

重大事故時における浜岡原子力発電所周辺の監視測定

マルチコプターによる海域モニタリングの実用化

Monitoring and Measurement of the Areas around the Hamaoka Nuclear Power Station in the Event of a Serious Accident

Practical Application of Sea Area Monitoring by Multicopter

(浜岡原子力発電所 プラント運営部 放射線管理課)

(Radiation Control & Environmental Monitoring Section, Plant Administration Dept., Hamaoka Nuclear Power Station)

現在、様々な産業分野でマルチコプターが利用され始めている。浜岡原子力発電所においても、重大事故発生時に周辺海域の放射線モニタリングの手段として利用するために、発電所前面海域において運用可能なマルチコプターの製作および飛行性能試験を行い、マルチコプターによる海域モニタリングの実用化が可能であることを確認したので紹介する。

Today, multicopters are starting to be used in various industrial fields. In the Hamaoka nuclear power plant, we have manufactured a multicopter and tested its flight performance by the sea area in front of the power plant. The test was conducted in order to evaluate if it can be utilized for radiation monitoring of the surrounding sea area in case of a serious accident. As a result, we have confirmed that the multicopters can be practically utilized for sea area monitoring. This paper introduces the summary of these tests and its findings.

1 重大事故時におけるマルチコプターの利用と課題

新規規制基準における環境モニタリング設備は、「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」に規定されており、同規則第60条では重大事故等対処設備として発電所周辺海域のモニタリングを実施する監視測定設備の確保が要求されている。

海域モニタリングの項目としては空間放射線量率や空間および海水中の放射能濃度測定があり、他の原子力発電所では船舶を用いてモニタリング地点に人員が行き実施することになっている。しかし、浜岡原子力発電所は外海に面して立地しており、また専用港をもっていないため緊急時に船舶を用いたモニタリングは安全性の観点から困難である。そこで当発電所では船舶に代わる手段として現場に人が介在しないマルチコプター（ドローン）の利用を検討している。マルチコプターはGPS、ジャイロセンサー、気圧高度計が装備されており、あらかじめ飛行経路・高度・速度等を指定することで自動飛行が可能である。マルチコプターによる海域モニタリングの実用化のためのハード面の課題解決には、「放射線検出器等を搭載して海域のサンプリング地点まで飛行できる飛行性能および最大積載量を有すること」「サンプリングの間その地点にホバリングし続け離陸地点まで戻ってこれる飛行時間を有すること」を満たす仕様のマルチコプターを製作することが必要になる。

大で10分であり、サンプリング地点までの往復時間を考慮すると15分以上飛行できる仕様が試作機に求められる。また、マルチコプターにはプロペラ数が4、6など幾つか種類があるが、一般的にプロペラ数を増やすことでプロペラ自体を小さくでき、機体下部の最大積載量を大きくすることができる。これらを考慮し試作機としてCH940（18インチプロペラを6枚もつ比較的大型の機体：（株）エンルート社製）をベースに放射線検出器等が搭載できる形状に改造および耐塩・防水加工を施し、必要飛行時間を確保できるバッテリーの選定を行った。試作した機体に各機器を搭載させて自動飛行ができること、また、連続で15分以上飛行できることを確認した。



第1図 マルチコプター試作機

2 実用化に向けた試作機製作と飛行性能試験

研究の第一段階としてマルチコプターの試作機（第1図）および海域モニタリングに特化した放射線測定器等の搭載機器（空間線量測定器、ダスト・よう素サンプラ、海水採取器：（株）アドフューテック社製）（第2図）を製作した。搭載する放射線計測器は最大で3kgとなるため機体の最大積載量は3kg以上、各サンプリング時間は最



第2図 マルチコプター搭載機器

3 気象条件を考慮した飛行性能試験

実際に飛行する海域の環境条件も実運用を見据えると大きな課題となる。浜岡原子力発電所前面海域におけるモニタリングの運用条件は、小型船舶の出航条件と同等としており風速10m/s以上、降雨15mm/h以上で安定して飛行できること、また、サンプリング地点における最大潮流は60cm/sであるため、これらの条件に耐えられることを判定基準とし、測定機器を搭載させて各試験を行った。

(1) 耐風速試験

大型送風機を用いて風速場を作り、その風速場中でマルチコプターを飛行させた。風速10m/s以上の環境下で15分以上安定して飛行できることを確認した(第3図)。



第3図 耐風速試験

(2) 耐降雨試験

散水車を用いて降雨を模擬し、マルチコプターを飛行させた。降雨15mm/h以上の環境下で15分以上安定して飛行できることを確認した。また、試作機および搭載機器の防水性についても問題ないことを確認した(第4図)。



第4図 耐降雨試験



第5図 耐潮流試験

(3) 耐潮流試験

海面に下した検出器等が潮流により引っ張られることでかかるマルチコプターへの負荷を、外力をかけることで模擬し60cm/sの潮流に相当する外力以上をかけても安定して飛行できることを確認した(第5図)。

4 海域飛行性能試験(実証試験)

浜岡原子力発電所前面海域上空においてマルチコプターの実証試験を行った。沖合1kmの地点をサンプリング地点と設定し、自動飛行を行った(第6図)。試験当日の海域気象条件は風速約8m/s、降雨量約3mm/hであったが、マルチコプターがプログラム通りの飛行経路を安定して自動飛行できることを確認した。以上の実証試験より、マルチコプターによる海域モニタリングの実用化は可能であると判断できた。



第6図 海域飛行性能試験

5 今後の展望

本研究においてマルチコプターが重大事故時における発電所周辺海域の放射線モニタリングの手段として適応できることを確認した。マルチコプター自体の飛行性能やバッテリー性能などは日々様々な分野で研究、改良が進められている。現在、本研究で製作した試作機をベースに最新技術を組み込んだモニタリングシステムを構築し、実機配備を進めている。実際の運用開始までには航空法改正に伴う規制対応や操作要員の育成等、ソフト面の課題もあるが着実に解決していきたいと考えている。



執筆者 / 松岡和志