

高層 빌딩의 省 에너지 對策

— H社 本社 빌딩의 事例 —

1. 머리말

빌딩에 있어서의 電氣, 가스 및 石油類의 消費量은 해마다 增加 一路에 있어 그 省에너지는 緊急課題로 되어 있다. H 株式會社は 1982年 3月 本社 빌딩을 完成했다. 여기서는 中央監視室에 設置한 컴퓨터를 活用하여 外氣 冷房, 自然, 採光, 空氣熱源, 피이드 펌프의 採擇, 冷·溫水 펌프의 回轉數 制御, 照明의 스케줄 制御 등을 하여 省에너지를 圖謀하고 있다.

以下 이같은 內容을 紹介함으로써, 今後의 빌딩 建設에 參考가 되기를 바란다.

〈表-1〉 主要設備의 概要

設 備	概 要
受變電設備	2500kVA 3뱅크 스프로프트네트워크 受電方式 1000kVA 데이젤式非常用發電設備
空氣調和設備	(空調方式) 各層유니트方式(AHU팬코일유니트 529台) (熱源方式) 低層階: 空氣熱源피이드리이트펌프 蓄熱槽 크레임식터어보피 冷水槽 1,500m ³ 溫水槽 350m ³ 高層階: 空氣熱源터어보피 이트펌프 250 RT 1台 가스直焚吸取式冷溫水유니트 300RT 2台 (팬, 펌프類)
衛生給排水設備	(受水槽) 100m ³ 2基(中水設備) 處理能力210m ³ /日, (給排水펌프類)
防災設備	防災시스템으로부터의 信號傍受

2. 建物 및 省에너지 設備의 概要

建物は 質實剛建을 基本으로 하여, 全館 事務所 플로어의 方法에서 機能性에 포인트를 두고 防災, 省에너지에 充分한 配慮를 하고 있다.

2.1 建物の 概要

- 所在地: ○ ○ ○
- 敷地面積: 9,526.18m²
- 建築面積: 5,750.07m²
- 延床面積: 57,486.83m²
- 層階數: 地下3層~2層SRC造(一部 BC造), 3層~20層 S造

2.2 省에너지 設備의 概要

에너지設備는 電力과 都市가스의 併用方式을 採擇하고 있다. 中央監視室에 設置한 컴퓨터에 의해 표1에 表示한 變電設備, 空氣調和設備, 給排水 設備등의 最適制御를 하여 다음과 같은 效果를 높이고 있다.

- (1) 自然의 積極的인 利用
外氣冷房, 自然採光
- (2) 個別制御의 採光
照明의 點·消燈·팬코일유니트의 個別制御
- (3) 에너지의 回收
空氣熱源 피이드펌프, 全熱交換器, 動力 回收 펌프의 採擇
- (4) 搬送動力의 低減
冷溫水펌프의 回轉數制御, VAV方式의 採擇
- (5) 물의 再利用
中水設備를 設置하여 便所 用水로서 利用

- (6) CO₂檢出에 의한 外氣 取入量의 制御
- (7) 照明의 스케줄制御
- (8) 蓄熱槽의 效果的 利用
- (9) 照明, 엘리베이터等에의 高効率機器의 採用

3. 빌딩의 省에너지 시스템

빌딩內의 電氣, 空調, 給排水等의 各 設備는 制御의 分散化와 管理의 集中化를 基本理念으로한 컴퓨터에 의한 制御로 다음과 같은 事項이 實現되고 있다.

- (1) 安全하며 快適한 빌딩內 環境의 維持
- (2) 設備의 效率의 運轉, 最適制御에 의한 省에너지
- (3) 自動運轉 위한 省力化 에
- (4) 스페이스 效率의 向上
- (5) 安全性 및 信賴性의 確保

이같은 시스템이 具備된 機能은 그림 1 과 같으나 各機能은 相互 關聯되고 있으며, 그 關聯 매트릭스도 併記하고 있다. 그림 2는 이같은 機能을 計劃과 온라인 制御로 레벨別 나눈 것으로, 이 가운데 代表的인 것을 다음에 說明한다.

機能名稱	內容概略	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1 計測值表示, 監視, 積算	아날로그이머지데이터의處理 上下限, 偏差체크, 積算	○																				
2 機器狀態表示, 監視 運轉時間積算	디지털데이터의處理 ON-OFF체크, ON時間積算		○																			
3 아랍記錄·印字	아랍 或은 重要 오퍼레이션의 印字			○																		
4 帳簿記帳	定時日報·月報 더인트日報·月報				○																	
5 個別發停	受電電設備·熱源設備等의CRT 로우터의 個別發停					○																
6 스케줄發停(動力)	受電電設備·熱源設備等의發停 스케줄유령						○															
7 電力더인트監視·制御	電力使用料의 더인트間隔內監視 및 低位負荷切離							○														
8 SC制御	無効電力의 低減								○													
9 空調DDC	給氣溫度, 靜圧, 室內溫度, CO ₂ 濃度의 制御									○												
10 負荷子測, 修正	冷暖房負荷의 社會의 條件·氣象 等에 의한 豫測과 온라인修正										○											
11 冷熱源台數制御 負荷配分運轉制御	冷暖房負荷Cost min으로 解消하 하기 위한 台數 및 負荷配分											○										
12 最適外氣取入制御	冷房效果 및 CO ₂ 濃度를 考慮한 外氣取入量決定												○									
13 多目的環境設定制御	快適性을 考慮한 冷暖房目標値의 設定													○								
14 空調機의 最適起動制御	始動時에 室內環境이 最適의 狀況이 되고 있는 것처럼 起動을 行한다.														○							
15 最適蓄熱運轉制御	피이크時에 冷暖房負荷收容을 主 目的으로 蓄熱槽의 運轉形態를 決定 한다.															○						
16 照明制御(스케줄, 피이드 백)	日照時間에 의한 스케줄을 照度實際 照度에 의한 피이드백 消燈																○					
17 火災處理	防災시스템으로부터의 火報에 의 해 空調機 停止																	○				
18 停電處理	自家發余剩電力의 配分																		○			
19																				○		
20 電·메시인處理																					○	

〈그림 - 1〉 各서비스시스템의 具備해야할 機能과 인터아크션

(1) 多目的 環境設定制御

이것은 空調關聯制御의 基本이 되는 것으로서 快適性和 省에너지를 各各 關數로 表現하여 快適性和 省에너지와의 트레이드오프를 줌으로써 컴퓨터로 그 때의 室內 設定溫度를 自動적으로 決定한다.

(2) 最適 蓄熱運轉制御

이 빌딩의 低階層은 空氣熱源 피이드펌프로 蓄熱運轉을 하기 위해 電力需要의 피이크回避, 熱의 需給밸런스의 維持 및 運轉코스트 最少化를 爲한 最適運轉制御를 하고 있다.

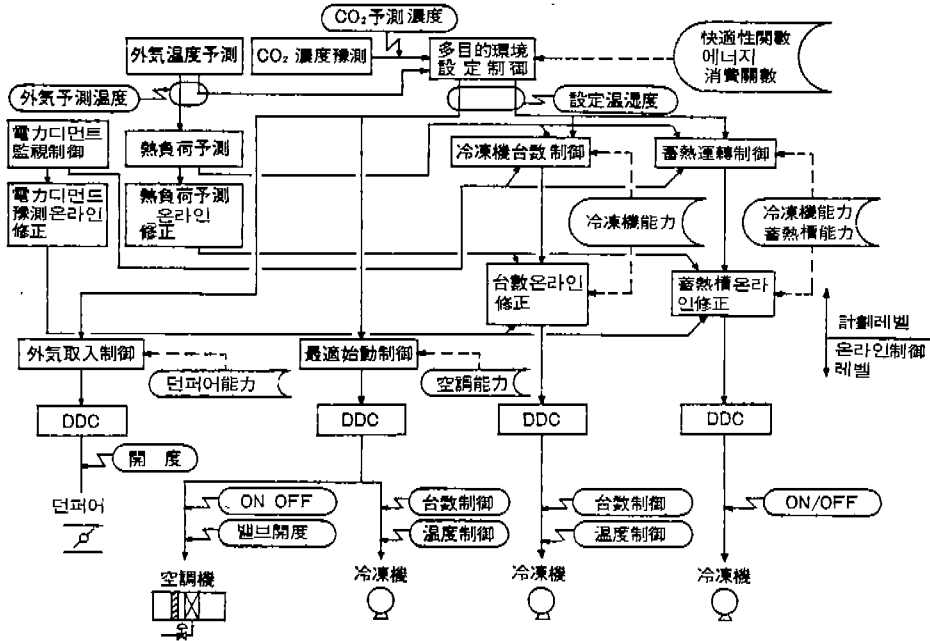
(3) 空調負荷 豫測 및 온라인 修正

空調負荷를 内部 發生熱에 關聯하는 負荷와 外氣條件에 의해 變動하는 負荷로 나누어, 氣象條件等에 의한 24時間分의 豫測을 하는 同時에 온라인 으로 修正을 한다.

(4) 冷熱源 台數制御·負荷配分制御

空氣熱源 피이드펌프와 가스直焚吸收式 冷溫水유니트의 組合, 運轉台數를 코스트미니멈을 目的 關數로서 決定한다.

(5) 最適 外氣取入制御



(그림-2) 시스템의 주요機能과 온라인 制御레벨

夏期・冬期等 外氣負荷가 큰 경우에는 CO₂ 濃度와의 關聯으로 最適 外氣 取入을 하여, 中間期에는 外氣冷房을 한다.

(6) 空調機의 最適 起動制御

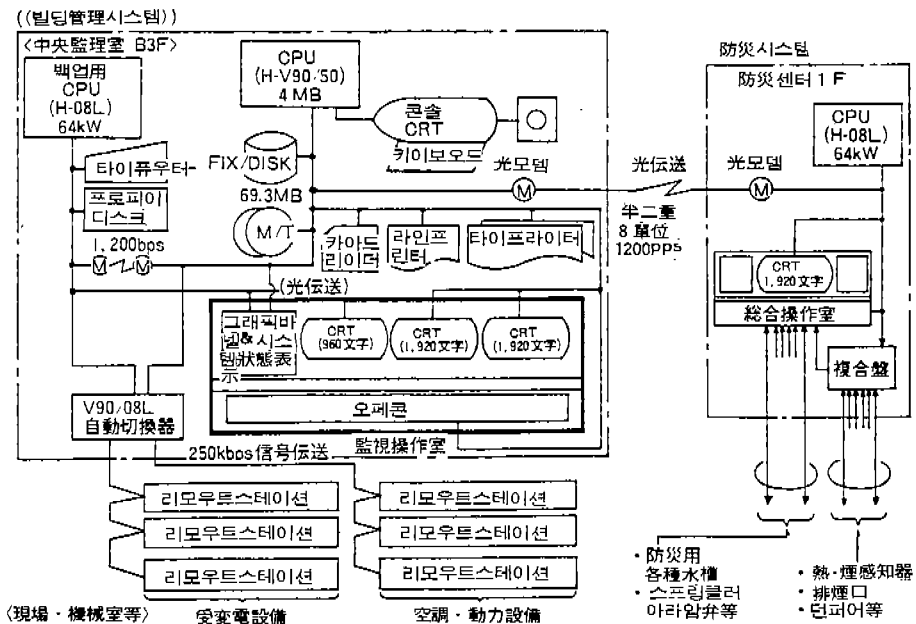
室内 環境이 始業時에 所定の 設定溫度가 되도록

最適始動 時期를 決定한다.

(7) 空調機의 直接 數値制御

空調機의 冷温水 발브開度, 팬回轉數, ダンパー開度を 컴퓨터에 의해 直接制御 한다.

그림 3에 制御시스템의 全体 構成圖를 表示한다



(그림-3) H 本社 빌딩 中央監視制御시스템의 構成

4. 空調設備의 省에너지

4.1 熱源

高層은 事務室이 主要 되어 있으며, 低層階는 食堂, 會議室等 負荷變動이 많은 室이 되어있기 때문에 熱源도 高層用과 低層用으로 나누고 있다. 高層用은 搬送動力의 增加를 막기爲해 클로우즈드 方式으로 低層用은 負荷變動이 크기 때문에 蓄熱槽(冷水槽: 1,500m³, 溫水槽: 350m³)로 負荷變動을 吸收하여 冷凍機 容量을 작게하고 있다.

冷凍機는 蓄熱量을 보면서, 컴퓨터에 의해 가장 效果的으로 運轉할 수 있도록 管理하며, 또 冷水·溫水用 펌프는 負荷에 따라 回轉數를 制御함으로써 搬送動力의 低減을 圖謀하고 있다. 에너지源으로서 電氣, 都市가스를 併用하고 있으나, 이것은 에너지의 效率的 利用과 將來의 에너지事情의 變化에의

對應과 適當한 組合에 의해 가장 效率的인 運轉을 目的으로 했기 때문이다.

4.2 피이드 펌프와 冷凍機

이 빌딩에 設置되어 있는 空調裝置는 表 2에 表示하고 있는 것과 같이 250RT電動機 驅動的인 空氣熱源 피이드펌프式 터보冷凍機 2台와 300RT 가스焚吸式冷溫水機 2台的 組合으로, 冷房時는 가스焚吸式冷溫水機를 베이스로, 暖房時는 空氣熱源 피이드펌프를 베이스로 運轉하고 있으며 또 피이드펌프 2대가운데 1台는 地下에 設置한 蓄熱槽를 利用하여, 設備의 合理化 및 夜間電力의 利用과 피이크 커트對策等 에너지를 效果的으로 利用하여, 全体的인 에너지確保에 對한 安全運轉과 經濟運轉을 하고 있다.

다음으로 中央 및 現場에서의 熱源設備 省에너지 管理시스템의 採用에 의해, 台數運轉, 最適한 溫度

〈表-2〉 피이드펌프와 吸收式冷溫水機의 主要仕樣

項 目	機 種		吸收式冷溫水機	
	空氣熱源 피이드펌프式 터보冷凍機		R-3 1台	R-4 1台
機 番	R-1 1台	R-2 1台		
形 式	HC-14C-AH (피이드리클레임式)	HC-14C-AH	HAU-F-15G	
冷凍容量 (USRT)	250	250	300	300
暖房容量 (kcal/h)	643,000	500,000	604,800	604,800
冷水入口溫度 (°C)	10	12	12	12
出口溫度 (°C)	5	7	7	7
水 量 (m ³ /h)	151.2	151.2	181.4	181.4
冷却水入口溫度 (°C)			32	32
出口溫度 (°C)			37.4	37.4
水 量 (m ³ /h)			312	312
溫水入口溫度 (°C)	40	41.7	40.7	40.7
出口溫度 (°C)	45	45	45	45
水 量 (m ³ /h)	128.6	151.2	181.4	181.4
外氣溫度 夏期 (°C)	32DB, 27WB	32DB, 27WB		
冬期 (°C)	-2DB	-2DB		
主電動機出力 (415V/50Hz) (kW)	350	350		
軸動力 夏 (kW)	300	280		
冬 (kW)	250	200		
法定冷凍 t	292.8	292.8		
가 스				
消費量 冷房時 (m ³ /h±5%)			195	195
暖房時 (m ³ /h±5%)			140	140
高位露熱量 (kcal/m ² N)			5,000	5,000
壓 力 (mmAq)			10,000	10,000
空氣熱交換器出力 (kW)	18.5×3	18.5×3		
操作電源容量 (415V/50Hz) (kVA)	38	12	16	16
冷 媒	R-12	R-12	水	水

設定制御 및 最適 蓄熱運轉에 의해 省에너지運轉을 可能하게 했다.

空氣熱源 피이프컴프의 壓縮機는 2段 터보 壓縮機를 採用, 從來의 往復動 或은 수쿠류우式에 比해 2段 애코노마이저 사이클效果를 利用하며 熱交換器에 高性能傳熱管 서어거 액셀튜우브를 使用함으로써 溫度差를 적게 잡을 수 있기 때문에 動力이 低減되고 있다. 또한 交換部품이 적으며 騒音, 振動도 적어서 運轉 및 멘테넌스가 容易하다.

끝으로 가스 焚吸收冷溫水機는 高溫再生器로부터의 排氣가스를 熱 回收器에 의해 回收하는 自己 排熱回收式의 省에너지型이며, 暖房時는 가스 消費量을 7.5% 低減하고 있다.

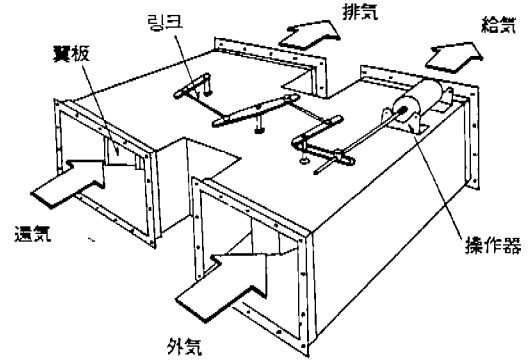
4.3 外氣 冷房空調시스템

이 빌딩에는 風量 및 溫度를 簡單하게, 그리고 正確하게 制御하기 爲해 그림 4와 그림 5에 表示하는 것과 같은 風量 調整 유니트인 混合던퍼와 比例 制御式 加溫裝置를 使用한 外氣冷房空調 시스템을 採用하고 있다. 그 特徵을 列記하면 다음과 같다.

(1) 從來는 取入外機, 排氣, 給氣의 風量制御에 個 個마다 裝置를 必要로 하고 있었으나, 이것을 單一的 風量調整유니트로 行하여 어떠한 風量比 모서도 給氣量은 반드시 一定하게 되며, 從來 방식에 比해 制御精度가 向上되고 있다.

(2) 比例制御가 可能한 水스플레 加溫裝置를 使用하고 있기 때문에 冷却, 減濕, 再熱을 하지 않고서도 直接 濕氣의 制御가 된다.

(3) 外氣의 乾球溫度와 濕球溫度에서 엔탈피를 求하고 外氣取入을 行하는 엔탈피制御方式을 採用하고 있다.



〈그림-4〉 風量調整用混合던퍼

5. 給排水設備의 省에너지

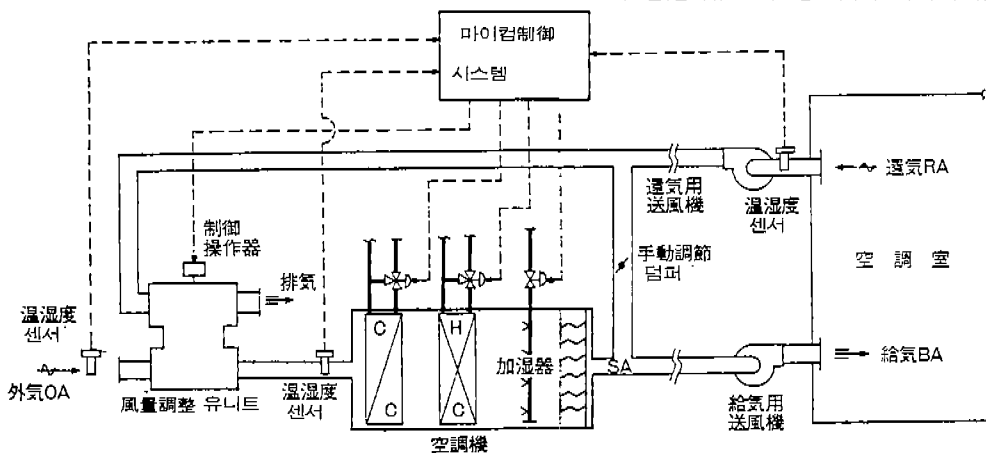
給水는 上水 給水系統 및 再生水인 中水 給水系統을 設置, 各各 低層(B3F~2F)·中層(3F~9F)·高層(10F~20F)의 3個 區分으로 分割하여 使用 壓力의 밸브를 圖謀하고 있다. 給水方式은, 上水系統, 中水系統 함께 從來의 高架水槽에 의한 重力 給水方式으로 하지 않고 變速펌프를 利用한 펌프 送水方式을 採用했다.

給湯은 洗面用 및 廚房함께 센트럴方式을 採用하여 上水 給水系統에 準해 低層·中層·高層의 3個 조운으로 分割하여 各各 貯湯槽를 設置, 循環펌프로 必要한곳에 給湯하고 있다. 貯湯槽의 熱源으로서는 2t/h×2台的 蒸氣보일러를 設置하고 있다.

5.1 回轉數 制御의 펌프

(1) 上水·中水 給水펌프

從來는 빌딩內的 適當한 層에 貯水탱크를 設置하여, 貯水탱크內的 물의 位置에너지로 給水하는 것이 普通이었으나 빌딩內的 바닥의 有效利用을 圖謀



〈그림-5〉 마이컴制御의 外氣冷房空調 시스템

〈表-3〉 上水道·中水道用給水펌프의仕様

用 途	項 目	펌 프 仕 様					變速方式
		口徑(mm)	吐出量 (m ³ /min)	全揚程(m)	出力(kW)	合 數	
上水道	高層階 조운	100	0.6	121	30	3	電磁繼手 HC모우터 方 式 (워터에이스)
	中層階 조운	65	0.37	63	11	2	
	低層階 조운	50	0.66	3.0~5.1kgf/cm ²	3.7	1세트	
中水道	高層階 조운	65	0.32	107	15	3	可變周波數 인버터 方 式 (워터에이스)
	中層階 조운	65	0.42	67	11	2	
	低層階 조운	40	0.35	3.0~5.8kgf/cm ²	3.7	1세트	

하기 爲해, 이 탱크를 없애고 펌프에서 各 需要 末端에 直接 送水하는 方式으로 했다. 이 方式으로는 그림 6의 壓力制御線에 表示하는 것과 같이 使用水量이 적어짐에 따라서 펌프의 吐出壓力가 낮아지도록 펌프의 回轉數 制御를 行함으로써 壓力의 浪費가 없도록 運轉을 하고 있다.

그리고 夜間의 少流量時에는 0.5m³容량의 壓力 탱크를 貯 넣은 停止再始動裝置에 의한 運轉으로 加一層의 省에너지를 圖謀하도록 하고 있다. 또한 中水道펌프는 펌프設置 스페이스의 節約을 卍하기 위해, 水中펌프로 하고 있으며, 前述한 上水道와 같이 펌프의 回轉數制御를 하고 있다. 그리고 高層·中層조운은 回轉數 制御로 하여 低層조운은 壓力 탱크方式인 尙送 給水方式을 採用하고 있다. 표 3에 이들 펌프類의 仕様을 綜合 表示하고 있다.

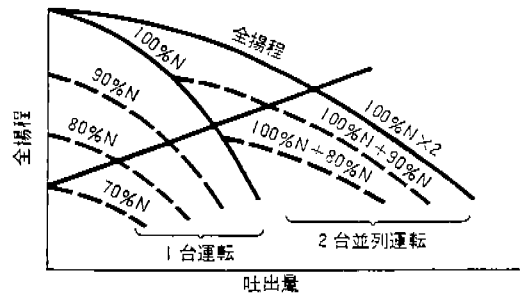
(2) 冷溫水 送水펌프

空調機에 보내지는 冷水, 또는 溫水의 配管系에는 二方弁이 부착되고 있으며 空調負荷의 變動에 따라서 이 二方弁이 制御되어 冷水 또는 溫水의 必要 流量을 變化시키고 있다. 이 流量變化에 의해 本來 일것 같으면 空調機 入口의 冷水 또는 溫水管內 壓力가 變化하는 것을, 冷水 또는 溫水펌프의 回轉數 制御를 하며, 空調機 入口의 管內壓力를 一定하게 함으로써 省에너지를 圖謀하고 있다. 표 4에 空調冷溫水 送水펌프의 仕様을 表示한다.

5·2 動力回收 裝置

빌딩用 空調設備의 蓄熱式 開回路配管系統에서는 펌프에 의해 揚水된 冷水 또는 溫水는 이때까지 用 濟後에 單純히 蓄熱槽에 되돌려지는 것 만으로, 그 保有하는 位置에 에너지가 利用되지 않았으나 그림 7에 表示하는 것과 같이 揚水펌프, 모우터, 水車를 一 體로 組合한 裝置의 水車에 冷水 또는 溫水를 되돌림

으로써 水車의 發生動力만큼 펌프의 運轉動力을 最大 25% 輕減하고 있다. 표 5에 動力 回收裝置의 仕様을 表示한다.



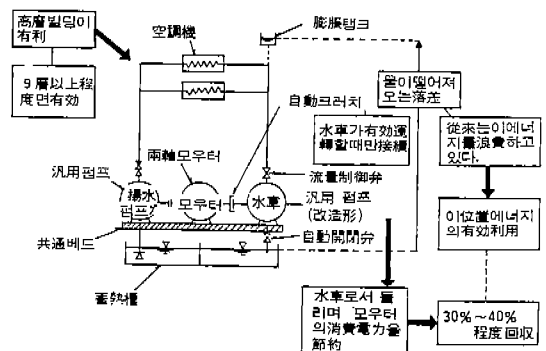
〈그림-6〉 펌프의 回轉數制御特性(直線은 壓力制御線)

〈表-4〉 空調冷水送水펌프의仕様

用 途	펌 프 仕 様					變速方式
	口徑 (mm)	吐出量 (m ³ /min)	全揚程 (m)	出力 (kW)	合 數	
冷水送水	150	3.06	42	37	1	電磁繼手 HC모우터方式
溫水送水	125	2.46	42	30	1	

〈表-5〉 動力回收裝置의仕様

펌 프 仕 様				水 車 仕 様		
口徑 (mm)	吐出量 (m ³ /min)	全揚程 (m)	出力 (kW)	口徑 (mm)	水 量 (m ³ /min)	有効落差 (m)
65	0.344	105	15	50	0.344	52



〈그림-7〉 水車에 의한 動力回收시스템