

12 空港研究部

経営環境の変化に対応した空港管理に関する研究

Research on airport facilities management based on the change of aviation markets

(研究期間 平成 23～24 年度)

空港研究部

空港新技術研究官 中島 由貴

[研究目的及び経緯]

本研究は、長期的に右肩下がりの需要や、LCC（格安航空会社）の急速な台頭など、空港会社をとりまく経営環境の変化に対する空港の管理の効率化や改善による適切なあり方について、提案する物である。平成 23 年度にあつては、特定の空港を踏まえ、標準的な損益計算の 30 年間の推移を仮に設定したうえで、長期的な需要減を条件として与え、収益が持ち直すよう、非航空収益の増加割合や必要な固定的経費の削減量を算定した。これを踏まえ、非航空収益増及び固定的経費である維持管理費用の削減方策について提案した。平成 24 年度にあつては、急速に台頭した国内 LCC について、機材繰り、点検整備の時機、折り返し時間など、特性を分析し、門限を設けない空港の 24 時間化といった規制緩和や、ターミナル内のバゲージや旅客動線を工夫して、折り返し時間や人件費の最小化を図るなど、LCC の拠点を積極的に誘致する方策について提案した。

リスクを考慮した大規模拠点空港に係る国内航空ネットワーク確保方策調査

Research on ensuring domestic air networks at large airport hit by Tsunami and Earthquake based on Risk Analysis

(研究期間 平成 22～24 年度)

空港研究部

空港新技術研究官 中島 由貴

[研究目的及び経緯]

本研究は、災害時の空港の運用を踏まえ、対策の評価方法の体系化を図るものである。発災後から、救急・救命活動、緊急物資・人員輸送、民間航空機の再開の 3 段階について、平成 23 年度にあつては、東日本大震災における航空機の運用実態を分析した上で、津波対策の空港間の優先順位を図るため、代替空港の有無を主たる指標に、定性的評価方法の提案・試行を行った。平成 24 年度にあつては、同じく 3 段階の各段階の航空機の運用において、滑走路、エプロン、管制塔、場周柵等の施設がどの程度確保されていないと支障が生じるかを分析の上、地震によりこれら施設の壊れ具合と、人命救助の機会損失、民間航空が再開できない場合の営業損失等、被害を貨幣や復旧日数等に換算し、定量的評価の基礎的な検討と試行を行った。また、検討した被災地としては、大都市圏の複数空港所在地域等の被害の結果重大性が高い地域を選択して検討した。

国際航空貨物市場の将来像と伸長の取り込み方策の検討

Research on air logistics based on trend of air cargo market

空港研究部

(研究期間 平成 23～24 年度)
空港新技術研究官 中島 由貴

[研究目的及び経緯]

本研究は、東アジアを中心とした国際航空貨物市場の将来像を踏まえ、その伸長を取り込むべく空港の施設整備のあり方について提案することが目的である。平成 23 年度にあつては、急速に台頭し航空貨物と競合著しい RORO 船による国際海上ネットワークの動向を踏まえ、ドアトゥードアの速達性や価格面の RORO 船の優位性に着目し、競合より連携により、空港活性化を図るため、シーアンドエアに対応した航空貨物施設のあり方を検討した。平成 24 年度にあつては、航空会社とフォワーダーを誘致すべく魅力的な空港整備のあり方として、伸長著しい通関を要しないアジアトゥーアジアの貨物の空港内動線を最短にするスポット配置やフォワーダーの混載差益を最大化するランプサイドにおけるフォワーダー上屋の配置について提案した。

将来の国際航空市場の環境変化に関する分析

Analysis on International Civil Aviation Market

空港研究部 空港計画研究室

(研究期間 平成 24 年度～)
室 長 丹生 清輝
主任研究官 井上 岳

[研究目的及び経緯]

本研究は、将来国際航空市場に大きな影響を及ぼすと想定される要因を特定し、本邦航空市場に与えるインパクトの把握を試みることを目的としている。仮に、我が国の航空市場に与える影響が大となるようであれば、我が国の航空・空港政策への反映の検討が必要であり、そのための基礎資料とする。

本年度は、諸外国における過去の格安航空会社（LCC）参入、航空協定及び空港開発戦略が国際航空市場に与えた影響に関し、定性的分析及び定量的分析を可能ならしめるため、分析の礎となる、アジア発着の国際定期路線の特性・指標を網羅したデータベースを構築した。更に、上記データベースの活用により、LCC 参入によるアジア航空市場への影響分析を実施した。

航空需要予測手法の改善に関する研究

Improvement of Air Transport Demand Forecast Method

空港研究部 空港計画研究室

(研究期間 平成 19～25 年度)
室 長 丹生 清輝
主任研究官 井上 岳

[研究目的及び経緯]

中長期の航空需要予測値については平成 19 年度の交通政策審議会航空分科会においてとりまとめられたが、予測手法に関し今後の課題とされた点も残された。航空需要予測値は、交通政策審議会航空分科会での審議のみならず、航空・空港政策の企画立案、個別空港の計画段階や事業評価等に際して必要かつ基礎的なデータとなるため、その予測精度の一層の向上が求められていることから、予測精度や再現性、説明力の向上をめざした予測手法(モデル)の改良・改善を行う。

平成 24 年度においては、従来の航空需要予測手法(2005 年モデル)の改善に向けて、国内航空旅客・国際航空旅客・国際航空貨物の各予測モデルの改善（実勢運賃の設定など）を進め、また、海外における LCC（格安航空会社）動向等を踏まえて将来シナリオを検討し、将来需要（全国値）の試算を行った。

材料性能に基づくライフサイクルコストを考慮した空港舗装設計 手法高度化に関する研究

Development of design method of airport pavement considering Life Cycle Cost

(研究期間 平成 23~24 年度)

空港研究部 空港施設研究室

Airport Department ,Airport Facilities Division

室長

Head

主任研究官

Senior Researcher

研究官

Researcher

伊豆 太

Futoshi IZU

坪川 将丈

Yukitomo TSUBOKAWA

森永 真朗

Masao MORINAGA

Airfield pavements are subjected to very heavy loads and high tire pressures. For this reason, permanent deformation such as shoving and rutting are likely to appear. Polymer modified asphalt are suited for resisting permanent deformation. However guidelines for application of it have not yet been established. In this study service life up to critical rutting depth is calculated numerically for non-modified and modified asphalt to verify polymer modified asphalt's economical validity, aiming to develop and rationalize the design method of airport pavement considering the life cycle cost.

〔研究目的及び経緯〕

滑走路、誘導路など空港基本施設は航空機運航の安全性の確保に密接に関連する重要施設であるが、近年、航空機交通量や新型機の就航等による荷重の増大等とともに老朽化による劣化が進む一方、厳しい財政状況の下、限られた予算の中で、施設機能を確保しつつ、より効果的な改修を行っていく必要性が高まってきている。

従来、空港基本施設である滑走路、誘導路等に係るアスファルト舗装については、基層及び表層のアスファルト混合物にストレートアスファルトを使用することが一般的であった。しかしながら、大型航空機が就航し交通量が顕著な空港では、深いわだちぼれ等が早期に発生することもある。このため近年、耐流動性が期待できる改質アスファルトを使用することが多くなってきている。しかしながら、現行の「空港舗装設計要領(国土交通省航空局)」及び「空港舗装補修要領(国土交通省航空局)」では、どのような場合に改質アスファルトを使用すべきかを示す記述が必ずしも十分なされていないため、材料の使用の目安をより明確化のものとしていくという課題も存在している。

こうした状況下、本研究は、舗装に用いる材料の特性を反映した路面設計手法を開発するとともにライフサイクルコスト(LCC)算定手法の確立により、空港基本

施設の合理的なマネジメント手法に資することを目的として実施した。

平成23年度は、紫外線により劣化を促進させた供試体、未劣化の供試体を作成し、これらに対して各種試験を行い、アスファルト材料の耐流動性とレジエントモジュラスについて整理した。平成24年度は、わだちぼれがライフサイクル決定の主要因である場合において、わだちぼれ発生量を解析的に試算するとともにわだちぼれが限界値に達した場合の補修費用を試算し、改質アスファルトを使用した場合の効果について、ライフサイクルコストの観点からの検討を行った。

〔研究内容及び成果〕

1. ライフサイクルコストの検討

一定の仮定をおいた上で、滑走路の整備、改修に、ストレートアスファルトを使用した場合及び改質アスファルトⅡ型を使用した場合のわだちぼれに対する耐用年数をいくつかの条件を仮定して数値計算により試算した。

◆ 計算条件の設定

検討対象施設を滑走路端部、取付誘導路、平行誘導路とし、いくつかの気象条件、交通量(日離着陸回数、大型機(B777, B747等)の混入比率、滑走路使用比率)、舗装厚(表層厚、基層厚、上層路盤厚、下層路盤

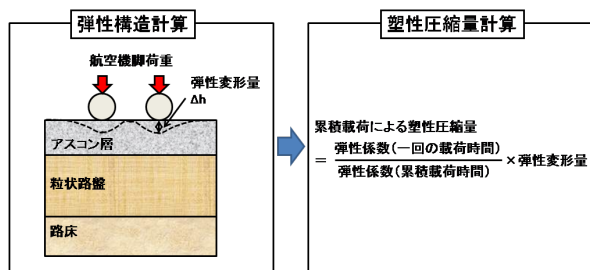
厚), アスファルトの材質等いくつかの計算に必要な条件を設定した。

アスファルトの弾性係数の設定にあたっては、「空港舗装設計要領」の式等を用いた。

◆わだちぼれ量の試算

わだちぼれ量については、塑性圧縮量を解析的に試算した。試算に用いた解析手法は、土木学会「舗装標準示方書」に記載されている方法*であり、航空機荷重によるアスファルト混合物層の圧縮ひずみ、温度・载荷時間とアスファルト混合物の弾性係数の関係から、アスファルト混合物層の塑性圧縮量を算出する手法である。

※牛尾：アスファルト舗装のわだち掘れ予測方法に関する研究，土木学会論文集第 323 号，1982。



◆期待供用年数の試算

わだちぼれ量の限界値を設定し、これに至るまでの期待供用年数を試算した。改質アスファルトを使用することによりストレートアスファルトに比べ、概ね 2～3 割程度、期待供用年数の増＝長寿命化を見込めるとの結果となった。

2. 改修費用の試算

オーバーレイ厚等について一定の仮定をおいた上で、滑走路の整備、改修に、ストレートアスファルトを使用した場合及び改質アスファルト II 型を使用した場合の費用を全国複数空港所在地の材料単価等を使用して直接工事費ベースで試算した。

(改質アスファルト II 型を使用した場合) / (ストレートアスファルトを使用した場合) は約 1 割 5 分増となった。

3. ライフサイクルコストの観点からの検討

表層に改質 As を使用することにより、補修に要する費用は増となるが、2～3 割程度の長寿命化を見込めるため、費用の増加を補うことが期待できるとの試算結果となった。

4. 改質アスファルトの使用実績の調査

全国の空港における改質アスファルト II 型の使用実績、理由等について調査を行った。

使用の理由としては、わだちぼれ対策、ブリスタリング抑制等が主であった。

5. 対流動性の検証

ストレートアスファルト及び改質 II 型アスファルト混合物の対流動性を検証するため、ホイールトラッキング試験及びレジエントモジュラス試験を実施し、塑性変形量とレジエントモジュラスの関係を整理した。

◆ホイールトラッキング試験

ストレートアスファルトに比べ、改質 II 型、改質 III 型の順に最終変形量および変形率は小さく、動的安定度が大きくなった。すなわちポリマー量に応じて変形に対する抵抗性は大きくなった。

紫外線により劣化したアスファルト混合物について、ストレートアスファルト混合物では変形量、変形率ともに大きくなり、動的安定度は低下した。改質 II 型混合物では大きな変化は見られなかった。

◆レジエントモジュラス試験

試験温度 5℃と 20℃では全復元、瞬間復元レジエントモジュラス共に同程度の値を示すが、30℃付近から大きく低下した。

◆レジエントモジュラスとホイールトラッキング試験の最終変形量、変形率及び動的安定度との間には、明確な相関はみられなかった。

◆暴露試験により、動的粘弾性について、ストレートアスファルトは上昇したが、改質 II 型では大きな変化はなかった。

【成果の活用】

本研究で得られた成果および知見については、全国の空港舗装の、主に新設時の設計に活用される「空港舗装設計要領（国土交通省航空局）」、空港舗装の改良時の設計に活用される「空港舗装補修要領（国土交通省航空局）」の改訂に反映された。このことにより、ライフサイクルを考慮した適切な材料選定やより適切で合理的な空港舗装の設計・整備の実現に資することが期待される。

空港施設に関する技術基準の国際比較

Research on the performance-based design of Airport facilities

空港研究部 空港施設研究室

(研究期間 平成23～25 年度)

室 長 伊豆 太
主任研究官 坪川 将丈
研 究 官 森永 真朗

[研究目的及び経緯]

空港施設のうち、基本施設である空港舗装に係る技術基準等について欧米等の技術基準を収集し、これらとの比較分析を行い、我が国の基準の特徴の明確化等を図る。各国の技術基準について設計理論、材料定数の取扱い等との関連を中心とした観点から比較分析を行う。また、近年、航空機の大型化・多頻度化等によるわだちぼれ量の増加等舗装への損傷要因が増大化する一方で、施設の長寿命化が求められる中、対策として有効と考えられる改質アスファルトの使用事例、基準等についても資料収集分析、整理を実施する。

平成24年度は、欧州の基準を収集整理するとともに改質アスファルトに関する米国の文献等を収集整理した。

コンクリート舗装構造設計法の高度化検討

Study on design method of airport concrete pavement

空港研究部 空港施設研究室

(研究期間 平成23～25 年度)

室 長 伊豆 太
主任研究官 坪川 将丈
研 究 官 森永 真朗

[研究目的及び経緯]

無筋コンクリート(NC)舗装の設計法については、空港舗装設計要領に疲労設計法を導入したところであるが、補強コンクリート舗装の設計については必ずしも統一された設計思想に基づく設計法とはなっていない。本研究では設計思想の統一の可能性について検討を行うとともに、コンクリート版の老朽化や早期補修の要請に応じてプレキャスト補強コンクリート版を使用する際の異種構造版間の応力の伝達を考慮した円滑な接続や要求性能に応じた舗装構造の合理的な選択が可能となることをめざして研究を行い、研究成果のうち可能なものについては「空港舗装設計要領」に反映させる。

平成23年度は、試験舗装を用いてダウエルバーを設置したコンクリート版間の荷重伝達機能および目地構造近傍に発生する応力状態について検討を実施した。あわせて試験舗装を用いてコンクリート版に発生する温度応力の測定を実施した。平成24年度は、目地部に発生する応力解析手法について検討を行うとともに、異種構造接続部で発生する課題について整理した。

空港土木施設構造設計における性能規定再整理に係る研究

Study on Performance Based Design of Airport Civil Engineering Facilities

空港研究部 空港施工システム室

(研究期間 平成 23～24 年度)

室 長	中島 晋
専 門 官	加藤 満
研 究 官	佐粧 智之

[研究目的及び経緯]

空港土木の技術基準は性能規定化の方針であるが、構造設計についての大部分は従来の設計手法を見なし規定で運用している。コンクリートの設計法などで限界状態設計法が標準となりつつある状況で、空港の土木附帯施設の設計にも限界状態設計法等信頼性設計の本格的な導入など高度化が求められている。

本研究では主として空港の土木附帯施設の設計を対象としている空港土木構造設計要領への限界状態設計法等の導入を目的に、設計限界と要求性能レベルの設定、コンクリート構造物の限界状態設計法の安全係数の設定、また、航空機による地中荷重の舗装による影響などを解析・検討し、改定案を作成した。

空港土木工事共通仕様書の改訂

Revision of Common Specification for Airport Civil Works

空港研究部 空港施工システム室

(研究期間 平成 13 年度～)

室 長	中島 晋
専 門 官	加藤 満
第二係長	井上 雄史

[研究目的及び経緯]

新工法等施工技術の発達にともなう現場施工形態の変化との整合を図るため、また、空港土木工事の調達に係る契約内容の明確化への要請に応えるため、空港土木工事共通仕様書及び施工基準類の一層の適正化を図ることが求められている。このような背景から空港土木工事共通仕様書、調査・設計等の共通仕様書及び空港土木施設施工要領の改訂案について、ユーザーと調整をしながら検討し改定案を作成した。

空港土木請負工事積算基準の改訂、空港土木積算システムの改良

Revision of Cost Estimation Standards for Airport Civil Works

Improvement of Cost Estimation Computer System for Airport Civil Works

空港研究部 空港施工システム室

(研究期間 平成 9 年度～)

室 長	中島 晋
専 門 官	加藤 満
研 究 官	内山 唯士

[研究目的及び経緯]

新工法等施工技術の発達にともなう現場施工形態の変化との整合を図るため、また、空港土木工事の調達に係る契約内容の明確化・透明性の確保への要請に応え、積算業務の適正化・簡素化等を図るため、空港土木工事積算基準の一層の適正化を図ることが求められている。このような背景のもと今年度は施工パッケージ型積算方式に対応した積算基準案、制度設計など施工パッケージ型積算方式の空港土木工事（用地造成、基本施設舗装）への導入検討、単価補正方法、設計変更への対応方法等の検討及び積算基準化の検討を行った。さらに従来積算の歩掛等改訂案の作成した。

また、積算基準の改訂に合わせて空港土木積算システムの改良を行った。

空港舗装点検データ利活用に関する基礎的な検討調査

Study on Utilisation of Airport Pavement Inspection date

空港研究部 空港施工システム室

(研究期間 平成 24～26 年度)

室 長	中島 晋
専 門 官	加藤 満
研 究 官	佐粧 智之

[研究目的及び経緯]

航空輸送の安全性の確保、老朽化が進む空港施設の適切な機能維持が求められる中、滑走路等空港舗装の予防保全を推進するための更なる方策確立が求められている。一方、既存空港では施設点検要領に基づき舗装点検が実施されており点検データが蓄積されている。この既存点検データの分析により、空港舗装を適切に評価する新たな手法、空港舗装のモニタリング手法について提案することを目的に検討をう。今年度は17空港の既存舗装点検データの分析と舗装面の点検診断のバラツキについて検査員へのアンケート調査を行った。また、国内外の各種舗装性状評価手法の比較評価、舗装モニタリング手法の検討を行った。空港舗装性状の適切な評価ができることにより、経済的な維持補修、適切な施設の健全性の維持が可能となり、維持補修の経済性および航空輸送の安全性の向上が期待される。

空港施設 CALS システムの改良

Improvement of Airport Facilities CALS System

空港研究部 空港施工システム室

(研究期間 平成 23～25 年度)

室 長	中島 晋
専 門 官	加藤 満
研 究 官	佐粧 智之

[研究目的及び経緯]

調査、計画、設計、施工、維持管理といった空港施設のライフサイクルを通じた情報共有とこれによる業務の効率化を図るために、空港施設 CALS システムを開発・運用中である。より良いシステムを目指し、ユーザーとの意見交換をしながら、今年度は更なるサイト機能の充実、図面管理システム等の改良、マニュアルの改訂、また、今後予定している付加機能の要件設定、サーバー構成などの検討等を行った。今年度改良版については、3月より運用を開始した。