

우리나라 將來住宅의 電力需要

A Power Demand of the Housing in Future in Korea

(4)

黃 錫 永

檀國大學校 工科大學 教授

李 性 午

檀國大學校 工科大學 講師

(2) 幹線의 容量決定(集合住宅의 경우)

全電化集合住宅에서는 契約方式이 一般電力 契約과 給湯煖房用의 深夜電力契約으로 될 것이므로 各 家口마다 2系統으로 電力을 供給하고 있다. 各 家口에 電力을 供給하는 幹線 設備는 이것을 共有하는 경우가 一般的이다. 따라서 幹線의 굵기, 開閉器의 容量을 決定하는 데 必要한 幹線의 最大需要電力을 算出하는 데에는 生活形態의 差異에 의한 各 家口의 一般電力의 最大値의 重疊을 고려한 綜合需要率 및 深夜電力稼動時의 一般電力의 重疊을 고려한 重疊率을 適用한 것이 經濟的인 면에서 適切하다.

幹線의 最大需要電力의 算出式을 다음 式 (14)로 나타냈으며 이것을 그림 15에 있는 일반적인 全電化集合住宅의 日負荷曲線에 넣어 表示하였다.

$$P_o = P_o' \times k + P_w \times n \\ = P \times n \times d \times k + P_w \times n \dots\dots\dots (14)$$

여기서 P : 1 家口當의 一般電力의 最大需要電力 (各 戶 想定負荷)

P_w : 1 家口의 深夜電力

P_o' : 幹線의 一般電力의 最大需要電力

P_o : 幹線의 最大需要電力(深夜를 包含함)

d : 幹線의 合成需要率(一般電力)

k : 重疊율

n : 1 幹線에 接續된 戶數

一般電力은 19時頃에 最大를 이루고 점차 내려가서 5時頃에 最低가 됨을 알 수 있다. 深夜電力機器稼動時인 23時頃에는 1日중 最大電力을 發生하고 있다. 이와 같이 一般電力은 變化하고 있지만 一般電力의 最大需要電力(P_o')을 各戶想定負荷(P)의 戶數(n)倍한 다음 合成需用率(d)를 곱함으로써 深夜電力機器稼動時의 一般電力을 얻게 된다. 다음에는 이것에 深夜電力(P_w)를 戶數(n)倍한 것을 가해서 幹線의 最大需要電力으로 한다.

深夜電力機器가 稼動되는 23時부터 7時까지의 一般電力은 變하고 있다. 즉 重疊率 k는 時刻에 따라 變化하고 있다. 深夜電力(P_w)의 戶數(n)倍한 數値는 대단히 큰 電力이며 幹線의 最大需要電力을 構成하는 큰 要素가 되기 때문에 深夜電力機器를 random하게 稼動시켜서 最

大電力의 重複을 적게 하거나 또는 다른 時間帶로 移行시키거나 하여 最大需要電力(P_0)를 적게 할 수가 있다.

나. 設 計

(1) 各住宅內的 電氣設計

全電化住宅과 非全電化住宅 사이의 電氣工事에서 使用施設容量이 3kW에서 30kW 정도로 상승하게 된 것을 제하고는 큰 差異는 없다.

全電化住宅의 電氣設備는 다음 사항에 대해서 충분히 檢討하여 가장 적합하도록 設計하여야 한다.

(가) 安全性이 높고 機能이 우수하며 運用 및 保守性이 좋도록 할 것

(나) 良好한 住居性을 維持하며 사용상 便利하도록 할 것

(다) 施工의 容易性과 工事費의 저렴화 및 에너지 節約化를 도모할 것

(라) 住居環境과의 調和를 이룰 것

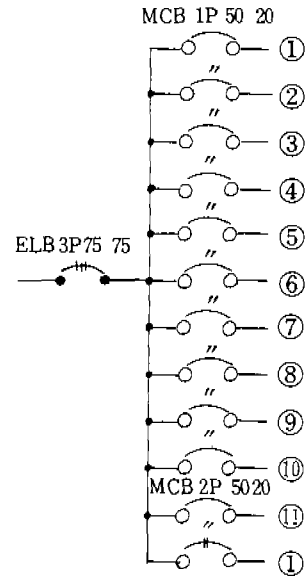
(마) 電氣設備는 될 수 있는 한 標準化를 꾀하고 材料 및 工事의 單一化와 規格化를 도모한다.

各住宅의 電氣方式은 우리나라 配電方式 220V/380V 3相4線式에 따라 單相 220V로 한다. 回路構成은 照明과 콘센트를 混用하고 방 및 機能單位別로 함과 동시에 大型機器는 專用回路로 함을 原則으로 하고 機器使用時에는 될 수 있는 한 重複되지 않도록 回路를 構成한다. 例를 들면 居室에서 利用하는 煖房機器(전기스토브 등)와 주방의 調理機器(전기밥솥, 토스터 등)가 同時에 使用되는 경우를 고려하여 주방과 居室과는 分離한 單獨回路로 하여야 한다.

各住宅 分電盤은 장래 増改設할 경우에도 改替하지 않도록 대처하고 主開閉器는 漏電遮斷器가 附設되어 있으므로 回路가 不平衡할 경우를 감안하여 容量을 選定하여야 한다. 그림 16은 全電化住宅의 標準分電盤의 回路構成의 例를 나타낸 것이다.

(2) 幹線設計

全電化集舍住宅의 幹線은 일반적으로 變壓器의 2次側으로부터 幹線保護用 配線用 遮斷器를



(그림 16) 全電化住宅 標準的分電盤結線圖

收納한 低壓配電盤을 經유하여 各家口의 分電盤까지에 이르는 配線으로 構成되어 있다. 幹線을 設計하는데 있어서는 그의 經濟性, 信賴性, 施工性, 保守性 등에 유의하여 가장 적절한 設備을 設定하기 위하여 다음의 주요한 項目을 나타낸다.

(가) 幹線用케이블 등

- 配線種別(케이블, 絶緣電線, 버스닥트)
- 導體種別(銅, 알루미늄)
- 絶緣種別(비닐, 가교 폴리에틸렌)
- 周圍溫度와 許容電流
- 過電流遮斷器
- 電壓降下
- 幹線체감方法

(나) 布線方法

- 電氣室의 位置(建物の 内外)
- 幹線치수와 線數, 스페이스
- 増改設과 保守
- 施工性(重量, 屈曲半徑加工性)

(다) 幹線方式: 幹線方式에는 垂直方式, 水平方式 또는 이들을 組合한 垂直水平 方式이다.

(라) 幹線치수와 過電流遮斷器定格의 選定: 幹線容量 및 過電流遮斷器의 定格은 다음과 같이 選定한다.

a. 5항의 식 13과 식 14에 의해서各家口의 想定負荷와 幹線의 合成需用率과 重疊率과 그의 關聯戶數의 關連戶數와의 關係式을 적용하여 1線當의 想定最大電流 I_o 을 算出한다.

b. I_o 보다 크고 또한 그 값에 가장 가까운 許容電流 I_w 를 가진 幹線치수를 選定한다.

c. 幹線을 保護하는 過電流遮斷器(配線用

遮斷器 또는 퓨즈)는 그의 定格電流 I_B 가 아래 식을 만족하고 또한 I_o 에 가장 가까운 것을 選定한다.

$$I_o \leq I_B \leq 1.13 I_w$$

다만 1.13은 配線用遮斷器의 경우이며 퓨즈(B種)의 경우는 0.96으로 된다.

d. I_w 의 電線치수에서 幹線의 許容 電壓降

〈표 19〉 전압강하 및 전선 단면적을 구하는 공식

전 기 방 식	전 압 강 하	전선 단면적
단상 2선식 및 직류 2선식	$e = \frac{35.6LI}{1000 A}$	$A = \frac{35.6LI}{1000e}$
3상 3선식	$e = \frac{30.8LI}{1000 A}$	$A = \frac{30.8LI}{1000e}$
단상 3선식·직류 3선식·3상 4선식	$e' = \frac{17.8LI}{1000 A}$	$A = \frac{17.8LI}{1000e'}$

단, e : 각 선간의 전압 강하[V]
 e' : 외측선 또는 각 상의 1선과 중성선 사이의 전압 강하[V]
 L : 전선 1본의 길이[m]
 A : 전선의 단면적[mm²]
 I : 전류

이 표에서 3선식 및 4선식에 대한 식은 각 선의 전류가 평형한 경우에 대한 것이고 전선 도전율은 97%로 본 경우이다.

〈표 20〉 交流面回路的 電壓降下係數表 (60Hz인 경우)

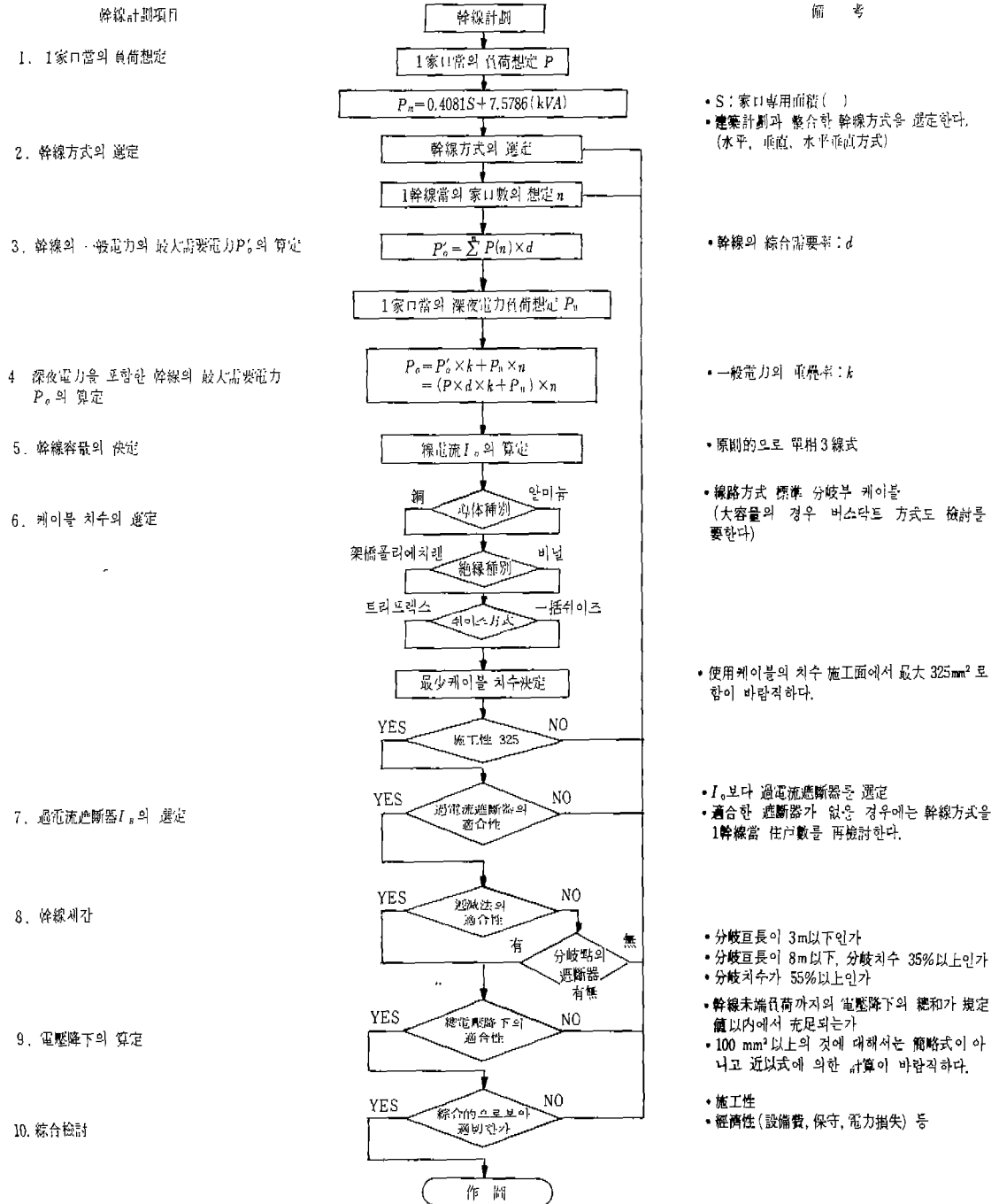
電線의 規格		金屬管配線 케이블配線			電線中心사이의 距離 6cm인 경우			電線中心間의 距離 15cm인 경우			電線中心間의 距離 30cm인 경우		
호 칭	斷面積 [mm ²]	力 率			力 率			力 率			力 率		
		0.9	0.8	0.7	0.9	0.8	0.7	0.9	0.8	0.7	0.9	0.8	0.7
1.6mm	2.011	0.91	0.81	0.71	0.92	0.82	0.73	0.92	0.83	0.73	0.92	0.83	0.74
2	3.142	0.91	0.81	0.72	0.93	0.84	0.74	0.93	0.84	0.75	0.93	0.85	0.76
2.6	5.309	0.92	0.82	0.73	0.94	0.86	0.77	0.95	0.87	0.78	0.95	0.88	0.79
3.2	8.042	0.93	0.84	0.74	0.96	0.88	0.79	0.97	0.90	0.82	0.98	0.91	0.83
14mm ²	14.08	0.94	0.86	0.77	0.99	0.92	0.84	1.01	0.95	0.88	1.03	0.98	0.91
22	21.99	0.96	0.89	0.81	1.03	0.98	0.92	1.07	1.04	0.98	1.10	1.07	1.02
30	29.09	0.98	0.91	0.84	1.07	1.03	0.98	1.12	1.10	0.99	1.16	1.15	1.05
38	37.16	1.01	0.95	0.87	1.11	1.09	1.04	1.17	1.17	1.14	1.22	1.24	1.22
50	48.36	1.04	0.99	0.95	1.16	1.16	1.13	1.24	1.27	1.26	1.30	1.36	1.36
60	59.70	1.07	1.03	0.97	1.21	1.23	1.21	1.31	1.36	1.37	1.38	1.46	1.49
80	78.95	1.11	1.10	1.05	1.29	1.34	1.34	1.42	1.52	1.56	1.52	1.66	1.72
100	100.9	1.18	1.18	1.14	1.40	1.48	1.52	1.55	1.69	1.76	1.68	1.86	1.97
125	125.5	1.23	1.25	1.24	1.47	1.59	1.62	1.68	1.87	1.97	1.83	2.09	2.23
150	153.7	1.30	1.35	1.36	1.57	1.68	1.79	1.83	2.07	2.21	2.02	2.34	2.53
200	196.4	1.41	1.50	1.53	1.71	1.92	2.02	2.04	2.36	2.56	2.29	2.70	2.96
250	253.8	1.55	1.70	1.77	1.89	2.16	2.31	2.31	2.75	3.01			
325	323.5	1.72	1.95	2.05	2.09	2.25	2.65						
400	402.9	1.91	2.19	2.35	2.30	2.73	2.99						
500	490.6	2.11	2.46	2.67									

[備考] 本表의 數字는 $(R \cos \theta + X \sin \theta)$ 의 R에 대한 비를 나타낸다. 여기서 $\cos \theta$: 負荷力率

R: 電線單位 길이當의 抵抗[Ω] X: 電線單位 길이當의 Reactance[Ω]

下를 滿足시키는 지를 確認하고 滿足시키지 못하면 電線치수를 높인다.

(마) 電壓降下: 電線路에는 인피던스가 內在하기 때문에 交流電流가 흐르면 送電端電壓과



〈그림 17〉 幹線計劃의 順序

受電端電壓 사이에 差가 생긴다. 이것을 幹線의 電壓降下라 말하고 電壓降下가 적을수록 그 幹線의 電氣特性은 좋다고 말할 수 있지만 導體의 斷面積을 크게 하면 經濟性이 나쁘게 되므로 電氣特性과 經濟性의 兩面에 대해서 檢討하지 않으면 안된다.

幹線의 電壓降下率은 內線規程에서 2~3%以下로 할 것을 規程하고 있다.

그러나 現在 널리 使用되고 있는 住宅用的 電氣器具에는 許容入力電壓이 標準電壓의 98%이어야 한다는 것은 없고 큰 값인 경우에는 ±10%라는 器具도 있어 앞으로는 충분히 檢討하지 않으면 안되는 事項이다. 또한 電壓降下를 計算할 때 交流回路에서는 交流實效抵抗을 使用하여야 하므로 매우 까다롭지만 300A 이하인 경우에는 리액턴스와 力率을 無視하고 計算하여 實用上 지장이 없기 때문에 表 19의 簡略式을 使用하여도 無關하다. 그러나 全電化 住宅의 경우는 大電流로 되고 또한 리액턴스 및 力率을 無視할 수 없기 때문에 이때는 表 20에 나타내는 交流回路의 電壓降下係數를 電壓降下值에 곱해서 구한다. 또한 버스닥트와 케이블의 電壓降下에서는 構造 및 電流容量에 따라서 많이 다르지만 交流實效抵抗, 리액턴스를 알게 되면 計算에 의해서 구할 수 있다. 케이블의 等價抵抗을 表 21과 表 22에, 버스닥트의 電壓降下를 表 23에 나타냈다. 이 한 例로서 같은 負荷電流에 대해서 簡略式을 使用하였을 때의 電壓降下值와 인피던스를 考慮한 경우의 電壓降下值를 比較表로 表 24에 나타냈다. 表 24에서 보면 幹線치수 250²~325²로 되면(全電化集合住宅인 경우 이 정도의 치수가 필요) 簡略式의 電壓降下와 比較하여 1.7~1.8倍로 電壓降下가 크다는 것을 알 수 있다.

다. 安全確保

全電化集合住宅에 使用되는 電氣機器의 種類도 많고 數量도 많기 때문에 火災豫防, 消火機器의 正確한 作動과 또한 自然災害對策등에 소프트웨어로서 綜合的인 것과 하드웨어로서의 機器設置, 配線施工 등에 各별한 注意를 기울여야 한다.

〈표 21〉 AI-CVT케이블의 等價抵抗

導體公稱斷面積 (mm ²)	交流實效抵抗 R(Ω/km)	리액턴스 X(Ω/km)	等價抵抗 R _e (Ω/km)
200	1.77	0.100	1.48
400	1.04	0.0927	0.888
600	0.654	0.0908	0.578
800	0.393	0.0886	0.368
1,000	0.262	0.0845	0.260
1,200	0.197	0.0848	0.208
1,500	0.159	0.0829	0.177
2,000	0.124	0.0807	0.148
2,500	0.101	0.0795	0.129
3,000	0.0818	0.0801	0.114

[注] 케이블配列: 正三角形, 導體溫度: 90℃
負荷力率: 80%, 周波數: 50Hz

〈표 22〉 AI-CV 케이블의 等價抵抗

導體公稱斷面積 (mm ²)	交流實效抵抗 R(Ω/km)	Reactance X(Ω/km)	等價抵抗 R _e (Ω/km)
600	0.0658	0.143	0.138
800	0.0514	0.143	0.127
1,000	0.0406	0.142	0.118
1,200	0.0347	0.141	0.112
1,400	0.0318	0.140	0.109
1,600	0.0282	0.140	0.107
1,800	0.0252	0.139	0.104
2,000	0.0238	0.139	0.102
2,500	0.0208	0.138	0.0994
2,700	0.0198	0.138	0.0986

[注] 케이블配列: 3條並列, S=2d, 導體溫度: 90℃
負荷力率: 80% 周波數: 50Hz

6. 結 論

住宅의 全電化는 全電化에 의한 住宅生活의 便利性, 快適性이란 魅力 以外에도 현재 熱 에너지源으로 混用하고 있는 가스, 석유의 枯渴, 品貴現象에 의하여 電氣 에너지에 比해 相對的으로 高價하게 되면 앞으로 自然的으로 이루어지게 될 것이다.

우리나라 住宅의 장래 電力需要에서 國民所得 增大에 따른 住宅의 全電化를 고려하여 豫測한 결과 2020年頃에는 全電化 比率이 24%이고 住宅 消費電力量은 96,813(GWh)이다. 全電化를 考慮하지 않은 中대 方法에 의한 豫測結果는

〈표 23〉 버스닥트의 電壓降下表 (銅導體의 버스닥트)

定格電流 [A]	導體寸數 [mm]	인 피 던 스		電 壓 降 下 [V/m]					
		交流抵抗 $R \times 10^{-6}$ [Ω/m]	리액턴스 $X \times 10^{-6}$ [Ω/m]	力率 100	90	80	70	60	50
200	3×25	284.1	167.9	0.098	0.114	0.114	0.110	0.106	0.101
400	6×40	94.2	135.9	0.065	0.100	0.109	0.113	0.115	0.114
600	6×50	77.9	123.5	0.081	0.129	0.142	0.148	0.151	0.152
800	6×75	58.0	100.4	0.080	0.133	0.148	0.156	0.160	0.161
1,000	6×100	48.5	83.7	0.084	0.139	0.154	0.162	0.166	0.168
1,200	6×125	43.7	75.9	0.091	0.151	0.167	0.176	0.181	0.182
1,000	6×150	40.8	65.0	0.106	0.169	0.186	0.195	0.199	0.199
2,000	6×250	36.8	47.9	0.128	0.187	0.202	0.203	0.209	0.208
2,500	6×150×2	34.1	70.0	0.148	0.265	0.300	0.320	0.332	0.337
3,000	6×200×2	33.0	53.9	0.172	0.277	0.306	0.320	0.327	0.329

〈표 24〉 電壓降下比較表

幹線寸數	負荷電流		幹線長 [m]	Impedance를 고려하였을 경우의 電壓降下		簡略式에 의한 電壓降下		(A) / (B)
	[A]	[A]		[%]	[A]	[%]	[B]	
CVT325 □	415	80	80	3.3	1.9	1.9	1.73	
"	"	71	71	2.9	1.6	1.6	1.81	
"	"	59	59	2.4	1.4	1.4	1.71	
CVT250 □	415	54	54	2.7	1.6	1.6	1.69	
"	"	42	42	2.1	1.3	1.3	1.61	
"	"	31	31	1.5	0.9	0.9	1.67	

73,383[GWh]로 全電化 考慮時의 76%로 된다.

住宅이 全電化되기 시작하면 全電化 比率이 50%가 되는 年度 부근에서 住宅의 電力需要는 中産層이 대부분 全電化 臨界 GNP에 도달하기 때문에 急增하다가 다시 완만하게 증가할 것으로 展望된다.

住宅 消費電力量은 1985年 統計資料를 기준하면 全電化時 年平均 消費電力量이 從前의 15배이지만 冬節期의 것은 47배가 되어 消費電力, 負荷率 및 需用率이 從前보다 크게 變하게 되는 특징을 나타내며, 또한 住宅負荷가 크게 증가되는 만큼 屋內配線 및 屋外幹線設備의 強化가 요구된다.

住宅이 全電化되면 住宅의 電力消費量이 우리나라 全 電力消費量의 30%정도로 큰 比重을 차지하게 되고 또 큰 煖房負荷로 인하여 負荷 크기가 심히 不均等하게 되어 그대로 사용하게

되면 負荷率이 不良하게 된다. 따라서 負荷率의 改善에 의한 發電設備의 深夜 輕負荷 및 晝間 尖頭負荷에 대한 대처와 더불어 效率의 運轉을 위해서 住宅의 負荷中 가장 큰 蓄熱式 煖房 負荷에 대하여 國家利益次元에서 深夜電力 料金制度의 擴大實施等에 對한 研究도 더욱 切實하다고 본다.

全電化 住宅의 電氣設計를 위해서 豫想負荷를 想定하여 季節別로 하루의 時間帶 運轉을 分析해서 需用率, 負荷率을 試算하였으며 홈 오토메이슨도 考慮하였다.

끝으로 住宅의 全電化時는 住宅의 全所要 에너지가 오로지 電氣 에너지에 依存하므로 電力供給의 信賴性을 높이기 위한 電力供給方式과 水害 등 여러 災害의 迅速復舊對策에 대한 綿密한 檢討가 요구된다고 본다.

(연재 끝)