

<文献資料紹介>

発電所温排水の都市利用

Use of Steam-Electric Power Plants to Provide Thermal Energy to Urban Areas, Oak Ridge National Laboratory, 1972

根 本 和 泰

本報告書は、合衆国住宅都市開発省の委託調査であり、発電所の排熱利用に関する技術的、経済的評価を行なうことがその目的である。それは次のような5つの部分からなる。

- (1) 排熱利用のための熱併給発電システム（火力および原子力）の設計。
- (2) 発電所の排熱利用の可能性、すなわちグリーンハウスの暖冷房、下水処理、融雪、工業用プロセス熱、空間暖房、温水供給、エアコンディショニングなど、排熱利用の技術的経済的可能性の評価。
- (3) 熱源としての発電所の立地と信頼性、およびその熱生産コストの分析。
- (4) 高温水輸送システムの設計とその輸送コストの分析。
- (5) 熱負荷地としてのモデル都市の設計とその都市の熱需給バランスの検討、およびモデル都市のエネルギーセンターにおける熱生産コストと需要地（住宅地区、商業地区、工業番区など）への熱輸送コストの分析。

通常、発電所の大量の冷却水は、冷却器を通過した後、100°F以下の温度で河川や海洋に放棄されてしまう。しかしこのような多量の排熱の有効な利用方法を考えることによって、貴重な資源（化石燃料）が節約できるだけでなく、

生態系の熱汚染も回避できるのではないかと——といったことが、このような調査の発想されるにいたった契機となっている。

そこで以下において本報告書の概要を紹介しておこう。

熱併給発電プラントからの排熱の利用方式は2つある。そのひとつは、温度95°Fの通常の温排水（冷却水）を利用する場合であり、他のひとつは、蒸気の抽出である。高温の蒸気をタービンから抽出するということは、もちろん発電プラントの発電効率をかなり低下させるが、そのためエネルギー利用全体の効率性は高められるとして、後者の方式をも大胆にとり入れている。かくして熱併給発電方式について、その効率性とか熱放出の特性などが最初に調査されている。

次にいくつかの分野における熱需要についてかなり詳細に検討がなされている。まず代表的な熱需要の項目としては、空間暖房、家庭用温水供給、エア・コンディショニングなど、建築物へのサービスを目的とした温水利用があるが、その負荷は熱輸送コストの低下と発電所のコンデンサーから取り出される熱の減少をいかにトレード・オフするかによって決定されるという。このような建築物へのサービスの他に、熱利用の可能な領域として、工業用プロセス

熱, グリーンハウスの暖冷房, 下水の蒸留, 融雪などもあげられている。特に合衆国の 1980 年代のプロセス熱の需要は約 67.6×10^{14} Btu と推定されており, 熱多消費産業として化学工業 (39%), 石油精製 (22%), 製紙 (18%) および食品加工 (13%) などがあげられている。またグリーンハウスなどの制御された環境の構造物をエーカー暖房するには 100 MW(e) のリアクターが必要であるという。

これらの熱需要に対して, 熱を併給する発電所 (特に原子力発電所) の立地やその信頼性などが検討され, それを前提にして熱生産コストが計算されている。熱生産コストは, 入力を一定とすれば, 熱抽出による出力低減分のコストに等しく, また出力一定とすれば, 増分燃料のコストに等しい。結局, 熱生産の平均コストは 400~1,000 MW(e) の発電所の場合, 30~40 ¢/MBtu であるという。また熱併給のための発電所の規模は, それを利用する都市の年間の電力需要の関数である, としている。しかしこれはまたいくつかの都市に対して大型の発電所を 1 箇所だけ考える場合と, 各都市の近傍に小型の発電所をそれぞれ設置する場合とで異ってくる。

次に温度 300~400°F の高温水を 400 psig の圧力で輸送する場合の, その熱輸送システムの配管設計およびその輸送コストなどが検討されている。特に熱輸送コストについては, 既存の都市における建設費 (実績) にもとづいて, 1 マイル当りの建設費とパイプの直径との関係, あるいは建設費の項目別構成比などが推計されている。

かくして最後に, 架空のモデル都市を考え, そのモデル都市の需要に従って熱と電力を併給する軽水炉のエネルギーセンターを仮定して総

合的なシミュレーションを行なっている。

このモデル都市において利用される熱の総コストは, 1968 年の合衆国主要 43 都市の熱需給バランスを用いて, 単純に人口規模で比例配分して算出されている。すなわちその平均コストは 142 ¢/MBtu であり, そのうち, 熱生産コストが 36 ¢/MBtu, 熱輸送コストが 106 ¢/MBtu であるという。

なお, 原著の目次は次のようになっている。ただし未翻訳の章節は, (欠) と表示してある。

摘 要

1. 序

2. 熱併給発電システム (欠)

2.1 復水タービン

2.2 背圧タービン

2.3 抽気タービン

2.4 概念の整理

2.5 閉サイクル・ガス・タービン

3. 熱エネルギー利用

3.1 U. S. A. 統計 (欠)

3.1.1 エネルギー統計

3.1.2 電気事業統計

3.1.3 地域暖房会社の統計

3.2 グリーンハウスの暖冷房用排熱および

その他の農業利用 (欠)

3.2.1 排熱の温度条件

3.2.2 排熱の農業生産への影響

3.2.3 デンバー地区におけるグリーンハウス暖房の経済性

3.2.4 フィラデルフィアの気候をもつモデル都市に関する経済計算上の将来予測

3.3 再循環水を得るための蒸留による下水の脱塩 (欠)

3.4 高温水の都市交通への利用 (欠)

- 3.4.1 運転性能の分析
- 3.4.2 他のエネルギー源との比較
- 3.4.3 交通機関の性能
- 3.5 融雪
- 3.6 工業用プロセス蒸気の需要予測
 - 3.6.1 1980年のプロセス蒸気の予測
 - 3.6.2 必要とされる蒸気圧力の評価
- 3.7 空間暖房、温水供給およびエア・コンディショニング
 - 3.7.1 エアコンディショニング・システムの熱利用条件
 - 3.7.2 建築物の熱エネルギー利用
- 3.8 温度条件と供給熱媒
- 3.9 現在の熱のコスト
- 4. エネルギーセンター (欠)
 - 4.1 原子炉立地
 - 4.1.1 米国および諸外国の立地慣行とその動向の分析
 - 4.1.2 地下または海底立地の可能性
 - 4.1.3 新型リアクターの立地効果
 - 4.1.4 立地とエネルギーセンター
 - 4.2 熱源の信頼性
 - 4.3 エネルギーセンターの概念設計, 排出熱の減少およびそのコスト
 - 4.3.1 設計
 - 4.3.2 排出熱
 - 4.3.3 コスト
 - 4.3.4 比較と結論
- 5. 高温水システムの配管設計とコスト
- 6. モデル都市
 - 6.1 一般的な設計
 - 6.2 地域の熱需要
 - 6.3 地域熱配分システム
 - 6.3.1 輸送システムの設計
 - 6.3.2 供給システムの設計
 - 6.4 エネルギーセンター
 - 6.4.1 設計と負荷
 - 6.4.2 熱生産コスト
 - 6.5 地域熱配分システムのコスト
 - 6.6 他の都市への適用
 - 6.6.1 モデル都市の半分の規模の都市
 - 6.6.2 小都市
 - 6.6.3 1975年都市
 - 6.6.4 人口密度の低い都市
 - 6.6.5 一戸建住宅
 - 6.6.6 居住空間
 - 6.6.7 暖房期間
- 7. 結論と提言

参 照

(ねもと かずやす・電力経済研究部)