

大規模災害時の空港運用方法と容量に関する基礎的研究

交通・地域計画研究室 古田土 渉
指導教員 平田 輝満 准教授

【目次】

第1章 序論

- 1-1 研究の背景
- 1-2 研究の目的
- 1-3 研究の手順
- 1-4 用語の解説及び定義

第2章 既存研究の整理

- 2-1 既存研究の整理
- 2-2 既存研究の位置づけ

第3章 災害時における空港での航空機運航方法の調査と整理

- 3-1 調査の概要
 - 3-1-1 運航ルールやガイドラインの調査
 - 3-1-2 ヒアリング調査の概要
- 3-2 災害時における空港での航空機運航方法
 - 3-2-1 空港周辺空域と滑走路での運航
 - 3-2-2 駐機場の使用方法
- 3-3 空港容量に制約を与える項目の整理

第4章 災害時における空港容量の算出

- 4-1 空港容量の概要
 - 4-1-1 はじめに
 - 4-1-2 本研究における空港容量の定義
- 4-2 滑走路容量の算出方法
 - 4-2-1 滑走路容量の算出方法
 - 4-2-2 滑走路容量の定義
 - ーセグメント構成
 - 4-2-3 滑走路容量の定義
 - ーセグメントの組み合わせ
- 4-3 エプロン容量の算出
 - 4-3-1 エプロン容量の考え方
 - 4-3-2 エプロンの設置条件
- 4-4 空港容量の算出と空港容量算出方法の検証
 - 4-4-1 花巻空港の空港容量
 - 4-4-2 山形空港の空港容量
 - 4-4-3 福島空港の空港容量

第5章 大規模災害時の空港運用が

空港容量に与える影響の評価

- 5-1 空域および飛行経路が与える影響
- 5-2 誘導路の配置や運用が空港容量に与える影響

第6章 結論

- 6-1 結論
- 6-2 今後の課題

1. 研究の背景

東日本大震災の際には災害直後からヘリコプターをはじめとする多様な航空機が災害対応活動に従事し、被災者の救援に一定の成果を上げた。また、国や地方自治体が定める各種防災計画などにも航空機を用いた救援活動の実施計画が記載されている。南海トラフ地震をはじめ、今後発生が懸念されている大規模災害の際にも航空機による災害対応活動が展開されることは明白である。

一方、航空機による災害対応活動は空港を拠点として活動するものが多くあり、被災地内の各地方空港には全国から航空機が集結することが予想される。しかし、地方空港を発着する航空機の数には平常時では1時間あたり1機か2機程度であり、それに対応する程度の駐機場や航空管制等の処理能力(空港容量)しか用意されていない。そのような空港に航空機が集中すると、地上施設や周辺空域の混雑・混乱が生じることが想定され、災害対応の特殊な運用も要求される。東日本大震災の際には東北の各地方空港で通常時の6～10倍もの航空機を受け入れた実績があるが、実際に駐機スポットの不足や給油待ち等が発生し、航空機活動に支障が生じた¹⁾。南海トラフ地震の被災地内にある各地方空港も大規模災害の発生時には運用上の混乱が生じるものと想定され、ひいては空港容量が航空機活動に制約を与えることも考えられる。以上を踏まえ、大規模災害時に空港を滞り無く利用できる状態にすることが航空機による災害対応活動の効果を最大限に発揮するためのひとつの条件であると考えられる。

そこで、各自治体や空港は大規模災害時に航空部隊を受け入れるための計画を作成・見直しをすることが求められている²⁾。災害時の空港運用計画の立案にあたっては、航空管制や滑走路、誘導路、駐機場といった空港施設のどれが空港容量に影響を与えるボトルネックになっているのかを明らかにし、そのボトルネックを解消するためのハード面・ソフト面での計画を立案すべきであると考える。一方、空港の容量に関する既存研究は羽田空港や成田空港などの混雑空港における平常時の滑走路容量に関するものが目立ち、災害時や低需要の地方空港に着目した空港容量についてはそ

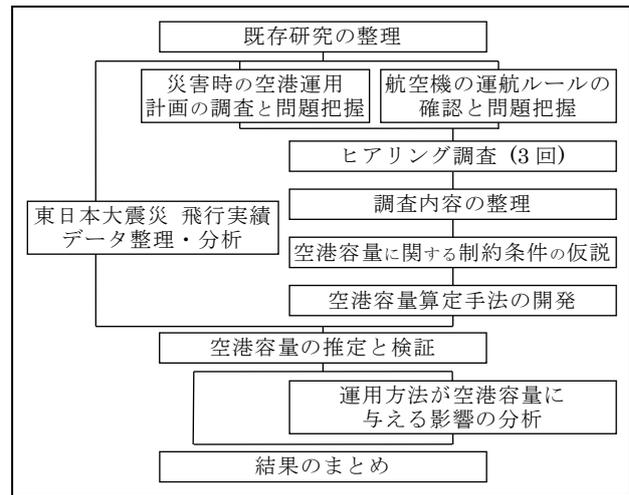


図-1 研究のフロー

の構成要素や評価手法について明らかにされていない。よって、地方空港における災害時の空港運用方法について、その手法や制約条件(規則)を明らかにした上で、空港容量に影響を与える要因を推定し、空港容量を定量的に示す手法を整理する必要があると考えられる。

2. 既存研究の整理

小林ら³⁾は新潟県中越地震における航空機活動について実態を調査し、空港や場外離着陸場などの運航拠点の運営上の課題の他、航空機自体の能力等にも言及して、災害時のオペレーションの課題を挙げている。一方、東日本大震災における航空機活動について荒谷ら⁴⁾は東北地方の空港当事者に対しヒアリングを実施することで災害時の空港運用実績と課題を明らかにした。また、航空機の離着陸実績データより東日本大震災の際の地方空港の運用実態を分析しており、運航者別に見た離着陸数や駐機時間等の傾向を定量的に示した。また、Barbarosoğluら⁴⁾の研究では災害時の活動拠点と被災地の間のヘリ配置最適化問題を定式化しているが空港容量制約そのものについては触れていない。

これらの論文を含め、災害時の航空機運用に関する研究では空港における発着回数等の実測値の分析を行っている場合がある。しかし、大規模災害時における空港の処理能力の構成を明らかにし、容量の算定方法を一般化した研究は見られなかった。

3. 研究の目的と手順

前述した背景を踏まえ、本研究の目的を以下の3点とする。研究のフローを図-1に示す。

- ① 地方空港での航空機の運航やヘリコプターの運航に関して、規則や実態などの特性を把握する。
- ② 大規模災害時における特殊な空港運用方法について、実績と計画の観点から調査を行い、具体的な手法や制約条件を明らかにする。
- ③ 以上を踏まえ、大規模災害時に空港の処理能力に影響を与えるボトルネックを明らかにする。また、大規模災害時の特殊性を考慮した空港容量推定手法の提案を行い、空港施設が空港容量に与える影響を分析する。

また、最終的な目的として大規模災害に対応する空港整備・運営計画の検討、提案を行う際に有益となる知見を提供することを掲げる。

4. 災害時における空港運用方法の調査と整理

大規模災害時の空港容量の推定にあたっては既存の手法は適用できず、独自に運航実態を調査した上で、空港容量の構築体系を明らかにする必要がある。一方、航空機の運航は管制官やパイロットの感覚により成り立っている部分も多く、文献調査によるルールベースでの調査では実態を把握できない点も見られた。そこで本研究では航空管制官等に対するヒアリングを実施し、航空機運航に関する実態や当事者の考え方を把握した。あわせて、空港の地上施設等についても災害時の特別運用の効果を明らかにするために、具体的な運用手法や設計・運用上の基準について調査する必要がある。そこで文献調査に加えて空港管理者や自治体に対するヒアリングも実施し、それらを明らかにした。

なお、ヒアリング調査は八尾空港、大島空港(勤務経験者)、高知県危機管理課、高知空港事務所、高知県消防防災航空隊に対して実施した。

5. 空港容量に制約を与える要因の整理

上記調査の結果をもとに、空港の処理能力(空港容量)に影響を与える要因の整理を行った。空港容量に影響を与える要因は次の(1)~(3)に掲げる3点であると考えられる。

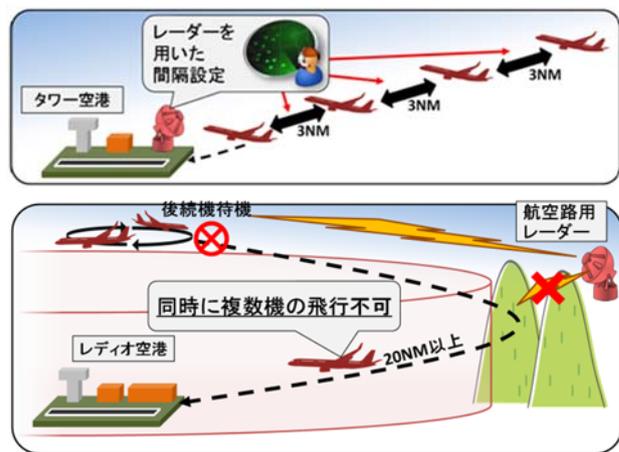


図-2 レーダーを用いた間隔設定(上)とラジオ空港における飛行間隔(下)イメージ

(1) 周辺空域での飛行間隔

旅客機などの航空機は一般に計器と航空管制に従って飛行する「計器飛行方式(IFR)」で運航することが多い。これは航空管制によりIFR機同士の安全な飛行間隔を担保しながら飛行する方式であり、一般的にはレーダーを使用して管制官が航空機の間隔を確保している。しかし、「ラジオ空港」と呼ばれる一部の地方空港には管制官ではなく情報提供のみが行える情報官しか配置されておらず、またレーダーが設置されていないため、空港周辺を飛行するIFR機を1機のみに限定することで間隔を確保する方式をとっている(図-2)。この方式で飛行する場合、航空機1機が空港周辺空域を離脱するまでに後続機が離着陸を行うことはできないためIFR機の離着陸が空港の処理容量を低下させる要因になると考えられる。

(2) 誘導路の有無や運用方法

地方空港の中には誘導路(滑走路と駐機場を結ぶ通路)が無い空港や、災害時に誘導路を閉鎖して駐機場として運用する場合がある。誘導路が使用できない場合、航空機の離着陸のための地上走行は滑走路を経由して行われるが、その間は他の航空機は離着陸を行うことはできず、空港の処理容量が低下すると想定される。

(3) 駐機場容量

滑走路を利用して離着陸する航空機(固定翼機)の処理容量は滑走路の処理容量に依存すると考えられるが、ヘリコプターは非常に短い間隔で離着陸可能であり、駐機場の処理容量(スループット)が空港容量に影響を与えるものと想定される。

6. 空港容量の推定手法

空港容量は単位時間あたりに空港が処理可能な航空機の数であり、本研究では5章で仮説を立てた各要因の容量を基に計算される。なお、空港容量に影響を与える代表的な指標である滑走路容量は、単位時間を1機あたりの滑走路占有時間(Runway Occupancy Time; ROT)で除すことで得ることができる。例えば、花巻空港(岩手県)にIFR機が連続して着陸する場合のROTは610秒であり、30分あたりの着陸容量は「1800秒/610秒≒3.0(機/30分)」となる。この他、詳細なROTの構成の説明は紙面の都合上割愛するが、ヘリコプター同士のROTは数十秒程度であるのに対し、IFR機が連続して離着陸する場合のROTは10分近くになる傾向があり、離着陸時の空域の占有時間が長時間に及ぶことが特徴である。なお、ROTには周辺空域の飛行から滑走路離脱までの所要時間が含まれており、滑走路容量のみならず空域容量、誘導路容量としての意味合いを含んでいる。

7. 空港容量推定の結果と考察

図-3は本研究で提案した滑走路容量推定方法を花巻空港に適用して得た滑走路容量の推定値と東日本大震災の際の同空港における実測最大値(機/30分)を比較したものである。固定翼機の離着陸が滑走路容量に制約を与えると考え、固定翼機の割合を横軸に取っている。なお、実測最大値は災害時に離着陸が多くなる晴天時の午前中に観測される傾向があり、当該時間帯の前後も離着陸が非常に多かったことから、実測最大値は空港容量に準ずる値であったと考えられる。

図-3より花巻空港では最大で回転翼機が16.2機/30分の離着陸が可能であったと推定されている。実測最大値は概ね推定容量と合致しており滑走路容量が空港容量に影響を与えていたと考えられる。なお、本試算はヒアリングにより得た飛行間隔で航空機を運航させた場合の処理容量を示したものであるが、規則上はより短い間隔で離着陸を行うことも可能であり、その場合は最大で31機が離着陸を行うことができる。

なお、花巻空港は震災後から平行誘導路の供用を開始している。平行誘導路を使用した場合の滑

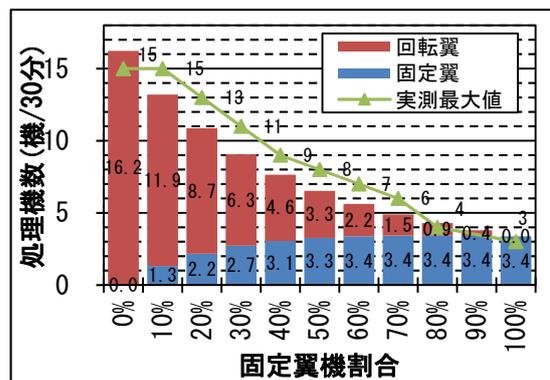


図-3 花巻空港における滑走路容量

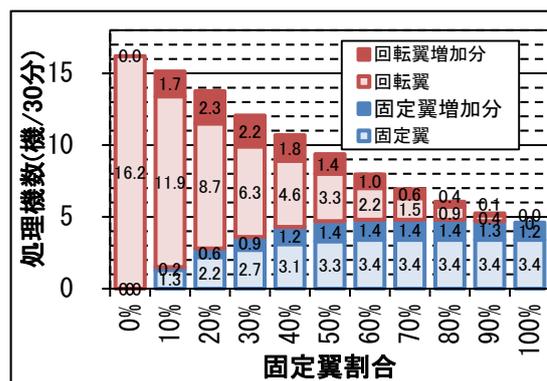


図-4 平行誘導路設置による滑走路容量への効果

走路容量の増加分を図-4の濃色部分に示す。平行誘導路の供用開始により固定翼機では最大1.4機/30分、回転翼機では最大2.3機/30分の容量増加が見込まれる。災害発生時には平行誘導路が閉鎖され駐機場として運用されることも想定されるが、そのような方策をとる際には図に示したような容量の減少について考慮すべきであると考えられる。

8. 結論

本研究では、文献調査やヒアリングを通して大規模災害時における空港運用の特殊性を明らかにし、そのような状況下での空港容量の推定手法の提案を行った。また、空港容量の推定値と実測値を比較することで、滑走路の処理容量が空港容量に影響を与えている可能性を示唆した。

参考文献

- 1) 荒谷太郎ら：東日本大震災時の航空機活動と空港運用の実態分析—いわて花巻・山形・福島空港を対象として—, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol.69, No.5, pp.1-229-I-246, 2013.
- 2) 消防庁広域応援室長, 緊急消防援助隊航空部隊に係る受援計画の作成又は見直し等について, 2013.
- 3) 小林啓二ら：災害時におけるヘリコプターの効率的な活用方法と必要な運航支援体制のあり方, J. JSNDS 24-4 387-407, 2006.
- 4) Gülay Barbarosoğlu et al. (2002), An interactive approach for hierarchical analysis of helicopter logistics in disaster relief operations, Journal of Operational Research 140, pp.118-133.