

論文要旨

発電施設には発電タービン、熱交換器などの様々な発電設備が設置されており、我々の電気需要に応えるために常に運転している。これらの発電機器が正常に稼働するように、発電施設内の温度には要件が課されており、施設監視員によって管理されている。発電施設のような多数の発熱機器が設置された大空間では、機器からの発熱は換気設備によって除去されることが多い。この時、換気設備は夏期や機器の最大出力時のような高負荷条件での運用を想定して設計している。しかし、実際には長時間定格風量で運用したうえでも温熱環境の要件を満たしていることから、換気空調システムにかかるエネルギー削減が可能である。換気設備の風量設定やエネルギー削減には、設計段階における必要換気量の推定精度向上や、運用時における換気量制御の容易さが必要となる。そのため、換気設備の運用計画において、発電機器使用時の温度分布や給気時の気流分布を定量的に把握することが欠かせないが、発電施設を対象とした具体的な事例が少ないことが課題の一つとして考えられている。

本論文では発電方式の異なる 2 ヶ所の発電施設を対象とした換気空調システムの効率的な運用方法の提案を目的として、温熱環境実測と数値実験を行った。対象とした発電施設について、水力発電所 A では建物外周を覆っている岩盤との熱授受を利用しており、温度によって風量を自動的に制御できる可変風量換気空調システムを導入している。一方、火力発電所 B は海岸沿いに建設されていることから、換気による排熱には自然風を利用した自然換気と屋上に設置されたルーフファンによる機械換気が利用できる。

温熱環境実測は 2018 年度には両施設とも夏期、冬期、2019 年度には水力発電所 A は夏期のみ、火力発電所 B は夏期と冬期に行った。2018 年度の測定結果から 2019 年度では換気空調システムの風量低減を行い、風量低減前後の温熱環境を比較した。また数値実験により測定精度の確認を行い、信頼性のある実測データを用いることで室温推定式と換気風量推定式を導出した。作成した推定式を用いて、風量低減時の消費電力量削減や換気設備の稼働台数制御について検討することで、風量低減や台数制御による室内温度の上昇が温熱環境上支障のない範囲に収まっており、換気設備に要するエネルギーを削減できることが確認できた。このことから、実測値を用いた室内温熱環境の簡易的な推定、および風量低減による省エネルギー制御が可能となる結果が得られた。

Abstract

The power plants are built with various power generation devices which are power generation turbines and heat exchangers. They are always operating to meet the electricity demand. In order for these generators to operate properly, the temperature inside the power plants is set to requirements and is managed by plant supervisors. In a large space where a large number of heat-generating devices are employed, such as a power generation facility, the heat generated from devices is often removed by the ventilation system. At this time, the ventilation system is designed for operation under high load conditions such as in the summer, when the equipment is at maximum output, and so on. However, even when operated the ventilation system at the rated air volume for a long time, it must meet the requirements of the thermal environment. Therefore, it is possible to reduce the energy used for the ventilation cooling system except during mid-summer. In order to set the air volume of the ventilation equipment and reduce the energy, it is necessary to improve the estimation accuracy of the required ventilation volume at the design stage and to easily control the ventilation volume when the ventilation system is operated. Therefore, it is indispensable to quantitatively grasp the temperature distribution when using power generation devices and the airflow distribution, when supplying air in the operation plan of ventilation system. However, it is considered that one of the issues is that there are few concrete examples for power plants.

In this paper, thermal environment measurements and numerical experiments were conducted with the aim of proposing an efficient operation method of a ventilation cooling system for two power plants with different power generation methods. The hydroelectric power plant "A" employs heat exchange with the surrounding rock, and has introduced a variable air volume ventilation cooling system that can automatically control the air volume according to the temperature. The thermal power plant "B" is built along the coast, so natural ventilation using wind and mechanical ventilation with a roof fan set on the roof can be used for exhaust heat.

In FY2018, the thermal environment in both plants were measured in summer and winter. In FY2019, the thermal environment was measured the hydropower plant "A" only in summer, and the thermal power plant "B" was in summer and winter. From the measurement results in FY2018, the airflow of the ventilation air conditioning system was reduced in FY2019, and the thermal environment was compared before and after the airflow reduction. The accuracy of the measurements was confirmed by numerical experiments, and the room temperature estimation formula and the ventilation air volume estimation formula were derived by using reliable measured data. The derived estimation formula is shown that the reduction of power consumption and the number of operating ventilation system, when reducing the air flow. As a result, it is confirmed that the increase in the indoor temperature due to the reduction of the air volume and the control of the number of the ventilation systems was within a thermal environment range without the problem. And the energy also required for the ventilation system could be reduced. Thus, it is revealed that the simple estimation method of the indoor thermal environment using the actual measurement value and the energy saving control by reducing the air volume are possible.