

# 工場の Load Curve 改善에 관하여

## 1. 머리말

전력회사에서는 電力需給의 安定確保를 기하기 위하여 고객과의 共益을 기본으로, 負荷平準化를 중심으로 하는 電力有效活用に 대하여 PR과 상담활동을 적극적으로 전개하고 있다.

工場の 電力管理 실태는 다양하며, 특히 電力을 비롯한 에너지의 관리를 專門으로 담당하는 部署를 두고 있는 工場에서는 日常的인 관리가 잘 이루어지고 있다. 그러나 대부분은 다른 業務와 兼務하는 것은 물론 生産에 직접 관계되는 설비의 메인テナンス에 쫓겨 電力有效活用に 대한 검토나 관리 등이 반드시 충분하다고는 할 수 없는 케이스가 많다.

여기서는 후자의 케이스(구체적으로는 계약전력이 2,000kW정도 이하인 工場)에 대한 컨설턴트의 例를 바탕으로 주로 「工場の 로드커브(Load Curve)改善」에 대하여 기술한다.

## 2. 電力의 有效活用

工場の 電力有效活用策의 하나로 피크시프트

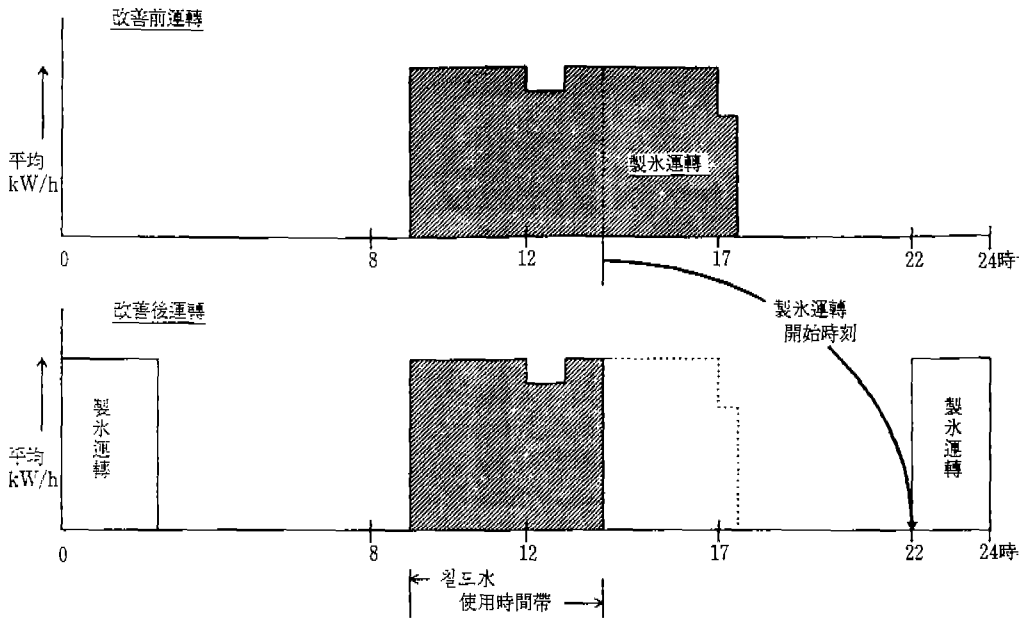
(Peak Shift)나 피크컷(Peak Cut) 즉 로드커브의 改善을 들 수 있다.

受配電設備의 용량이나 계약전력에 따라 電氣의 基本料金は 工場の 最大사용전력에 좌우되는 것이므로 가능한 한 平準한 로드커브로 電力을 사용함으로써 적정한 設備容量이나 계약전력을 설정하는 것이 바람직하다. 또한 피크시프트나 피크컷을 電氣料金割引制度에 적합하도록 하는 것은 工場の 電力코스트를 低減하는 길이기도 하다.

또 본 테마와 직접적인 관계는 없지만 機器피더의 電力損失低減이나 변압기의 餘裕度向上 등의 측면에서 力率改善도 電力有效活用策으로 배 놓을 수 없는 테마이다.

## 3. 工場全體의 로드커브

工場の 로드커브改善에서는 우선 전체의 상황을 다각적으로 파악하는 것이 필요함은 두말할 나위가 없다. 전체의 로드커브는 일반적으로 어떠한 方法으로든 파악하고 있지만 이것을 時間帶別,



<그림 1>

曜日別, 季節別 등으로 관찰하여 改善을 검토하게 된다.

일반적으로는 冷房空調負荷에 의한 夏季晝間피크型으로 冷蔵車나 冷却工程이 있는 工場에서는 冷凍機負荷의 增大라든가 冷却用우물펌프의 높은 稼動率 등으로 工場全體의 피크電力을 더욱 크게 하게 된다.

한편 생산량의 季節變動이 심한 工場에서는 工場全體의 로드커브를 가장 좌우하는 생산용 主要機器의 높은 稼動率에 따라 생산량이 많은 달에 피크電力이 발생한다.

#### 4. 機器·시스템의 稼動狀況 파악과 검토

工場全體의 로드커브를 보아 操業狀態의 惡化 要因을 지적할 수 있는 경우도 있다. 그러나 많은 機器·시스템이 自動運轉에 의하여 運轉停止를 되풀이하고 있기 때문에 機器마다 消費電力 등을

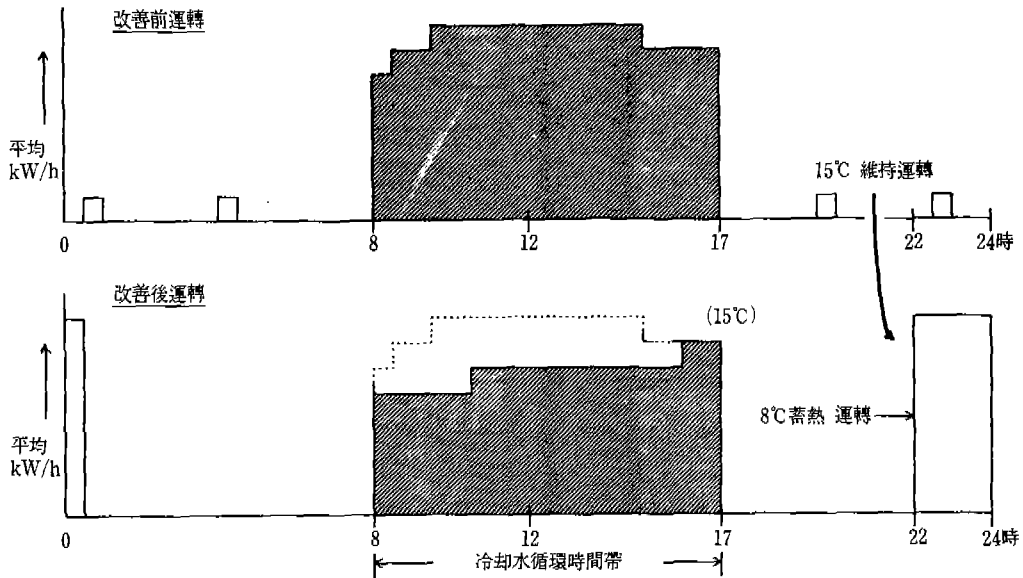
측정하여 그 로드커브를 파악할 필요가 있다.

改善에 임해서는 이들 데이터를 기초로 하여 검토하게 되는데 가장 改善效果를 기대할 수 있는 것은 생산용 主要機器이다. 그러나 主要機器의 運轉調整은 工場全體의 體制에 영향을 미치는 것이 많으므로 그 難易度는 여러 가지이다.

예를 들면 稼動에 시간을 요하는 複數의 機器·시스템의 電源을 좀 빠르게 순차적으로 投入함으로써 生産體制에 거의 영향을 주지 않고 비교적 용이하게 피크電力을 低減시킬 수 있는 케이스도 있다.

이들 運轉패턴에 대하여는 종래부터의 조건에 따라 設定되어, 오늘날에도 操業上 아무런 문제가 없기 때문에 그대로 계속되고 있는 것이 많으며 電力有效活用面에서 다시 되돌아 볼 필요가 있다고 생각된다. 또한 실시에 있어서는 操業에 지장이 없는 범위내에서 改善을 시도하고 그 영향을 확인할 필요가 있다.

다음에 로드커브 測定結果를 기초로 하여 改善을 실행한 日本에서의 예를 든다.



<그림 2>

## 5. 改善實施例

(1) 食品工場の 氷水貯槽를 활용하여 夜間蓄熱(製氷) 운전을 함으로써 주간의 電力을 削減함과 동시에 産業用蓄熱調整契約에 가입하여 廉價 夜間電力으로 주간에 사용하는 氷水의 일부를 充당하였다(그림 1 참조).

氷水貯槽(30m<sup>3</sup>)用 冷凍機(98kW)의 로드커브를 측정하였더니 그稼動은 氷水 使用라인 종료후인 14시 이후에도 3시간 30분 稼動을 계속하고 있다는 것을 알았다. 이 결과로부터 14시간후는 얇아진 얼음이 設定한 두께가 될 때까지의 製氷 運轉임을 알 수 있어서 타이머를 사용하여 14시부터 22시 사이 冷凍機를 停止시키고 22시 오후에 製氷運轉을 하기로 하고 蓄熱調整契約에 가입하였다. 또한 蓄熱의 성질상 蓄熱調整契約時間帶가 종료하는 8시에 製氷運轉이 종료되도록 하는 運轉開始時刻의 設定에 대하여 계속 검토중이다.

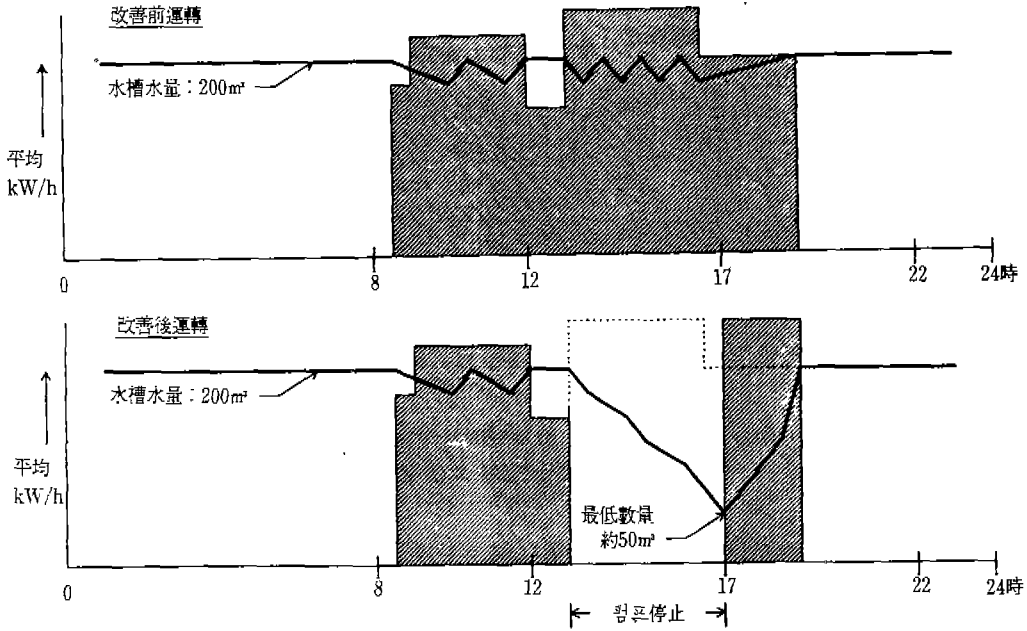
(2) 化學工場の 反應熱冷却用水貯槽를 활용하여 夜間蓄熱運轉을 하였다(이하 (1)과 같음, 그림 2 참조).

冷却用水貯槽(150m<sup>3</sup>, 設定 온도 15°C)用 冷凍機(75kW)의 로드커브를 측정하였더니 그 주된 稼動은 冷却水循環時間帶인 8시부터 17시 사이이고 그 오후에는 放熱로스를 充당하는 정도의 稼動이 계속되고 있었다.

그래서 貯槽表面으로부터의 熱로스를 막기 위한 커버를 설치하고 야간의 貯槽內의 水溫設定溫度를 8°C로 하여 蓄熱運轉을 하고 蓄熱調整契約에 가입하였다(야간은 15°C에서 8°C로의 蓄熱運轉·라인入口에 溫度調節裝置 있음). 또 夏季의 오후에 工場의 피크電力上昇이 屢러되는 날에는 오전중에 冷凍機를 풀稼動시켜 8°C의 貯槽水溫을 유지하여 오후에는 冷凍機를 停止할 수 있는 상태로 하여 피크電力急増時에 대응할 수 있도록 하고 있다.

(3) 複數의 電氣爐의 起動時刻를 조정하여 피크電力을 억제하였다.

工場 전체의 로드커브를 측정하였더니 電氣爐를 起動시키는 日요일 오전중에 피크電力이 걸리고 있었다. 5대의 電氣爐의 起動開始를 종전보다 좀더 빨리 순차적으로 함으로써 피크電力을 低減



<그림 3 >

시킴과 동시에 作業開始時刻도 빨라졌다.

(4) 食品工場の 우물물을 퍼올려 저장하는 貯水槽를 활용하여 피크時間帶에 펌프를 强制停止시켜 工場の 피크電力의 低減을 기하였다(그림 3 참조).

우물물을 퍼올리는 펌프(7.5kW×3대)는 貯水槽(200m³)의 水位의 高低에 따라 自動運轉하고 있으나 로드커브를 측정된 결과 生産라인의 加動상황에 追從運轉하고 있었다. 따라서 工場の 電力이 피크時에 펌프도 全運轉하는데 피크時間帶(3~4시간)의 우물물 使用量은 150m³ 정도로 추정하여 시험적으로 이 時間帶에 펌프를 停止시키고 水槽의 最低水位를 확인하였더니 문제가 없었다.

펌프 制御回路에 타이머를 설치함으로써 피크 時間帶에 22kW의 電力을 確實하게 低減시켰다.

(5) 디맨드컨트롤장치에 의한 最大使用電力의 監視·制御

계약전력내에서 電力을 有效하게 활용하기 위하여 미리 설정한 우선순위에 따라 機器를 遮斷하여 목표로 하는 最大使用電力을 초과하지 않도록

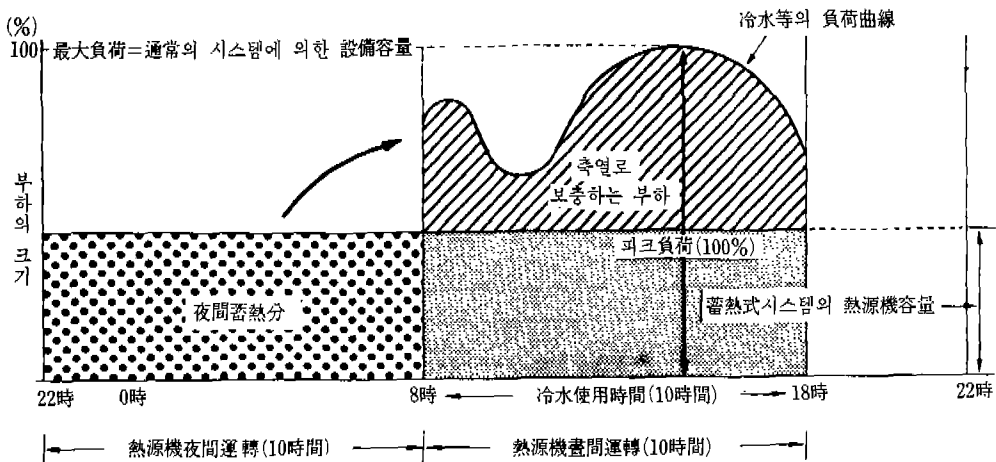
自動制御한다. 또 電力의 使用상황을 自動記錄하는 이외에 機器의 타임스케줄 制御 등의 機能을 추가할 수가 있다.

## 6. 로드커브의 改善을 기대할 수 있는 蓄熱式冷溫水시스템의 매력

지금까지 기술한 夜間蓄熱의 예는 既說의 한정된 條件에서의 熱源시스템을 활용한 것이기 때문에 蓄熱式시스템의 메리트가 완전히 발휘되고 있다고는 할 수 없으므로 여기에서 蓄熱式冷溫水시스템의 기본적인 생각을 언급하고자 한다.

가령 주간에 10시간 사용하는 冷水負荷가 있다고 하면 통상의 시스템에서는 그 熱源機는 最大負荷를 充당하는 能力이 필요하며, 冷水가 필요한 晝間時間帶에 全運轉이나 部分負荷運轉 등 負荷에 準하는 能力으로 運轉을 되풀이하게 된다.

그러나 蓄熱式시스템인 경우에는 주간에 10시간 이외에 蓄熱調整契約時間帶의 야간 10시간(0시~8시 및 22시~24시)을 蓄熱을 위하여 熱源機



<그림 4> 蓄熱式시스템에 의한 運轉例

를 운전하게 되므로 주간에 필요한 熱량을 熱源機를 20시간 운전하여 충당하게 된다. 따라서 熱源機의 能力은 후자에 비하여 半程度로 된다(그림 4 참조).

여기서 蓄熱式시스템의 主要 메리트를 들면

(1) 熱源機용량, 變壓器設備 용량의 低減

전술한 바와 같이 통상 어떤 熱負荷에 대한 熱源機의 선정은 그 熱負荷의 피크時와 同等 이상의 能力이 있는 熱源機가 필요하게 되나 蓄熱式 시스템에서는 기본적으로 그 半程度의 熱源機能力으로 충당할 수가 있다. 따라서 熱源機의 코스트라든가 스페이스는 물론 受變電設備의 용량이나 계약전력의 低減으로도 이어진다.

(2) 蓄熱調整契約을 이용함으로써 夜間蓄熱을 위하여 사용한 電力量은 割引料금이 적용된다.

(3) 熱源機는 항상 定格出力에서 효율 좋은 운전을 할 수 있기 때문에 輕負荷가 繼續되어도 熱源 시스템 전체의 高効率運轉을 기대할 수 있다. 또 工場 등에 특히 많은 冷却運轉을 外氣溫度가 낮은 야간에 실시할 수 있으므로 熱源機의 成績係數가 향상된다.

등등, 熱負荷에 최적한 熱源機라든가 蓄熱槽를 조합한 蓄熱式冷溫水시스템이 실현되면 그 메리트는 더욱 확대되게 된다.

이미 事務所빌딩 등에서는 蓄熱式空調시스템의 보급은 눈부신 바가 있으나 生産用冷溫水시스템의 보급은 이제부터라는 感이 든다. 오히려 工場에서의 冷溫水供給상대는 1~2량이므로 오픈사이클의 冷溫水搬送시스템에서 흔히 있는 搬送動力增大의 要因이 적어 蓄熱式시스템의 메리트를 충분히 살릴 수 있다고 생각된다.

工場의 新增設時에는 生産용과 공조용을 포함한 「蓄熱式冷溫水시스템」을 꼭 검토하고 싶다.

## 7. 맺음말

로드커브의 改善에 대하여 그 일부를 記述하였지만 「工場의 로드커브改善」에의 힌트는 이밖에도 많이 있다고 생각된다.

지난번에는 平屋建物인 工場의 검은 지붕을 실버페인트로 塗裝한다면 冷房負荷를 低減할 수 있지 않겠는가 라고 제안한 적이 있다. 그 색이 회사의 이미지 컬러라고 한다면 工場분들과는 입장이 다른 우리들이기 때문에 할 수 있었던 제안이라고 생각된다.

금후에도 전력회사직원으로서 工場의 電力管理에 종사하고 있는 여러분과 함께 電力의 有效活用研究에 힘쓰고자 한다.