

オーバーラン事故に対する滑走路端安全区域（RESA）の信頼性の検討

中央大学 学生会員 ○羽石 亮太
中央大学 正会員 佐藤 尚次

1. はじめに

滑走路端安全区域（RESA）とは、航空機が離着陸時にオーバーランした際、大事故を防ぐために設定された滑走路の延長部のことである。しかし、図-1によると現在、全国の97空港のうち73空港の約7割もの空港で国の基準である長さ90m以上を満たしていないことが国土交通省の調査で分かっている。また、2017年1月19日に新千歳空港でオーバーランした機体が滑走路端安全区域内で停止するという事例が起きたことで滑走路端安全区域がオーバーラン事故の抑止に効果があることは証明されている。しかし、現在も全国の空港で既存の滑走路に延長工事を行うことは難しく、滑走路端安全区域の延長工事計画は進んでいない。その理由としては以下のことが挙げられる。空港の運行に支障が出てしまう可能性があること、羽田空港や広島空港のように滑走路先が海や山岳丘陵地帯が広がっていることで設置スペースが確保できない空港も多いことである。

2. 本研究の目的

現在、我が国における空港において滑走路端安全区域の長さに関するガイドラインが2013年に国土交通省によって制定された。そのなかには、「滑走路端安全区域(RESA)の長さは90m以上にする」²⁾という基準が設けられている。しかし、先述の通り全国約7割もの空港で基準を満たしておらず、空港の立地条件が原因で延長工事は難航が予想される。そのため、本研究では基準である「滑走路端安全区域の長さ基準90m以上」という基準は的確であるかについて信頼性の検討を行う。

3. 研究手法

本研究では信頼性設計などで用いられているR-Sモデルの面から検討を行う。R-Sモデルとは本来、構造物が外力に対して安全であるかどうかを構造物の耐力側と作用する外力の大きさの比較によって検討する手法である。耐力側をR(Resistance)側、外力作用側をS(Stress result)側と表す。RとSの確率変数として表し、 $R \leq S$ が成り立つ確率を構造物の破壊確率 P_f (probability of failure)と呼んでいる。

本研究ではR側を滑走路の長さ、S側を実際のオーバーラン距離を基にして作成した制動距離として、検討を行う。R側は滑走路の長さという定数であるため確率モデルの形にはならない。一方、S側の実際のオーバーラン距離を基にして作成した制動距離は確率モデルで表すことが適切であり、このSの確率分布に対して、どのような説明変数が影響を及ぼしているかを考察していく。

滑走路端安全区域(RESA)が不足している空港	会社管理空港	成田B
	国管理空港	稚内、釧路、函館、新潟A、新潟B、羽田A、広島、高松、松山、高知、北九州、長崎、熊本、大分、宮崎、鹿児島
	特定地方管理空港	旭川、帯広、秋田、山形、山口宇部
	地方管理空港	利尻、奥尻、中標津、紋別、女満別、青森、花巻、大館能代、庄内、福島、大島、新島、神津島、三宅島、八丈島、富山、能登、福井、松本、静岡、神戸、南紀白浜、鳥取、隠岐、出雲、石見、岡山、佐賀、対馬、福江、杣岐、種子島、屋久島、奄美、喜界、徳之島、沖永良部、与論、久米島、南大東、北大東、伊江島、宮古、多良間
	共用空港	丘珠、美保(米子)、徳島
	その他の空港	調布、岡南、天草、但馬、八尾A、八尾B
	計	空港数73(滑走路数75)

※国土交通省による、平成28年12月現在

図-1 滑走路安全区域が不足している空港

表-1 事故原因要素

①風	主に追風の影響によるもの
②雨・雪	雨や雪による制動力低下
③ヒューマンエラー	ブレーキ誤操作と遅れ
④高度が高い	滑走路進入時の高度
⑤速度超過	滑走路進入時の速度超過
⑥接地点オーバー	接地時の目標接地点のズレ

4. データ収集状況

オーバーラン事故例に関しては事故調査委員の調査報告書、もしくは新聞のバックナンバーを辿り、オーバーラン事故例としては95件収集した。しかし、新聞の記事に記載してあるデータとしては大まかな事原因と停止距離しかなかったため、実際に研究のデータとして使用できるものは35件となった。この35件の事故例をそれぞれ着陸点、停止距離、着陸時の天候、滑走路進入時の機体速度、主な事故原因についてまとめた。そして現在、集まっている事故例全35件を基に分類を行い、主な事故原因(S側の要素)についてまとめたものが表-1である。³⁾

キーワード 滑走路端安全区域、オーバーラン、R-Sモデル、カイニ乗検定、信頼性設計

連絡先：〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 中央大学 TEL：03-3817-1816 E-mail：d34209@yahoo.co.jp

5. 確率モデルの提案

実際の事故のデータであるオーバーラン距離のヒストグラムを図-3に示す。このヒストグラムの形から、これを指数関数に従うものと仮定して指数関数の確率密度関数の式である以下の式のパラメータ λ を推定した。

$$f(x) = \lambda e^{-\lambda x} \quad (x \geq 0) \quad (1)$$

χ^2 乗検定から、 $\lambda = 9.6 \times 10^{-3}$ と確定できたため、その値を用いて確率密度関数を作成したものを図-2の実線で示している。これにより、R側を150m（過走帯60m+RESA長90m）という定数として、オーバーランが起こった条件下での、滑走路をはみ出す条件付き確率を求めると、23.5%と算出される。オーバーラン事故自体が発生する確率を、この条件付き確率に乘じると、RESAを超えるオーバーラン事故発生確率が求められる。しかし、オーバーラン事故発生確率を直接求めるデータは得られなかったため、本研究ではオーバーラン事故が属する「滑走路又はその周辺での発生事故⁴⁾」という事故の発生確率を代用値とする。その確率が 1.96×10^{-4} %/フライトであるため、RESAを超えるオーバーラン事故発生が 4.6×10^{-5} %/フライトとなり、本研究の代表例として成田国際空港の2016年度の発着回数を乗ずると、約9年に1回RESAを含めた滑走路をオーバーランする事故が起きると推定される。また、フライト100万回あたりに換算すると、0.45回発生するという結果が得られた。一方、この結果が安全基準として適格かどうかを判断する。「定期便を運航する航空運送事業者の航空事故発生率がフライト100万回あたり2.40回⁵⁾」が国の安全目標値として国土交通省によって制定されているため、この値を「フライト100万回あたりの滑走路又はその周辺での発生事故件数」に換算すると、0.30回と算出される。そのため、0.45回という数値は過大であると考えられる。目標値以内に発生件数を抑えるためには、RESAの長さは135m必要という結果が得られた。従って、本研究の結果からは、現在の基準であるRESAの基準の90mに45m加えた135m必要であると算出された。

以上の結果は全てのオーバーラン事故案件を対象としたものである。これらの他、表-1の事故原因要素のうち、風速に関わるデータも得られているので、図-3に図-2のヒストグラムの内、風速8kt以上のものが占める割合を示す。データが少ないため、断定は難しいもののオーバーラン距離が長い事例では、強風の影響にさらされている割合が大きいと思われる。また、オーバーラン時の機体の重量搭載率のデータも得られたので、同様に分析を行い、図-4に示したが、こちらの要素はオーバーラン距離を延ばす影響は少ないと思われる。

6. 今後の方針

現段階として、研究目的である「RESAの長さの検討」自体は、終えてはいるが、データ収集状況としてオーバーラン事故発生時の天候状況のデータまで収集できているため、これらの影響を加味して、考察をする必要

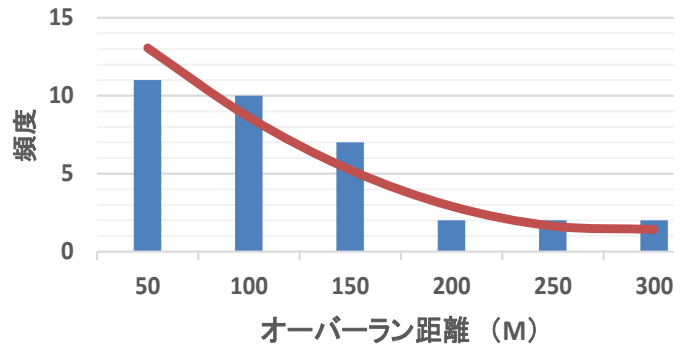


図-2 オーバーランに関するヒストグラム

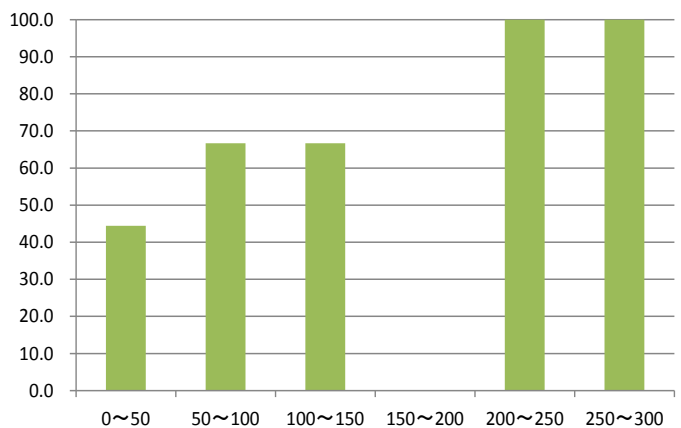


図-3 風速 8kt 以上のヒストグラム中に占める割合

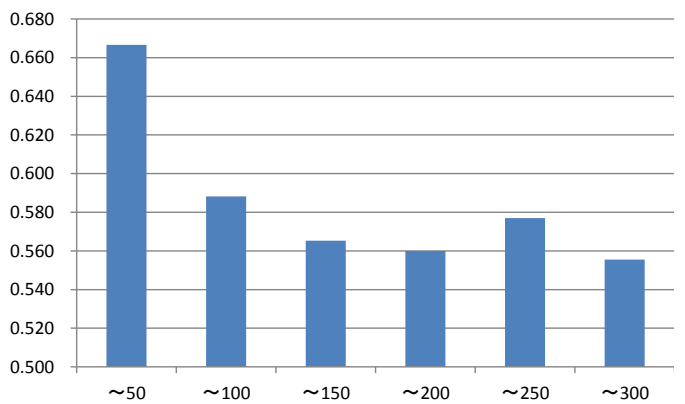


図-4 重量搭載率 92%以上ヒストグラム中に占める割合

がある。また、オーバーラン事故と天候や機体重量の因子との関係性についても研究を進めることとする。

参考文献・出典

- 1) Aviation Wire HP
<http://www.aviationwire.jp/archives/110329>
- 2) 滑走路端安全区域(RESA)の概要及びRESAの対策について、国土交通省
- 3) 運輸安全委員会 HP
<http://www.mlit.go.jp/jtsb/>
- 4) ICAO Safety Report 2012~2016
- 5) 国土交通省交通政策審議会技術・安全部会資料