
	基層(TR100) 40	基層(TR100) 40		基層(大粒径) 120
表層(TR100) 70	表層(TR100) 70	表層(TR100) 70		
基層(TR100) 80	基層(TR100) 80	基層(TR100) 80	基層(TR100) 80	基層(TR100) 80
表層(°レミアム) 40	表層(°レミアム) 40	表層(°レミアム) 40	表層(°レミアム) 40	表層(°レミアム) 40
基層(スツア) 50	基層(スツア) 50	基層(スツア) 50	基層(スツア) 50	基層(スツア) 50
基層(スツア) 50	基層(スツア) 50	基層(スツア) 50	基層(スツア) 50	基層(スツア) 50
基層(スツア) 60	基層(スツア) 60	基層(スツア) 60	基層(スツア) 60	基層(スツア) 60
鋳造 370	鋳造 370	鋳造 370	鋳造 370	鋳造 370
-	21cm単純オーバーレイ	10cm切削オーバーレイ	28cm切削オーバーレイ	16cm切削オーバーレイ

図-2 B誘導路の舗装履歴

(2) B滑走路の舗装履歴と変状の特徴

B滑走路は1969年に整備され、2回の単純オーバーレイ補修及び3回の切削オーバーレイ補修が行われている。

B滑走路の舗装変状は、プリスタリング、層間剥離、混合物剥離が主で、航空機の制動、偏心荷重の影響が大きいエリアではグルーピングの変形が見られる。

2009年の改修から3年経過した頃より、B滑走路に着陸した航空機が高速でブレーキをかけながら誘導路に脱出するエリアにおける舗装変状が生じ、年々緊急補修の範囲が拡大した。解体調査を行ったところ、1996年の改修工事で17cm切削と12cmのオーバーレイを行っているが、その下に存置された1996年の基層(薄層3cm)部分に滞水及び混合物の粒状化が確認された。原因として、表面のひび割れ等から浸入した水が薄層部分に滞水し、同時に航空機の偏心荷重が繰り返し作用したことで層間剥離が生じたものと推察される。

2014年の改修工事において、薄層を含む層までの撤去に加え、表基層にポリマー改質アスファルト混合物を適用し、約3年供用しているが、現時点で特に目立った変状はなく、比較的健全な状態を維持している。

1969～1978年	1989年	1996年	2009年	2014年
		表層(スツア) 50 基層(スツア) 50	表層(改質Ⅱ) 80 基層(スツア) 40	表層(改質Ⅱ) 80 基層(改質Ⅱ) 80
	表層(スツア) 50 基層(スツア) 40	表層(スツア) 50 基層(スツア) 40	表層(スツア) 50 基層(スツア) 40	表層(スツア) 40 基層(スツア) 40
表層(スツア) 50	表層(スツア) 50	表層(スツア) 50	表層(スツア) 50	表層(スツア) 50
基層(スツア) 40	基層(スツア) 40	基層(スツア) 40	基層(スツア) 40	基層(スツア) 40
表層(スツア) 40	表層(スツア) 40	表層(スツア) 40	表層(スツア) 40	表層(スツア) 40
基層(スツア) 160	基層(スツア) 160	基層(スツア) 160	基層(スツア) 160	基層(スツア) 160
粒調路盤	粒調路盤	粒調路盤	粒調路盤	粒調路盤
-	9cm単純オーバーレイ	10cm単純オーバーレイ	17cm切削12cmオーバーレイ	16cm切削オーバーレイ

図-3 B滑走路の舗装履歴

(3) A滑走路の舗装履歴と変状の特徴

A滑走路の舗装履歴は最も古く、最下層に1943年施工のコンクリート版、その上に5回の単純オーバーレイ補修及び2回の切削オーバーレイ補修が行われ、最大で100cm程度の積層舗装となっている。福岡空港や名古屋空

港の滑走路も同様の舗装履歴及び舗装構成を有するものの、A滑走路の厚みは際立っている。

舗装変状は春から夏の間に多く発生し、水の浸み出し、プリスタリング、層間剥離、混合物剥離が主な損傷である。

1943～1976年	1986年	1994年	2003年	2013年
			表層(改質Ⅱ) 60 基層(スツア) 70	表層(改質Ⅱ) 80 基層(改質Ⅱ) 80
		表層(スツア) 40 基層(スツア) 60	表層(スツア) 40 基層(スツア) 60	表層(スツア) 40 基層(スツア) 60
	表層(スツア) 40 基層(スツア) 60	表層(スツア) 40 基層(スツア) 60	表層(スツア) 40 基層(スツア) 60	表層(スツア) 40 基層(スツア) 60
表層(スツア) 40	表層(スツア) 40	表層(スツア) 40	表層(スツア) 40	表層(スツア) 40
基層(スツア) 60	基層(スツア) 60	基層(スツア) 60	基層(スツア) 60	基層(スツア) 60
スツア 150	スツア 150	スツア 150	スツア 150	スツア 150
スツア 150	スツア 150	スツア 150	スツア 150	スツア 150
スツア 70	スツア 70	スツア 70	スツア 70	スツア 70
コンクリート版 130	コンクリート版 130	コンクリート版 130	コンクリート版 130	コンクリート版 130
-	47cm単純オーバーレイ	10cm単純オーバーレイ	10cm単純オーバーレイ	13cm切削オーバーレイ

図-4 A滑走路の舗装履歴

3. 舗装変状の原因究明

A滑走路はB誘導路、B滑走路と比べ改修後早期にかつ広範囲で舗装変状が生じており、損傷の度合いも他施設と比べ高いことから、A滑走路において舗装損傷の原因究明のための各種調査を行った。

(1) コア調査

舗装表面の水の浸み出しが顕著な箇所でもコア採取による孔内観察を行ったところ、孔底部、孔側壁からの水の吹き出し、表基層の層間からの滲み出しが確認されたほか、深い層で層間剥離や一部で混合物剥離を確認した。試験結果の概要を表-1に示す。

表-1 試験結果の概要

試験項目	結果概要
密度試験 最大密度試験	締固め度は、半数以上が表基層ともに基準に達していない箇所がある 空隙率は、表層の半数程度が2%以下、基層の大部分で規格値上限の6%を超え、部分的に9.4%も確認された
含水比試験	全箇所の基層以下の層で1%以上の含水比が確認された 地中レーダ探査の深度方向の濃淡と、コア調査の含水比の高低は一致する
通気性試験	換算した透水係数は10 ⁻⁶ オーダーで表基層の透水係数は標準的である
層間引張試験	表層と基層の境界及び表基層と既設層との境界で採取時にコアが分離し試験が不可であった 試験可のコアは層間分離、付着力の低下が確認された
圧裂試験	コア採取後、孔内に滞水が認められた箇所の基層部は、長期間の滞水により混合物の剥離抵抗性が低下していた
マーシャル安定度試験	表層部は概ね良好、基層部はマーシャル安定度が低く、部分的に基層として扱うことのできないコアがあった
トレーサー試験 (蛍光水を使用した水みち追跡調査)	施工目地から基層下部へ流入することが確認された 着陸帯に設けた孔からショルダーの最下層となる旧コンクリート版へ流入することが確認された

(2) 地中レーダ探査調査

舗装変状が顕著なA滑走路中央部約1,000mにおいて、積層内に蓄積している水の範囲や深さを把握するため、地中レーダ探査を行った。その結果、滞水や砂利化等、舗装表面と異なる性状の範囲を特定した。

2012年に図-5に示すA,B,Cの3工区で改修工事を行っており、基層及び基層と既設層の境界で滞水の可能性が高い異常信号が多く見られた。

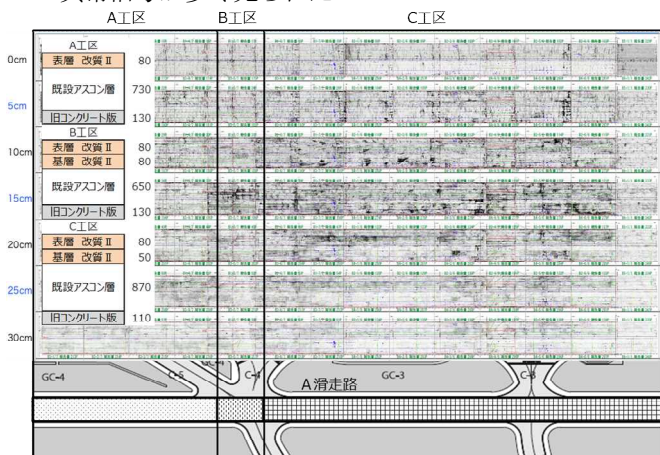


図-5 地中レーダ探査結果(黒い部分が滞水箇所)

(3) 変状の直接的原因

各施設における舗装履歴と変状の特徴及び調査結果より、旧コンクリート版及び鉋滓の存在と、長年の供用期間中に繰り返された単純オーバーレイ工法による補修が及ぼす影響について考察した。

A滑走路は最下層にコンクリート版、B誘導路は最下層に鉋滓といった不透水層が存在し、積層舗装内に蓄積した水の排水が困難な状況である。一方、B滑走路は積層舗装ではあるが、コンクリート版や鉋滓のような不透水層は存在しない。また、舗装変状は他に比べ相対的に少なく、傾向としては航空機の偏心荷重による損傷や切削時に取り残した薄層が舗装変状の要因と考えられる。

これらを踏まえ、積層舗装内に長期間にわたって蓄積された水が舗装に変状を及ぼす主要因と考え、それによって生じる舗装変状の原因を以下の通りと考えた。

a) ブリスタリング

航空機荷重により表層の空隙率が低下し、かつアスコン層間の付着力が低い箇所において、春から夏の気温上昇で舗装内の水分が水蒸気となり、体積が膨張して表層を持ち上げた。

b) 水の浸み出し

舗装内に蓄積された水が水蒸気となって上昇し舗装面で液化した、あるいはサクシオンにより舗装面に浸み出した。

c) 層間剥離

舗装内の水の影響により層間付着効果が低下すると同時に、航空機荷重によるせん断応力の発生で層間剥離が促進された。

d) 混合物剥離

舗装内の滞水と航空機荷重、気温の上昇の相互作用によりアスファルトと骨材の剥離が生じた。

(4) 水の供給ルート

舗装内の水分増加の要因として示される既往資料を参考にした²⁾A滑走路の模式図を図-6に示す。

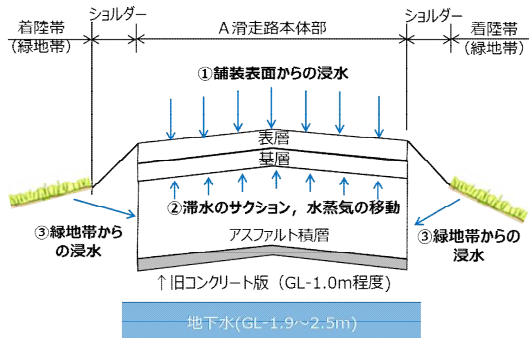


図-6 A滑走路舗装内水分増加の要因

A滑走路の地下水位は旧コンクリート版下面より低く、B誘導路の地下水位は鉋滓下面より低いいため、地下水が舗装内へ浸入することは考えにくい。逆に積層内に蓄積された水はコンクリート版や鉋滓の下方へは浸透しにくい構造であることから、舗装内の水の供給ルートを次のとおりと考えた。

- ① 施工目地等の舗装表面からの雨水の浸入
- ② 舗装内の滞水のサクシオン、水蒸気移動による浸水
- ③ その他からの浸水(緑地帯等)

①はトレーサー試験(図-7)により施工目地から浸入した水が基層と既設層境界に滞水した結果に基づく。

②は既設層に3~4%に及ぶ含水量が確認されていること、また、過去の単純オーバーレイにより積層内に存置されたひび割れ、わだち掘れ、施工目地、グルーピングが水みちとなり、サクシオンや水蒸気の移動によって表基層まで上昇して蓄積した可能性が否定できない。加えて、本体の改修で行った単純オーバーレイと同時にショルダーのオーバーレイも行っており、積層されたショルダーは止水壁の役割を果たしている可能性がある。A滑走路、B誘導路は最下層が遮水層、ショルダーが止水壁となり、舗装本体部はプールのような状況で水を含んでいる可能性が高い。

③は旧コンクリート版が緑地帯に張り出しているため、降雨時に緑地帯に浸みこんだ雨水がコンクリート版上に到達し、A滑走路の最下層へ流入する可能性が否定できない。ただし、コンクリート版上の水が積層内を上昇して、表面に浸み出す可能性は不明である。各供給ルートは可能性として考えられるもので、相対的には、①施工目地 > ②既設舗装内の滞水の上昇 >> ③緑地帯からの浸入の順が推定されるものの、割合の推定は困難である。

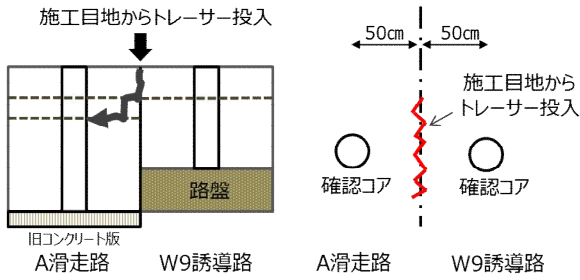


図-7 トレーサー試験（施工目地の水みち追跡調査）

4. 試験舗装構造の検討

オーバーレイの繰り返しによって積層舗装となった舗装内に蓄積した水の影響で、舗装変状が繰り返されるA滑走路、B誘導路の抜本的対策として、舗装表面から浸入した水の排水、積層内に蓄積された水の上昇を遮断する機能を付加した「排水層」+「遮水層」の設置が望ましいと考えた。舗装体内に排水層を設置した構造として、東京国際空港D滑走路の棧橋部において、舗装表面からの浸透水の排水を目的とし、基層下に排水層を設置した事例がある。当空港においては、表面からの水に加え、積層舗装内に蓄積された水の対策が必要であり、舗装内の水の上昇を遮断する「遮水層」設置の検討が必要である。かつて経験のない「排水層」+「遮水層」の設置にあたり、施工性、耐久性、排水及び遮水の効果等について、試験舗装により検証を行った。

(1) 基本方針

遮水方法及び設置深さに着目し、表層または基層以下に「排水層+遮水層」を設け、ショルダー内に導水管を敷設して暗渠排水溝に排水することを基本とした。排水性舗装、導水管、暗渠の要求性能は、舗装表面のひび割れ部等から浸透する雨水を速やかに排水する性能を有することとした。

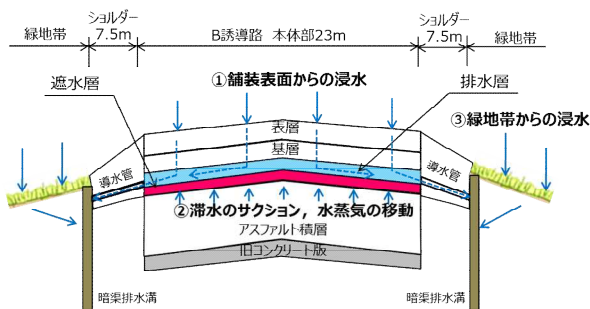


図-8 「排水層」+「遮水」設置のイメージ

(2) 遮水対策方法、舗装構造、施工位置の選定

① 遮水対策

遮水対策方法としては、遮水型排水性舗装(POSMAC)、密粒度アスファルト舗装、砕石マスチック舗装(SMA)、塗膜防水の塗布の4案を選定し、比較評価を行った結果を表-2に示す。

空港舗装工事は日々供用が前提となることから遮水型排水性舗装(POSMAC)が有効と考えた。POSMACは乳剤散布装置付アスファルトフィニッシャーで高濃度改質アスファルト乳剤を多量に均一散布し、即時分解させると同時に排水性混合物を舗設する技術であるが、POSMAC用アスファルトフィニッシャーを所有している社に限られる。また、通常のPOSMACによる舗設は4~5cm程度の施工厚であるのに対し試験舗装は8cmのため、材料供給が課題である。よって、POSMACの遮水層に対し、密粒度アスファルト舗装を設置した比較断面の試験舗装を行うこととした。

なお、砕石マスチック舗装(SMA)及び塗膜防水材の塗布(人力塗布)について、遮水機能に問題はないが施工に要する作業時間に課題があり、日々供用の観点から試験舗装断面から排除した。

表-2 遮水対策の比較

遮水対策	A 遮水型排水性舗装	B 密粒度アスファルト舗装	C 砕石マスチック舗装(SMA)	D 塗膜防水材の塗布
長所・短所	空港の実績なし 表層以外の実績なし 完全防水ではない	施工が1層増	施工が1層増 Bより施工が難 遮水性は最も良い	Aより施工時間が長い
透水係数 (cm/sec)	$1 \times 10^{-7} \sim 6$	$1 \times 10^{-6} \sim 5$	1×10^{-7} 以下	単独材は不明 <参考>羽田D滑走路の供試体(SMA+防水層)は 1×10^{-7} 以下
遮水機能	○	△	◎	○
施工性	○	◎	△	△
評価	○・△	○・△ ※施工層数による	△	△

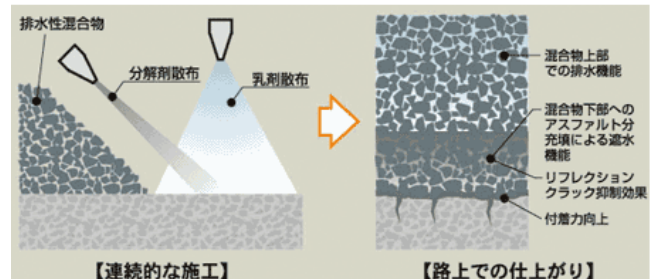


図-9 遮水型排水性舗装(POSMAC)の概念図
(遮水型排水性舗装工法研究会HPより抜粋)

② 舗装構造

舗装構造は、排水層の設置位置を表層の下、または基層の下に設置する複数案から施工性を考慮し表-3に示す3ケースを選定した。

③ 施工位置

施工位置は、延長方向に同じ交通量の条件で試験が可能となるB誘導路の直線区間とした。施工延長は各50mとし、比較のため隣接する標準部50mを設置して全区間においてモニタリングを行うこととした。標準部の舗装構成は、大阪国際空港基本施設の既往実績において標準的な改良構造であり、特に水対策を考慮していないものである。

表-3 試験舗装の比較

	(表層下) 排水性舗装+密粒As	(基層下) 遮水型排水性舗装	(表層下) 遮水型排水性舗装
舗装構造	表層改質Ⅱ(密粒) 8cm 排水性舗装 4cm 遮水層改質Ⅱ(密粒) 4cm	表層改質Ⅱ(密粒) 8cm 基層改質Ⅱ(粗粒) 8cm 遮水型排水性舗装 4cm	表層改質Ⅱ(密粒) 8cm 遮水型排水性舗装 8cm
長所	遮水層が密粒アスコンのため施工は比較的容易である	表層16cmの厚みがあり、遮水層への航空機荷重の影響が小さい	日々表層までの復旧が可能、日施工延長が最長となる
短所	二段階施工となる ⇒1段階:3層目, 2段階:2層目+1層目 遮水層の上に表層1層のため、遮水層への航空機荷重の影響が大きい	基層面で一時開放となる 遮水層が薄く空隙が目詰まりによる機能低下が懸念される	遮水層の上に表層1層のため、遮水層への航空機荷重の影響が大きい
課題	排水層とその上下層との付着, 供用による排水層の変形, 排水性能, 施工性		

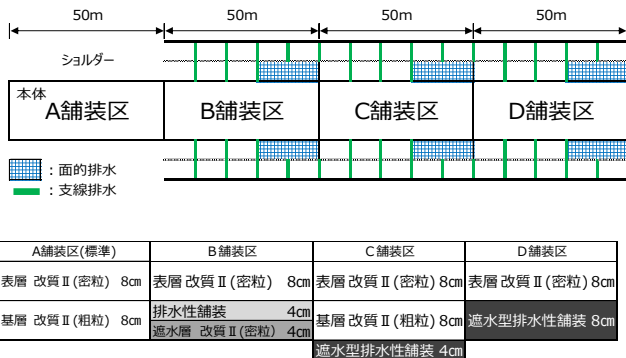


図-10 各試験舗装区の平面配置と断面

(3) 試験施工前の室内試験による確認

排水性舗装は通常の道路舗装では表層に適用される。本試験舗装は表層または基層の下部に設置するため、層間付着力試験により排水性舗装とその上部層との付着力を確認し問題がないことを確認した。

バインダーは、ポリマー改質H型または改質Ⅱ型の適用可能性を把握するため、港湾空港技術研究所所有の特殊WT試験機による繰り返し載荷試験を行い変形量の確認を行った。特殊WT試験において改質H型(排水性舗装)、改質Ⅱ型(排水性舗装)、改質Ⅱ型(密粒)の走行回数における沈下量の比較を行った結果、3者に大きな差はみられなかった。試験完了時の表面沈下量は、改質Ⅱ(密粒) < 改質H型(排水性舗装) < 改質Ⅱ型(排水性舗装)となった。ダレ量は改質Ⅱ型が大きく、長期的な耐久性を考慮し、改質H型を採用することとした。

5. モニタリング

(1) モニタリングの項目, 目的, 実施時期

2015年4月下旬にB誘導路にて試験舗装を施工して約2年が経過した。その間、各舗装区における排水及び遮水効果の比較検証のためモニタリングを継続している。その項目と目的を表-4に、実施時期を表-5に示す。

コア調査は2015年5月から2016年7月の時点で計5回実施した。現地調査は項目ごとに異なり、温度測定、地下水位観測、排水観察は、現地に設置したデータロガーにて連続的に計測し、1年のモニタリング期間を通じて傾向が把握できたため、2017年2月に計測を終了した。なお、排水観察は、排水性舗装から排水された水のみを対象としている。

(2) モニタリングの結果

2015年5月から2016年7月のモニタリング結果を表-6に示す。試験舗装区は例年春から夏にかけてプリスタリング現象が顕著であるが、排水層を敷設したB・C・D舗装区においてはプリスタリング現象が見られず、A舗装区(標準部)において多く見られた。これは、A舗装区において基層及び大粒径アスコンの水分量が他舗装区より多い水分量試験の結果と整合する。水分量の差は0.5%とわずかであるが、現象のみからは排水層設置の効果を確認できる。

1年経過時点の排水層を設置した3断面におけるモニタリング結果から、各ケースとも構造的な問題は生じておらず、排水機能は有効に機能していると考えられる。各断面ごとに大きな差は認められなかったが、標準部との違いは明確であった。

今後、3年から5年程度を目途に経過観察を行い、本工事における改良構造を設定する予定である。

表-4 モニタリング項目と目的

モニタリング項目	調査目的 (経年変化の把握)	
コア調査	コア密度試験	空隙率の把握
	含水比試験	含水比の確認
	間接引張試験	混合物の剥離抵抗性の把握
	層間付着力試験	各層間の層間付着力の把握
	加圧透水試験	遮水層の機能確認
現地調査	横断プロファイル	繰り返し荷重に伴う路面変化量の確認
	FWD試験	たわみ比による舗装強度の把握
	解体調査	各層の変形量, 水の浸み出しや層間剥離等の変状把握
	舗装内温度測定	舗装内の温度分布及び時間, 季節変動の把握
	地下水位観測	試験工区位置における地下水位の把握
排水観察	各断面の排水性能の比較	

表-5 モニタリング実施時期

モニタリング項目	2015年		2016年		2017年					
	5月	6月	8月	9月	6月	7月	2月	6月	7月	10月
コア調査	コア密度試験	○	○	○	○				●	
	含水比試験	○	○	○	○	○			●	
	間接引張試験	○	○	○	○	○			●	
	層間付着力試験	○	○	○	○	○			●	
	加圧透水試験	○				○				
現地調査	横断プロファイル	○	○	○	○	○			●	●
	FWD試験	○		○	○	○			●	
	解体調査			○	○	○				
	舗装内温度測定	○	→	→	→	→	→	→	→	→
	地下水位観測	○	→	→	→	→	→	→	→	→
排水観察	○	→	→	→	→	→	→	→	→	

○: 実施済 ●: 実施予定

表-6 モニタリングの結果

項目	2015年5月～2016年7月の結果	
空隙率	表層	全工区減少傾向 2016年7月の結果は2%未満(Dは2.5%)
	基層	A・Cは表層より緩やかに減少, Aは3%未満, Cは3%程度
	排水層	B・C・Dともに初期値からの変化量に大きな差はない
水分量 水分飽和度	表基層	0.5%以下(プリスタング対策の目安は確保されている)
	排水層	水分量の推移の傾向は同じ 水分飽和度は, 他の層と比べ小さく, 排水機能は余裕があり, 余裕分は排水層が4cm, 8cmで大きな差はない
	大粒径	B・C・DがAより低く, 上層の遮水層が機能を有していると判断できる
間接引張強度	表層	全工区1.0～1.2Mpa, 傾向は各工区同じ
	基層	A・Cは1.1～1.3Mpa, 傾向は各工区同じ
層間付着強度	表層とその下の層は1Mpa以上ありプリスタング対策の目安は確保されている	
	大粒径との層間は0.5～1.0Mpaと同程度	
加圧透水係数	B(排水層+遮水層)は透水性が低い	
	C(遮水型排水性舗装+大粒径)は透水性が非常に高い 大粒径アスコンも, 密粒アスコンと同等の遮水機能を有するが, 遮水型排水性舗装を設置することで遮水機能はさらに向上する	
横断プロファイル	最大沈下量は, 誘導路中心線から5～6mの位置に生じている 14か月の沈下量はBで相対的に大きい, 各工区の差は平均1mm以内で違いが見られない	
たわみ量	全工区たわみ比は1.0未満で構造上の問題はない Dは他と比べたわみ比にばらつきが大きく, 増加傾向	
解体調査	航空機主車輪の走行位置の表面沈下が多少見られるものの, その下層の圧縮量の変化は見られない	

6. 今後の課題

(1) 施工上の課題

① ショルダ一面的排水の施工

各舗装区のショルダーにおいて, 支線排水と面的排水の2断面を設けてモニタリングを行っているが, 単粒砕石を用いた面的排水の施工上の課題として, 締固めが困難である点が挙げられる。

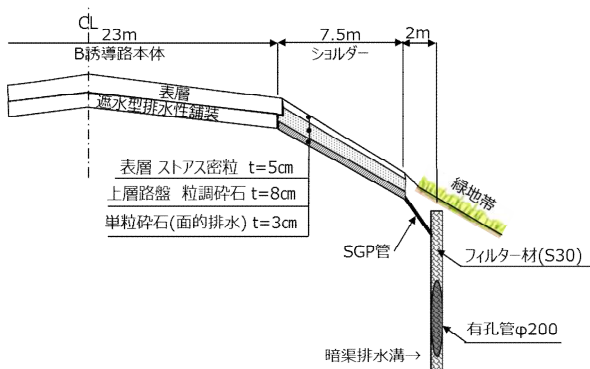


図-11 ショルダ一面的排水部の断面(D舗装区)

② 施工目地の施工

施工目地からの水の浸入が舗装変状の要因の1つであることから, 施工ジョイント部の施工方法は極めて重要である。東京国際空港D滑走路では一層12cmの施工に対し種類の施工ジョイントで試験施工を行い, ジョイント部での締固め度が高い「重ね合わせジョイント」を採用しており³⁾, 本試験施工においても「重ね合わせジョイント」を採用した。また, 当空港基本施設のアスフ

ルト舗装工事において, 重ね合わせジョイントによる施工を標準とし, 特記仕様書に定めることとした。

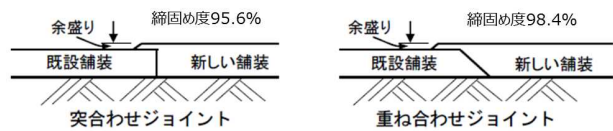


図-11 施工ジョイントの形式(空港土木施設施工要領に加筆)

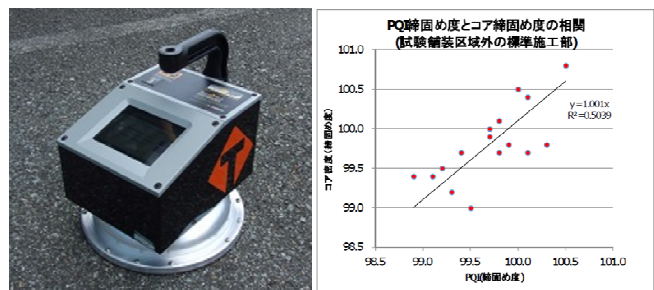
(2) 品質管理・出来形管理方法の課題

現行の空港土木工事共通仕様書に記載の管理方法は, 管理ロットが4,000m²に1点であるのに対し, 当空港における実際の施工の日施工面積は1,000m²以下であるため, それに応じた管理ロットの設定が望ましいと考える。

試験施工では, 日施工量を考慮したNEXCO西日本の管理基準を参考に, 試験数: 3個/1日/1フィニッシャ, 合格判定値: 98%を採用することとした。これにより, 試験数は現行の4,000m²に1個から24個(3個/1日/2フィニッシャ/1,000m²×4日)と大幅に増加する。そこで, 試験的にリアルタイムでの密度測定が可能なアスファルト舗装密度測定器(PQI)を併用し, 適用性を検証したところ, 抜取コア及びPQIによる締固め度に大きな差はなく, 図-12のような相関がみられた。

今後のアスファルト舗装工事においても, PQIと抜取コアを併用し, データを蓄積した上で, 不良率保証型の抜取検査基準に移行したいと考えている。

さらには, 蓄積したデータをもとに, 締固め度や空隙率の分布を統計理論的に把握したいと考えている。



PQI測定器

図-12 PQIと抜取コアの相関

謝辞: 本報告は, 大阪国際空港で行った舗装技術検討委員会の検討結果を取りまとめたものである。ご尽力頂いた各委員, 関係者の皆様に感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 瀧口高・江口秀二・茂崎慎治・福岡知久:
シクリフト工法の空港誘導路舗装への適用, 土木学会舗装工学論文集第10巻2005年12月
- 2) 八谷好高・中村健・梅野修一・野田工・工藤隆志:
高地下水位における空港アスファルト舗装の構造設計, 港湾技研資料No875,1997.
- 3) 吉川知行・江良寧治:
羽田D滑走路埋立部および棧橋部舗装の施工について, 東京国際空港建設技術報告会(第9回),2010.6.25