

海上空港における航空機事故発生時を考慮したヘリパッド設置計画に関する一考察

Study on Helipad Planning for Sea Airport in an Airplane Accident

小池則満* 山本幸司**

by Norimitsu Koike, Koshi Yamamoto

1. はじめに

救急ヘリコプターはその機動性、速達性から通常・災害救急を問わず救命率の向上に大きな期待がされており、関西国際空港においても緊急計画の中で航空機事故発生時における負傷者搬送にヘリコプターを用いる記述がある¹⁾。筆者らは搬送力という視点からヘリコプターを用いた航空機事故発生時の負傷者搬送シミュレーションモデルを構築したが²⁾、運用方法に係わる評価や空港内ヘリパッド整備の方法については触れていない。

そこで本研究では、1994年に行われた救急医療ヘリコプター実用化実験（以下、実用化実験）のデータ³⁾を用いて、必要なパラメータを抽出するとともに、航空機事故発生時におけるヘリコプター運用案を所要時間という視点から評価し、望ましい救急ヘリコプターの運用方法について考察する。なお、ヘリパッド(helipad)とはヘリコプターの離着陸を行うスペースのことである。

2. 救急ヘリコプターに関する考察

(1) 実用化実験のデータ分析

実用化実験は岡山県内の救命・救急センターを基地として、周辺地域の臨時ヘリポートとの間を往復して主に重傷者の搬送を行ったものである。このデータをもとに、以下のように搬送活動の各段階における所要時間を分析した。

I. 出動要請受付→離陸：平均24分、位相4のアーラン分布で95%有意を得た。

II. 離陸→現場：図1に示す式(1)のような累

キーワード：防災計画、空港計画、救急ヘリコプター

* 正員 工修 名古屋工業大学 社会開発工学科

**正員 工博 名古屋工業大学 社会開発工学科

〒466 名古屋市長和区御器所町

Tel 052-735-5484. Fax 052-735-5496

乗近似により、高い相関のもとに近似することができた。飛行距離が伸びるほど離着陸に伴う上昇・下降時間の影響が小さくなり、平均速度が向上する式となっていることから、ヘリコプターの特性を充分評価しており問題ないと考えられる。

III. 現場での負傷者収容：平均4分、位相3のアーラン分布で95%有意を得た。

IV. 現場→病院着陸：図2に示す式(2)で高い相関のもとに近似することができた。報告書では往路と復路の時間差を天候の違いと説明しているが、復路の方が往路よりも全体に速く飛行していることから、着陸先が専用ヘリポートであるか臨時ヘリポートかの違いも影響していると考えられる。

V. 病院着陸→患者収容：平均3分、位相4のアーラン分布で95%有意を得た。

これらの値を合計することによって、離陸から着陸までの所要時間を予測できると考えられる。

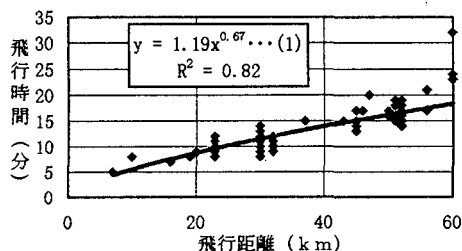


図1 往路における飛行距離と時間の関係

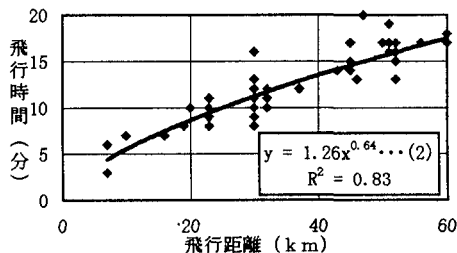


図2 復路における飛行距離と時間の関係

(2) 再現性の検討

抽出したパラメータによる搬送時間予測値の再現性を検討するため、搬送実績 91 例のうち、搬送待機時間などのロスタイムがない 70 例について、所要時間予測値との比較検討を行った。10 分ごとのヒストグラムを作成し、実績値との相関を計算したところ、平均で 0.85 と高い相関係数を得ることができた。よって、パラメータの抽出に問題はないと考えられる。

(3) 航空機事故における救急ヘリコプターの活動目的

航空機事故発生時における救命・救急活動において、救急ヘリコプターに期待する役割として次のようなものが挙げられる。

① 負傷者の被災地域内から被災地域外への搬送

車両による搬送が渋滞等で困難を極めるとき、あるいは周辺地域の医療機関の受け入れ能力をはるかに上回る重傷者が発生した場合に対応できる。

② 被災地域内への医療スタッフ投入

被災地域（事故現場およびその周辺地域）において医療マンパワーの不足が生じた場合に医療スタッフを迅速に現地へ投入できる。

(4) ヘリコプター運用方法の検討

航空機事故におけるヘリコプター搬送については、図 3 に示すような運用方法が提案されている。A 案は関西国際空港緊急計画⁴⁾によるもので、ヘリコプターは定置場から直接空港へ向かい、負傷者を収容して医療機関に搬送する。B 案は泉州救命・救急センターの溝端らが提案⁵⁾したもので、ヘリコプターは定置場から救命・救急センターに立ち寄り医療スタッフを収容した後に空港に飛来し、負傷者を収容後に再び同一の救命・救急センターに戻るものである。医療スタッフの同乗を前提として重傷者の搬送を想定したものである。C 案は実用化実験で採用された方法で、ヘリコプターが医療機関に定置されていることを前提として定置場と海上空港を往復するものである。使用するヘリポートが定置場と海上空港の 2

カ所のみであるため、救急ヘリコプターを運用する際の課題の一つであるヘリポートの確保が容易である。しかし、現段階では医療機関に定置されているヘリコプターがないことから、定置場から近辺の医療機関へ救急車で負傷者を搬送することを前提としなければならない。

各案について、通報から負傷者を医療機関（C 案については定置場）に収容するまでの時間は各段階の所要時間を合計することで算出できる。そこで図 3 に示すように、実用化実験のデータ分析結果をパラメータとして現場到着時間および医療機関の収容時間を予測する（ローマ数字は前々節の分析結果に対応）。なお、医療機関への飛行時間予測については、着陸先が専用ヘリポートを備えている場合にはⅡ、グラウンド等の臨時ヘリポート使用の場合にはⅣを適用することにする。

3. 関西国際空港に対するシミュレーションとその考察

(1) シミュレーションの前提

関西国際空港で航空機事故が発生した際に使用されるヘリコプターについては、関西国際空港緊急計画連絡協議会の参加機関に所属するヘリコプターの定置場である八尾空港、小松島基地、また協議会に参加はしていないが関西国際空港から至近にある神戸ヘリポートからの来援を想定する。これらのヘリコプターのうち担架を搭載していない機体については、担架搭載時間として定置場離陸段階に 10～15 分の一様乱数を加算した。収容先医療機関には、関西国際空港緊急計画に記載された医療機関を取り上げた。

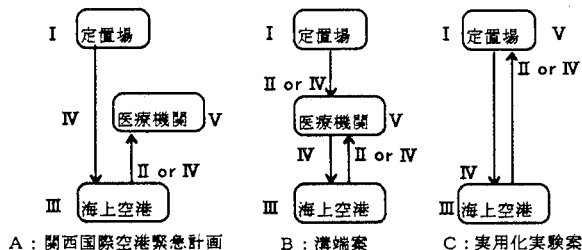


図3 ヘリコプターの運用方法案

(2) 所要時間の計算

結果

前節で示した運用案について、所要時間の計算を100回行い、その分布を求めた。八尾空港のヘリコプターがA案によって府立救命・救急センターに負傷者を

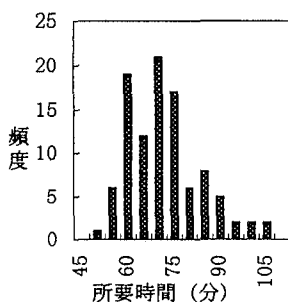


図4 負傷者収容時間

搬送する場合の結果を図4に示す。これを見ると、60～80分の間に負傷者を医療機関に収容できる確率が高いことがわかる。

ところで、救急医学において、適切な処置を行わなければ60分以内に死亡する確率の高い負傷者を重傷者と定義していることから⁶⁾、この時間内における現場への医療スタッフ投入や病院収容の可否が最終生存率に大きな影響を与えるものと考えられる。そこで各案において、60分以内に現場到着もしくは負傷者を病院に収容する確率を示し、ヘリコプターの有効性を検討する。

表1をみるとA案において、神戸、八尾、小松島いずれからの来援機も7割前後の確率で60分以内に関西国際空港に到着できるため、医療スタッフの現地投入には十分に期待できることがわかる。しかし60分以内の病院収容確率はいずれも3割以下であり、重傷者の搬送としては時間的に間に合わないといえる。ただし、60分以上経過した後に発見される重傷者や、中等傷から重傷へ状態が悪化した負傷者の搬送には有効と考えられる。

次にB案の結果を示した表2をみると、60分以内に医療スタッフを現場投入できる確率は2割程度であり、また負傷者を60分以内に医療機関へ収容できる確率はほとんどないことがわかる。B案は救命・救急センターの救急医療スタッフを投入するメリットはあるものの、救命・救急活動の後期段階における人員投入にのみ有効であり、初期段階の救命・救急活動は空港近隣の医療機関スタッフに頼らざるを得ないことがわかる。

C案の結果を表3に示す。A案と同様に現地への医療スタッフ投入には有効であるが、重傷者の

表1 60分以内に到着する確率 (A案)

医療機関	神戸		八尾		小松島	
	現場到着	病院到着	現場到着	病院到着	現場到着	病院到着
府立	70	25	74	28	72	25
日赤	69	18	65	11	64	12
関西	74	15	68	12	75	17
千里	73	12	53	7	70	14
国立	74	21	68	18	73	28
近畿	76	22	65	18	76	37
三島	74	3	64	4	78	8

(%)

表2 60分以内に到着する確率 (B案)

医療機関	神戸		八尾		小松島	
	現場到着	病院到着	現場到着	病院到着	現場到着	病院到着
府立	22	0	39	4	15	0
日赤	14	0	31	0	8	0
関西	17	0	14	0	2	0
千里	5	0	12	0	0	0
国立	18	0	29	0	5	0
近畿	11	0	35	3	11	0
三島	3	0	6	0	0	0

(%)

搬送には時間がかかりすぎ、有効とはいえない。

表3 60分以内に到着する確率 (C案)

	現場到着	定置場到着
神戸	72	23
八尾	63	18
小松島	72	3

(%)

次に、神戸、

八尾からの来援機に担架が常時搭載され、担架搭載時間が必要ない場合を想定して計算を行った。紙面の都合上、A案の計算結果のみを表4に示す。これを見ると八尾、神戸とも9割の確率で60分以内に現場へ到着し、医療機関によっては5～6割程度の確率で60分以内に負傷者を収容できることがわかる。よって、担架等の医療機器を常に搭載したヘリコプターを八尾、神戸に定置しておくことや、定置場周辺の医療機関スタッフをすぐに召集してヘリコプターに搭乗できるような取り決めをすることが望まれる。

表4 60分以内に到着する確率 (A案)

医療機関	神戸		八尾	
	現場到着	病院到着	現場到着	病院到着
府立	93	59	94	66
日赤	92	49	91	45
関西	94	51	90	43
千里	92	45	91	39
国立	93	58	95	53
近畿	92	62	92	54
三島	92	40	91	30

(%)

(3) 必要なヘリパッド数の算定

前節では、各定置場のヘリコプターがそれぞれの活動を行う

ものとして所要時間の予測を行ったが、複数組織のヘリコプターが別々の飛行ルートをとって活動するには、事故現場指揮所とヘリコプターとの密接な情報交換が必要である。しかし、それを可能とする搬送システムは現在我が国には存在しない。そこでシステム構築までの過渡的手段として、「あらかじめ飛行幹線ルートを決めておくこと」、「負傷者受け入れの窓口業務を果たすことのできる拠点医療機関に負傷者搬送先を限定すること」の必要性が指摘されている⁷⁾。しかし、複数機が同一地点に飛来する場合、着陸待ち状態が事故現場および医療機関で生じる可能性がある。そこで、次の2案に対して、ヘリコプターが待ち合わせる確率について検討する。

①全機関のヘリコプターが直接海上空港に飛来し、負傷者を収容して同一医療機関、もしくは同一ヘリポートに搬送する方法

②全機関のヘリコプターが同一医療機関に一旦飛来し、医療スタッフ・医療機器を積んで海上空港との間を往復する方法

前機の離陸から次機の着陸までどの程度の時間間隔を必要とするかは、気象条件や事故現場の状況等で異なってくると考えられるが、本研究では0、5、10分の間隔が必要な場合の待ち合わせ確率を求めた。紙面の都合上①の場合の結果のみを図5に示す。

これを見ると、0分間隔で離発着する場合では各機とも7割以上の確率で待ち合わせ時間を発生することなく搬送活動を行うことができるが、5分間隔の場合では空中でのホバリングによる待ち合わせが50%程度の確率で必要となることがわかる。さらに、10分間隔の場合ではホバリングによる待ち合わせ確率の方が高くなり、ヘリパッドの増設や空港前島のヘリパッドの使用が必要といえる。ま

た、2機が同時に空中で待ち合わせる確率も約40%に達する。これらのことから、5分間隔以下のヘリコプターの離着陸を可能とするような管制システムが望まれることがわかる。

4. おわりに

海上空港での航空機事故発生時における救急ヘリコプターの運用方法を考察し、次のような知見を得た。

- ①ヘリコプターは医療スタッフの現場投入には有効である。
- ②現状の態勢では、初期の重傷者の搬送には所要時間から不向きであるが、遅れて発見される重傷者や多数負傷者発生時の中等傷者の搬送には有効である。
- ③5分以下の間隔をおいた離着陸を可能とすれば、ヘリパッドは現在設けられている1カ所で充分であるが、10分以上の間隔をおいた離発着を行うとすればヘリパッドは2カ所必要である。

本研究は今後のヘリコプター搬送計画立案とそれに必要なヘリパッド整備のための資料として充分活用できるものと考えているが、今後は車両による搬送も含めた総合的な空港緊急計画の中におけるヘリコプターの役割について考察を進める予定である。

【参考文献】

- 1) 関西国際空港株式会社：関西国際空港緊急計画，P26，1994。
- 2) 小池・和田・山本：海上空港における航空機事故の救急活動シミュレーション，土木計画学研究・講演集19(2)，PP55～58，1996。
- 3) (社)日本交通科学協議会：救急医療ヘリコプターの実用化研究，1993。
- 4) 上掲1)，別紙2。
- 5) 溝端康光他：関空事故を想定したヘリコプターの効率の活用方法，第3回日本エアーレスキュー研究会プログラム・抄録，PP45～48，1996。
- 6) 日野原重明他：救急ケアマニュアル（ナーシングケアマニュアル19巻），P150，学習研究社，1987。
- 7) 小村隆史：大規模災害時におけるヘリ搬送のための情報共有化に関する一考察，第3回日本エアーレスキュー研究会プログラム・抄録，PP36～39，1996。

