

각국의 단말장치 회선평형도 기술기준 비교분석

백승준* 김영태* 김용환**

목 차

- I . 개요
- II . 통신회선의 평형도 해석
- III . 각국의 평형도기술기준 분석
- IV . 결론

〈요 약〉

통신신호가 통신회선을 통하여 전파될 때, 선로에 불평형이 나타나는 경우 가입자 선로와 대지간에 유도전류가 발생하여 대지로 흘러가게 되며 통신망의 성능에 영향을 미치게 된다. 본고에서는 통신회선의 불평형정도를 나타내는 평형도에 관하여 그 개념을 기술하고 각국에서 제시된 기준을 비교·분석한다.

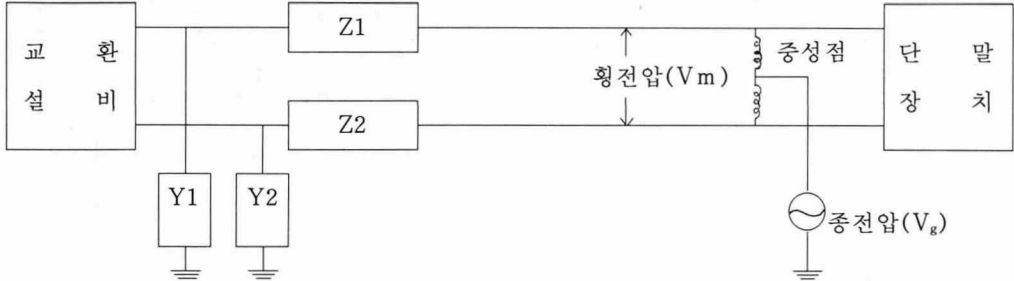
I . 개요

통신회선이 전력선과 중첩되는 경우, 인접한 통신회선간에 방해가 발생하는 경우 또는 대지 귀로방식인 통신회선에서 선로를 통하여 유기 전류가 발생하는 등의 경우에는 통신회선간에 임피던스 불평형이 나타나게 된다. 이때의 불평형은 통신선로의 양단에 전압차(횡전압)를 유발시키며, 회선양단에 발생된 횡전압을 원래 목적하는 통신신호에 부가되어 잡음등 통신품

* 정보통신표준연구센터 표준연구3실 연구원

** 정보통신표준연구센터 표준연구3실 실장

질을 저하시키는 원인이 되는데 그 구성도는 다음 <그림 1>과 같다.



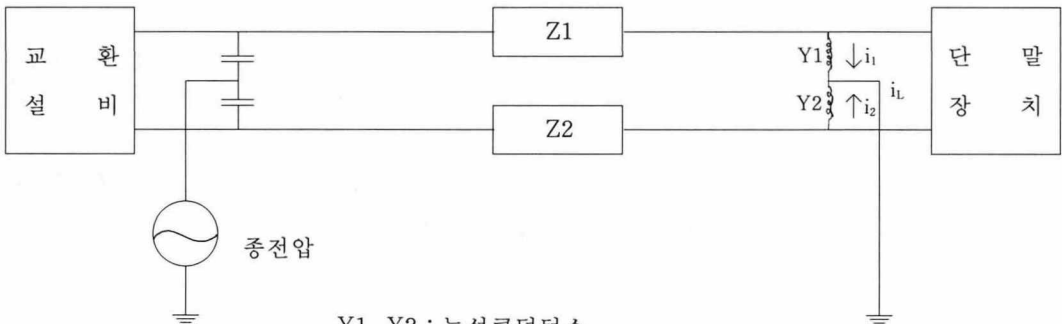
Z1, Z2 : 횡임피던스 (Metallic Impedance)
 Y1, Y2 : 종콘덕턴스 (Longitudinal conductance)

<그림 1> 통신회선의 평형도

II. 통신회선의 평형도 해석

이러한 통신회선의 불평형에 대한 영향을 방지할 수 있는 유일한 방법이 통신회선의 양선을 동등한 상태에 두는 것이며, 이에 대한 기술적 제한규정으로 통신회선 양단의 전압(횡전압)과 통신회선의 중성점과 대지간의 전압(중전압)의 대수비를 통신회선의 평형도로 규정한다.

통신회선의 중전압은 통신회선과 대지간의 임피던스의 높고 낮음에 따라 그 크기가 다르며 이에 따른 회선평형도의 해석도 다르게 적용되는데 다음 <그림 2>는 누설콘덕턴스의 차이에 따라 회선평형도가 달라지는 개념을 나타낸다.



Y1, Y2 : 누설콘덕턴스
 Z1, Z2 : 선로임피던스
 i_1, i_2 : 통신회선의 종전류성분
 i_L : 종전류(i_1, i_2)

<그림 2> 중전압이 통신회선에 미치는 영향

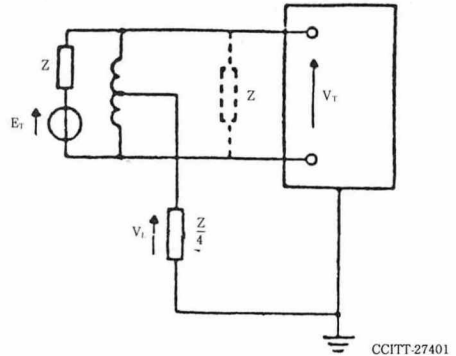
위 (그림 2)에서 i_1 과 i_2 가 같을 경우는 통신회선이 평형을 유지한 상태이며 종전류가 두 선로를 따라 통신회선의 종단에 도달하였을 때 이 전류들은 서로 감소되어 도체신호(metallic signal)에는 전혀 손실이 없게 된다. 또한 i_1 과 i_2 가 차이가 있어 종전류 i_L 이 발생될 경우는 통신회선의 종단에 그 영향이 있게 된다. 그러나 종전류가 발생되더라도 누설콘덕턴스가 선로임피던스에 비하여 무척 작을 경우에는 통신회선이 불평형을 이루고 있더라도 통신회선의 종단에는 그 영향이 거의 없게 된다. 이것을 각 경우별로 나타내면 다음과 같다.

즉, $Z_1 = Z_2$ 인 경우 : 통신회선이 평형상태를 유지함으로써 종전압에 따른 도체신호의 손실은 전혀 없게 된다.

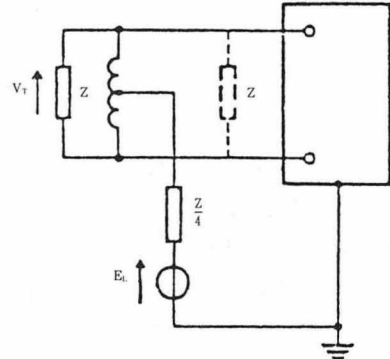
$Z_1 \neq Z_2$ 인 경우 : 통신회선의 불평형정도에 따라 종전압에 의하여 잡음이 부가된다.

$Z_1 \neq Z_2, Z_1$ 및 $Z_2 \gg Y_1$ 및 Y_2 인 경우 : 통신회선은 불평형상태이나 종전류가 상대적으로 작은 값을 가지므로 그 영향은 무시할 수 있게 된다.

단말장치를 포함하는 통신회선의 불평형은 여러방법으로 측정되어질 수 있다. 첫번째로, 평형유지의 관점에서 피측정대상의 불평형이 통신망에 미치는 위해정도로 평형도를 표현할 수 있으며, 이것을 위한 측정회로는 전압원이 피측정대상의 양단자간에 가해지게 되는 다음 (그림 3)과 같이 나타낼 수 있다. 또한, 양선과 대지와와의 사이에서 유기되는 종전압으로부터의 간섭에 대한 반응정도를 평형도로 표현할 수 있으며, 이것을 위한 측정회로는 전압원이 피측정대상의 양선간의 중성점에 가해지게 되는 다음 (그림 4)와 같이 나타낼 수 있다. CCITT에서는 권고 G.117을 통하여 이 규정들을 각각 횡변환손실(LCL)과 종변환손실(TCL)로 구분하여 측정방법에 대한 정의를 달리하고 있다.



$$\text{횡 변환 손실 (TCL)} = 20 \log_{10} \left| \frac{1}{K} \right| = 20 \log_{10} \left| \frac{V_T}{V_L} \right| \text{ dB}$$



$$\text{종 변환 손실 (LCL)} = 20 \log_{10} \left| \frac{1}{C} \right| = 20 \log_{10} \left| \frac{E_L}{V_T} \right| \text{ dB}$$

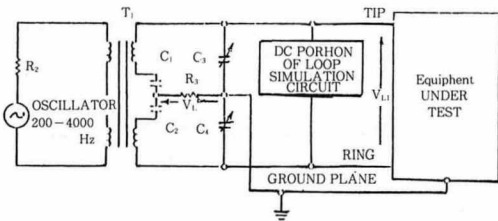
(그림 4) 횡변환손실(TCL)과 종변환손실(LCL)

Ⅲ. 각국의 평형도 기술기준 분석

1. 국제전신전화자문위원회(CCITT)

CCITT G. 117에서는 One-Port 및 Two-Port Network의 임피던스불평형에 관하여 몇가지 측정기준들을 제시하고 있다. 이 기준들은 측정회로의 임피던스값에 대하여 특정값을 제시

다. 이 FCC 규정 Part 68중 평형도에 대한 기준은 Part 68.310에서 다루고 있으며, 음성대역을 사용하는 단말장치와 디지털서비스용 단말장치를 구분하여 적용하는데 단말장치 종류별로 그 기준치는 약간의 차이가 있으나 200-1,000 Hz의 측정주파수에서 60dB 이상, 1000-4000 Hz에서 40 dB 이상으로 하고 있다. 이 기준은, 유기되는 종전압으로부터의 간섭에 대한 단말장치의 반응도를 나타내는 CCITT G.117의 종변환손실(LCL)이나 IEEE Std.455-85에서 정의되고 있는 평형도와는 그 측정회로에 차이점이 있으며 다음 <그림 8>과 같이 나타난다.



- T1 : W.E.Co. # 111C 또는 119E
- C1, C2 : 8uF
- C3, C4 : 100-50pF 가변 Capacitor
- Osc. : 전원발생기(내부저항<600 ohms)
- R2 : R1 + R2 = 600 ohms
- R3 : 500 ohms

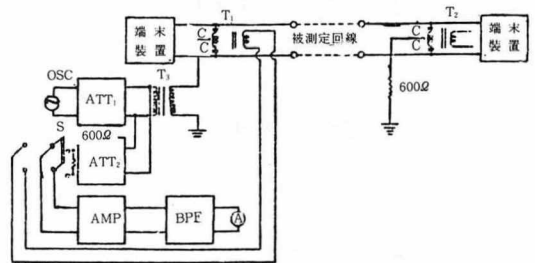
<그림 8> 평형도 측정회로(FCC CFR Part 68.310)

위 <그림 8>에서 신호전원은 음성대역 이내의 전압원이 피측정대상의 중성점이 아닌 양단자간에 주어지며, 피측정대상의 불평형이 통신망에 미치는 위해정도를 나타내고자 하는 것이어서 CCIT G.117의 횡변환손실(TCL)과 관련을 가진다. 그리고 CCITT G.117에서는 종단저항과 Tip과 Ring 간의 저항을 1:4로 규정하고 있으나, 이 경우는 1:1로 하고 있으며 측정회로내 각 Element들의 자체 저항을 보완키 위하여 종단저항은 600오옴 대신 500오옴으로

규정하고 있다.

4. 일 본

일본의 경우 통신회선의 평형도를 CCITT G. 117의 종변환손실(LCL)과 관련하여 측정회로 및 방법을 설정하고 있으며, 1000Hz의 기준주파수에서 34dB이상으로 그 기준을 제한하고 있고, 통신회선의 종류나 데이터 전송방식 또는 방해회선의 몇가지 경우에 따라 예외규정을 두고 있다. 또한 일본의 경우, 단말장치에 관하여서는, 단말장치와 선로와의 접속점에 평형용 변성기를 설치하고 있는 경우와 설치하고 있지 않은 경우로 분리하여, 평형용 변성기를 설치한 경우 단말장치를 피측정대상에서 제외하고, 별도의 단말장치에 대한 평형도 관련 제한규정을 설정하지 않고 있으므로 통신망 전체의 평형유지 측면에서 통신선로의 회선평형도를 주 대상으로 하고 있다. 평형용 변성기를 설치하지 않는 경우의 측정회로는 다음 <그림 9>와 같이 나타난다.

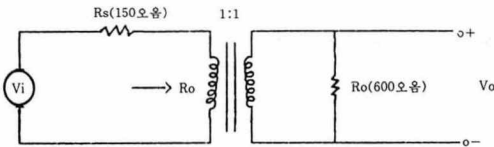


<그림 9> 평형도 측정회로(일본우정성 고시 제74호)

위 <그림 9>에서 종단저항은 600ohms으로 나타나며, T1과 T2에 의해 선로 저항 역시 600 ohms내외의 값을 갖도록 함으로서, CCITT G. 117의 종변환손실(LCL) 및 IEEE Std.455-85에서 제시되는 측정회로에서 종임피던스(LCL) 및 횡임피던스(TCL)가 4:1의 관계를 가지는데

비하여 일본의 경우 1:1의 관계를 갖도록 하는 차이점이 있다.

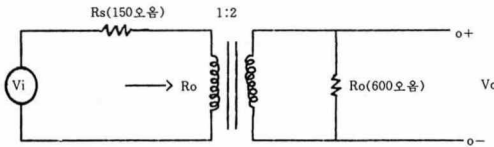
통신회선에서 신호전송시에는 power의 손실을 최소화하여 최대공급전력을 확보하기 위해 임피던스를 동일하게 하여 전압, 전류에 의한 반사손실을 방지하여야 한다. 또한 접속되는 두 회로의 임피던스가 동일하지는 않으나 일정 비율을 가지는 경우 다음 (그림 10)과 같이 transformer의 비를 변화함으로써 임피던스 정합을 유지할 수 있다.



$$P_{in} = \frac{V_i}{R_s} = \frac{V_i}{600}, \quad P_o = \frac{V_o}{R_o} = \frac{V_i}{600},$$

$$\therefore P_{in} = P_o$$

a) 횡, 종임피던스가 1:1로 구성되는 경우



$$P_{in} = \frac{V_i}{R_s} = \frac{V_i}{150}, \quad P_o = \frac{V_o}{R_o} = \frac{4V_i}{600} = \frac{V_i}{150},$$

$$\therefore P_{in} = P_o$$

b) 횡, 종임피던스가 4:1로 구성되는 경우

〈그림 10〉 임피던스의 차이에 따른 Transformer의 변화

위 그림 b)에서는 transformer로 접속되는 두 회로의 저항이 4:1의 관계가 있을 때 임피던스 정합을 위해 2:1인 transformer로 접속되고 있으며, 이때 전력손실은 최소화 될 수 있다.

두 회로가 각각 1:1, 1:2인 transformer로 접속되어 임피던스 정합을 유지하고 있을때,

이를 비교하여 보면, 두 관계에서 다른 조건은 동일할 때 우리는 두 관계의 평행도에 대하여 일정한 차이가 있음을 확인할 수 있다. 위 그림 a)의 평행도를 α 라 할때 b)의 평행도는 다음식 (3)과 같이 나타낼 수 있다.

$$\text{평행도a} = 20 \log \frac{V_{i1}}{V_{o1}} = \alpha \text{ (dB)} \quad \dots\dots (2)$$

$$\begin{aligned} \text{평행도b} &= 20 \log \frac{V_{i1}}{V_{o2}} = 20 \log \frac{V_i}{2V_{o1}} \\ &= 20 \log \left[\frac{V_{i1}}{V_{o1}} + \frac{1}{2} \right] \\ &= \alpha + 20 \log \frac{1}{2} = \alpha - 6.02 \text{ (dB)} \\ &\dots\dots\dots (3) \end{aligned}$$

위 식 (2) 및 (3)으로 부터 횡임피던스와 종임피던스의 비가 1:1인 경우와 4:1인 각 경우에 대하여 회선평행도는 6.02dB의 차이가 있음을 알 수 있으며, 일본의 경우 평행도의 측정회로는 횡·종임피던스 비가 1:1이며 CCITT G.117의 경우 4:1의 값을 가지므로 CCITT의 회선평행도 제한기준을 40dB로 간주하고 그들의 기준을 주파수 1,000 Hz에서 34dB 이상으로 설정하였다.

IV. 결 론

본고에서는 통신회선의 불평형정도를 나타내는 평행도에 관하여 CCITT G.117의 횡변환손실(TCL)과 종변환손실(LCL)을 중심으로 그 개념을 기술하고, 국제 표준기관에서 제시된 기준에 대하여 CCITT(권고 K10, G117), IEEE(Std.455-85), 그리고 FCC(CFR Part 68.310), 일본(우정성 고시 제74호)에서 주어진 평행도 기준치의 측정회로에 관하여 그 차이점을 조사·비교하였다. IEEE와 일본의 평행도 기준은 CCITT G.117의 종변환 손실(LCL)을 따르고 있으며,

FCC의 평형도 기준은 CCITT G.117의 횡변환 손실(TCL)과 동일한 측정모델하에서 측정대상,

기준치 및 기준주파수를 아래 <표 1>과 같이 각각 달리 설정하고 있다.

<표 1> 각국의 평형도기준 비교

분 류	변환방식	중단조건(ohms)		기 준	적용 대상
		횡중단	종중단		
CCITT(K.10)	종변환손실(LCL)	Zm	Zm/4	600-3400Hz에서 46dB 이상	회선, 단말
일 본(설비령)	종변환손실(LCL)	600	600	1000Hz에서 34dB 이상	회선
미 국(FCC CFR Part 68.310)	횡변환손실(TCL)	600	500	200-1000HZ에서 40dB이상 1000-4000Hz에서 60dB 이상	단말
IEEE(Std.455-85)	종변환손실(LCL)	738	184	600-4000Hz에서 54dB 이상 (Octabe당 6dB)	회선, 단말
우리나라 (설비설치기준 및 단말장치편)	종변환손실(LCL)	Zm	Zm/4	1000Hz에서 46dB 이상	회선, 단말

우리나라의 경우는 통신회선 및 단말장치의 평형도 기준에 대하여, '90년 7월 입법예정으로 있는 "전기통신설비의 기술기준에 관한 규칙 개정(안)"에서 1KHz를 기준주파수로 하여 46dB 이상일 것을 규정함으로써 주파수대역별로 규제하지는 않고 있으며 측정회로에 대한 모델은 CCITT K.10 및 G.117의 종변환 손실(LCL)을 제시하고 있다.

CCITT에서는 평형도를 논함에 있어서 통신회선의 "Electromagnetic Distuburance에 대한 Immunity"를 평형도 기준을 설정해야 하는 이유 또는 제한 규정에 대한 목적으로 함으로써, 통신회선의 전송품질 및 통화품질을 저하시키는 정전 및 전자적 제반요인을 불평형의 원인으로 표현하여 평형도를 통신회선에 대한 포괄

적인 특성지수로 나타내고 있다. 또한 미국, 독일, 일본 등 국가의 경우 1960년대 부터 통신회선의 평형도를 애널로그 전기통신망에 대한 포괄적인 관리 factor로서, CCITT의 제 5, 13 연구반을 통한 국제적인 연구와 병행하여 다양한 국내연구를 수행하여 왔으며, 최근에 들어서는 ISDN에 대한 불평형 관련 연구가 수행되고 있다. 통신회선의 평형도와 관련하여 진행되고 있는 이러한 국제현황에도 불구하고, 국내의 경우 평형도에 대한 연구 및 자료 확보가 미비한 실정이므로 통신회선에 대한 평형도의 중요성에 맞추어, 국내 전기통신망을 고려하여 통신회선의 평형도와 관련한 연구가 적절히 수행되어야 겠다. (본고는 "통신회선의 평형도 기술기준 조사·분석"에 대한 1편으로 쓰

여졌으며 “평형도 기술기준 분석”(제2편) 및 “평형도기술기준 설정 및 제시”(제3편)가 추후 예정되어 있다.)

참 고 문 헌

1. IEEE, “Standard Telephone Loop Performance Characteristics”, std. 820-84, 1984.
2. Robert E. Coiin, *Field Theory of Guide Waves*, McGraw-Hill Book Company, 1970.
3. IEEE, “IEEE Standard Procedure for Measuring Longitudinal Balance of Telephone Equipment Operating in the Voice Band”, std. 455-85, 1985.
4. EIA, “Telephone Instruments with Loop Signalling”, std. 470-A, 1987.
5. ETRI, 일본의 전기통신 단말기 적합인증 기술기준 및 기술적 조건 해설, 1988.
6. Martin A. Planus, *Applied Electromagnetics*, McGraw-Hill Book Company, 1978.
7. ITU, *Transmission Planning of Switched Telephone Networks*, 1976.
8. Bell System Center for Technical Education, *Telecommunications Transmission Engineering*, 1973.
9. Bell Laboratories, *Transmission Systems for Communications*, 1982.
10. D. E. Robinson and J. A. Olszewski, “Noise Currents Due to Longitudinal Unbalance in Paired Telephone Cables”, *NTC Conference Board*, 1979.
11. FCC, Code of Federal Regulations, FCC Part 68, 1985.