

국내외 고조파 관리 기준 현황 분석

김세동 <두원공과대학 교수/기술사>

1 개요

고조파는 전력 계통에 공해와 같은 것으로, 계통 내에 과도한 양의 고조파를 발생하는 고조파 발생원이 있거나, 계통이 공진 조건을 갖추고 있는 경우, 또는 고조파 전압·전류에 극히 약한 기기가 있는 경우에 심각한 문제를 일으킨다. 따라서 고조파에 대한 관리의 필요성이 절실해지고 있다.

과거에는 전력전자기술이 광범위하게 사용되지 아니하였기 때문에 고조파 규제는 크게 문제되지 않았으나, 현재에는 전력전자 기술의 눈부신 발전에 힘입어 가정에서 사용되는 가전기기 및 개인용 컴퓨터를 비롯하여 업무용 빌딩, 산업시설 등에서 고조파 발생이 보편화되어 가고 있는 추세이다. 따라서 고조파 규제도 이러한 점을 감안하여 송배전계통이 안정적으로 유지될 수 있도록 고조파 허용값을 합리적으로 재설정하여야 한다는 필요성이 제기되고 있다.

계통에 존재하는 고조파의 양이 증가하면, 계통에 연결되는 각종 기기들에 피해를 주게 된다. 따라서 배전 계통으로서의 왜곡의 제한값(관리 기준값)이라는 일반성을 가진 기준값으로 설정하고, 고조파 관리에 따른 여러 측면을 이 기준에 적합하도록 조정하여, 이를 통해 계통 전체의 합리성을 고려하는 방법을 모색하여야 한다.

본고에서는 국내외의 기준 현황과 IEC 및 IEEE에서

정하고 있는 고조파 관리기준 현황을 살펴보고자 한다.

2. 국내 현황

2.1 전기공급약관의 규정 사항

고조파, 전압불평형, 플리커 장애를 발생시키거나, 발생시킬 우려가 있는 부하에 대하여, 전력을 공급하는 경우 이러한 장애를 방지할 수 있는 조정장치나 보호장치의 시설을 요구할 수 있는 제도적인 장치가 마련되어 있다. 이러한 제도는 다른 다수의 수용가에 전력공급 책임을 지고 있는 전력회사로서 어느 특정 수용가의 전력 공급으로 인하여 여러 수용가가 피해를 입지 않도록 관리하기 위함이다.

전력 품질 저하를 규제할 수 있는 근거는 전기 공급약관이다. 이 약관은 전기사업법 제16조(전기의 공급약관)에 의거 전기의 공급자인 일반 전기사업자(한국전력공사)와 전기의 사용자인 고객, 즉 전기사용 양자의 전기 사용에 관한 권리 의무 관계를 정하고 있는 부합계약이다. 이 전기공급약관은 전기공급사와 전기사용자 간에 계약 조건이며, 모든 전력사용 고객이 전력사용 신청시 이 규정의 조건을 수락한다는 조건으로 전력 공급을 승낙 받아 수급 계약을 체결할 수 있기 때문이다.

전기공급약관 제39조에서 정하고 있는 고조파에 관련한 규정을 들면 다음과 같다.

전기공급약관 제39조(전기사용에 따른 보호장치 등의 시설)

고객이 다음 중 하나의 원인으로 다른 고객의 전기사용을 방해하거나 방해할 우려가 있을 경우 또는 한전의 전기설비에 지장을 미치거나 미칠 우려가 있을 경우에는 고객의 부담으로 한전이 인정하는 조정장치나 보호장치를 전기사용장소에 시설해야 하며, 특히 필요할 경우에는 공급설비를 변경하거나 전용공급설비를 설치한 후 전기를 사용해야 한다.

1. 각 상간의 부하가 현저하게 평형을 잃을 경우
2. 전압이나 주파수가 현저하게 변동할 경우
3. 파형에 현저한 왜곡이 발생할 경우
4. 현저한 고조파를 발생할 경우
5. 기타 상기에 준하는 경우

부득이한 사유로 전기공급이 중지되거나 결상될 경우 경제적 손실이 발생할 우려가 있는 고객은 비상용 자기발전기, 무정전 전원공급장치(UPS), 결상보호장치, 정전경보장치 등 적절한 자체 보호장치를 시설할 필요가 있다.

2.2 고조파에 대한 허용 기준

고조파에 대한 허용 기준으로는 고조파 허용 잠정 기준을 근거로 작성된 한국전력공사의 영업처리 기준

이 있다. 고조파에 대한 관리를 위해 한국전력공사에서는 영업업무처리지침(1990.7.1)을 작성 시행하고 있으며, 세부 내용은 표 1과 같다.

표 1. 고조파 허용기준

항 목	계 통	지중선로가 있는 S/S에서 공급하는 수용가		가공선로만 있는 S/S에서 공급하는 수용가	
		전압왜형률(%)	등가방해전류(A)	전압왜형률(%)	등가방해전류(A)
66[kV] 이하		3	-	3	-
154[kV] 이상		1.5	3.8	1.5	-

[비고] 1. 전압 왜형률(THD : Total Harmonic Distortion) : 고조파 전압 실효치와 기본파 전압 실효치의 비로서 나타내며, 고조파 발생의 정도를 나타내는데 많이 사용된다.

$$THD = \frac{\sqrt{V_2^2 + V_3^2 + \dots + V_n^2}}{V_1} \times 100 [\%]$$

여기서 V_1 : 기본파 전압

V_2, V_3, \dots, V_n : 각 차수별 고조파 전압

2. 등가방해전류(EDC : Equivalent Disturbing Current) : 전력계통에서 발생한 고조파는 인접해 있는 통신선에 영향을 주며, 통신선에 영향을 주

는 고조파 전류의 한계를 등가방해전류로서 규제하고 있으며, 다음의 식과 같이 나타낸다.

$$EDC = \sqrt{\sum_{n=1}^{\infty} (S_n^2 \times I_n^2)} [A]$$

여기서, S_n : 통신 유도 계수

I_n : 영상 고조파 전류

고조파 발생이 예상되는 수용가(고조파 발생 수용가)는 전압 왜형률 및 등가 방해 전류 예측 계산서를 공급개시 3개월 전에 전력회사에 제출하여 검토를 받아야 한다. 한전 영업부서는 예측 계산에 필요한 자료를 접수되면, 관련 부서(배전부서 등)의 검토를 받아

특집 : 전기설비 기술기준 개정

그 결과를 고객에게 통보하되, 예측 계산치가 허용기준치를 초과할 때에는 수급 개시 전에 대책을 강구한 후 송전 조치하도록 하고 있다. 적용 대상과 적용 기준은 다음과 같다.

가. 적용 대상

- 1) 66(kV) 이상 및 한전의 변전소에 전용으로 공급하고 고조파를 발생하는 전력변환장치를 시설하는 신증설 고객
- 2) 전력변환장치란 사이리스터 등에 의하여 AC를 DC로 변환하는 기기 및 위상, 주파수를 변환하는 기기 등을 말한다.

나. 적용 기준

고조파의 예측 계산, 공급 조건 등 이에 관련한 사항은 고조파 허용 잠정 기준(1982.6 제정)에 준한다.

다. 고객 제출 자료

- 1) 고객의 고조파 예측 계산서
- 2) 고객 구내 단선계통도(선로 공장, 규격, 전압, 용량 등 표시)
- 3) 고조파 발생기기의 형식, 용량, 결선 방식, Pulse수
- 4) 공급 변압기 용량, 임피던스, 결선 방식
- 5) 제어 방식 및 제어각
- 6) 기기의 시간별 운전 및 사용계획서
- 7) 기타 고조파 계산에 필요한 자료

(1) 선로 자료(Data)

- 선로 종류
- 공장
- 단위 길이당 저항($[\Omega/\text{km}]$)
- 단위 길이당 리액턴스($[\Omega/\text{km}]$)
- 단위 길이당 캐패시턴스($[\Omega/\text{km}]$)
 - 고객 구내의 모든 선로 (모선, 저압선로 포함)

(2) 부하 자료

- 용량
- 부하의 종류 및 용도
- 일부하율(산출근거 포함)

○ 역률

- 고객 구내의 부하 기설, 신·증설부하 포함
- 단선 계통도에 표시 후 별도표 작성

(3) 기타 자료

- 자가발전기(열병합 발전기 포함) 보유 고객
 - 자가 발전기 종류
 - 자가 발전기 출력
 - 자가발전기 횡축 차과도리액턴스($[\%]$)
 - 자가발전기의 직축 차과도리액턴스($[\%]$)
- 무효전력 보상기(SVC) 보유 고객
 - SVC 용량
 - SVC의 변압기 누설 $[\%]$ 임피던스

3. IEC 및 IEEE의 고조파 관리기준

3.1 전압왜형률과 고조파 검토 면제 기준값

3.1.1 IEC 61000-3-6에서 정하고 있는 전압왜형률과 고조파 검토 면제 기준값

1) 전압왜형률

가) 양립성 레벨

일반적으로 전기·전자장치 또는 시스템은 자신이 다른 기기 장치, 시스템에 대하여 방해원으로서 장해를 줄 수 있는 가능성과 더불어 반대로, 다른 시스템 등의 방해원으로부터 장해를 받을 수 있어 양쪽의 가능성을 모두 가지고 있다.

따라서 EMC(Electromagnetic Compatibility : 전자적 양립성)라 함은 전자파적으로 본 2가지 측면, 즉 장비가 주어진 환경에서 목적하는 원활한 동작을 하기 위해서는 외부로 장해를 유발하지도 않고 일정 수준의 전자파 환경에서도 오동작없이 잘 견디어야 한다는 의미를 가지고 있다(즉 개개의 기기에 대하여 전자적 노이즈 발생량 규제(Interference)와 전자적 노이즈를 받은 경우의 내량(Susceptibility)의 양쪽을 규제하고 있다).

그러나 전기 전자기기에는 장해 전자파의 발생원이 많고, 또한 피해를 받는 기기의 종류도 다양할 뿐만 아니라 장해의 정도도 기기에 따라서 제각기 다르므로 모든 기기에 공통적으로 적용할 수 있는 전자파 내성 한계치를 결정하기란 대단히 곤란하다.

IEC에서 정하고 있는 양립성 레벨은 네트워크 및 네트워크에 연결된 기기를 포함하는 전 계통에서, EMC를 보장하기 위하여 어떤 공급 네트워크 혹은 네트워크에 의해 공급받은, 혹은 네트워크의 일부에 있는 기기에 대해 내성(면제)과 유출에 대한 기준값

을 나타낸다. 양립성 레벨은 95(%)의 확률에서 존재하는 전기 자기적 양립성을 성립시키기 위해, 어떤 전기 자기적 소란에 관한 규약값이다.

전력회사는 항상 네트워크의 모든 점에서 제어할 수 없다는 사실을 고려해야 하고, 양립성 레벨에 대한 평가는 System-wide Basis 차원에서 이루어져야 하며, 어떤 특정한 위치에서 평가할 수 없다. 표 2는 저압(≤ 1 [kV])과 중압(1 [kV] $< U_n \leq 35$ [kV]) 계통에서 고조파 전압에 대한 양립성 레벨을 나타낸 것이다.

표 2. 저압과 중압 계통에서 고조파 전압(정격 전압의 비율)에 대한 양립성 레벨

기수 고조파(3의 배수가 아닌 것)		기수 고조파(3의 배수)		우수 고조파	
차수(h)	고조파 전압(%)	차수(h)	고조파 전압(%)	차수(h)	고조파 전압(%)
5	6	3	5	2	2
7	5	9	1.5	4	1
11	3.5	15	0.3	6	0.5
13	3	21	0.2	8	0.5
17	2	> 21	0.2	10	0.5
19	1.5			12	0.2
23	1.5			> 12	0.2
25	1.5				
> 25	$0.2 + 1.3 \cdot (25/h)$				

[비고] 종합 고조파 변형률 : 8(%)

[비고] 저압(≤ 1 [kV]), 중압(1 [kV] $< U_n \leq 35$ [kV]), 고압 (35 [kV] $< U_n \leq 230$ [kV])
초고압(230 [kV] $< U_n$)

나) 고조파 환경 목표 레벨(Planning Levels)
Planning Levels은 모든 수용가 부하로 인하여 공급 계통의 영향을 평가하는데 있어서 적용되는 레벨이며, 양립성 레벨보다 같거나 보다 작은 범위이다. 일반적으로 Planning Levels은 계통의 모든 전압 레벨에 대해 전력회사에서 구체화하여 정하게 되고,

양질의 전력 품질을 유지하기 위한 차원에서 고려된다. Planning Levels은 계통의 구조 및 상황에 따라 다르기 때문에 지시값으로만 주어진다. 예로서 표 3은 중압과 고압(35 [kV] $< U_n \leq 230$ [kV]), 초고압(230 [kV] $< U_n$)에 있어서 고조파 전압에 대한 Planning Levels을 나타낸 것이다.

표 3. 중압, 고압 및 초고압 계통에서의 고조파 전압에 대한 Planning Levels의 지시값

기수 고조파(3의 배수가 아닌 것)			기수 고조파(3의 배수)			우수 고조파		
차수[h]	고조파 전압[%]		차수[h]	고조파 전압[%]		차수[h]	고조파 전압[%]	
	중압	고압, 초고압		중압	고압, 초고압		중압	고압, 초고압
5	5	2	3	4	2	2	1.6	1.5
7	4	2	9	1.2	1	4	1	1
11	3	1.5	15	0.3	0.3	6	0.5	0.5
13	2.5	1.5	21	0.2	0.2	8	0.4	0.4
17	1.6	1	> 21	0.2	0.2	10	0.4	0.4
19	1.2	1				12	0.2	0.2
23	1.2	0.7				> 12	0.2	0.2
25	1.2	0.7						
> 25	0.2+0.5(25/[h])	0.2+0.5(25/[h])						

[비고] 종합 고조파 변형률 : 중압 네트워크에서 6.5[%], 고압 네트워크에서 3[%]

2) 고조파 검토 면제 기준값

가) 수용가의 계약전력과 공통결합점 위치에서의 단락용량을 기준

다음의 조건이 충족되면, 비선형 부하의 종류와 크기에 관계없이 수용가에 전력을 공급한다.

$$S_i / S_{SC} \leq 0.1[\%]$$

여기서 S_i : i 수용가의 계약전력

S_{SC} : 공통 결합점(PCC)에서의 단락용량

[비고] $S_{SC}/S_i = R_{SC}$ 의 변환율을 사용하고, $R_{SC} \geq 1000$ 의 조건을 만족하는 곳에는 고조파 검토를 면제하고 있다. IEEE 519(3.3.2항)에서는 단락비 ($SCR = I_{SC} / I_L = PCC$ 에서의 단락전류/PCC에서의 최대부하전류(기본파))로 나타내고 있으며, $I_{SC} / I_L > 1000$ 의 경우 TDD는 20[%] ($V_n \leq 69$ [kV]), 최대 각 고조파 전압은 0.05~0.1[%] 범위에 있다는 의미이고, 작은 수용가들이 많이 연결된 경우를 의미한다.

나) 비선형 부하용량과 PCC 위치에서의 단락 용량을 기준

이 방법은 'weighted distorting power', S_{Dwi} (수용가 설비 내에서 비선형 부하의 정도를 나타내는 특성값임)를 계산하는 것이다. 표 4는 고조파 발생 부하에 대한 weighting factor w_j 을 나타내며, 이것을 이용하여 다음과 같이 계산한다.

$$S_{Dwi} = \sum S_{Dj} \cdot w_j$$

여기서 S_{Dj} : (i) 시설에 있어서 개개의 비선형 기기(j)의 전력이다.

w_j : Weighting factor

고조파 발생 부하의 특성이 잘 알려지지 않은 경우에는 가중치 2.5를 가정할 수 있다. 수용가의 공급 승인은 다음의 식과 같이 공통 결합점에서 단락 용량과 weighted distorting power와 비교하여 결정한다.

$$S_{Dwi} / S_{SC} \leq 0.1[\%]$$

표 4. 고조파를 발생하는 기기의 부하종류별 가중치 w_i

부 하 종 류	전류 왜형	가중치 지수 w_i
단상 전력공급기	80[%](높은 3차)	2.5
세미 컨버터	부분적인 부하에서 2차, 3차, 4차	2.5
6펄스 컨버터, 용량성 평활, 직렬리액터 없음	80[%]	2.0
6펄스 컨버터, 3[%] 이상의 직렬인덕턴스가 부착된 용량성 평활 또는 DC 드라이브	40[%]	1.0
전류 평활을 위해 대형 인덕터가 부착된 6펄스 컨버터	28[%]	0.8
12펄스 컨버터	15[%]	0.5
교류전압조정기	다양한 점호각	0.7
형광 조명	17[%]	0.5

[비고] IEEE 519(4.1.1항)에서는 고조파 발생 부하의 특성이 잘 알려지지 않은 경우에는 가중치 1.0을 가정하도록 규정하고 있으며, 아울러, 비선형 부하가 전체 부하의 5[%] 이상일 때 자세한 고조파 평가가 필요하다고 정하고 있다.

3.1.2 IEEE 519 및 IEEE 519(A)에서 정하고 있는 전압왜형률과 고조파 검토 면제 기준값

- 1) 전압왜형률 전력회사는 전체 시스템에서 전압의 품질을 유지할 책임이 있고, 표 5는 IEEE 519(A)에서 정하고 있는 전압왜형률의 가이드 라인을 나타내고 있다.

표 5. 기본파전압의 [%]로 표현되는 고조파 전압왜형률의 제한값

PCC에서의 모선 전압	각 고조파 전압왜형률[%]	총 전압왜형률-THD _{Vn} [%]
69[kV] 이하	3	5.0
69[kV] 초과 161[kV] 이하	1.5	2.5
161[kV] 이상	1.0	1.5

THD는 다음과 같이 정의된다.

$$THD_{Vn} = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{\infty} V_h^2}}{V_n} \times 100 [\%]$$

- 여기서 V_h : 각 차수의 고조파 전압 크기(실효값)
- h : 고조파 차수
- V_n : 정격 시스템전압의 실효값

2) 고조파 검토 면제 기준값

제한된 양의 고조파를 발생하는 수용가는 자세한 평가없이 공급을 허용할 수 있으며, 비선형 부하 용량은 다음과 같이 계산한다.

$$S_{Dw} = \sum i(S_{Di} \cdot W_i)$$

여기서 S_{Di} : 개개의 비선형 기기(j)의 정격(kVA)이다.

w_i : Weighting factor

고조파 발생 부하의 특성이 잘 알려지지 않은 경우에는 가중치 1.0을 가정할 수 있다. 수용가의 공급 승인은 다음의 식을 만족한다면 자동적으로 공급을 허용한다.

특집 : 전기설비 기술기준 개정

$$S_{Dw} / S_{SC} \leq 0.1(\%)$$

비선형 부하가 전체 부하의 5[%] 이상일 때만 자세한 고조파 평가가 필요하다. 부하 종류별로 10[%] 까지 높아질 수 있다.

3.2 고조파 유출전류 제한값

3.2.1 IEC 61000-3-6에서 정하고 있는 고조파 전류 유출 제한값

일반적으로 총 전압 왜형에서 허용할 수 있는 것은 'relative harmonic currents'의 정해진 한도를 초과해서는 안되는 것으로 규정하고 있으며, 공통결합점에서의 수용가 계약전력에 상응하는 전류의 크기에 따라 수용가에서 발생하는 전체 고조파전류에 대한 비율을 퍼센트로 나타내고 있다. 표 6은 고조파 전류 제한값을 나타낸 것이다.

표 6. 수용가 전체 부하에 대해 1단계에서 relative harmonic currents limits에 대한 지시값

고조파 차수 h	5	7	11	13	$\sqrt{\sum I_h^2}$
허용 고조파 전류	5~	3~	1.5~	1~	6~8
$i_h = I_{hi}/I_i$ ([%])	6	4	3	2.5	

여기서, I_h : 수용가에서 발생한 h차의 전체 고조파 전류

I_i : 계약전력의 상응하는 전류(기본주파수)

[비고] 1. 2[MVA] 이상의 계약전력을 보유하는 수용가 혹은 $S_i/S_{SC} > 2(\%)$ 의 조건을 가지는 수용가에 대하여, 제2단계의 제한값보다 더 높은 유출 한도 값을 적용한다.

2. 수용가가 역률 보정 캐패시터 및 필터를 사용하면, 중앙 공급 계통의 고조파 임피던스는 I_h 를 평가하는데 고려해야 하고, 그러한 경우의 평가는 제2단계 절차에 따라 수행한다.

3.2.2 IEEE 519(A)에서 정하고 있는 고조파 유출 전류 제한치

표 7은 부하가 연결된 공통 결합점에서의 단락용량의 크기에 따라 부하에 허용되는 각 고조파 전류의 최대부하전류에 대한 비율을 퍼센트로 나타내고 있다. 여기서, 최대부하 전류 I_L 는 이전 12달에 대한 최대 수요의 평균치로 한다.

표 7. 일반 전력계통에 대한 고조파 전류 왜형률(I_L 의 [%]) 제한값

V_n (120[V] ~ 69[kV])						
I_{sc}/I_L	$h < 11$	$11 \leq h < 17$	$17 \leq h < 23$	$23 \leq h < 35$	$35 \leq h$	TDD
<20	4.0	2.0	1.5	0.6	0.3	5.0
20~50	7.0	3.5	2.5	1.0	0.5	8.0
50~100	10.0	4.5	4.0	1.5	0.7	12.0
100~1000	12.0	5.5	5.0	2.0	1.0	15.0
> 1000	15.0	7.0	6.0	2.5	1.4	20.0

69(kV) $V_n \le 161(kV)$						
I_{sc}/I_L	$h < 11$	$11 \le h < 17$	$17 \le h < 23$	$23 \le h < 35$	$35 \le h$	TDD
<math>< 20^*</math>	2.0	1.0	0.75	0.3	0.15	2.5
20~50	3.5	1.75	1.25	0.5	0.25	4.0
50~100	5.0	2.25	2.0	1.25	0.35	6.0
100~1000	6.0	2.75	2.5	1.0	0.5	7.5
> 1000	7.5	3.5	3.0	0.25	0.7	10.0
$V_n \ge 161(kV)$						
I_{sc}/I_L	$h < 11$	$11 \le h < 17$	$17 \le h < 23$	$23 \le h < 35$	$35 \le h$	TDD
<math>< 50</math>	2.0	1.0	0.75	0.3	0.15	2.5
≥ 50	3.5	1.75	1.25	0.5	0.25	4.0

※ 발전 기기에 대한 적용은 실제 단락비 I_{sc} / I_L 에 관계없이 이들 전류 왜형값으로 제한한다.

■ 전류 왜형 제한값에 관한 사항

- I_{sc} 는 PCC에서의 단락 전류이다. 이것을 계산하기 위해 필요한 시스템 조건이 무엇인지에 대해 의문이 생긴다. 일반적으로 이것이 가장 심하게 영향을 주기 때문에 최소 단락 전류 용량이 되는 정상 시스템 조건이 사용되어야 한다. 상정 사고 조건 동안에 심각한 문제를 피하기 위해 평가가 필요하다 할지라도 이런 조건들이 드물기 때문에 전류 제한값에 적용하는 것은 바람직하지 않다.
- I_L 은 PCC에서의 최대 부하 전류(기본파)이다. 이전 12달의 월간 최대 부하 전류의 평균으로 계산하거나 추정해서 사용할 수 있다. 이 계산에 필요한 정보가 때때로 이용되지 못한다(예, 신규 수용가). 이러한 경우에 예상되는 부하 곡선을 이용하여 최대 부하전류를 추정해야 한다.
- 각 차수의 고조파 제한값에 대한 표는 홀수차 고조파에 적용한다. 짝수차 고조파는 표에 나온 제한값의 25[%]로 제한된다.
- 전류 왜형은 상쇄를 고려하지 않는다.
- TDD는 다음과 같이 정의된다.

$$TDD = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{\infty} I_h^2}}{I_L} \times 100 [\%]$$

여기서 I_h : 각 차수의 고조파 전류 크기

h : 고조파 차수

I_L : 위에서 정의한 최대 부하 전류

I_{sc} / I_L 는 부하가 연결된 지점에서 최대 부하 전류에 대한 흐를 수 있는 고장전류의 비율이다. 이 표에서 알 수 있는 바와 같이, 기기의 용량이 적은 부하는 용량이 큰 부하에 비하여 큰 비율의 고조파 전류를 흘릴 수 있게 되어 있다. 이렇게 함으로써 피더에 접속되어 있는 전력회사와 다른 수용가를 보호할 수 있게 되는데, 전력회사는 일정한 전압 왜형률 이하의 전력을 공급할 의무를 지게 된다.

4. 맺음말

선진외국의 고조파 관리기준에서 전압왜형률을 기준값으로 정하여 고조파 관리를 행하고, 고조파 전류의 제한값을 부가적으로 정하고 있다. 전력계통의 고

조파 전압을 고조파 환경 목표 레벨 이하로 유지하기 위한 방법에는 모든 수용가를 대상으로 하여 어느 조건에 의해 전력계통으로 유출하는 고조파전류를 억제하는 방법과 전력계통의 고조파 전압이 고조파 환경 레벨을 초과하는 경우에 전력계통에 유입하는 고조파 전류를 억제하는 방법이 있으며, 다음과 같은 사항을 고려하여야 한다.

4.1 수용가의 공평성

고조파 전압을 억제하는 경우, 고조파 전압이 작은 전력 계통에 접속하는 수용가는 해당 전력 계통의 고조파 전압이 고조파 환경 목표 레벨에 도달하기까지 고조파 전류를 유출할 수 있다. 그러나 이미 고조파 환경 레벨에 도달하고 있는 전력 계통에 접속하는 수용가는 고조파 전류를 유출할 수 없다. 즉 「먼저한 자가 유리함」이 되어 순서대로 연결하는 동일 설비 조건의 수용가가 유출 가능한 고조파 전류량이 다르고, 경우에 따라서는 고조파 전류억제 대책이 필요·불필요로 나누어질 수 있어 상당히 불공평하게 된다.

이에 대해 고조파 전류 억제에의 경우 설비 조건이 동일하면 고조파 전류의 유출 상한값을 같게 해야 공평성이 유지된다.

4.2 검토의 용이성

신규로 공장을 건설하는 수용가의 예를 들면, 먼저 고조파 전압 억제에의 경우 수용가는 공급을 받는 전력 계통의 고조파 전압의 크기를 측정하고, 공장에서 전력 계통에 유입하는 고조파 전류를 계산한다. 전력 계통의 고조파 전압의 증분을 계산 또는 실측으로 구해서 고조파 억제 대책의 필요·불필요를 판단한다. 한편 고조파 전류억제의 경우 공장에서 유출하는 고조파 전류의 계산만으로 충분하고, 고조파 전압 억제와 비교하여 간단한 검토로 고조파 억제 대책의 필요·불필요를 판단할 수 있다.

4.3 고조파 환경 목표 레벨의 유지(효과의 지속성)

고조파 전압 억제에의 경우 전력 계통의 고조파 전압이 고조파 환경 목표 레벨에 도달하면, 그 시점 이후에 해당 전력 계통에 연결하는 수용가에 대해서는 전력 계통으로의 고조파 전류 유출을 허용하지 않기 때문에 항상 고조파 환경 목표 레벨을 유지할 수 있다. 한편 고조파 전류를 억제에의 경우 전력 계통의 고조파 전압을 직접 관리하고 있지 않기 때문에 고조파 발생 기기를 많이 가지고 있는 수용가가 집중되어 있는 전력 계통에서는 고조파 환경 레벨을 초과할 우려가 있다. 따라서 수용가에서 전력 계통으로 유출하는 고조파 전류의 유출 한도치를 정할 때 미래의 고조파 발생 기기의 보급 동향 등을 고려해 두는 것이 필요하다.

4.4 기타 검토 사항

- 1) 가이드라인은 위에서 언급한 특징을 고려하여 수용가의 공평성을 유지하면서 또는 고조파 유출 전류 억제 대책의 필요성을 쉽게 할 수 있는 고조파 전류 억제 방법을 적용하여야 한다.
- 2) 또한 고조파 유출 제한값은 전력 계통에서 고조파 전압의 미래 예측 결과를 토대로 정해야 한다.
- 3) 수용가와 전력계통의 접속점에 흐르는 고조파 전류는 계통에서 수용가로 유입하는 양과 수용가에서 계통으로 유출하는 양으로 합성되는 것이기 때문에, 수용가의 고조파 발생 기기에서 계통으로 유출하는 양만 실측하여 구하는 것은 현재의 기술로는 어렵다. 따라서 고조파 유출 전류의 계산 방법의 검토가 필요하다.

앞에서 검토한 바와 같이 선진 외국의 고조파 억제 대책 가이드라인은 그 나라의 풍토나 습관 등에 의해 (예를 들어, 영국과 같이 「먼저 한 자가 유리함」이 당연하다고 인식되고 있음) 고조파 전류 억제와 고조파

전압 역제를 병용하고 있는 방법이 대부분이다. 우리나라의 경우도 전력계통의 고조파 분포 실태, 배전계통의 고조파 전파 특성에 대한 해석 및 고조파 발생 기기의 보급률 외에 여러 가지 기술적인 요인 및 이해 당사자의 입장 등을 종합적으로 검토하여 전압 왜형률에 의한 제어를 최종 목표로 하고, 몇 개의 단계로 관리가 용이하고 실효성있는 기준 체계를 정립해야 한다.

참 고 문 헌

- [1] 전기공급약관, 2003.
- [2] 한국전력공사, 한전의 영업업무 처리지침, 1990.
- [3] IEC 61000-3-6, Technical Report Electromagnetic Compatibility(EMC) Part 3 : Limits - Section 6 : Assessment of emission limits for distorting loads in MV and HV power systems - Basic EMC publication, 1996.
- [4] IEEE 519-1992, IEEE Recommended Practices and Requirements for Harmonic Control in Electrical Power Systems, IEEE Standards Board.
- [5] IEEE 519A-1996, Guide for Applying Harmonic Limits on Power System, IEEE Standards Board.

◇ 저 자 소 개 ◇



김세동(金世東)

1956년 3월 3일생. 1980년 한양대학교 전기공학과 졸업. 1986년 동대학원 졸업. 2000년 서울시립대 전기전자공학부 대학원 졸업(박사). 한국전력공사(1979~1984년) 근무. 한국건설기술연구원(1984~1997년 2월) 수석연구원 역임. 현재 두원공과대학 전기공학과 교수. 전기설비기술사. 본 학회 학술이사, 편수위원. 관심분야 : 전력설비 진단 및 DSP. 전기설비 최적설계.