

巻/頭/言

発電プラントの設計と大学基礎教育

Design of Electric Power Plants and Educational Method of Basic Subjects on Electrical Engineering

仁田 旦三
Tanzo Nitta

発電プラントに関して、大学においてその基礎的な事柄の教育はあるが、研究としてふれることは非常に難しい。たまたま超電導発電機の開発に関する研究を行い、その3台目の発電機を1992年に関西電力蹴上発電所の100周年記念事業として、商用電源に連系試験を行うことができ、発電プラントに関するごくわずかな経験を得ることができた。

発電プラントは、原動機、発電機などの機器とその保護監視システムからなる。残念ながら重要な機器である原動機に関する実質的な経験は全くないので、発電機、保護監視システムに関して述べ、少々飛躍があるが、大学における基礎教育との関連にふれてみたい。

導電材料、磁性材料、絶縁材料、構造材料と冷却技術の進歩によって、高効率・大容量の発電機が開発されてきた。この中で特に絶縁材料と冷却技術の進歩が大きく貢献してきた。ここでの基本的考えはスケールメリットである。それぞれの材料の進歩は、発電機全体の特性を大きく変えることがあり、新材料の導入において、十分考慮しなければならない。材料の中で最も進歩していないのが導電材料であり、超電導発電機開発の動機の一つである。超電導発電機においても、主磁束回路に磁性材料を使用しないため、その同期インピーダンスは非常に小さく、界磁回路時定数が非常に大きい特性がある。界磁時定数が大きいため、AVR(PSS)による安定度向上が認められないのではないかの疑問もあったが、その後の実験やシミュレーションで、励磁電流変化による界磁コイルの磁気エネルギー変化が安定度向上効果のあることや、界磁時定数が大きいことも安定度向上に貢献することなど、当初思われたことの逆の結果も得ている。前者に関しては、発電機の界磁コイルのエネルギー変化を考慮したブロック図を示すと共に、実験においてもその効果を示すことができた。常に真摯に課題の検証を行うことが必要であるという教訓を得たことを記憶している。現用の大型発電機においても界磁回路のエネルギー変化による同様の効果があるように思える。

商用系統に連系するために、保護監視システムに関しても超電導発電機独特の特性を考慮した設計を行った。また、教育的意味から、“発電プラントは電気がない”ことを考え、停電を考慮し、保護監視システム、制御システムのためのバッテリーを設置した。

この頃は、いろいろな問題を数値計算によって解析することが盛んに行われていた。特に電磁界解析の開発が進められ、そこにおいて電気磁気学、それに伴うベクトル解析などを十分に活用し、定式化、境界条件などを導くことが要求された。さらに対称座標法などの回路理論も必要としていた。

最近と言っても10年以上になるが、計算機ソフトウェアの進歩によって、ヤング率という言葉を知らなくても構造計算ができると聞き、大変驚いている。力学的素養がなくても計算できることは非常に危険と考える。

従来、電気工学は体系化がしっかりしていると言われていた。その基礎科目として、電気磁気学、電気回路がある(固体物理を含めることがある)。昔は、手計算による解を得る方法を学び、その計算と結果をもとに、電気磁気学や電気回路に関する素養が養成されたと思われる。しかし、ソフトウェアの発展で解を求めることは簡単になり、手計算の必要性がないように思われる。手計算を行わずにその素養だけを養成することは可能かどうか。新しい基礎科目教育法を考えなければならないと思われる。この状況を電気回路的に考えると、従来は手計算結果を必要としていたことから有効電力と考えることができ、素養は無効電力(電圧(ポテンシャル))に対応することとなろう。この意味から、従来と同じ教育をしていけば、現在の教育は非常に力率の悪い教育となろう。簡易計算手法の背景、手計算や解析の過程、また、その結果に対する物理的把握を更に重視した講義が必要となり、このことは、講義者、受講者の双方にとって簡単なことでなく、共に難しいことになると考える。