

# ((( ( 技術・行政情報 ) )))

## わが国における圧縮空気貯蔵システム

### 1. はじめに

わが国の電力の需給状況は、需要面で伸びの長期低迷化が懸念される一方で、供給面において原子力発電の導入が積極的に図られている。供給電源全体の中で原子力発電に依存する割合は年々高まってきており、計画によると昭和71年度には、全発電量に占める原子力比率は38%にまで達する。このままの状態が続くと原子力発電所のフル稼働は望めず、負荷の変動に応じて出力を調整する負荷追従運転は避けられない。このことは、経済性の面で原子力発電の優位性が崩れるだけでなく、プラントの出力調整が技術的に可能であっても、それが頻繁になると社会での信頼を確保するために電気事業は新たなPA対策を要することになる。

これを解決する方法に電力貯蔵技術の導入がある。電力貯蔵技術の導入は、ピーク需要を引き下げベース需要を盛り上げるいわゆる負荷平準化の効果がある。このことは、原子力発電のフル稼働を可能にするだけでなく、電力系統の信頼性を向上し、さらに運用面と電源計画において柔軟な政策が立てられることになる。電力貯蔵技術の中で揚水発電は、現在わが国で商用化している唯一の技術である。その設備量は昭和61年度末で1556万kWあり全電源設備の9.8%を占めている。しかし、将来、立地問題や送電費用の増加といった制約により、その大量導入は難しいとされている。圧縮空気貯蔵システムは、揚水発電と同様、大容量化し易い貯蔵技術で技術面での基礎研究課題もないため実用化への期待がある。本報告は、圧縮空気貯蔵システムの利点とわが国の地形に適した立地方法の概略を紹介したものである。

### 2. 圧縮空気貯蔵システムの利点

圧縮空気貯蔵システムは、既に西ドイツのフントルフにおいて電気出力290MWのプラントが実用化している。このシステムは、ベース電源の夜間電力で圧縮機を駆動し岩塩層に高圧空気を貯え、それを昼間のピーク時に利用し発電するものである。地中の空洞に高圧空気を貯えるには、地下の岩盤層や背斜滞水層を利

用するものもある。また、高圧空気の貯蔵は、地中だけでなく水中で静水圧を利用して貯える方法もある。特に四方を深い海で囲まれているわが国のようなところでは、海底に貯蔵タンクを沈設し発電プラントとは配管で接続するシステムが可能となる。

圧縮空気貯蔵システムは、ガスタービンを用いていることから一種の火力発電プラントである。ガスタービンは燃料適合性が優れ、天然ガス以外に石油（灯油）や石炭ガスも利用できる。ガスタービンの駆動時に必要な高圧空気は、夜間あるいはオフピーク時に原子力発電の余剰電力を使って圧縮機を駆動して得ることができるため、その動力分に相当する化石燃料を節約する事になる。現在の火力発電プラントの発電効率は38%程度で、将来は複合発電の導入により45%位にまで高めることができるが、もし圧縮空気貯蔵システムを導入すれば同じ量の化石燃料で現在の技術でも80%、将来は100%近くの割合で電力生産することになる。すなわち、現行の火力発電所が、もしすべて圧縮空気貯蔵システムに置き換ったとすると、化石燃料の消費量を半分にすることができる。これは、化石燃料の海外依存度が高いわが国にとってセキュリティ面で有利になると同時に、排煙ガス量が減ることで酸性雨や炭酸ガスなどの環境問題への解決にもなる。

### 3. 日本型の圧縮空気貯蔵システム

世界で唯一実用化している西ドイツ、フントルフのプラントは、圧縮空気の貯蔵に岩塩層を利用したものである。岩塩層に空洞を掘る方法は、塩の水への潮解性を利用し大型空洞の掘削に適し、さらに凝固性を利用して気密性が保てるという利点を有している。これによって土木工事が容易になることから、岩塩方式は米国においてもその建設が計画されている。残念ながら、地下に岩塩層がないわが国では、岩盤方式を採用せざるを得ない。その他、炭坑の廃坑や廃トンネルを利用する方法も考えられるが、耐圧力や気密性などの技術問題を解決することが難しい。

しかし、欧米と違って日本のように山が多く四方を海で囲まれているところでは、逆にその特異な地形を

## (((( ( 技術・行政情報 ) ))))

利用した独自のシステムが考えられる。図-1は、その概念図を示したものである。図のシステムは、すべて静水圧を利用した定圧方式で、定容方式と比べて貯蔵タンクの容量が小さくなるという利点を持ったものである。図の(a)は、貯蔵圧力に丘あるいは山の上にある上池と貯蔵タンクとの水位差を利用したシステムである。この方法によると、大型の貯蔵タンクを地中の深い部分でなく、発電所とほとんど同じ地表高さに横穴で掘ることができる。それにより、土木作業が容易となり、サイトを選べば建設費も比較的安くなり得る。図の(b)は、上池に海を利用し、上池の建設工事を省いたシステムである。これは、貯蔵タンクを地中深くに建設しなければならず工事は大掛りにはなるが、上池の工事費用の節約が図れる。図の(c)は、深い海に囲まれているわが国の地理上の特異性を生かしたシステムである。貯蔵タンクは海底に設置されており、その深さに相当する静水圧で圧縮空気が貯えられている。このシステムの特徴は、貯蔵タンクを始めとするほとんどすべての設備が工場で製作でき、リスクの高い現場工事が少ないことである。また貯蔵タンクの内外圧がほぼ等しいことから、タンクを圧力容器にする必要もなく容器設計は楽になる。このシステムの経済性については、発電コストで在来型の揚水発電と十分に競合できるという概略の報告が出されている<sup>2)</sup>。

#### 4. おわりに

圧縮空気貯蔵システムは、原子力発電など大型ベース電源と負荷追従性に優れたガスタービン発電とを融合し、負荷平準化や電力システムの信頼性を向上する以外に石油、LNGの消費量を大幅に削減できる利点を持ったものである。それは、既に実用化している技術ではあるが、現在のように電源設備が過剰で石油価格も安価な時では、他の貯蔵技術同様その必要性が薄れてしまう。しかし、電力需要の伸びの低滞が長期化し石油価格が再び上昇する事態が生ずると、火力電源の老朽化問題と合わせて、圧縮空気貯蔵システム導入の意義が高まることになる。

電力貯蔵技術は、負荷平準化や電力システムの信頼性を向上する役割があるが、圧縮空気貯蔵システムにはそれ以外に安い圧縮空気を利用して新しい事業を創出するという電気事業にとっては経営多角化が図れる利点を有している。

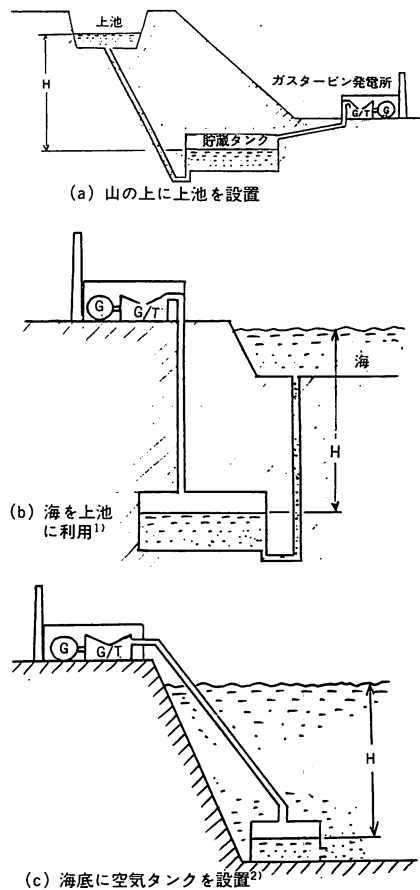


図-1 わが国で有望な圧縮空気貯蔵システム

例えば、現在、下水処理場や化学工業で大量に使われている圧縮空気がこのシステムで供給できたり、それ以外の動力や搬送用にもその用途が広がる。また、このシステムを利用すれば海底の深層海水を安価で汲み上げることができ、その海水は海洋温度差発電や養殖場あるいは海洋レジャーセンタといった方面で使えることになる。このように、その技術は、社会の発展に伴って人々の活動空間が海洋へと広がるとき、海水浄化や養殖といった海洋開発に大きく貢献できるものである。

#### 参 考 文 献

- 1) 林 正夫；圧縮空気貯蔵—ガスタービン発電の新方式，第7回岩の力学連合シンポジウム（1987）。
- 2) 内山洋司・吉崎喜郎；海中における圧縮空気貯蔵システム，電力経済研究No.24（1988）。

（財）電力中央研究所経済研究所主査研究員 内山洋司