

海上空港におけるヘリパッド設置計画に関する一考察

名古屋工業大学 ○正員 小池則満
名古屋工業大学 正員 山本幸司

1. はじめに 救急ヘリコプターはその機動性、速達性から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。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¹⁾、空港内や受入側医療機関のヘリパッド (helipad: ヘリコプターの離着陸帯) 整備に関する考察を行っていなかった。そこで、本研究では確率PERTにより搬送活動に要する所要時間を予測し、ヘリパッド設置方法について考察する。



図-1 ヘリパッド

2. 救急ヘリコプターに関する考察 1992年に行われた救急医療ヘリコプター実用化研究のデータ²⁾を用いて、以下のようにヘリコプターによる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 のアーラン分布において 5 % 有意で棄却された。
- II. 離陸→現場: 式 (1) のような累乗近似により、高い相関のもとに近似することができた。

$$C_1 = 1.19 Z^{0.67} \quad (R^2 = 0.82) \quad (1)$$

ここに、 C_1 : 往路飛行時間 (分)、 Z : 飛行距離 (km)

- III. 現場での負傷者収容: 平均 4 分、位相 3 のアーラン分布において 5 % 有意で棄却された。

- IV. 現場→病院着陸: 式 (2) で高い相関のもとに近似することができた。

$$C_2 = 1.26 Z^{0.64} \quad (R^2 = 0.83) \quad (2)$$

ここに、 C_2 : 復路飛行時間 (分)、 Z : 飛行距離 (km)

- V. 病院着陸→患者収容: 平均 3 分、位相 4 のアーラン分布において 5 % 有意で棄却された。

3. シミュレーションモデルの構築と条件設定

(1) 搬送完了までの活動フロー 事故覚知から負傷者搬送完了までのヘリコプター搬送に係わるフローは PERT モデルで示すことができると考え

られる。図-2 はヘリコプターが直接空港に飛来するケース、図-3 は医療機関に立ち寄って医療スタッフを収容してから空港に飛来する場合である。このネットワークの各アクティビティの必要時間を確率関数により決定して繰り返し計算を行い、各パスのクリティカル度を求める。

(2) データの設定 ヘリコプターに関するアクティビティは、2. で求めたデータを用いる。また、医療機関への連絡時間等は中華航空機事故とガルーダ・インドネシア航空機火災のデータから二者択一の等生起確率により設定する。空港施設計画に関

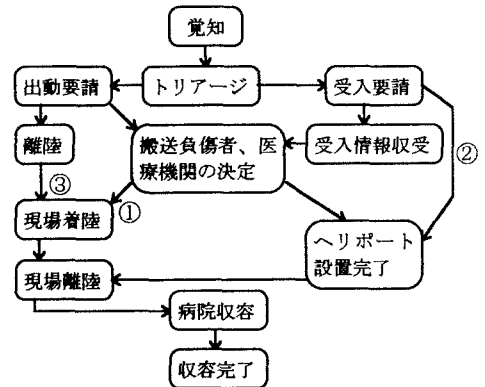


図-2 ヘリコプターが直接飛来する場合

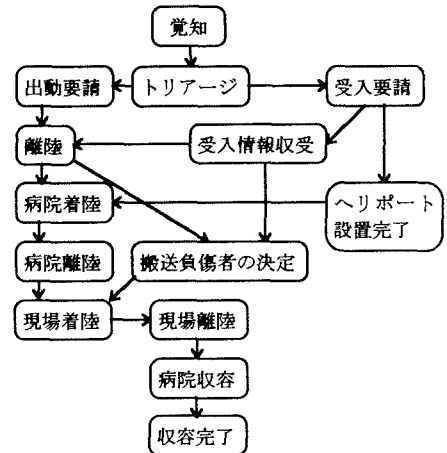


図-3 ヘリコプターが病院に立ち寄る場合

するものとしては、図-2、3のアクティビティ①が現場搬送にあたる。そこで、空港内における適切なヘリパッド設置場所を探るために、現場搬送時間をさまざまに設定してアクティビティ①のクリティカル度を求める。また、搬送先となる災害拠点病院のうち、多くはグラウンドや河川敷などを臨時ヘリポートに指定していることから、受入準備完了までに時間が費やされる可能性がある。そこでアクティビティ②についても時間をさまざまに設定してシミュレーションを行う。

4. 計算結果 以上のネットワークについてモンテカルロ・シミュレーションを行った。ここでは、八尾空港に設置されているヘリコプターが図-2のフローに従って飛行し、府立病院に負傷者を搬送する場合についての結果を述べる。計算回数は300回とした。

(1) クリティカル度 現場搬送（アクティビティ①）を5～35分とし、受け入れ準備（アクティビティ②）を30分に固定した場合のクリティカル度の推移を図-4に示す。これを見ると、現場搬送が5分の場合にはヘリコプターの飛行パス（アクティビティ③）経由が8割の確率でクリティカルとなるが、15分以上かかると急速に現場搬送がクリティカルとなる確率が高まることがわかる。

(2) 所要時間の推移 現場搬送時間を変え、60分以内に負傷者を医療機関へ収容出来る確率（60分確率）および平均所要時間を求めた結果をまとめたものが、図-5である。これを見ると、現場搬送に15分以上要した場合には、平均所要時間および60分確率に大きな影響を及ぼすことがわかる。

(3) 空港島内のヘリパッドの位置に関する考察

関西国際空港では空港島北側にヘリパッドを設置しているが、滑走路南端で事故機が停止した場合、約3500mの現場搬送を必要とする。そこで、現場搬送を行う車両が必要であるが、時速20kmとすれば約11分要する。よって、現場搬送がクリティカルとなる可能性は大きいとは言えないが、現場搬送のための車両を用意する、誘導路上などに航空機事故発生時に使用できるヘリパッドを用意し搬送距離を短くするなどの対策が必要と考えられる。

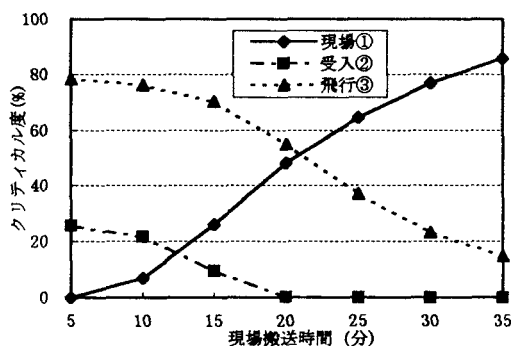


図-4 各パスのクリティカル度

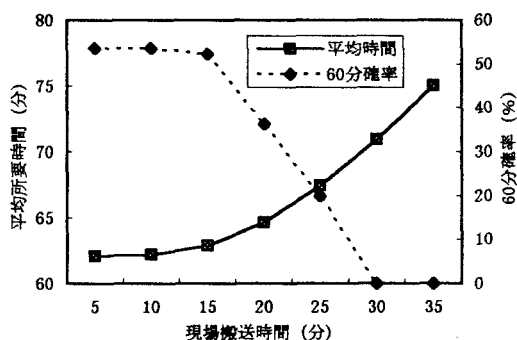


図-5 平均所要時間と60分確率

(4) 最速時間の計算 現場搬送、医療機関のヘリポート設置が十分に早く行われる場合（=0）を計算したところ、平均所要時間61.24分、60分確率は53.7%、ヘリコプターの飛行パス（アクティビティ③）経由がクリティカルとなる確率は99.0%となった。よって、これ以上のヘリパッド改善による時間短縮は望めず、それに見合ったヘリコプターの運用計画を空港緊急計画の中で作成する必要がある。

5. 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による負傷者搬送を確率PERTによってモデル化した。図-3に示したヘリコプターが病院に立ち寄る場合の計算結果については、講演時に述べる。

【参考文献】

- 1) 小池・山本：海上空港施設計画策定のための航空機事故発生時の負傷者搬送シミュレーション，土木計画学研究・論文集，No14，PP. 401～408。
- 2) (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。