

## 大都市 電力供給에 대한 問題點과 對策

(2)



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 電力系統研究課長

### 3-1-2 無停電 供給困難

過密都市에 있어서 現行方式에 의한 電力供給은 이미 量的인 問題點이 發生하고 있고 今後 점점 이와 같은 傾向이 나타날 것으로 豫想되어 現時點에서 革新的인 方道를 講究하지 않으면 單純히 經濟的인 損失에 그치지 않고 供給力 不足이라는 非常事態를 招來할 수 있다.

또 都市의 過密化, 高度化에 의해 地域社會가 要求하는 供給信賴度는 점점 高度化되고 있다. 특히 高度한 情報管理 system을 導入한 高層 빌딩가, 大衆이 모이는 Shopping Center, 地下商街 등에서는 短時間의 停電일지라도 이것이 社會에 미치는 影響은 매우 크다.

이와같은 問題에 對處하기 위해 送電系統에 있어서는 自動送電裝置의 設置, 遠方監視制御의 實施, 保守의 精密度를 維持하여야 할 것이다.

특히 信賴度에 대해서는 適正 目標信賴度를 達成하기 위한 努力의 一環으로서 系統의 信賴度 評價方法과 信賴度評價를 算定하기 위한 基

礎資料의 蒐集, 整理하는 研究와 더불어 電力系統을 構成하는 機器들의 信賴度를 向上시키는 어려운 問題가 있다.

高信賴性의 電力供給은 電力을 供給하는 電力系統의 構成要素가 되는 個個機器의 信賴性에 左右된다. 우리나라는 우리나라의 産業을 育成하기 위해 加급적 國産品을 使用해야되므로 國産品의 品質이 낮을 경우 이들을 構成要素로 하는 電力系統의 電力供給信賴度는 낮아지는 問題가 있으므로 電力供給信賴度を 높여야 하는 電氣事業者는 國産機器의 採擇을 不可不 避할 수 밖에 없게 된다.

표14는 電力系統에 使用되는 重要機器들의 開發現況과 國産化率을 나타내고 있다.

### 3-2 配電設備

電力供給設備 중에서도 配電設備는 電力의 消費地域에 가장 가까이 施設되어 있으므로 地域環境과 社會的인 環境의 影響을 가장 敏感하게 받는 部分이며 都市의 過密化 現象에 따라 激甚한 變化가 豫想된다.

〈丑 14〉 主要品目の 國産化率 現況(單位：%)

品目	規格及種類	年 度					業 體 名
		'78	'79	'80	'81	'82	
變 壓 器	油入式(22~66kV)	60	60	60	80	96	新 韓 電 氣
	油入式(200kV 以上)	60	60	60	80	96	"
	乾式	31	31	31	41	51	"
	154kV級	60	61	68	70	71	曉星重工業
	Mold型(22kV)	—	—	—	—	18	金 星 計 電
	Mold型(22kV)	—	—	—	—	25	"
遮 斷 器	O.C.B(170kV 50/315kA)	34	39	39	40	41	曉星重工業
	O.C.B(69kV, 20kA)	25	42	45	46	47	"
	O.C.B(24kV, 25kA)	22	44	54	78	79	"
	G.C.B(362kV, 40kA)	15	24	40	46	53	"
	G.C.B(170kV, 50kA)	—	—	43	45	51	"
	G.C.B(170kV, 31.5kA)	24	32	56	58	65	"
	G.I.S(170kV, 31.5kA)	—	33	57	57	65	"
	T.C.B(500MVA)	—	18	30	42	62	金 星 計 電
	T.C.B(1MVA)	—	53	57	64	92	"
	T.C.B(100MVA)	—	53	57	75	91	"
	A.C.B(3600A)	—	—	26	36	74	"
	A.C.B(1600A)	—	—	28	42	76	"
	V.C.B(24kV)	—	—	—	—	55	"
	Auto Breaker(100A)	31	74	76	76	78	"
	" (200A)	54	79	79	79	82	"
" (60A)	96	96	96	96	97	"	
" (30A)	96	97	97	97	97	"	
A.C.B(4000A)	—	—	32	57	65	現代重電氣	
V.C.B(25.8kV)	—	—	17	32	57	"	
M.C.C.B(600V, 3P, 800A)	—	—	48	63	72	"	
開 閉 器	氣中負荷開閉器(22.9kV)	—	66	70	75	80	新 亞 電 氣
	Magnetic S/W (M-50)	34	42	54	68	78	金 星 計 電
	" (M-10)	74	81	87	87	92	"
	" (M-3)	84	87	90	91	91	"
	斷 路 器 (154kV)	—	33	45	65	75	"
" (362kV)	—	30	42	60	68	"	
" (170kV)	—	30	75	78	87	曉星重工業	
配 電 盤 及 制 御 盤	一般配電盤	95	95	97	97	97	利 川 電 氣
	MCSG(閉鎖回路配電盤)	—	—	26	33	65	金 星 計 電
	MCC	60	74	80	90	92	"
	計裝盤	36	40	40	55	65	"
	一般配電盤	70	75	80	90	92	"
	監視盤	65	70	80	85	90	"
	DC制御盤	60	70	75	80	85	"
	MCSG(閉鎖回路配電盤)	—	30	35	40	50	曉星重工業
	MCC(480V, 2000A)	50	70	80	90	100	現代重電氣
	MCC(600V, 2000A)	—	50	70	80	100	"
監視盤(制御盤)	60	62	68	72	85	新韓重電氣	

(韓國電氣通信研究所)

### 3-2-1 設備擴充의 困難

都心部 過密地域이 負荷密度가 數10(MVA / km<sup>2</sup>) 以上이 되면 架空線과 柱上에 設置된 設備가 輻輳하게 되므로 이러한 設備를 점차 地中化하지 않으면 안되게 된다. 그러나 이러한 過密地域의 道路下에는 이미 水道, 下水道, 通信케이블, 가스관과 같은 여러가지의 地下埋設物이 輻輳되어 施設되어 있으므로 地下共同溝 建設에 積極的인 參加, 道路工事등과 協調한 地中管路의 先行建設등과 같은 努力을 하더라도 配電設備施設을 위한 스페이스 確保는 점점 어려워질 것이며, 今後 豫想되는 變壓器, 開閉器의 地下設置를 위한 空間을 道路下에 確保하는데는 特殊한 場所를 除外하고는 거의 不可能하게 될 것이다.

負荷密度가 100(MVA/km<sup>2</sup>) 程度의 超過密地域이 되면 架空線에 의한 配電方式으로는 供給의 確保가 거의 不可能하게 되며 大型빌딩에의 22kV 直接供給이 不可避해진다. 즉 이러한 地域의 負荷增加에 對處하기 위한 配電線의 形態는 地中 케이블에 의한 것이 主가 될 것이며, 여러 回線의 地下管路가 必要하게 된다. 그러나 通信 케이블, 水道, 下水道와 같은 他地下埋設物에 비해 電力 케이블을 위한 管路는 그 建設時期가 一般적으로 늦기 때문에 建設工事가 어렵게 되고 工事費用도 增大하게 된다.

특히 서울과 같은 超過密地域에서는 都市再開發에 의한 負荷設備의 急激한 增加가 豫想되기 때문에 必要한 地中 케이블을 建設하기 위한 工事費의 增加와 施工의 어려움은 큰 問題가 된다.

표 15는 城東區, 龍山區, 鍾路區, 中區, 西大門區에 施設되어 있는 feeder 設備를 나타내고 있다. 이 地域에 分布된 地中 케이블은 都心再開發地域을 供給하고 있으므로 '88年을 前後한 新設負荷를 供給하기 위해 回線數가 倍加되지 않으면 안될 것이다.

### 3-2-2 電力供給 信賴度向上 困難

樹枝狀 配電方式을 基調로 하는 우리나라의 配電系統은 負荷密度가 낮고 高信賴性的의 電力

〈표 15〉 feeder設備 (서울 市內)

電壓(kV)	地中線	架空線	計	備 考
22	60(31)	8(4)	68(35)	( )안은
22.9	0	12	12	22 kV 變電所
6.6	30	118	148	供給回線임
計	90	138	228	

(한국전력)

供給要請이 切實하지 않은 경우 經濟的이고 有効適切한 供給方式이지만 이러한 樹枝狀 配電系統에 의하여 供給받는 地域이 急成長하여 負荷密度가 높아지고 高信賴度的의 電力供給이 要請되는 경우 많은 어려운 問題가 發生하게 된다

樹枝狀 配電系統의 供給信賴度 向上을 위한 하나의 方法으로서 區分開閉器와 切替 스위치에 의한 것이 있는데, 負荷密度가 높은 곳에서는 1個 feeder 故障時 停電되는 需用家가 많아지고 이를 防止하기 위해서는 많은 數字의 區分開閉器를 設置하여야 하고 區分開閉器 設置 스페이스 確保의 困難 및 連系線路의 系統構成이 複雜 膨大化되는 問題가 있다.

더우기 線路가 地中化되면 線路故障時 故障位置를 알아내고 故障區間을 分離한 후 逆送하는데 長時間이 所要되므로, 超過密地域에 대한 配電方式으로서 樹枝狀 配電系統은 信賴性에 根本的인 問題點을 안고 있다.

樹枝狀 配電系統보다도 信賴性이 높은 配電方式으로서 본線·豫備線方式, loop 配電方式 그리고 network 配電方式이 있다. 따라서 樹枝狀 配電系統의 問題點을 解決하기 위하여는 앞에 列舉한 方法들 중의 어느 것을 擇해야 되느냐 하는데로 問題點이 歸着되나 既存系統을 他系統과 比較하는 데는 各系統의 信賴性, 經濟性 그리고 設備 構成形態가 갖는 社會的 地域環境에 미치는 影響에 대한 研究가 先行되어야 한다.

그러나 配電系統의 信賴性 또는 經濟性을 評價하기 위해서는 수 많은 變數를 想定하고 이 變數들 사이의 函數關係를 알아내야 하는바 아직 우리나라에서 適用實績이 없는 loop나 network 配電에 대해 이러한 關係를 導出해 내는 것은 어려운 일이다.

따라서 高信賴度的의 電力供給 要請에 對應하

기 위한 系統計劃을 作成하는데도 業務量이 輻轉하는 등 問題가 山積해 있다.

### 3-2-3 設備安全의 困難

配電設備은 電力供給 對象地域에 廣範圍하게 施設되어 있으며, 이러한 地域이 過密化 地域으로 移行하게 되면 設備가 複雜, 膨大化되어 日常의 管理運用에도 支障을 줄 뿐만 아니라 設備의 安全, 人身의 安全確保도 困難하게 된다. 우리나라의 過密地域 負荷成長速度는 都心再開發 및 土地利用의 高度化에 의하여 앞으로 急成長할 것이 豫見된다.

따라서 新設負荷 및 高層建物에 대한 大型需要가 頻發하게 될 것이며 系統을 構成하는 대부분의 設備가 地中設置되어 있으므로 工事量이 膨大化하는 등 設備管理, 安全運用에 많은 障害가 發生할 것이다.

더우기 電力供給 信賴度の 向上과 地域環境에 대한 調和와 같은 難題가 가로 놓여 있어 頻頻히 일어나는 工事量의 輻轉化는 設備 및 人員의 安全管理에 큰 支障을 줄 것이다.

## 4. 過密化地域에 대한 電力供給設備의 對策

### 4-1 負荷豫測과 適正信賴度

#### 4-1-1 負荷豫測

都市의 過密化現象과 外延化에 對備하여 電力供給設備을 構成하려면 우선 要求되는 電力량을 미리 推定할 必要가 있는데, 過密化現象이 나타나거나 또는 멀지 않은 將來에 過密化 地域으로 變하게 되는 地域에 대해서는 負荷密度가 낮은 다른 地域에 비해 負荷豫測이 빨라야 한다. 즉 負荷密度가 낮은 地域은 負荷의 增加에 따라 그때 그때 電力設備增強工事が 比較的 容易하게 이루어질 수 있으나, 都市 中心부와 같은 過密化 地域은 頻頻한 設備增強工事が 可能하지도 않을 뿐 아니라 資金의 浪費를 招來하기 때문이다. 이와같은 傾向은 地中化된 地域에서 특히 심하게 된다.

따라서 서울 都心부와 같은 過密地域에서는

10~20年 程度 미리 負荷豫測을 하여 이에 根據한 合理的인 電力系統計劃이 이루어 질 수 있어야 한다. 中小都市와 같이 全地域의 全般的인 負荷增加가 같다고 豫想되는 경우의 需要增加의 想定은 過去의 總合負荷의 增加實績을 基礎로 하여 概括的으로 이루어 질 수 있으나 大都市의 需要增加는 需要別, 地域別 그 傾向이 다르므로 需要의 內容을 需要別, 地域別로 檢討한 後에 需要別 增加豫想量을 總合하여 全區域의 總合負荷를 想定하도록 한다.

例를 들면 地域의 으로는 都市計劃에 있어서 土地利用計劃, 交通計劃, 用水計劃 등을 參考로 하여 將來 商業地帶로 發展하는 地域(都心, 副都心, 中心商業 등의 地區別), 工場地帶로 되는 地域(重工業, 輕工業 등의 地區別), 住宅地帶로 되는 地域(住宅團地, 高級住宅, 中間住宅 下級住宅, 住宅 商業混在 등의 地區別) 등으로 想定하고 그 地域의 發展性을 充分히 살펴 負荷를 想定하는 것이 重要하다.

즉 照明 및 照明電力併用需要에 대해서는 全般的인 過去의 增加實績, 人口, 市民所得 增加率 등을 基礎로 하여 市場調査에 의한 潛在需要, 電化度 등을 보아 負荷增加率을 想定한다. 商業地帶 특히 繁華街로 되는 地域에서는 前述한 負荷想定외에 該當地域의 容積率을 想定하고 容積率規模의 函數로서 單位床面積當 負荷를 求해 負荷密度를 推定한 後 여기에 先進大都市의 負荷密度를 參考로 하여 最終負荷密度를 推定하는 것이 좋다.

표 16은 서울 中心部の 負荷設備 增加實績을 보여 주고 있으며 電力使用量の 꾸준한 伸長이 豫見된다.

需要種別 占有率을 살펴보면 住宅用이 '79年 37.5%로부터 '83年 35%로 낮아졌으며 500 kW 以上 業務用은 '79年 21.1(%)로부터 '82年 23.6(%) 增加하였다.

앞으로 이러한 傾向은 더욱 進展될 것이며 1988年을 前後하여 業務用 500kW 以上이 住宅用 需要를 앞지를 것으로 屢望된다.

#### 4-1-2 適正信賴度

供給信賴度는 電力의 使用面에서는 無停電이

〈표 16〉 서울 中心部 負荷設備 增加實績

契約種別		年 度		79	80	81	82	83
		區 分						
住 宅 用	負荷設備(MW)			418.4	426.4	433.3	443.9	465.1
	增加率(%)			2.5	1.9	1.6	2.6	4.8
	占有率(%)			37.5	36.1	35.4	35.1	35
業 務 用	499kW 以下	負荷設備(MW)		349.5	368.0	379.5	389.6	401.5
		增加率(%)		6.75	5.3	3.1	2.7	3.1
		占有率(%)		31.3	31.2	31.0	30.8	30.3
	500kW 以上	負荷設備(MW)		235.6	271.1	279.6	293.2	312.6
		增加率(%)		18.2	15.1	3.1	4.9	6.6
		占有率(%)		21.1	23.0	22.9	23.2	23.6
產 業 用	小動力 499kW 以下	負荷設備(MW)		63.4	66.4	69.9	70.8	75.5
		增加率(%)		2.5	4.7	5.3	1.3	6.6
		占有率(%)		5.7	5.6	5.7	5.6	5.7
	小動力 500kW 以上	負荷設備(MW)		9.4	7.0	17.1	22.0	20.5
		增加率(%)		107.5	-25.5	2.4	28.7	-6.8
		占有率(%)		0.8	0.6	1.4	1.7	1.5
	大動力	負荷設備(MW)		38.1	39.0	41.7	43.5	48.6
		增加率(%)		15.94	2.4	6.9	4.3	11.7
		占有率(%)		3.4	3.3	3.4	3.4	3.7
街 路 燈	負荷設備(MW)		2.39	2.26	2.24	3.03	3.33	
	增加率(%)		10.41	-5.4	-0.9	35.3	9.9	
	占有率(%)		0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	
合 計	負荷設備(MW)		1,116.8	1,180.2	1,223.3	1,266.2	1,327.1	
	增加率(%)		-	5.68	3.65	3.51	4.8	
電力使用量	販賣量(MWH)		1,388,460	1,356,924	1,476,936	1,596,948	1,767,768	
	增加率(%)		1.28	2.27	8.84	8.13	10.7	

(韓國電力 販賣實績)

理想的이나 供給信賴度가 높으면 높을수록 設備投資가 커져 電力單價가 높아진다. 따라서 電力單價와 停電이 社會에 미치는 影響度와 需用家가 받게 되는 不滿足感과의 均衡點에서 供給信賴度는 決定된다.

停電이 社會的으로 미치는 影響度와 需用家의 不滿足感은 係數的으로 나타내기는 어렵지만 停電의 頻度, 停電 需用家數(停電의 量), 停電時間, 停電이 發生하는 時刻, 停電이 發生하는 季節, 停電의 理由에 대해 需用家가 받는 不滿足度를 設問등을 통해 調査하여 過正信賴度 算定의 基礎資料로 삼아야 한다.

표 17과 표 18은 日本과 美國의 供給信賴度 目標值의 一例이다.

서울市内(江北) 地中配電線路 事故時 切替所要 平均時間 62分/ (81件, 5049分)이며 停電頻度는 0.9件/(年·feeder數) (90個線路, 81件)

〈표 17〉 日本의 供給信賴度 目標의 一例

區 分		配電幹線當 年間 事故件數(件)	需用家當 年間 延停電時間(分)
大 都 市	都 心 部	0	0
	商 業 地 域	1	30
	工 業 地 域	2	60
	住 宅 地 域	2	120
近郊都市		3	180
地方都市		3	180
農 村		4	240

〈표 18〉 美國電力會社의 基準例

電力會社名	Duguesne		Public Service
	Light		電氣 가스
地域別	都市	農村	全 地 域
需要家當年間停電	1.5	3.0	0.39
需用家當年間 延 停電時間(分)	60	120	38

이었다('83年度).

供給信賴度에 대한 社會의 要請은 社會가 高度化하면 할수록 높아지므로 電氣事業者는 이를 把握하여 社會의 要請에 適切히 對應할 必要가 있다. 특히 最近 發達하고 있는 情報産業은 순간의 停電도 큰 問題가 되는 등 高信賴性 電力供給에 대해 큰 壓力으로 作用하고 있다.

#### 4-2 送變電設備의 對策

##### 4-2-1 都市計劃과의 協調

最近의 都市計劃과 地域開發計劃은 都市 또는 地域의 合理的인 構成을 위해 社會間接資本施設을 包含한 長期的 總合計劃의 形態로 作成되고 있다. 따라서 送變電設備의 擴充計劃을 作成하는 경우에는 都市計劃, 地域開發計劃과의 協調가 무엇보다도 重要하다.

다시 말해 發展, 變貌하는 都市에서의 送變電設備의 擴充, 強化와 近代化는 都市計劃의 一環으로서 이루어져야 한다.

이에 대한 具體的인 方策은

○送變電設備의 長期計劃 確立과 都市計劃에의 積極的 參與

○電氣事業有關機關에 대한 電氣事業의 P.R

○電力公社와 通信, 上下水道, 鐵道등과 같은 事業을 担当하고 있는 他公社나 機關과의 協調를 생각할 수 있다.

##### 4-2-2 電力系統의 構成

電力需要가 적은 경우에는 單純한 電力系統으로도 供給이 可能하나 需要密度가 커지고 面積이 넓어지면 보다 供給하기 쉽고 彈力性을 갖게 하기 위해 必然的으로 電力系統이 連系된다. 巨大한 過密都市에 供給하는 電力系統은 遠隔地의 發電所로 부터 超高壓으로 送電되고 都市周圍에 點在하는 超高壓變電所를 捩點으로 하여 都市 中心部에 供給하는 것이 一般的인 型이다. 이러한 電力系統을 構成하면 다음과 같은 利點이 있다.

○水力·火力·原子力 發電設備의 相互 有効活用을 기할 수 있다.

○需要特性의 不等性을 均一하게 할 수 있다.

○事故 또는 作業停電時 應援을 얻을 수 있다  
電力의 大量消費地인 過密化된 大都市에 대해서는 電力의 大量輸送이 必要하며 이를 위해서는 送變電設備의 大容量化가 이루어져야 한다  
예를 들면 都心の 1次變電所의 容量은 變壓器 30~40MVA級 2~3대로 80~120 MVA 程度이었으나 6~8대로 200~300MVA 程度로 大容量化해야 한다.

送電設備도 電線의 容量增大, 즉 多回線化에 의한 大容量化를 해야 한다.

또한 電壓段階는 電力流通設備의 簡素化를 위해

345kV-154kV-22kV

로 變壓段階를 統一하는 것이 좋다.

〈다음호에 계속〉

