

大都市 電力供給에 대한 問題點과 對策

(4)



吳昌錫 所長



元峻喜 部長

吳 昌 錫 韓國電氣研究所 所長

元 峻 喜 韓國電氣研究所 電力系統研究部長.

(2) 配電方式 信賴度 比較

配電方式의 信賴度를 比較하기 위하여 同一한 1次系統을 構成하고 各 配電方式에 使用되는 機資材의 故障率을 假定하여 1年當 한 需用家의 停電頻度와 停電持續時間을 確率적으로 計算하기로 한다.

(가) 比較對象 配電方式

比較對象 配電方式을 樹枝狀 常時開放루프, 本線·豫備線方式 그리고 스포트 네트워크方式으로 한다.

比較를 위해 樹枝狀 系統을 除外하고 配電線은 2回線으로 統一한다. 따라서 스포트 네트워크는 2回線 系統으로 된다(그림5). 또한 한가지 系統이 供給하는 需用家は 14個로 하여 條件이 같게 한다.

다음은 信賴度를 計算하기 위하여 假定하는 故障率과 故障持續時間이다.

〔故障持續時間 分類〕

○ 變壓器 故障 : 12時間

○ 手動 開閉操作에 의한 受電 復旧時間 : 2時間

○ 自動負荷切替에 要하는 時間(本線·豫備線

方式) : 3秒

○ 2回線 同時故障에 의한 停電持續時間 : 6時間

〔故障率과 故障復旧時間〕

線路故障率(回/年·km) : 0.0188

線路補修·點檢(回/年·feeder) : 2

遮斷器(回/年) : 0.001

負荷開閉器(回/年) : 0.0005

變壓器(回/年) :

네트워크 變壓器(回/年) : 0.005

네트워크 母線(回/年) : 0.001

〔操作時間〕

故障部分 除去(時間) : 2

故障部分 交替(時間) : 12

配電線 停止(時間) : 12

(나) 信賴度 比較

그림6은 確率적으로 計算한 信賴度의 狀態를 보여 주고 있다.

그림6에서 알 수 있는 바와 같이 完全한 系統은 없다. 停電頻度는 每停電사이의 平均時間으로 주어지는데, 100年 以上인 경우 送電線 또는 變電所 故障率에 의하여 이러한 낮은 故

障率は意味が 별로 없다.

實際 系統을 構成하고 있는 機資材들의 故障率은 假定된 값과 상당히 다를 수 있는데 樹枝狀 系統과 같이 하나의 故障에 의한 停電時間이 긴 경우 電力供給의 信賴性은 2重供給路를 가지는 다른 系統에 비해 顯著한 供給信賴度の 低下를 招來한다.

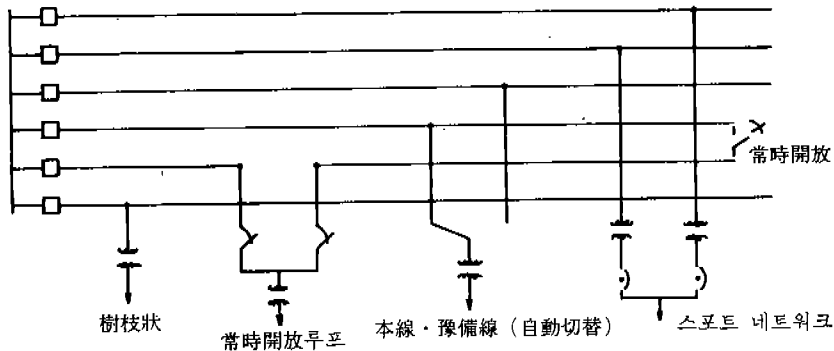
4-3-2 22kV 配電의 具體的 方案

都心部 過密地域에 대한 22kV 配電方式으로는 前述한 바와 같이

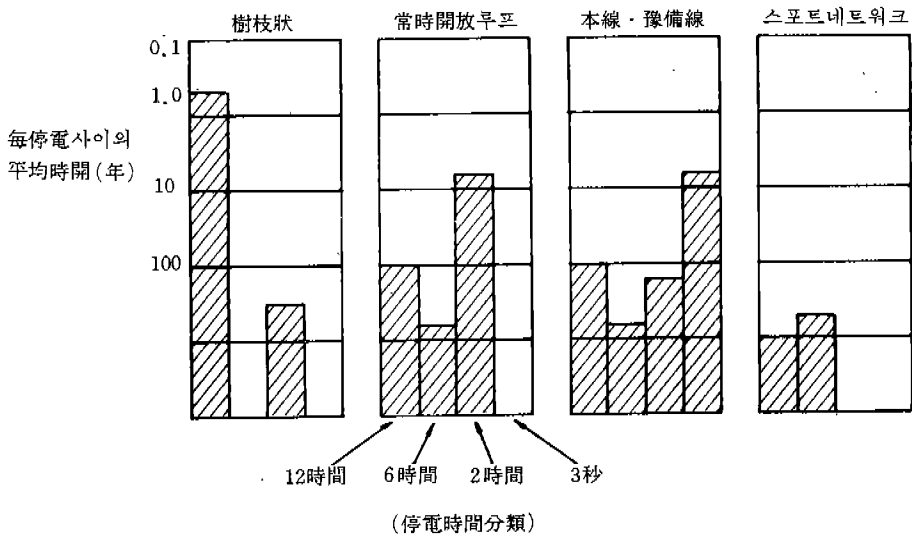
- 22kV 需用家 直接供給方式
- 22kV / 低壓 레귤러 네트워크方式

이 있으며 이러한 方式들을 어떻게 組合하여 實際 適用하는데는 몇 가지 方案을 생각할 수 있다.

이러한 高信賴性 配電方式은 適用地域의 負荷密度, 負荷構成, 要求되는 信賴度에 대해 效率的으로 對應할 수 있다. 특히 過密地域에서 要求하는 信賴度는 企業中樞로서의 情報管理 系統 導入등 都市機能의 高度化에 따라 高度한 레벨이 要請되는 傾向이 있고 이러한 觀點으로부터 22kV 需用家 直接 供給에 의한 單純化된 設備形成을 推進하고 多回線 並列供給에 의한



〈그림 5〉 比較對象 配電方式의 構成



〈그림 6〉 信賴度 比較例

네트워크 配電 등 高信賴度의 配電方式을 採擇할 必要가 있다. 한편 22kV 直接供給이 不可能한 小規模 負荷設備에 對해서는 이러한 小規模 需要가 그 地域 全體需要의 상당 部分을 차지할 程度로 많은 경우 이를 위해 22kV/低壓 레귤러 네트워크 配電에 의한 電力供給이 必要하다.

(1) 22kV 需用家 直接供給方式

22kV 需用家 直接供給方式으로서는 스포트 네트워크, 루프, 本線·豫備線과 같은 여러가지 方式이 있으나 基本的으로 該當地域의 負荷密度, 負荷의 構成, 要求되는 供給信賴度의 程度 등 需要의 實態에 對應하여 適用하여야 하지만 設備形成面, 運用面 등 總合的 觀點에서 22kV 地中配電 施設을 主體로 하는 高負荷密度 地域에 對해서는 22kV 스포트 네트워크方式

需用家側에서 보면 小規模 負荷에 대해 22kV로 直接供給하는 것은 受電設備의 增大를 招來하나 供給設備側에서 보면 22kV 配電 導入에 따라 供給設備量 擴大를 抑制하는 觀點에서 尙당히 小規模 負荷까지도 22kV 直接供給을 推進하는 것이 要望된다.

따라서 需用家에게 그렇게 負擔을 주지 않으면서도 効率的으로 供給設備量이 抑制 可能하도록 需給兩者의 總合的인 經濟性을 基本으로 하여 22kV 直接供給의 範圍를 決定하는 것이 必要하다.

이 가장 바람직한 供給方式이라고 생각된다.

한편 需用家 供給電壓은 供給設備의 効率化 觀點에서 電氣事業者와 需用家 모두에게 合理的인 電壓이어야 한다.

(2) 22kV/低壓(220/380V) 레귤러 네트워크 配電

過密地域 가운데에서도 특히 負荷密度가 높고 供給設備의 主體가 22kV 地中電線路로 構成되어 있으며 22kV 直接供給이 可能하지 않은 中·小規模 負荷가 多數 發生하는 地域에 對해서는 電壓段階, 設備形成의 簡素化와 供給者·需用家 兩者의 總合經濟性을 얻는 觀點에서 2次側을 네트워크화한 22kV/低壓(220/380V) 레귤러 네트워크 變壓器와 이 變壓器에 連結된 2次 線路로 供給하는 것이 바람직하다.

특히 需用家 設備面에서 본 경우

○ 配電設備의 顯著한 節減을 기할 수 있다.

從來의 100/200V級 配電에 比較해 적은 電線과 金屬管을 使用할 수가 있고 開閉器類나 퓨즈에도 小容量의 것을 使用할 수 있어 配電設備費의 顯著한 節減을 가져올 뿐만 아니라 電壓降下의 減少와 電壓變動의 改善을 꾀할 수 있다.

○ 값싼 220/380V 電動機 使用이 可能하다.

大多數의 建物에 使用되는 電動機의 最大定格은 300kW 程度 以下이며 高價인 高壓 電動機 代身 값싼 220/380V 電動機를 使用할 수 있는 利點이 있으므로 380V(Y結線 220/380V)를 供給電壓으로 하면 그대로 需用家의 使用電壓이 되어 合理的이다. 220/380V는 우리나라가 推進하여온 昇壓電壓이므로 電氣製品의 定格電壓 統一에 의한 簡素化를 기할 수 있는 이점이 있다.

4-3-3 過密地域에서의 22kV/低壓 레귤러 네트워크 配電方式에 의한 供給

供給設備의 技術的·經濟的 觀點에서 過密地域에서의 레귤러 네트워크 供給의 限界를 나타내면 다음과 같이 要約될 수 있다.

(1) 設備形成, 變壓器容量의 觀點에서 본 경우 超過密地域에 레귤러 네트워크 配電을 實施하기 위해서는 레귤러 네트워크 變壓器를 2次線路의 接續點에 設置하여야 하는데 500kVA~750kVA級 以上の 容量을 가진 變壓器를 設置하기 위한 空間의 確保는 困難해 變壓器의 容量은 이 程度가 된다.

한편 配電線 事故에 對應하기 위해 各變壓器의 最大負荷는 定格容量의 60~70% 程度로 抑制되므로 500kVA~750kVA 變壓器의 定常狀態에서 最大實負荷는 300kVA~500kVA 程度가 된다.

이와 같은 變壓器 容量의 限度로 부터 500kW 以上の 單一 大需用家를 220/380V 2次線路로부터 供給받게 하는 것은 設備形成上, 補修運用上 그리고 技術的으로 種種 困難을 일으킨다.

이러한 事情은 架空配電系統에서 柱上變壓器

最大容量의 限度에 의해 低壓供給 限度가 決定되는 것과 마찬가지로의 現象이다.

500kW 以上の 需用家를 200/380Y V 2次 線路에 의해 供給하는 것은 위에서 說明한 바와 같이 無理이므로 配電線路의 事故 또는 作業에 의한 停電에 對備해 需用家 專用的 變壓器를 2 臺 以上 設置해 200/380Y V 2次 線路와 分離시켜 運用하도록 한다. 말하자면 500kW 以上の 單一 大需用家は 스포트 네트워크 방식에 의해 受電을 받게 한다는 것이다.

(2) 變壓器 設置空間 確保의 觀點에서 본 경우 500kW 以上の 大規模 需用家를 레귤러 네트워크 2次線路로 供給하는 경우 레귤러 네트워크 變壓器의 設置場所는 需用家 建物の 地下室이 되어야 하는데, 變壓器를 建物內에 搬入할 때 建物構造上 變壓器의 크기에 制限을 받아 困難하게 된다.

위와 같이 레귤러 네트워크 變壓器의 需用家內 設置가 不可能한 경우 道路下 地下室에 設置할 수 밖에 없는데, 過密地域의 道路埋設物 施設의 輻轉化 現象으로 必要한 地下室 設置空間 確保는 매우 어렵게 된다.

따라서 超過密地區에 있어서 500kW 程度 需用家를 레귤러 네트워크 2次 線路로부터 供給하는 것은 레귤러 네트워크 配電地域에 施設되어 있는 네트워크 變壓器의 크기 및 地域事情에 따라 달라지겠지만 어려우리라고 생각된다.

4-3-4 過密地域에 대한 配電近代化 推進

前述한 바와 같이 過密都市의 地域事情에 따라 그 機能과 需要構成이 크게 다르므로 그 地域의 將來 需要動向과 都市形成上 擔當해야 할 役割을 充分히 考慮하여 最適의 配電方式을 選擇하지 않으면 안된다.

따라서 國土利用, 經濟性, 必要한 信賴性의 確保등 地域特性에 對應한 有効한 電力供給 設備의 形成을 推進하여야 하며 供給者·需用家 모두에게 바람직한 電力利用方法의 確立을 前提로 해야 할 것이다.

過密地域에 대해 22kV 需用家 直接供給方式과 中·小規模 需用家 레귤러 네트워크 供給을 推進하기 위해서는 다음과 같은 推進方向을 생

각할 수 있다.

○都市의 中心官廳街, 비지니스 街에서는 負荷密度가 높고 大型需要가 그 地域需要의 큰 部分을 차지하므로 스포트 네트워크 방식에 의한 22kV 直接供給을 主體로 設備形成을 推進하도록 한다.

○都市繁華街는 大型需要와 함께 中·小規模 需用家도 密集되어 있으므로 매우 높은 負荷密度에 달한다.

50kW~500kW 程度에 대해서는 레귤러 네트워크 방식에 의한 低壓供給을 推進하고 500kW 以上の 需用家에 대해서는 22kV 直接供給方式을 採擇한다.

○都心 超高負荷密度地域에 隣接한 過密地域에서는 現時點에서 負荷, 設備의 密度는 그리 높지 않으나 將來 需要動向의 變化에 따라 22kV 直接供給方式 또는 220/380Y V 레귤러 네트워크 방식의 採擇이 合理的인 地域에 대해서는 條件整備을 위한 對策을 講究하도록 한다.

5. 都市環境과의 調和

過密都市에 있어서 送變電設備는 地域環境과의 調和가 무엇보다도 重要하며 이에 대한 對策이 檢討되어 實施되고 있으나 地域環境에 대한 調和는 計數的인 尺度로 나타낼 수 없는 難點이 있다. 특히 地域住民의 感情등 複雜한 要素가 얽힌 問題가 發生하기 쉽다.

今後 都市發展과 함께 이러한 問題가 점점 많아지리라고 생각되므로 環境調和 鐵塔, 變電所의 騒音防止, 環境調和 建物등에 관한 研究가 必要하다.

또 最近 問題가 되는 것은 過密都市를 經過하고 있는 架空送電線의 撤去와 地中化의 要請이다.

이와 같은 要請이 나오게 된 背景은

○地價가 上昇하여 送電線의 루트를 다른 用途로 使用

○繁華街, 驛前廣場등에 送電線이 施設되어 都市의 發展에 支障을 준다.

○地域環境에의 不調和

등이 주된 理由이다.

이러한 要請은 個人, 團體, 市廳, 民間 企業

으로부터 나오며 個別的인 接觸에 의하여 解決되는 傾向이다. 이러한 때 移設費用의 一部를 받을 수도 있으나 地中化 設備로 바꾸는 데에는 너무 많은 工事費가 들고, 地中線 루트가 그리 簡單히 얻어지지 않으므로 地中化되는 데에는 問題가 많다.

그러나 最近 都市過密化의 進展으로 架空送電線에 隣接해 高層 아파트, 事務所 등이 建立되어 公衆의 安全面에도 問題가 發生하고 있다.

이와 같은 場所에서는 颱風時에 飛來物에 의한 被害를 피할 수 없어 大停電이 發生할 수 있다.

以上과 같은 점을 생각하면 가까운 將來에 이와 같은 地域에 施設된 架空送電線은 地中化되는 것이 必然的이고 地中化하는 데에는 膨大한 資金이 必要하므로 適切한 助成策이 必要하다.

5-1 送電設備의 環境調和

架空送電線의 루트와 鐵塔의 形狀에 따라 사람이 갖는 抵抗感은 크게 變化한다. 架空送電線이 通過하는 地域의 環境은 山岳, 平地, 住居地域, 그린벨트 등과 같이 매우 多樣하여 一律的으로 環境에 調和되는 架空送電 設備는 있을 수 없을 것이므로 造景的인 側面에서의 多角的인 研究가 必要하다.

環境調和 架空送電設備중에서 가장 中心的인 要素는 鐵塔이다. 鐵塔이 周圍環境과 調和되기 위해서는 鐵塔의 形狀, 色彩, 送電線과 鐵塔의 連結部 形態의 組合이 重要하다.

그러나 이러한 環境調和 鐵塔은 機械的, 電氣的 機能만을 가진 鐵塔에 비해 高價이고 建設費도 높을 것이므로 低廉한 價格으로 이러한 鐵塔을 生産할 수 있도록 設計·製作面에서 研究가 必要하다.

5-2 變電設備의 環境調和

變電設備의 周圍環境과의 調和는 屋內式·地下式으로 하여 解決되는 경우도 있으나 過密地域이나 繁華街에서는 外觀上 보기 좋은 建物構造로 하고 照明등에 대해서도 留意하여 變電所

를 建設하여야 한다.

都市가 過密化되고 社會가 高度化함에 따라 騒音規制에 대한 社會的인 要請에 對處하기 위해 環境保全法이 制定된 바 있으며 표21은 騒音排出 許容基準을 나타낸다.

(표 21) 騒音排出 許容基準

(騒音)

實測值 dB(A)에서 5를 뺀 후 다음표에 의하여 補正한 騒音 平價值가 45 以下일 것.

補正表

항목	내 용	보정치
충격음	충격음	+5
	비충격음	0
반복음	연속 또는 1분 1회	0
	시간당 10~60회	-5
	시간당 1~10회	-10
	일 당 4~20회	-15
	일 당 1~4회	-20
시간별	일 당 1회	-25
	(낮) 06:00~18:00	0
	(저녁) 18:00~24:00	+5
지역별	(밤) 24:00~06:00	+10
	농촌, 녹지지역	+15
	종합병원, 병원 및 교육법에 의한	0
	학교의 부지 경계에서 50m 以内의	0
	지역(도시의 경우)	0
주거지역	-5	
상업지역	-10	
공업지역	-15	

주) 1. 측정지점은 소음발생시설이 설치된 부지경계의 장에물이 없는 지점의 지상 고도 1.5m 내외의 높에서 수회 측정한 후 최고 수치를 택한다.

2. 지역구분은 도시계획에 의한다(환경보전법 시행규칙(1978. 7. 1) 보건사회부령 제 602호).

變電所의 騒音防止對策으로서는 變壓器의 發生音を 될수록 작게 하는 方法과 變壓器를 外部와 遮斷해 發生音이 外部로 傳達되지 않게 하는 方法이 있다.

變壓器 發生音を 低減시키는 方法으로는

○鐵心の 磁束密度를 낮춘다.

○磁歪가 적은 珪素鋼板을 採用한다.

○珪素鋼板에 特殊塗料을 塗布한다.

○鐵心の 振動이 變壓器 탱크에 直接 傳達되지 않도록 防振支持施設을 한다.

등이 있다.

變壓器를 外部와 遮斷하는 方法으로는

○防音 커버 設置

○遮音壁 設置

○防音建物內에 變壓器를 設置

등을 들 수 있다.

變壓器의 騒音에 비해 遮斷器의 騒音은 投入·遮斷時에 發生하는 機械音이나 排氣音과 같은 衝擊音이다. 遮斷器를 キュー브 안에 넣거나 騒音 레벨이 낮은 가스 遮斷器를 積極 使用 하도록 한다.

5-3 配電設備의 環境調和

5-3-1 過密地域에서의 配電系統의 地中化

都市의 既設 架空配電設備를 全部 地中化하는 것은 우리나라의 都市構造 및 發達樣狀을 생각해 볼 때 問題가 많고 또 都市配電의 一般의인 方法이 될 수 없다. 그러나 過密地域 가운데서도 특히 需要密度가 높고 高信賴度가 要求되며 都市構造面에서도 固定化되는 地域 또는 가까운 將來에 固定化가 豫想되는 地域에 대해서는 都市美化, 保安對策등의 社會的인 要請을 勘安하여 將來 地中線을 主體로 한 設備形成을 考慮할 必要가 있다. 따라서 이러한 地域에 대해서는 都市計劃擔當者들과 協助에 의해 地中化 系統構成을 위한 條件 整備를 進行함과 아울러 資金面에 대해서도 適切한 費用負擔 制度의 確立, 融資, 稅制面등의 優待措置 造成策의 마련을 위해 努力할 必要가 있다. 그러나 이와 같은 區域들 가운데에서도 小容量 低壓需要가 多數 存在하며 將來 大部分의 電力需要가 高層建物로 바뀌는 것이 豫想되는 需要構成이 극히 流動的인 地域에 대해서는 設備形成上的 施行錯誤를 防止하는 觀點에서 早急한 全地中化 推進은 困難하다.

따라서 配電設備의 地中化는 都市의 發展段階를 考慮하여 高信賴性 配電方式의 導入을 꾀하면서 점차적으로 既存架空線을 地中化하는 것이 必要하다. 이와 같은 過密地域에 대한 電力供給設備의 設備形成上的 苦衷에 대해 市政關係者, 都市計劃 擔當者와 道路와 같은 公共設

備 管理者의 理解를 얻기 위해 努力하도록 한다

즉 地中化는 膨大한 資金이 必要하므로 高信賴度의 電力供給이 切實한 超過密地域이나 將來 超過密地域으로 變換이 豫想되는 地域을 除外하고는 架空線을 主體로 하는 것이 要望되며, 이러한 一般地域의 地中化는 技術上, 保安上 地中化하지 않을 수 없는 地域에 局限될 것이다.

5-3-2 配電線 地中化를 위한 具備條件

(1) 配電系統 構成

地中線系統은 事故가 發生한 경우, 復旧까지 長時間이 걸리므로 事故時 他配電線으로 切替가 可能한 系統構成, 즉 本線·豫備線方式, 常時開放루프나 事故時에도 약간의 電壓動搖락에 隨伴하지 않는 無停電 供給이 可能한 소프트 네트워어나 低壓 네트워어나 方式이 適當하다. 그러나 우리나라에서는 네트워어나 配電 適用實績이 없으므로 保護協調와 機資材에 대한 研究檢討와 아울러 機資材 國產開發이 必要하다.

이를 위해 네트워어나 示範 配電地域을 設定하고 技術蓄積 및 運轉經驗을 土臺로 配電近代化를 推進할 必要가 있다.

(2) 施設場所의 確保

過密地域에 있어서 道路下는 既設 埋設物에 의해 輻轉되어 있고 地中設備을 위한 空間을 確保하는 것은 容易하지 않다. 특히 넓은 空間을 必要로 하는 變壓器나 開閉器등의 設置를 위한 空間의 確保는 過密地域에서는 거의 不可能에 가까우므로 이러한 設置空間으로서 빌딩으로부터의 借室, 公共用地를 利用할 方策을 模索하여야 한다.

空間確保의 問題는 電氣事業者, 需用家 모두 關係되는 事項이므로 技術的으로 妥當하고 한편으로 너무 負擔을 주지 않도록 研究檢討를 한 후 設置空間의 크기, 施設物에 관한 規定을 作成하여야 한다

(다음호에 계속)