

# 需用家 電壓變動의 改善을 위한 配電線路의 適正性 解析에 關한 研究

論 文  
31~7~2

## A Study on the Adequacy Analysis of Distribution Line Drop for Improvement of Consumer Voltage Fluctuation

金 恩 培\* · 鄭 尙 欣\*\*  
(Eun-Bae Kim · Sang-Heun Chung)

### Abstract

In this paper, a reliable and convenient evaluation method for the adequacy of any radial distribution line's voltage drop is proposed for improvement of the voltage regulation of the distribution line under operation.

Using the voltage measurement of the first load branch point and the last point on the given distribution line its average line voltage drop and the line voltage drop variance by pure load variation are computed. And by these values and allowable or required line drop from proper voltage regulation view point, present adequacy index and operation improvement index of the line drop are newly introduced for the evaluation of the given distribution line's voltage regulation.

As a result of application to the 4 cases of study, the proposed method is proved to be reliable and convenient.

### 1. 序 論

需用家(consumer)의 供給電壓은 適正한 값으로 維持해야 하는데 需用家の 電氣機器의 使用상태가 變하는 以上 電壓變動(voltage fluctuation)이 生기는 것은 當연하며 넓은 지역에 分散되어 있는 需用家에 供給電壓을 항상 일정히 維持하는 것은 經濟的으로나 技術的으로나 불가능하지만 그러한 상태에 가깝게 하려면 막대한 設備投資를 필요로 하며 그로 인하여 電氣料금이 높게 되는 結果가 되어 需用家側에서 볼 때 바람직한 것이 못된다.

한편 電氣機器(electric apparatus)는 一般的으로 어느정도 전압이 변동해도 實質的으로는 그 性能 및 壽命이 低下하지 않도록 설계할 수 있으나 電壓變動을 크게 許容하면 機器의 價値가 높게 된다. 따라서 電氣機器에는 定格電壓을 중심으로 한 許容電壓變動

節圍가 규정되어 있고 또 供給者側에서는 이 節圍내로 電壓을 유지하여 供給하도록 電氣事業法施行令에 規定되어 있는데<sup>[1][2][6]</sup> 이를 위한 配電系統의 電壓調整問題에서는 變전소의 送出電壓의 最適化, 配電線路의 電壓降下配分의 適正化, 柱上變壓器탑 運用의 合理化가 필요하며 이에 대하여는 많이 研究, 발표되었다.<sup>[3][4][5]</sup>

電壓變動의 直接的인 요인은 電源電壓變動과 負荷變動에 의한 線路(電源內部 impedance 포함) 電壓降下變動인바 그중에서 특히 수동적성격을 지닌 線路의 電壓降下는 처음 設計時의 것과 비교할 때 施設後 新規需用, 既存需用家の 負荷의 自然增加, 設計計算의 假定條件의 相異 등으로 다를 수가 있으므로 實際運用되고 있는 線路의 電壓降下를 사후관리측면에서 합리적으로 간단하게 評價할 수 있는 技法은 복잡한 配電系統의 電壓調整管理業務를 勘案할 때 實질히 요구되는 것이라고 본다.

線路의 電壓降下의 評價方法에 관한 것으로는, 電壓調整設計時에 현재 활용하고 있는 需用家端 전압부적정률이 있다. 이것은 配電線路에 있어서 평가하러

\*正 會 員: 檀國大 工大 電氣工學科 教授  
\*\*正 會 員: 檀國工高 電氣科 教師  
接受日字: 1982年2月2日

는 線路區間에 均등하게 負荷가 分岐한다고 보고 그 선로구간의 최대 몇퍼센트가 전압조정범위를 벗어나는가를 표시하는 평가척도로서 配電系統 電壓調整의 설계시에 柱上變壓器의 탭구간 설정에 이용되는 정도이며 부하가 均一하게 分布하지 않는 실제의 配電線路에의 적용에는 좋은 결과를 가져올 수 없다고 본다.

따라서 本 論文에서는 負荷가 임의로 分岐된 실제적인 樹枝式配電線路에 있어서 그 線路의 最初負荷分岐點(始點)에서 最終負荷分岐點(終點)까지의 電壓降下를 電壓調整側面에서 요구되는 希望값과 비교하여 현상태의 適正率과 그리고 요구되는 適正率維持를 위한 운용개신지수를 上記한 始點과 終點의 電壓을 電壓記錄計 등으로 측정한 資料(測定值)에서 評價하는 技法을 연구하여 需用家의 電壓이 許容電壓範圍에 들어 가도록 하는 配電系統의 電壓調整 및 관리가 보다 능률적이 되도록 하고자 한다.

## 2. 判定方法에 對한 理論

### 2-1 對象線路와 等價回路

#### (1) 대상시험선로

電壓의 適正維持는 需用家端 電壓을 대상으로 하므로 시험대상선로는 다음 그림과 같이 樹枝式 配電線路에서 負荷가 最初 分岐되는 點과 末端 分岐點 사이가 된다.

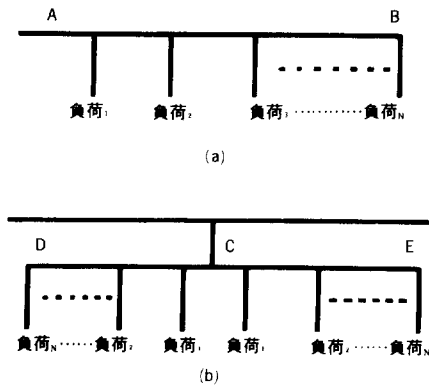


그림 2-1. 대상시험선로

Fig. 2-1. Distribution line (to be evaluated)

[그림 2-1a]의 線路에서는 A點과 B點사이의 線路가 대상시험선로로 되며 [그림 2-1b]의 線路에서는 C點과 D點, C點과 E點의 線路를 각각 대상 시험선로로서 判定을 한다.

#### (2) 등가회로

[그림 2-1]과 같은 分散負荷線路에 대하여 다음과 같은 가정 하에서 등가회로를 구한다.

① 被試驗線路의 負荷는 平衡이고 重負荷時와 輕負荷時의 負荷分布패턴 및 각 負荷의 力率は 동일한 것으로 한다.

② 線路의 등가임피던스는 변하지 않는 것으로 한다. 또한 線路임피던스의 저항분과 리액턴스분의 비가 같은 조건에서 線路임피던스의 값이 현재보다 크거나 작은 값으로 代置하더라도 負荷의 時間帶別 크기, 負荷分布패턴, 力率에 影響을 주지 않는다.

③ 始點에 供給되는 電壓의 變動은 負荷分布패턴 負荷의 時間帶別 크기 및 負荷의 力率에 影響을 주지 않는다.

④ 線路의 靜電容량은 무시한다.

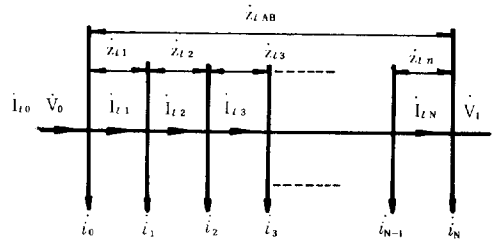


그림 2-2. 대상시험선로의 부하분포

Fig. 2-2. Model of distribution line

지금 [그림 2-2]와 같이 最初負荷分岐點電壓을  $\dot{V}_0$ , 末端負荷點 電壓을  $\dot{V}_1$ , 도중의 각 分散負荷에 흐르는 電流를  $\dot{i}_1, \dot{i}_2, \dot{i}_3, \dots, \dot{i}_N$  이라고 하고 각 區間의 線路임피던스 및 線電流를 각각  $\dot{Z}_{l\lambda}, \dot{I}_{l\lambda}$  ( $\lambda = 1, 2, 3, \dots, N$ )라 할 때 앞의 假定條件을 고려하여 電壓 平衡式을 세우면 [6][7]

$$\dot{V}_1 = \dot{V}_0 - \dot{Z}_{l1} \dot{I}_{l1} - \dot{Z}_{l2} \dot{I}_{l2} \dots \dots \dots \dot{Z}_{lN} \dot{I}_{lN} \quad (2-1)$$

여기서  $\dot{I}_{l1}, \dot{I}_{l2}, \dot{I}_{l3}, \dots, \dot{I}_{lN}$  은

$$\begin{aligned} \dot{I}_{l1} &= \dot{I}_{l0} - \dot{i}_0 = \dot{I}_{l1} (\dot{I}_{l0}) \\ \dot{I}_{l2} &= \dot{I}_{l1} - \dot{i}_1 = \dot{I}_{l2} - \dot{i}_0 - \dot{i}_1 = \dot{I}_{l2} (\dot{I}_{l0}) \\ \dot{I}_{l3} &= \dot{I}_{l2} - \dot{i}_2 = \dot{I}_{l0} - \dot{i}_0 - \dot{i}_1 - \dot{i}_2 = \dot{I}_{l3} (\dot{I}_{l0}) \\ &\vdots \\ &\vdots \\ &\vdots \\ \dot{I}_{lN} &= \dot{I}_{lN-1} - \dot{i}_{N-1} = \dot{I}_{l0} - \dot{i}_0 - \dot{i}_1 - \dot{i}_2 \dots \dots \dots \\ &\quad \quad \quad \dot{i}_{N-1} = \dot{I}_{lN} (\dot{I}_{l0}) \end{aligned} \quad (2-2)$$

식(2-1)과 식(2-2)의 각 區間의 電壓降下  $\dot{Z}_{l\lambda} \cdot \dot{I}_{l\lambda}$  대신에 각 區間의 等價抵抗  $S_{\lambda}$ 를 導入하여 電壓과 電流를 스칼라量으로 표시하면

$$V_1 = V_0 - \sum_{\lambda=1}^N S_{\lambda} \cdot I_{l\lambda} \quad (2-3)$$

$$\Delta V = V_0 - V_1 = \sum_{\lambda=1}^N S_{\lambda} \cdot I_{l\lambda} \quad (2-4)$$

$$S_{\lambda} = R_{l\lambda} \cos \phi_{\lambda} + X_{l\lambda} \sin \phi_{\lambda} \quad (2-5)$$

단  $\phi_{\lambda}$ 는  $\dot{V}_{l\lambda}$ 을 基準으로 할 때의 각구간 電流  $\dot{I}_{l\lambda}$ 의 位相角이다.

한편 식(2-4)의  $\Delta V$ 를 分散負荷時의 線路等價抵抗  $S$ 로 표시하면

$$\Delta V = S I_0 \quad (2-6)$$

分散負荷時의 線路等價抵抗  $S$ 는 식(2-4)와 식(2-6)에 의하여

$$S = \frac{\sum_{\lambda=1}^N S_{\lambda} I_{l\lambda}}{I_0} \quad (2-7)$$

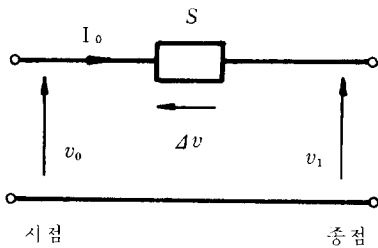


그림 2-3. 등가 회로도

Fig. 2-3. Equivalent lumped circuit

[그림 2-2]의 시험대상선로의 始點과 終點의 電壓을 식(2-6)에 의하여 分散負荷時의 線路等價抵抗  $S$ 를 써서 표시한 等價回路는 [그림 2-3]과 같다.

### 2-2 配電線路의 適正性解析을 위한 理論

基準電壓(reference voltage)를  $V_n$ , 基準容量을  $P_n$ 이라 하고  $V_0, V_1, \Delta V, S$ 를  $p, u$ 法으로 計算하면 식(2-8)과 같다.

$$v_0 = \frac{V_0}{V_n}$$

$$v_1 = \frac{V_1}{V_n} \quad (2-8)$$

$$\Delta v = \frac{V_0 - V_1}{V_n} = \frac{\Delta V}{V_n}$$

$$s = S \frac{P_n}{V_n^2}$$

配電線路의 適正性解析을 위하여  $v_0, v_1, \Delta v$ 의 平均值와 標準偏差(standard deviation)를 利用하므로 이들에 대한 記號를 먼저 다음과 같이 정한다.

$$E\{v_0\} = v_0 : v_0 \text{의 平均值}$$

$$E\{v_1\} = v_1 : v_1 \text{의 平均值}$$

$$E\{\Delta v\} = \bar{\Delta v} : \Delta v \text{의 平均值}$$

$$\sigma_0 : v_0 \text{의 標準偏差}$$

$$\sigma_1 : v_1 \text{의 標準偏差}$$

$$\sigma_{\Delta v} : \Delta v \text{의 標準偏差}$$

式(2-8)의  $v_0, v_1, \Delta v$ 의 關係에서 각각의 平均值를 기대치(expectation value)로 計算하면

$$E\{v_0\} = E\{v_1\} + E\{\Delta v\} \quad (2-9)$$

$$E\{v\} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N v_i f_i \quad (2-10)$$

단,  $f_i$ 는  $v_i$ 의 發生 빈도

또  $v_1$ 의 標準偏差  $\sigma_1$ 을 式(2-9)를 고려하여 구하면

$$\sigma_1 = \sqrt{\sigma_0^2 + \sigma_{\Delta v}^2 - 2E\{v_0 \cdot \Delta v\} + 2E\{v_0\} \cdot E\{\Delta v\}} \quad (2-11)$$

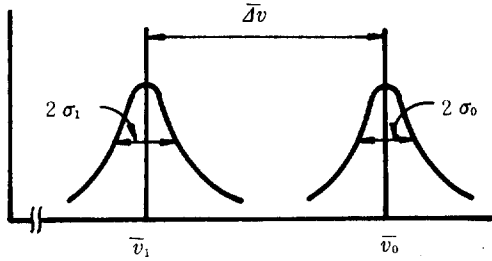
$\sigma_1$ 에는  $v_0$ 의 變動에 의한  $\sigma_0$ 분이 포함되어 있으므로 순수한 負荷變動에 따른 선로전압강하에 의한 종점전압  $v_1$ 의 편차  $\sigma_{\Delta v p}$ 를 구하려면 시점전압  $v_0$ 가 그것의 평균  $\bar{v}_0$ 를 유지하는 것으로 하고 대신에 그것의 편차  $\sigma_0$ 를  $\sigma_1$ 에서 공제하여 구하되  $\sigma_{\Delta v p}$ 의 값은 正(+)이라는 점에서  $\sigma_{\Delta v p}$ 는

$$\sigma_{\Delta v p} = |\sigma_1 - \sigma_0| \quad (2-12)$$

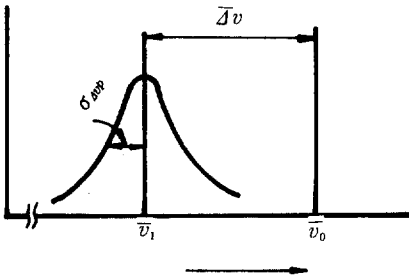
와 같고 이식에 극단의 경우를 적용하면  $\sigma_0 = 0$ 일 때  $\sigma_{\Delta v p} = \sigma_1 = \sigma_{\Delta v}$ 이고 또  $\sigma_{\Delta v} = 0$ 일 때  $\sigma_{\Delta v p} = 0, \sigma_1 = \sigma_0$ 이며 그리고 이 개념에 대하여  $\bar{v}_0, \sigma_0, \bar{v}_1, \sigma_1, \bar{\Delta v}, \sigma_{\Delta v}$ 에 관한 계산결과를 가지고 전압변동이 정규분포로 보고  $v_0, v_1$ 의 분포를 도시하면 [그림 2-4]와 같다. [그림 2-4a]는 시험선로의 시점의 전압 변동까지 포함하여 표시한 것이고 [그림 2-4b]는 위의 시점전압  $v_0$ 의 변동을 공제한 즉 시점의 전압변동이 없는 것으로 한 상태에서 負荷變動으로 인한 終點電壓  $v_1$ 의 分佈를 표시한 것이다.

本 研究에서는 始點電壓  $v_0$  즉 전원공급점의 電壓이 어떻게 變化를 해도 [2-1]에서 언급한 가정조건에서와 같이 負荷分佈, 負荷의 時間대별크기, 負荷의 力率에 影響을 주지 않는 것으로 하면 上記한 始點電壓  $v_0$ 의 變動을 공제 한 것 ([그림 2-4b] 참조)에서 순수한 負荷變動에 의한 線路의 電壓降下(電壓差)  $\Delta v$ 가 전압조정상의 희망치 또는 허용치  $\Delta v_a$  범 위 안에 들어가는 정도로서 피시험선로의 現상태에

서의 適正率과 또 適正率의 미달시에 개선지수를 구하고자 한다.



(a)  $v_0$ 의 변동포함  
(a) Including  $v_0$  fluctuation



(b)  $v_0$ 의 변동공제  
(b) Excluding  $v_0$  fluctuation

그림 2-4.  $v_0, v_1$ 의 분포도

Fig. 2-4. Density of  $v_0, v_1$

지금 피시험선로의 기준전압, 기준용량, 선로등가저항을 각각  $V_n, P_n, S_n$ 이라 할 경우에 선로용량만을  $x$  배 즉 선로등가저항  $S$ 를  $1/x$  배로 하거나 또는 선로등가저항은 그대로 둔 상태에서 현재의 負荷容量을  $1/x$  배 한 경우의 값은 [표 2-1] 과 같이 된다.

표 2-1. 선로의 기준변경

Table 2-1. The effect of line base capacity change

$V_n, P_n, S$	$V_n, P_n, S' = \frac{S}{x}$	$V_n, P_n' = \frac{P_n}{x}, S$
$\Delta v = S_{pu} \cdot I_{0pu}$	$\Delta v' = S_{pu}' \cdot I_{0pu}' = \frac{\Delta v}{x}$	$\Delta v' = S_{pu} \cdot I_{0pu}' = \frac{\Delta v}{x}$
$I_{0pu}$	$I_{0pu}' = I_{0pu}$	$I_{0pu}' = I_{0pu} \cdot \frac{1}{x}$

이 경우  $\Delta v'$  및  $\bar{\Delta v}$  는

$$\Delta v' = \frac{1}{x} \cdot \Delta v$$

$$\bar{\Delta v}' = \frac{1}{x} \cdot \bar{\Delta v}$$

} (2-13)

또 이 경우의 終點電壓  $v_1'$ 의 偏差  $\sigma_1'$ 는 식(2-11)의  $\Delta v$  대신에 식(2-13)의  $\bar{\Delta v}'$ 를 代入하면

$$\sigma_1' = \sqrt{\sigma_0^2 + \sigma_{\Delta v}^2 - 2\{v_0 \cdot \Delta v'\} + 2E\{v_0\} \cdot E\{\Delta v'\}} \quad (2-14)$$

$$\text{단, } \sigma_{\Delta v}^2 = E\{(\Delta v' - \bar{\Delta v}')^2\} = \frac{\sigma_{\Delta v}^2}{x^2}$$

식(2-14)에서 순수한 負荷變動에 의한 線路電壓降下的 偏差  $\sigma'_{\Delta v p}$ 는 식(2-12)를 고려하여 구하면

$$\sigma'_{\Delta v p} = \left| -\sigma_0 + \sqrt{\sigma_0^2 + \sigma_{\Delta v}^2 - 2E\{v_0 \cdot \Delta v'\} + 2E\{v_0\} \cdot E\{\Delta v'\}} \right| \quad (2-15)$$

식(2-8)에서 식(2-11)까지의 計算은 電壓分布가 정규이던 비정규이던 成立하는 式인데 이 計算結果에 의한 線路電壓降下的 적정여부해석은 해석결과의 신빙성과 계산의 용이성을 고려하여 電壓變動을 정규분포로 보고 해석하기로 한다. 선로의 電壓降下가 그것의 희망치 또는 허용치  $\Delta v_a$ 의 범위안에 들어가는 정도는 [그림 2-5]의 사선부분과 같이 終點電壓  $v_1$ 의 分布가  $\Delta v_a$ 안에 들어가는 비율 즉 適正率(Z)로 표시되는데 이것은  $\Delta v_a$ 를 만족하는 다음식(2-16a)에서 구한  $y$ 를 써서 오차함수에 의하여 適正率(Z)는 식(2-16b)와 같이 구하여지며 이때의  $y$ 와 Z의 관계는 [그림 2-6]과 같다.<sup>[9]</sup>

$$\Delta v_a \geq \bar{\Delta v}' + y \sigma'_{\Delta v p} \quad (2-16a)$$

$$Z \leq \frac{1}{2} + \text{erf}(y) \quad (2-16b)$$

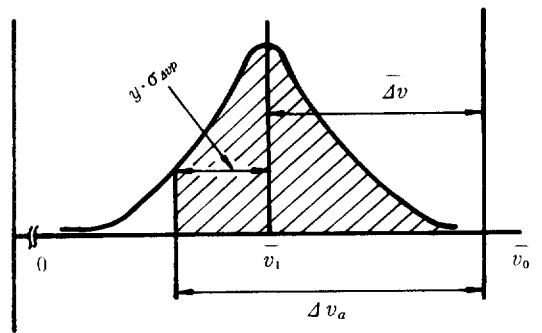


그림 2-5. 허용치( $\Delta v_a$ )에의 포함범위

Fig. 2-5. Range of  $v_1$  with  $\Delta v_a$

식(2-16a)의 부등식조건을 만족하는  $y$ 의 값은 무수히 많은데, 그중에 등식조건을 만족하는  $y_{\max}$  값을

구하여 식(2-16b)에 대입하여 얻은  $Z$ 의 값이 피시험 선로에서 주어진  $\Delta v_a$  조건을 만족하는 최대적정률이 된다. 따라서 적정률  $Z$ 는 식(2-16c)와 식(2-16d)에 의하여 구하여진다.

$$\Delta v_a = \overline{\Delta v'} + y_{\max} \cdot \sigma'_{\Delta v p} \quad (2-16c)$$

$$Z \leq \frac{1}{2} + \operatorname{erf}(y_{\max}) = Z_{\max} \quad (2-16d)$$

本 研究에서는 앞의 식(2-16c, d)를 利用하여 試驗線路의 判定을 다음과 같이 한다.

(1) 시험선로의 현상태의 適正率  $Z_p$

식(2-16c, d)의  $\overline{\Delta v'}$ 와  $\sigma'_{\Delta v p}$ 에 포함된  $x$ 를 1로 했을 때의  $y_{\max}$ 와  $Z$ 의 관계에서 다음식으로 구한다.

$$y_{\max} = \frac{\Delta v_a - \overline{\Delta v'}}{\sigma'_{\Delta v p}} = \frac{\Delta v_a - \overline{\Delta v'}}{|\sigma_1 - \sigma_0|} \quad (2-17a)$$

$$Z_p \leq \frac{1}{2} + \operatorname{erf}(y_{\max}) \quad (2-17b)$$

현상태의 測定結果에서 算出한  $\overline{\Delta v}$ ,  $\sigma_1$ ,  $\sigma_0$ 를 가지고 上記식(2-17a)를 만족하는  $y_{\max}$ 를 구하여 適正率  $Z_p$ 는 식(2-17b)에서 구하거나 또는 [그림 2-6]에서 해당  $y_{\max}$  값에 대응한  $Z$  값에서 알게된다.

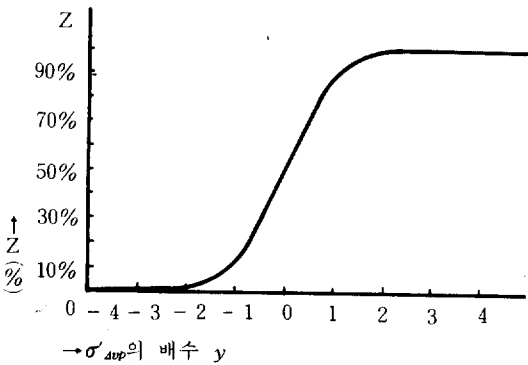


그림 2-6. 적정률  $Z$ 와  $\sigma'_{\Delta v p}$ 의 배수  $y$ 와의 관계  
Fig. 2-6. Adequacy index  $Z$  vs. multiple  $y$  of virtual variance  $\sigma'_{\Delta v p}$

(2) 시험선로의 운용개선지수  $x$

식(2-16d)에서 요구되는 適正率  $Z$ 가 주어지면 이를 만족하는  $y_{\max}$ 를 구해서 식(2-16c)에 대입하여 그것을 만족하는  $x$ 의 값이 바로 試驗線路를 요구적정률로 유지하도록 하는 개선지수가 된다.

식(2-13)과 식(2-15)를 식(2-16c)에 대입하면

$$\Delta v_a = \overline{\Delta v'} + y_{\max} \cdot \sigma'_{\Delta v p}$$

$$= \frac{\overline{\Delta v}}{x} + y_{\max} \left( -\sigma_0 + \sqrt{\sigma_0^2 + \frac{\sigma_{\Delta v}^2}{x^2} - \frac{2\overline{v_0} \cdot \overline{\Delta v}}{x}} \right) \quad (2-18)$$

식(2-18)에서  $x$ 를 구하면

$$x = \frac{-B + \sqrt{B^2 - 4AC}}{2A} \quad (2-19)$$

$$A = (\Delta v_a^2 + 2y_{\max} \Delta v_a \sigma_0)$$

$$B = -2(\Delta v_a \overline{\Delta v} + y_{\max} \sigma_0 \overline{\Delta v} - y_{\max}^2 \overline{v_0} \overline{\Delta v} + y_{\max}^2 \overline{v_0} \cdot \overline{\Delta v})$$

$$C = (\overline{\Delta v}^2 - y_{\max}^2 \sigma_{\Delta v}^2)$$

식(2-19)의  $x$ 의 값에 따라 線路容量(줄기)를 현재의 것보다  $x$ 배하거나 또는 現在の 負荷容量을  $1/x$ 배로 運用하여야 요구되는 適正率條件이 만족하므로 다음과 같이 線路의 運用을 改善하면 된다.

a)  $0 < x \leq 1$ 의 경우

이 경우는 現在の 負荷容量이 線路의 容量에 미달됨을 표시하는데 이 線路는 現線路容量으로 同一 適正率條件에서 負荷容量을 現在 것의  $1/x$ 배 증가시킬 수 있는 良好한 線路이다.

예를들면  $x=0.8$ 인 경우 이 선로는 現在 負荷보다  $1/0.8 (=1.25)$ 배까지 負荷를 증가시켜도 요구되는 適正率을 만족하는 양호한 線路이다.

b)  $1 < x$ 의 경우

이 경우는 現在の 負荷容量이 線路의 容量보다 초과함을 표시하는데 이 線路는 現線路容量으로 요구되는 適正率로 改善하려면 負荷容量을 現在の 것보다  $1/x$ 배로 감소시키거나 또는 線路容量(줄기)을  $x$ 배 증가시켜야 하는 不良한 線路이다.

예를들면  $x=1.2$ 인 경우 이 선로는 現在 負荷보다  $1/1.2 (=0.83)$ 배 負荷를 감소시키거나 또는 線路容量(줄기)을 1.2배 보장해야 요구되는 適正率을 만족하는 線路이다.

이상에서 식(2-17), (2-18)에 의하여 電壓降下의 허용치(요구치)  $\Delta v_a$ 가 주어지면 시험선로의 현상태의 適正率을 구할 수 있고 또 適正率의 미달시는 요구되는 適正率  $Z$ 가 주어지면 시험선로의 改善에 관한 개선지수  $x$ 를 알 수 있게 되어 시험선로의 電壓降下에 대한 전반적인 判定을 할 수 있다.

따라서 本判定式을 有効하게 活用하려면 피시험선로에 대한 요구허용전압강하  $\Delta v_a$ 와 요구적정률을 먼저 결정하는 것이 필요하다고 본다.

3. 事例研究

本事例研究에서는 柱上變壓器이후의 低壓配電線路의 最初負荷分岐點(始點)과 말단(終點)의 電壓이 許容電壓變動範圍 즉  $\pm 6\%$ 이내로 들어가도록 하는 容量의 線路인가를 判定하는 것으로 하여 식(2-17a) 및 식(2-18)의  $\Delta v_a$ 는  $12\%$ 로 취하였다. 그리고 요구적정률에 대해서는 [그림 2-6]에서 보는 바와 같이  $\sigma_{\Delta v}$ 의 倍數  $y_{max}$ 가 2인 경우는 適正率이  $97.73\%$ 가 허용범위내에 들어가게 되는데  $\sigma_{\Delta v}$ 의 倍數를 3이상으로 할때는  $\Delta v_a$ 의 범위내에 들어가는 率이  $x$ 의 값의 증가에 비해서 그 증가 정도는 적은 대신에 많은 시설투자의 필요 등으로 비경제적이고 반면에  $\sigma_{\Delta v}$ 의 倍數를 1로 하면 適正率이  $82.14\%$ 로 적으므로 線路의 적정여부를 判定하기에는 미흡하기 때문에 配電線路의 요구적정률은  $y_{max}(\sigma_{\Delta v}$ 의 倍數)를 2로 취한 경우의 값인  $97.73\%$ 로 보고 試驗線路의 適正性을 解析 하였다.

3-1 試驗地域別 測定事項

(1) 測定場所

- A 지역 : 광주지역 주택가 A
- B 지역 : 광주지역 주택가 B
- C 지역 : 광주지역 번화가 A
- D 지역 : 광주지역 번화가 B

(2) 測定日時

- A 지역 : 1981년 4월 24일 00시 00분 ~ 4월 25일 24시 00분 (48시간)
- B 지역 : 1981년 5월 5일 00시 00분 ~ 5월 6일 24시 00분 (48시간)
- C 지역 : 1981년 3월 14일 00시 00분 ~ 3월 15일 24시 00분 (48시간)
- D 지역 : 1981년 3월 14일 00시 00분 ~ 3월 15일 24시 00분 (48시간)

(3) 測定 및 測定値利用方法

電壓記錄計로 A點電壓과 B點電壓을 測定한 電壓記錄紙에서 30分 간격으로 30分 동안의 平均値를 48時間(96番)을 판독하였다.

3-2 測定値에 의한 判定計算

시험선로의 始點電壓  $v_0$ 와 終點電壓  $v_1$ 을 測定한 資料에서 앞의 2章에서 제시한 判定式에 따라 計算하여 현상태의 適正率  $Z_p$ 와 개선지수  $x$ 를 구하고 또 判定結果를 확인하는 뜻에서  $v_0, v_1, \Delta v$ 에 대한 시간대별 변동상태를 표시하도록 하였다.

(1) 4개 지역 판정계산 결과 비교표

3-1에서 설명한 4개 지역에 대한 계산결과를 비교, 요약하면 [표 3-1]과 같다.

표 3-1. 4개 地域 判定計算 結果 比較表  
Table 3-1. The result of case study

地 域 別	A 地 域	B 地 域	C 地 域	D 地 域	
$v_0$	1.162969	1.071026	1.035082	1.034476	
$\sigma_0$	0.01438999	0.01232109	0.03014627	0.03024274	
$v_1$	1.130937	1.042371	0.952784	0.953410	
$\sigma_1$	0.01275393	0.01044288	0.06796098	0.06844981	
$\Delta v$	0.032031	0.028655	0.082299	0.081066	
$\sigma_{\Delta v}$	0.01273893	0.01216912	0.05713579	0.05700625	
現在 狀態의 適 正 率	$y_{max}$	53.8	48.63	0.997	1.02
	$Z_p$	99.99 %	99.98 %	82 %	82.5 %
적정율을 97.7% ( $y_{max} = 2$ )로 할 경우의 運용개선 지수	$x$	0.359166495	0.336975515	1.26209817	1.260386789
判 定	양 호	양 호	불 량	불 량	

3-3 計算結果의 考察

(1) A 地域 : 현재의 適正率( $Z_p$ )는 99.99%이고 改善지수  $x$ 는 0.359로서 요구 적정률을 97.7% ( $\sigma_{Jv}$ 의 倍數( $y_{max}$ )를 2로 할 경우)로 취할 때와 비교하면 기준을 상회하는 양호한 線路이며 만약 이 線路를 요구적정률(97.7%)로 運用할 경우는 現在負荷容量의 1/0.359 (=2.786)倍로 負荷를 증가할 수 있다.

(2) B 地域 : 현재의 適正率( $Z_p$ )는 99.98%이고 개선지수( $x$ )는 0.337로서 요구적정률을 위와같이 97.7%로 취할 때와 비교하면 기준을 상회하는 良好한 線路이며 요구적정률(97.7%)로 運用할 경우는 現在負荷容量의 1/0.337 (=2.967)倍로 負荷를 增加할 수 있다.

(3) C 地域 : 현재의 適正率( $Z_p$ )는 82%이고 개선지수( $x$ )는 1.262로서 요구적정률을 위와같이 97.7%로 취할 때와 비교하면 요구적정률에 미달되는 불량한 線路이며 만약 이 線路를 요구적정률(97.7%)로 運用하려면 現負荷容量을 1/1.262 (=0.792)倍로 감소시키거나 또는 線路의 等價抵抗은 現在の 것보다 1/1.262 (=0.792)倍로 개선되도록 線路를 보강해야 한다.

(4) D 地域 : 현재의 適正率( $Z_p$ )는 82.5%이고 개선지수( $x$ )는 1.261로서 요구적정률을 위와같이 97.7%로 취할 때와 비교하면 요구적정률에 미달되는 不良한 線路이며 만약 이 線路를 요구적정률(97.7%)로 運用하려면 現負荷容量을 1/1.261 (=0.793)倍로 감소시키거나 또는 線路의 等價抵抗을 現在の 것보다 1/1.261 (=0.793)倍로 改善되도록 線路를 보강해야 한다.

이와 같이 本判定式에 의한 判定結果는 試驗線路의 現상태에서의  $\bar{v}_0, \sigma_0, \bar{v}_1, \sigma_1, \bar{Jv}, \sigma_{Jv}$  및 전압 지속특성에서 보아 타당함을 보인다.

4. 結 論

실제 運用 되고있는 負荷가 임의로 분기된 樹枝式 配電線路에 있어서 最初부분기점(시점)에서 최종부분기점(종점)까지의 電壓降下에 대하여 現상태의 適正率과 그리고 전압조정 측면에서 요구되는 희망 적정률을 위한 運用改善指數를 本 研究에서 제시한 方法으로 始點과 終點의 電壓을 電壓記錄計 등으로 측정 한 자료에서 4개 지역에 대한 사례, 연구결과 및 평가이론에서 다음과 같은 결론을 얻었다.

(1) 4개 지역에서 대하여 試驗線路의 희망전압강하  $\Delta v_a$ 를 12%, 희망적정률( $Z_p$ )를 97.7% ( $\sigma_{Jv}$ 의 배수( $y_{max}$ )를 2로 할 경우)로 하여 本判定式을 適正한

結果 3章의 事例研究에서와 같이 判定結果는 신뢰도가 높음을 보인다.

(2) 線路의 電壓降下의 희망치 또는 허용치  $\Delta v_a$ 와 희망적정률을 事例研究에서는 위(1)항과 같이 특정한 값을 주어 검토하였으나 이들 값은 대상선로에 따라 電壓調整側面에서 다를 수가 있으므로 그 때마다 요구되는 값은 本판정식에 적용하면 그 線路에 대해서 適正性을 判定할 수 있게 된다.

(3) 本판정식은 대상시험선로에 있어서 시점과 종점간의 判定에 한하지 않고 시점과 종점사이의 검토가 요구되는 어느 2점간의 선로부분의 適正性判定에도 적용할 수 있다.

(4) 이상과 같이 실제 運用 되고있는 配電系統의 電壓調整에 있어서 本판정식을 적용하면 電壓調整結果의 검토 또는 실제상황에 맞는 電壓調整을 용이하게 할 수 있게 한다.

끝으로 本판정식은  $\bar{v}_0, \sigma_0, \bar{v}_1, \sigma_1, \bar{Jv}, \sigma_{Jv}$ 의 계산결과를 電壓變動의 分布가 정규분포(normal density)로 보고 도출한 것이나 電壓變動의 分布에 대한 어떤 확률밀도함수와 분포함수가 개발되면 그 특성을 고려하여 本판정식의 이론을 적절히 적용할 경우 判定結果는 더욱 신빙성을 갖게 될 것으로 본다.

參 考 文 獻

- [1] 省安堂編輯部; 電氣關係法規(省安堂) pp. 25-32, 1978年10月
- [2] 韓國電力公社; 標準設計 "電壓의 維持와 電壓降下率"
- [3] "Distribution systems" Westing House社 pp. 247-302
- [4] 配電電壓調整專門委員會; "配電線의 電壓調整と 管理" 電氣協同研究 第24卷 第4號 pp. 23-45, 昭和43年12月
- [5] 上原 健; 配電系統における 電壓改善 對策 電力 第49卷 第46號 pp. 177-185 昭和46年6月
- [6] 朴永文, 金龜脚; 配電工學(文運堂) pp. 47-54, 101-106, 1976年5月
- [7] 白龍鉉, 李光遇; 送配電工學(普成文化社) pp. 476-488, 1973年3月
- [8] 山田 光, 荊屋公明 計測工學(國民科學社) pp. 378-423 昭和51年12月
- [9] Athanzsios Papoulis; "Probability random variables and stochastic Process" (McGraw-Hill) pp. 58-110, 1965年