

電源시스템의 設備計劃

— 그 思考方法과 모델 —

最近 엘렉트로닉스의 急速한 發展으로 증래에 비해 電源의 質이 問題가 되고 있다. 電源의 質의 向上을 目的으로 하여 CVCF 電源裝置가 널리 使用되는 傾向에 있으며, CVCF의 導入計劃에 따르는 電源시스템의 思考 하는 方法, 容量決定法·構成機器의 選定方法等에 대해 記述한다.

1. 無停電 電源시스템의 構成과 動作

온라인 컴퓨터시스템 등과 같이 瞬時라도 停電이 許容되지 않으며, 또한 停止에 의한 影響도가 높은 重要負荷設備에는 CVCF 電源裝置(以下 CVCF 라고 함)가 使用되고 있다는 것은 이미 周知의 事實이다.

通常 CVCF는 蓄電池에 附加하여 瞬斷이 없는 無停電電源을 供給하는 것이나, 長時間의 停電에 대비하여 非常用 自家發電裝置(디젤發電裝置·가스터빈發電裝置)를 設置, 그림 1과 같이 無停電 電源시스템을 構成하고 있다. 各裝置의 動作은 그림 1에 表示하는 타임차아트와 같이 瞬時停電에는 蓄電池 電源을 長時間停電에는 蓄電池電源 및 自家發電電源을 CVCF의 入力에 供給하므로 CVCF의 出力은 瞬斷이 없는 電源을 계속 供給할 수 있다.

CVCF은 컴퓨터용으로 發展해 왔으나 컴퓨터負荷뿐만 아니라 照明負荷나 動力負荷에의 적용도 가능하며 최근에 고도로 엘렉트로닉스된 裝置의 擴大에 의해 그 用途는 더욱 늘어날 傾向이다.

2. 컴퓨터用 電源方式

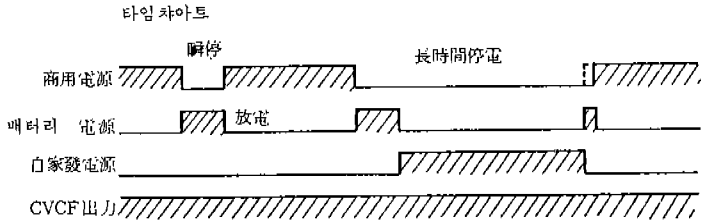
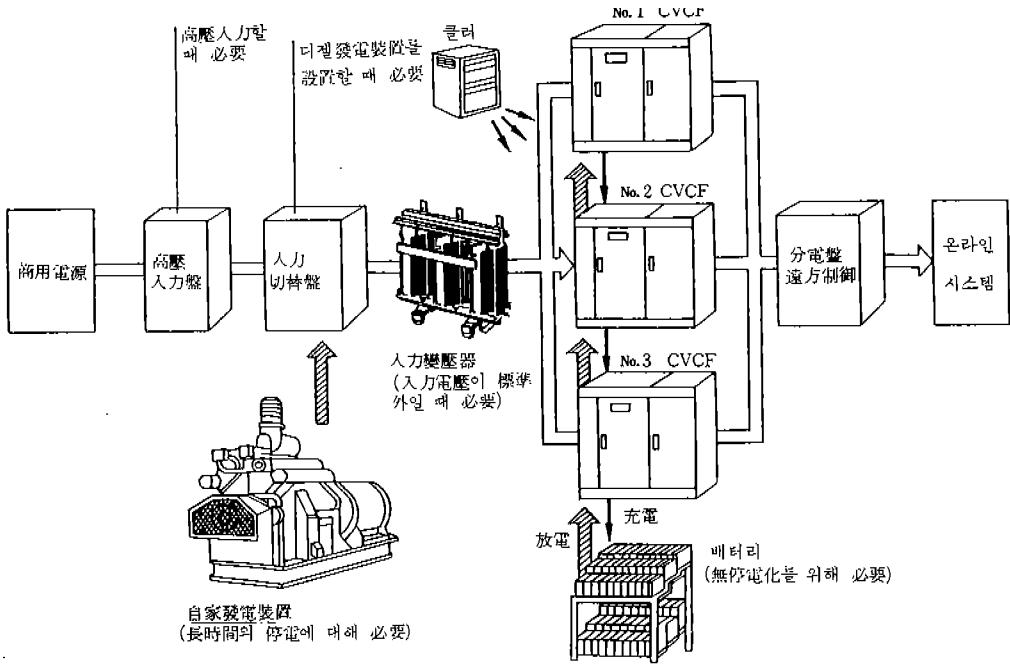
컴퓨터의 電源條件은 컴퓨터메이커에 따라 多少

다르기는 하나 大體로 다음과 같은 것이 있다.

- (1) 電壓變動...定格値의 $\pm 10\%$ 以內
- (2) 周波數變動...定格値의 $\pm 1\%$ 以內
- (3) 波形歪曲率... 10% 以下
- (4) 瞬斷·停電...거의 許容되지 않는다(10ms)

한편 日本의 商用電源의 質은 대체로 前記條件을 滿足시키고 있으나 例로 雷誘導에 의한 瞬時電壓降下나, 大容量 電氣機器의 起動突入電流에 의한 電壓降下 등 前記 許容値를 오버하는 일이 가끔 發生한다. 이때문에 컴퓨터시스템의 重要性和 經濟性에서 여러가지의 電源方式이 使用되고 있으며 CVCF도 그중의 한종류이다. 표 1에 컴퓨터用 電源方式의 種類와 그 概要의 比較를 表示하고 있는데 CVCF는 모든 機能을 具備하고 있어 컴퓨터電源에 가장 適合하다. 그 反面 經濟性에는 약간의 問題가 있다.

商用電源의 受電方式은 通常의 1回線 受電 외에도 2回線受電과 루우프受電·스포트네트워크 受電等 信賴도가 높은 受電方式이 있으나 雷誘導等の 瞬時電壓降下에 대해서는 어느 方式을 採用해도 컴퓨터에의 影響은 避할 수 없다. 그러나 系統의 事故나 第三者의 過失등에 의한 長時間 停電에 대해서는 有效하므로 受電方式에 있어서 오히려 自家發電裝置의 필요성에 깊은 關聯이 있다.



(그림-1) 無停電電源裝置의 構成과 動作

3. 電源시스템 檢討

CVCF나 自家發電裝置는 「電力保險」要素의 強한 設備로서 看做될 수 있으므로 시스템計劃에 있어서는 經濟性的의 추구가 最重點이며 다음에 設置의 目的이 電力供給 信賴度 向上이라는 點에서 電源시스템의 信賴度도 重要하다. 이같은 事實로 해서 一般的으로 다음 順序로 계획이 進行된다.

(1) CVCF에 接續하는 負荷를 決定한다.

全体的 負荷시스템에서

- ① CVCF에 接續하는 負荷...A랭크負荷
 - ② 自家發電源의 백업을 必要로 하는 負荷...B랭크負荷
 - ③ 商用電源만에 給電하는 負荷...C랭크負荷
- 에 랭크附着을 한다. 이 랭크附着에 있어서 設置하

는 場所의 商用電源의 質(電壓變動, 周波數變動, 노이즈, 瞬斷, 停電)과 負荷시스템의 다운에 의한 영향도를 十分 勘案하여 定할 필요가 있다.

그리고 商用電源의 質 가운데는 需要家内部的의 電源 質도 당연히 加味할 필요가 있다.

A랭크의 負荷는 컴퓨터시스템과 같이 다운에 의한 영향이 극히 크며, 停電의 許容時間이 거의 零(約 10ms)이며, 이같은 負荷는 CVCF를 필요로 한다.

B랭크의 부하는 例로 컴퓨터室의 空調機와 같이 商用電源의 瞬斷에서는 問題 없으나 數分間 停電이 계속되면 室溫이 上昇하여 컴퓨터시스템의 稼動이 되지 않으므로 自家發電源의 백업이 必要한 負荷이다. 通常 自家發電裝置의 起動時間은 1分程度(10s 起動도 있다)이므로, 前述한 負荷와 같이 停電時間이 1分程度 許容되는 것이 條件이 된다.

〈표-1〉 各種電源方式의 比較

記 號	電源方式	系統構成圖	上 述 構 成 機 器 (電 壓 不 平 衡 時 系 統 電 壓 急 動)	電 壓 急 動		電 壓 不 平 衡	電 壓 波 形 ノ イ ズ	周 波 數 變 動	受 電 系 統 切 替 率 의 中 斷	受 電 系 統 停 電	經濟性 (順位)	停 電 時 對 社 會 의 損 失 (順位)
				系 統 電 壓 急 動	機 器 停 止 電 壓 下							
A	商用直入方式 (專用責任方式)		· 電 壓 急 動 (電 壓 不 平 衡 時 系 統 電 壓 急 動)	×	×	×	×	×	×	×	1 (10~15%)	5
B	自動電壓調整方式 (AVR方式)		· 自 動 電 壓 調 整 機 器 (AVR)	○	×	×	○ (原形) ○ (並列形)	×	×	×	2 (30~40%)	4
C	電動發電機方式 (MG方式)		· 電 動 發 電 機 (MG)	○	○	○	○	○	○	×	3 (0.5%)	3
D	CVCF 蓄電池併用方式		· CVCF (靜止形) 또는 · CVCF (回轉形) · 蓄電池	○	○	○	○	○	○	△ (5分間隔 交換)	4 (100%)	2
E	CVCF 自家發電裝置併用方式		· CVCF (靜止形) 또는 CVCF (回轉形) · 蓄電池 · 自家發電裝置	○	○	○	○	○	○	○	5 (200%)	1

(註) ○印은 電源方式에 의해 改善 可能한 것이며, ×印은 改善 不可能한 것.

C랭크의 負荷는 一般室의 空調機와 같이 無停電 電源으로는 하지않는 負荷이다.

參考로 대표적인 各랭크의 負荷를 표2에 表示한다.

〈표-2〉 代表的負荷의 랭크附着

랭크	負 荷 名
A 랭크	컴퓨터, 監視裝置, 防災·防犯, 重要照明, 放送 通信設備, 重要動力
B 랭크	컴퓨터室空調機, 엘리베이터, 防災設備, 其他 重要動力
C 랭크	一般動力, 一般照明

(2) A 랭크의 負荷를 整理하여 對應하는 電 源을 定한다.

A랭크의 負荷가 컴퓨터시스템만으로 限定되어 있으면 CVCF는 컴퓨터用으로서 獨立으로 計劃하면 좋으나 例로 컴퓨터外에도 監視裝置·生産라인設備

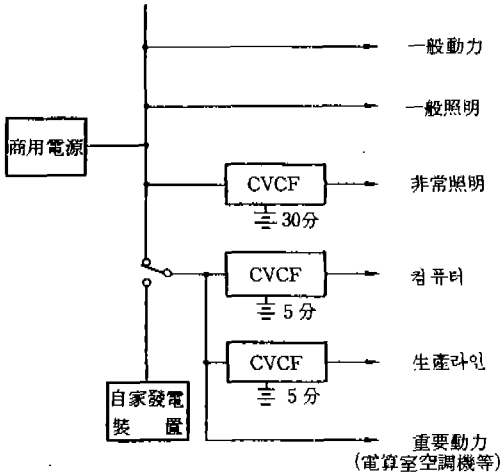
·照明等이 포함되었을 경우 하나의 電源에서 모든 負荷에 공급하는 것이 여러가지의 문제에서 반드시 得策이 될 수 없는 일이 많으므로 負荷를 그룹으로 나누어 對應하는 전원의 수를 정한다. 그룹으로 나누는데 있어서는 各負荷의 特性(起動電流나 相互干渉의 問題등), 電源性能, 運用 및 保守時間의 制約 停電補償시간, 設置장소, 信賴度要求레벨等 充分한 檢討가 필요하다. 對應하는 負荷가 각각 決定되면 負荷容量을 求한다.

(3) 無停電電源으로서의 構成機器를 定하고 블록系統圖를 作成한다.

無停電電源으로서의 構成機器는 CVCF·배터리 自家發電裝置가 主体가 된다. 前述한 바와 같이 C VCF는 5-10分間의 배터리를 接續하여 長時間의 停電까지 커버하는데는 自家發電裝置를 설치하고 있다. 負荷시스템은 그 用途에 따라 停電補償시간 이 다른 경우도 있으므로 各 CVCF는 自家發電裝 置의 與否나 배터리에 의한 運轉시간等을 決定하고

그림 2와 같은 블록系統圖를 만든다.

設備費用의 면에서 보면 1시간 이상의 併用이 有利하며, 또 배터리의 放電 特性上 數秒間의 배터리나 5分間의 배터리도 거의 大差가 없다.



(그림 - 2) 電源블록의 系統圖

(4) 信賴性和 保守性에서 電源시스템의 構成을 定한다.

CVCF를 保守하기 위해 停止시키거나 萬一의 障害로 다운했을 경우 負荷에의 電源供給이 끊어지게 되므로 無停電電源이라고는 할 수 없다. CVCF의 信賴度向上과 保守性의 改善을 목적으로 하여 電源 시스템의 構成에 여러가지 方式이 實用化되고 있는데 그 대표적인 것을 表 3에 표시한다.

瞬斷백업方式은 CVCF의 出力에 電磁接觸器와 같은 기계식 切換스위치를 사용하여 CVCF 停止時는 商用電源 (直選電源)에서 백업給電된다. 스위치가 機械式 때문에 切換時에 瞬斷(100~200ms)이 發生하므로 컴퓨터負荷와 같이 瞬斷이 허용되지 않는 것에는 問題가 있으나 가장 經濟的인 方式이다.

無瞬斷백업方式은 別名「商用無瞬斷切換方式」이라고도 하며 切換스위치에 半導體스위치 (AC스위치)를 사용하여 切換時의 瞬斷을 없애게 한 方式이다. 負荷에의 給電은 常時 CVCF로 行하며 萬一의 경우

(표 - 3) 시스템構成의 種類

시스템構成	블록圖	CVCF인버터故障時의 切替波形
瞬斷백업方式		
無瞬斷백업方式		
並列冗長運轉方式		

直送電源에 同期無瞬斷 切換을 행하므로 CVCF 는 常時直送電源에 동기 運轉하여 直送電源에 停電이나 其他의 호트러짐이 發生하면 同期運轉을 中止하고 内部의 發振器로 運轉을 계속한다. 直送電源으로 運轉中에 停電이 發生하는 負荷에의 給電이 끊어지게 되나 그 가능성은 거의 무에 가깝기 때문에 다음에 記述하는 並列冗長方式에 비해 經濟的인 高信賴度 電源시스템으로서 評價되고 있다. 以上 記述한 方法과는 거꾸로 常時商用 電源을 使用하여 停電時에만 CVCF를 使用하는 方式이 생각될 수 있다. 이 경우

① 常時商用電源을 使用하고 있으므로 극히 드물고 發生하는 노이즈 등이 그대로 負荷에 給電되고 만다는 것

② 長時間의 停電으로 自家發電裝置로부터의 백업 給電時, 自家發電源이 그대로 負荷에 給電되므로 (CVCF를 通過하지 않으므로) 周波數變動의 큰 電力이 공급되는 것

③ 停電發生時 瞬時に CVCF로 切換되므로 電壓의 過渡變動이 크게 된다는 것 등으로 컴퓨터시스템용에는 그렇게 使用되지 않는다.

並列冗長運轉方式은 複數台的 CVCF를 並列運轉하여 1台的 CVCF에 障害가 發生해도 남은 건전한 CVCF로 給電을 계속하는 方式이다. 複數台的 CVCF가 동시에 장애를 일으킨다는 것은 確率적으로 극히 적으므로 負荷容量에 대해 CVCF는 1台分の 余裕를 갖고 있으면 (1台 豫備器) 대단히 信賴度가 높은 電源시스템이 된다. 並列台數에 대해서는 信賴性和 保守性의 면에서 당초 2~3 台로서 장래 增設해도 5~6 台를 限度로 하고 있다.

各方式의 신뢰도레벨은 백업 없이 CVCF의 信賴度에 비해 無瞬斷백업方式은 10倍以上, 並列冗長運轉方式은 100倍 以上이 된다.

電源시스템構成의 決定에 있어서는 꼭 이것이어야만 된다는 規準이 없으므로 信賴度를 重視하면 並列冗長運轉方式과 경제성을 加味하면 無瞬斷백업方式이 될 것이다.

4. CVCF의 定格容量의 決定法

CVCF의 定格容量은 一般의 電氣機器의 容量決

定과 大差는 없으나, CVCF의 特殊性을 감안할 필요가 있으며, 여기서는 컴퓨터시스템을 例로 容量 算定을 試圖했다.

(1) 負荷리스트에서 CVCF에 接續하는 負荷 容量의 合算을 한다

표 4의 例에서 三相 200V 負荷는 99.3KVA 單相 100V 負荷는 9.08KVA이며 合計 108.33KVA가 된다.

〈표-4〉 負荷리스트

裝 置 名	台 數	所 要 電 力	
		三相200V [kVA]	單相100V [kVA]
1. 中央處理裝置	2	2×10.1	-
2. 콘 솔	2	-	-
3. 플린터裝置	2	-	-
4. 플로피디스크裝置	1	-	0.6
5. 라인프린터裝置	1	6.5	-
6. 國語라인프린터裝置	2	2×5.6	-
7. 디스플레이制御裝置	2	-	2×0.44
8. 비즈니스그래픽디스플레이裝置	10	-	10×0.3
9. 프린터裝置	4	-	4×0.8
10. 비즈니스그래픽디스플레이裝置	2	-	2×0.3
11. 프린터裝置	1	-	0.8
12. 磁氣디스크制御裝置	2	2×1.7	-
13. 磁氣디스크裝置	2	2×3.0	-
14. 磁氣디스크裝置	6	6×2.0	-
15. 磁氣메이프制御裝置	1	1.6	-
16. 磁氣메이프裝置	7	7×2.9	-
17. 磁氣메이프裝置	1	2.9	-
18. 通信制御處理裝置	2	2×7.6	-
合 計		99.3	9.08

(2) 負荷急變에 의한 電壓過渡變動과 最大電流值의 確認

CVCF는 定格의 50% 負荷急變에서 전압의 過渡變動이 ±10%程度의 性能이며, 負荷가 컴퓨터의 경우 電壓值 變動의 許容은 ±10%이므로 起動突入電流는 50%以下가 되도록 選定한다. 또 起動突入電流를 포함한 電流의 絶對值가 定格의 120~150% (이 値는 메이커에 따라 다르므로 確認이 필요) 를

넘으면 瞬時に 전압을 垂下시키는 保護機能이 부각되고 있으므로 이點도 충분히 考慮하여 容量을 算定할 必要가 있다. 特히 變壓器나 콘덴서의 起動突入電流는 생각외로 빠뜨리는 일이 많다. CVCF의 出力에 變壓器를 持續하는 경우는 變壓器의 勵磁突入電流를 억제한 特殊設計의 變壓器를 適用하든지, 또는 抵抗起動回路부착의 변압기를 適用하고 있다. 이같은 일로 해서, 全負荷一切起動은 피하고 순서기동과 抵抗起動 등으로 起動電流의 抑制을 도모하는 것이 必要하다. 負荷가 電動機와 같이 數倍의 기동 전류가 흐르는 것은 直送電源으로 起動을 行하며 起動完了後 CVCF에 無瞬斷 切換을 行하는 方法도 있다.

(3) 高調波電流

負荷가 컴퓨터나 放送通信機器와 같은 電子機器는 内部的 電源에 스위칭레귤레이터를 採用하고 있으며, 콘덴서인프트形의 整流負荷이다. 이 때문에 電流는 通常의 正弦波電流가 아니며 高調波電流를 포함한 歪曲波電流가 흐른다. 이 電流는 實効値에 비해 波高値가 대단히 크기 때문에 CVCF는 그만큼 容量의 余裕를 볼 必要가 있다. 이 高調波電流에 의한 余裕는 負荷內容에 의해 다르나, 三相負荷에서 1.2~1.5, 單相負荷에서 1.3~2.0程度의 余裕가 必要하다. 또 이 高調波電流때문에 CVCF의 出力電壓波形的 歪曲이 增大하여 극단적인 경우에는 運轉不能이 되는 일도 있다. 이같은 경우에는 高調波共振필터 등을 사용하여 波形改善을 行한다.

(4) 將來의 余裕

장래, 負荷가 增設되는 일은 자주 있으므로 電源設置時 어느 정도 장래의 負荷增加를 考慮해 두는 것이 重要하다.

(5) 三相負荷·單相負荷의 取扱

예로 三相 200V 負荷에 單相 100V 負荷가 混在하는 경우는 三相 200V 回路에서 100V로 降下하는 變壓器를 설치, 同時に 使用하는 것이 一般의이다. 三相 CVCF의 電壓制御는 三相一括制御 때문에 單相負荷가 어느 相에만 持續되면 線間의 電壓에 언밸런스가 생기므로 單相負荷는 各線間에 밸런

스시켜 접속할 必要가 있다. 負荷가 單相負荷 뿐인 경우에는 單相出力의 CVCF를 適用하는 것이나 大容量(100kVA 以上) CVCF로서는 單相出力의 것을 標準으로 하여 준비되어 있지 않다. 이는 需要가 적은 탓도 있으나 高調波電流에 의한 波形歪曲이나 直送電源의 언밸런스電流 등의 문제도 있으며 負荷가 單相만이라 해도 大容量의 경우에는 三相CVCF를 適用하여 負荷를 三相에 밸런스 시키는 計劃이 바람직하다.

(6) 整理

以上과 같은 事實로써 表 4의 負荷리스트로 CVCF의 定格容量을 試算한다.

① 負荷의 算數合計 108.38kVA

② 定常容量試算

需要率 0.9 高調波電流에 의한 여유 1.25 장래의 負荷增加 20kVA로 假定한다.

$$(108.38 + 20) \times 0.9 \times 1.25 \approx 144 \text{ [kVA]}$$

144kVA 以上 必要하므로 150kVA를 選定한다.

③ 起動時 最大容量의 確認

起動電流의 最大負荷를 中央處理裝置로 하여 그 起動容量을 30kVA로 假定하면 起動時의 容量은

$$(100.38 + 20 - 10.5 + 30) \times 0.9 \times 1.25 \approx 166 \text{ [kVA]}$$

가 된다. 이 값은 150kVA에 對해서 111%가 되며 120%以下이므로 150kVA로서 문제가 없다. 또 負荷急變量은 30 / 150으로 20%이므로 이 點에서도 문제가 되지 않는다.

以上の 결과 CVCF의 定格容量을 150kVA로 選定한다.

5. 蓄電池

一般的으로 CVCF로 使用되고 있는 蓄電池는 鉛蓄電池 및 알칼리蓄電池이며 電極의 구조에 의해 다음 種類가 있다.

鉛蓄電池 { 패이스트式(HS形, PS形)
크라드式(CS形)

알칼리蓄電池 { 燒結式(AHH-S形, AH-S形)
포켓트式(AHH-P形, AH-P形)

CVCF用 蓄電池는 5-10分間의 放電이 많기 때문에 短時間 大電流에 적합한 電池를 選定할 必要가 있으며, 鉛蓄電池로는 HS形을 알칼리蓄電池로는

(표-5) 납蓄電池와 알칼리蓄電池와의 比較

種 別		鉛 蓄 電 池		알 칼 리 蓄 電 池	
極 板 種 別		클라드式	케스트式	포케트式	燒 結 式
形 式		CS	HS	AH	AHH
構 造 · 特 性	活 陽 極	二酸化鉛 (PbO ₂)		水酸化니켈 (NiOOH)	
	活 陰 極	鉛 (Pb)		카드뮴 (Cd)	
	電 解 液	希硫酸 (H ₂ SO ₄)		카세이카리容液 (KOH)	
	電 解 液 比 重	1.215 (20℃)	1.240 (20℃)	1.18~1.23 (20℃)	1.20~1.30 (20℃)
	反 應 式	PbO ₂ + 2H ₂ SO ₄ + Pb ⇌ PbSO ₄ + 2H ₂ O + PbSO ₄		2NiOOH + 2H ₂ O + Cd ⇌ 2Ni(OH) ₂ + Cd(OH) ₂	
	公 稱 電 壓	2.0 V		1.2 V	
	容 量 表 示	10時間率		5時間率	1時間率
充 放 電	浮 動 充 電 電 壓	2.15V	2.18V	1.42V	1.35V
	均 等 充 電 電 壓	2.30V		1.60V	1.50V
	過 充 電 的 害	作用物質의 脫落을 招來하여 陽極板의 心金이 부식 壽命을 短縮한다.		鉛蓄電池와 같은 일은 없으나 熱暴走의 危險이 있어 電解液의 減少에 注意를 要한다.	
	過 放 電 的 害	終止電壓 以下의 過放電을 行하는 일은 極板의 劣化를 招來, 設電線等を 일으킨다.		鉛蓄電池와 같은害는 없다.	
電 解 液	電 解 液 性 質	酸 性 對人危險性은 적으나 酸霧의 發生에 依해 對金屬에 惡影響이 있다 (防沫可能)		알칼리性 對人危險性은 많으나 對金屬의 腐食性은 없다 (防沫可能)	
	電 解 液 比 重	充放電에 의해 比重變化가 있다. 比重을 測定함으로써 蓄電池의 充電狀態를 判別할 수 있다.		充放電에 의해 比重變化는 없다. 比重의 許容範圍가 넓기 때문에 比重測定은 1回/年 程度로 된다.	
	電 解 液 的 入 替	없 다		活性化를 위해 6~8년에 1回	
保 守 · 其 他	長 期 貯 藏	1~2個月에 1回의 補充電이 必要하다 이를 行하지 않으면 設電線을 일으켜 使用不能하게 된다.		自己放電에 의한 容量低下는 있으나, 充電에 의해 設電 性能은 復歸한다.	
	活 物 質 沈 殿	점차 沈殿한다.		적 다	
	容 量 低 下	점차로 容量이 저하하여 回復하지 않는다.		一時的 容量의 低下가 있다 (活性化液 交替에 따라 回復한다)	
	壽 命	10~15年	5~7年	10~15年	
	保 守 一 般	困 難		多少困難	

AHH-S 또는 AHH-P形을 적용하고 있다.

표-5에 납·알칼리蓄電池의 比較를 표시한다. HS形蓄電池는 AHH形 알칼리蓄電池에 비해 安價(約 1/3)하므로 主로 經濟的 理由로 HS形 납蓄電池를 적용하는 例가 많다. 그림3에 CVCF用 납·알칼리蓄電池의 重量 및 開放架台에 設치한 경우의 體積을 比較하고 있으나 重量, 치수 함께 兩者 큰 差는 없다. 蓄電池의 容量(AH) 및 設數의 결정은 CVCF 内部의 直 流 電 壓 的 關 聯 에서 메이커에 따라 다르다.

最近 陰極吸收形 납蓄電池(HSE形)의 용량이 增

대해 왔으므로, 中小容量 CVCF에 이 蓄電池를 적용하는 일이 많아졌다. 이HSE形 납蓄電池는 補液이나 比重測定等を 필요로 하지 않는 멘테넌스 플러리의 密閉形蓄電池로 保守上의 制約이 없으므로 組電池로서 小形化할 수 있어 設치스페이스上 有利하다.

*