

방정비 기간 중 자원과 시간의 효율적인 활용 극대화의 결과를 가져다준다.

turbine-generator 이용율의 성공적인 달성과 다음의 정비 계획의 수립은 직접적으로 정비 기간 중 정비의 완전성에 의존한다. 포괄적인 정비 기간 중의 점검 결과 보고서는 필수적이며 계획을 수립하는데 있어서 기본이 된다.

정비 및 점검결과 보고서는 처음으로 정비 작업을 시작 할 시기의 부분품들과 system의 상태를 기록하며, 작업의 진행에 따라 기록하고, 다시 기기를 운전하였을 때 정비 상태를 확인할 수 있어야한다. 좋은 상태는 아니지만 즉시 수리를 요하지 않은 상태에 대해서도 자세히 관찰하여 기록으로 남겨 두어야 한다.

정비 후 회의는 정비 작업이 완전히 끝난 후 가급적 빨리 개최하여야 하며, 이 회의에서 차기 정비 시까지 정비 계획을 수립하여야한다.

이 계획은 중요한 turbine-generator의 정비뿐만 아니라 보조 설비의 사소한 작업까지도 포함시켜야 한다.

정비 후 회의는 예측하지 못했던 중요한 작업과 정비 기간 동안 전혀 생산적이지 못했던 사례들을 포함해야 한다.

이 재 검토의 목적은 인력배치의 계획을 향상시키고, 정비절차와 기법을 발전시키며, 좀 더 향상된 부품을 개발하며, 수정을 통하여 정비지연을 최소화하고 비용을 절감하는데 있다.

추가적인 정비 후 회의는 정비활동(특별한 부품, 도구, 확보 등)이 계획대로 진행되고 새로운 정비 계획을

수립할 때이다.

차기 계획정비 작업 18개월 전에 다른 정식적인 정비 계획 회의를 개최하여 작업계획을 검토하고 최근의 산업에 적용 사례, 정비 계획에 영향을 줄 수 있는 제작사의 정비 지침을 검토해야 한다.

이 회의를 18개월 전에 개최하는 이유는 정비에 필요한 자금을 확보하고 필요 부품을 주문하여 확보 할 수 있는 시간적 여유가 충분히 하기 위함이다.

6. 결론

산업용 turbine-generator의 최적화된 정비계획 수립은 plant 비용 전반에 걸쳐 매우 중요한 요소이다. 최근의 연료, 투자비용, 정부의 법적 규제는 더욱 한층 높은 정비의 품질을 요구하고 있다.

이 보고서에 수록된 터빈 발전기 주요 부품별 정비주기 및 정비내용 지침은 특정 제작사에서 제시하는 참고 자료이며 자신이 운영하고 있는 설비 특성에 맞게 최적의 정비 계획을 수립하는데 길잡이가 되기를 바란다.

참고자료 : Steam Turbine-Generator

Maintainability(A Means to Improve Unit Availability) R.T. Bievenue GE Company Schenectady, New York

발전소 소음영향 해석 기술을 적용한 도심지 복합화력의 소음영향 예측 사례



한전전력연구원
엔지니어링센터
기계설비진단팀
책임연구원/공학박사 김연환
Tel : (042)865-7556

1. 서론

복합화력의 경우 냉각탑, 변압기, 가스터빈, 증기터빈, 압축기, 재열회수보일러, 펌프, 전동기 및 연돌 등의 기기들이 옥·내외에 설치되어 발전소 내부는 물론 인접 지역에 까지 소음공해를 유발할 수 있는 대표적인 프랜트이다. 따라서, 환경 친화적 저소음 발전소의 유지를 위해서는 발전소 내·외부 환경소음의 신뢰성 있는 예측 기술이 필요하다. 발전소의 소음레벨을 예측하기 위해

서는 발전소에 설치될 각종 소음원들의 방사소음레벨과 사용하고자 하는 건축재료의 흡음 및 차음특성을 파악하고, 소음원과 건물의 배치 등을 고려한 소음 전달경로상의 손실을 계산하여야 한다. 그러나 이와 같은 작업은 방대한 양의 자료수집과 계산을 요구하므로 효율적인 발전소 소음예측을 위해서는 소음원 및 건축재료 등에 대한 소음 특성치의 데이터 베이스를 내장하고, 발전소의 옥외 및 옥내에 관하여 소음모델링 및 해석을 위한 환경 소음예측 프로그램을 사용해야 한다. 대단위 발전단지를 위한 소음영향예측을 위해서는 건물, 담 등에 의한 소음의 회절효과, 지면에 의한 소음의 반사 또는 흡음 효과 및 공기의 흡음효과 등의 잉여감쇠 효과를 고려할 수 있어야 한다. 일반적으로 공기전파소음 계산은 를 ISO 9613-1, 2에 제시된 방법을 적용한다. 또한, 입력자료 및 소음예측결과를 그래픽으로 나타내고, 이를 화면상에서 선택·편집할 수 있는 기능 등을 갖추어야 한다.

2. 소음원 출력레벨의 산정 기법

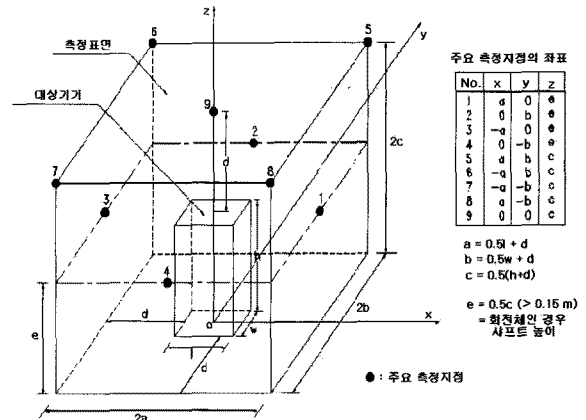
음압레벨 실측치를 이용한 소음출력레벨 계산 방법중에서 공학적인 목적에 적합한 방법은 ISO 3744[3]에 제시되어 있다. 이 방법은 음압레벨이 소음원과 비교하여 아주 큰 실내 공간 또는 옥외에서 계측된다는 전제하에 소음원의 중심점 또는 표면으로부터 동일 거리만큼 떨어진 위치에 가상의 반구 또는 직육면체 형태의 계측 표면을 설정하고, 계측 표면상의 특정 위치에서의 음압레벨을 이용하여 소음원의 소음출력레벨을 결정한다.

가. 음압레벨을 고려한 출력레벨 산정

옥내 또는 옥외에서의 소음레벨을 계산하기 위해서는 우선 소음원 레벨을 알아야 한다. 소음원 레벨은 기기 제작사로 부터 실측치를 입수하는 것이 가장 바람직하다. 그러나 이것이 여의치 않은 경우에는 과거 실측치에 근거를 둔 경험식을 이용하여 소음원 레벨을 추정하여야 한다. 여러 유형의 발전소 중에서 복합화력 발전소의 소음원은 가스터빈 발전기, 증기터빈 발전기, 냉각탑, 연돌, 공기흡입기, 변압기, 펌프, 압축기, 전동기류 등이다.

소음원의 영향을 평가하기 위해서는 소음원의 소음출력레벨을 알아야 한다. 따라서 실내소음원의 소음특성 실측치가 음압레벨인 경우에는 이를 이용하여 소음원의 소음출력레벨을 계산한다. 음압레벨 실측치를 이용한 소음출력레벨 계산 방법중에서 공학적인 목적에 적합한 방법은 ISO 3744에 제시되어 있다. 이 방법은 음압레벨이 소음원과 비교하여 아주 큰 실내 공간 또는 옥외에

서 계측된다는 전제하에 소음원의 중심점 또는 표면으로부터 동일 거리만큼 떨어진 위치에 가상의 반구 또는 직육면체 형태의 계측 표면을 설정하고, 계측 표면상의 특정 위치에서의 음압레벨을 이용하여 소음원의 소음출력레벨을 결정한다. 이중에서 직육면체 형태의 계측표면을 이용한 소음출력레벨을 소개하면 다음과 같다.



[그림 1] 소음원의 음압레벨 계측 위치>

- 소음원의 길이 l, 폭 w, 높이 h로 정의되는 가상의 직육면체 기준상자를 설정한다.
- [그림 1]에 나타난 바와 같이 기준상자 표면에서부터 거리 d 만큼 떨어진 직육면체의 표면에 위치하는 9 군데의 주요 측정점에서의 음압레벨을 계측한다.
- 계측표면상에서의 평균 음압레벨 L_{pm} 을 식(1)과 같이 계산한다.

$$L_{pm} = 10 \log \left[\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{0.1L_{pi}} \right] \quad (1)$$

여기서, N : 측정점의 개수, L_{pi} : i-번째 계측점의 음압레벨

- 평균음압레벨 L_{pm} 에 포함된 계측장의 반사면의 영향을 수정하여 자유음장에서의 소음원의 표면 음압레벨(surface sound pressure level) L_{pf} 를 식(2)와 같이 계산한다.

$$L_{pf} = L_{pm} - K \quad (2)$$

K는 계측장의 환경 수정계수로서 식(3)과 같이 정의된다.

$$K = 10 \log \left(1 + 25 \frac{ST}{V} \right) \quad (3)$$

여기서, T는 계측장의 잔향시간(sec.)이고 V는 계측장의 부피(m^3)이며 S는 계측표면적(m^2)으로서 식(4)와 같이 계산된다.

$$S = (l+2d)(w+2d) + 2(w+2d)(h+d) + 2(h+d)(l+2d) \quad (4)$$

여기서, l , w , h 는 각각 소음원의 길이, 폭 및 높이(m)며 d 는 소음원 표면으로부터 음압레벨 측정위치까지의 거리(m)다. 공학적 관점에서의 소음출력레벨 산정의 정확도가 보장되기 위해서는 환경수정계수 $K \pm 2$ dB 이내이어야만 한다.

- 소음원의 소음출력레벨 L_w 를 식(5)와 같이 산정한다.

$$L_w = L_{pf} + 10 \log\left(\frac{S}{S_0}\right), \quad S_0 = 1 \text{ m}^2 \quad (5)$$

나. 총합소음레벨을 이용한 옥타브 밴드별 소음레벨 추정

기기 제작사로 부터 제공된 소음특성치가 총합 소음레벨만 주어진 경우에는 소음원의 옥타브 밴드별 소음레벨을 추정하여야 한다. 이는 소음 전파 특성이 주파수영역에 따라 다르기 때문에 주파수 영역별로 전달경로상의 손실을 계산해야 하기 때문이다. 일반적으로 소음원의 종류가 정해지면 총합소음레벨은 장비의 용량, 운전조건 등에 따라 달라질 수 있으나 소음 스펙트럼의 양상은 비슷하다. 그러나 불특정 다수의 소음원에 대해서 각각의 소음 스펙트럼의 양상을 반영하기는 현실적으로 어려우므로 [표 1]에 나타난 옥타브 밴드별 소음레벨 추정계수 Coctave를 사용할 수 있다. 이 추정계수를 이용한 옥타브 밴드별 소음레벨 $L_{p(\text{octave})}$ 는 식(6)과 같다.

$$L_{p(\text{octave})} = L_{p(\text{Overall})} + C_{\text{octave}} \quad (6)$$

3. 발전소 옥외 전파소음의 추정 기법

가. 옥외 전파소음 예측식

옥외 소음원(source)으로는 옥외에 설치된 기기와 옥내의 소음원에서 건물벽을 투과하여 옥외로 방사되는 소음이 있다. 이들 소음원에 의한 임의 옥외 수음점(receiver point)에서의 소음레벨은 식(7)과 같이 나타낼 수 있다.

$$L_p(r) = L_w + DR(r) - C_{\text{source type}} + DI_{\text{receiver}} + DI_{\text{noise field}} - A_{\text{combined}} \quad (7)$$

여기서, L_w 는 소음원의 출력레벨, $DR(r) - C_{\text{source type}}$ 은 소음원의 크기, 형상 및 소음원과 수음점 사이의 거리 등에 따라 결정되는 거리감쇠 함수, DI 는 지향지수로

서 DI_{receiver} 는 수음점에 대한 소음원 자체의 방향성으로 인한 것이며 $DI_{\text{noise field}}$ 는 소음장의 지향지수이다. A_{combined} 는 소음원과 수음점사이의 전파경로상에서 발생하는 소음의 회절효과, 지면의 반사 또는 흡음효과, 공기의 흡음효과 등에 의한 소음감쇠로서 일반적으로 잉여감쇠라고 한다. 보통 상기 항들 중에서 DI_{receiver} 는 무시하며, $DI_{\text{noise field}}$ 는 지면의 반사효과 등을 고려한다.

옥외 소음원의 음압레벨만을 아는 경우에는 앞에서 기술한 방법으로 소음원의 출력레벨을 계산하여 식(7)을 적용할 수 있으나 복잡하다. 따라서 음압레벨을 직접 이용하기 위해서 기준점의 음압 측정이 소음원과 측정점간의 장애물이 없고 측정거리가 1m 내외에서 측정하여 잉여감쇠를 무시한다. 한편, 동일한 소음원은 소음원의 DI 가 같을 뿐만 아니라 설치되는 장소가 유사할 것이므로 소음장의 DI 도 비슷한 값을 가진다고 할 수 있다. 또한 $DR(\text{ref})$ 는 음압 측정 당시의 측정거리 r 에 따른 보정치로서 측정거리가 1m인 경우에는 0의 값을 가지므로 식(7)은 식(8)과 같이 단순화된다.

$$L_p(r) = (L_p)_{\text{at } 1\text{m}} + DR(r) - A_{\text{combined}} \quad (8)$$

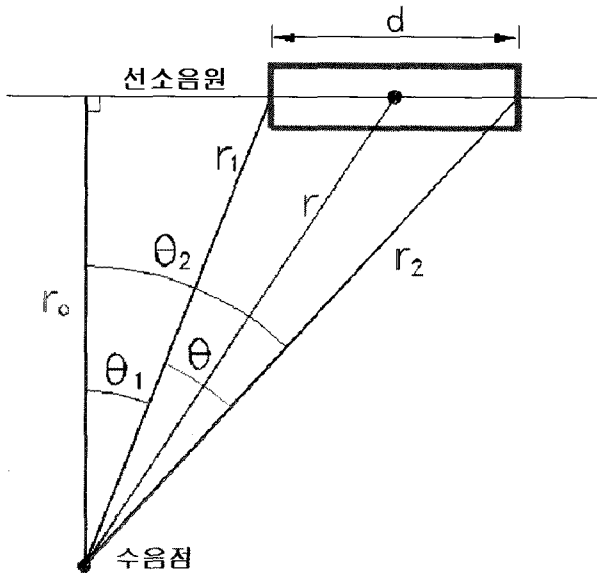
과 같이 표현된다. 따라서 옥외소음원인 경우에는 소음원의 음압레벨 및 그 측정거리를 알면 임의 수음점의 옥외소음레벨을 계산할 수 있다.

나. 옥외 소음의 거리감쇠 계산

소음원으로 부터 방사된 소음은 소음원으로 부터 거리가 멀어질수록 음향에너지가 기하학적으로 확산하여 소음레벨이 감소하며, 그 값은 소음원의 크기, 기하학적 형상 및 소음원과 수음점(receiver point)간의 거리에 따라 달라지므로 각각의 옥외 소음원을 무한개의 점소음원(point source)으로 이루어진 유한 길이 d 의 선소음원(line source)으로 간주하여 식(9)와 같이 거리감쇠를 계산한다.

$$DR(r) = 10 \log\left(\frac{\theta}{r_0 d}\right) \quad (9)$$

여기서, θ 은 그림 2.1.3에 나타난 바와 같이 수음점과 선소음원의 양 끝점으로 이루어지는 삼각형의 수음점에서의 내각(radian)이며, r_0 는 수음점으로 부터 선소음원의 연장선에 대한 최단거리(m)이다. 식(9)에 의한 거리감쇠 계산은 수음점이 소음원으로 부터 멀리 떨어진 경우에는 식(10)이 성립한다.



[그림 2] 선소음원 거리감쇠관련 부호 정의

$$\theta \approx \sin\theta = \sin(\theta_2 - \theta_1) = \sin\theta_2 \cos\theta_1$$

$$-\cos\theta_2 \sin\theta_1 = \frac{r_0 d}{r_1 r_2} \approx \frac{r_0 d}{r^2} \quad (10)$$

식(10)으로부터 식(11)을 구한다.

$$DR(r) = -20 \log r \quad (11)$$

과 같은 점소음원의 거리감쇠식이 유도된다.

따라서 식(9)을 이용하여 소음원의 거리감쇠를 계산하면 수음점과 소음원간의 거리에 따라 선소음원의 특성과 점소음원의 감쇠특성을 모두 고려할 수 있다. 한편, 소음원의 단변의 길이가 a 라 할 경우 소음원과 수음점간의 거리 r이 a/3보다 작은 경우에는 면소음원의 거리감쇠 특성을 갖는 것으로 간주한다.

[표 1] 총합소음레벨을 이용한 옥타브 밴드별 소음스펙트럼 추정계수

유형	옥타브밴드 중심주파수(Hz)							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
A-가중치	-2	1	-1	-3	-5	-8	-12	-23
선형치	-7.8	-4.8	-6.8	-8.8	-10.8	-13.8	-17.8	-28.8

[표 2] 주요 옥외 소음원의 방사 소음레벨

소음원	Block	Octave band center frequency (Hz) /Linear								Overall		비고
		63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	Linear	A-weig.	
냉각탑 낙수부	1	106.2	100.8	96.8	93.4	92.9	91.8	91.2	95.1	108.3	100.1	PWL
	2	108.5	102.5	95.0	92.1	93.9	95.0	97.5	97.6	110.4	103.0	PWL
냉각탑 라디에이터 팬	1,2	115.0	113.0	107.7	104.2	99.9	96.6	91.0	83.0	117.9	106.4	PWL
Air intake fan	1	91.6	89.6	84.7	85.4	84.2	91.4	89.5	88.9	98.0	96.1	SPL
	2	93.5	89.1	82.4	79.8	74.3	83.9	90.8	87.9	97.3	93.8	SPL
Gas turbine transformer	1	75.9	84.4	94.9	99.3	76.9	61.4	55.5	51.0	100.8	96.6	SPL
	2	77.2	85.9	96.2	100.8	79.1	64.8	59.8	56.5	102.3	98.1	SPL
Steam turbine transformer	1,2	78.2	78.1	91.0	100.3	77.7	69.0	63.0	55.4	100.8	97.3	SPL
Main transformer	-	74.6	73.1	69.5	74.4	62.7	50.7	47.8	42.0	79.4	72.3	SPL
연돌 개구부	1,2	89.9	82.2	77.0	71.9	69.8	66.5	58.8	47.3	90.9	75.7	SPL
정수펌프	-	75.7	71.0	80.9	79.4	75.3	75.5	73.5	74.8	85.9	82.9	SPL

다. 잉여감쇠의 계산

잉여 감쇠를 유발하는 요소들 중에서 비교적 영향이 큰 온도와 습도에 따라 달라지는 공기의 흡음효과, 지면의 흡음효과 및 건물 또는 담에 의한 회절효과, 풍속과 풍향의 영향 등을 고려할 수 있다.

4. 대표적인 도심지 복합화력 소음원의 영향 해석

가. 복합화력발전소 소음원의 방사 소음 계측 결과

[표 2]는 대표적인 도심지 복합화력발전소의 주요 옥외 소음원에 대한 63 Hz~8 kHz까지 중심주파수의 옥타브 밴드별 및 총합 소음레벨을 정리한 것이다.

나. 주요지점의 환경소음 계측

옥외 환경소음은 발전소 부지 및 인근 경계지역을 대상으로 주요지점의 소음을 지면으로부터 약 1.5m 높이를 기준으로 측정하였다. 또한 회절효과의 영향이 없는 옥외 환경소음 레벨을 확인하기 위하여 구조물 상부에서의 소음레벨을 함께 측정하였다. 옥외 환경소음계측 결과는 A-가중치가 적용된 것들은 [표 3]과 같다.

[표 3] 특정 구조물 상부에서의 옥외환경 소음 실측정

계측 위치	A-가중치 총합 소음 레벨 (dBA)
지역 난방공사 보조 보일러 구조 상부 (발전소 방향, 지상 약 10m)	58
지역 난방공사 보조 보일러 구조 상부 (도로 방향, 지상 약 10m)	51
지역 난방공사 사무실 건물 옥상 남쪽 위치 (소형 에어컨 팬 소음 흡입)	61
지역 난방공사 사무실 건물 옥상 동쪽 위치 (소형 에어컨 팬 소음 흡입)	61
지역 난방공사 D.O. tank top (발전소 측 tank)	63
발전소 측면의 아파트 옥상	47

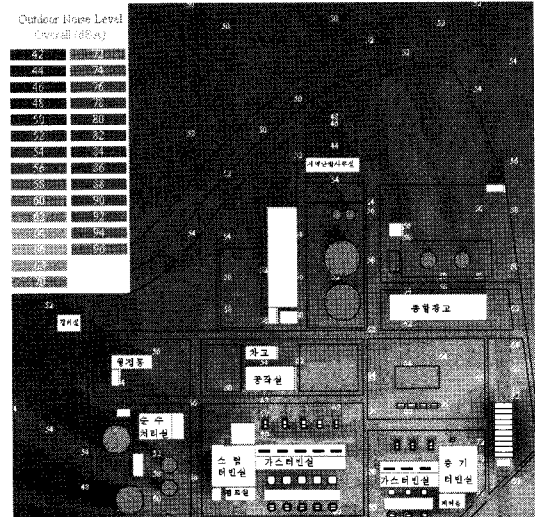
다. 도심지 복합화력열병합 발전소의 환경소음 해석 사례

(1) 모델링 및 해석 방법

ISO 9613에 규정한 환경소음계산 방법을 토대로 구성된 발전소 환경소음예측 프로그램을 이용하여 도심지 복합 화력발전소 소음모델링 및 해석을 수행하였다.

(2) 소음영향 해석 결과

도심지 복합화력발전소에 대한 환경소음 예측결과는 [그림 3]에 나타내었다. 해석 결과의 정확도를 검증하기 위하여 주요지점에서의 A-가중치 총합 음압레벨 계측 결과와 해석결과의 차의 분포는 [표 4]에 나타내었다. 이로부터, 주요지점에서 비교한 계측결과와 해석결과의 평균오차는 약 1.7dB으로서 잘 일치하고 있다. [그림 3]에서 좌측은 서쪽, 우측은 동쪽, 위쪽은 북쪽이고 아래쪽은 남쪽이다.



[그림 3] 대상 복합화력의 옥외 환경소음 예측결과 (1.5m기준)

또한, [그림 3]의 남쪽의 냉각탑의 북측에 위치한 도로에서의 해석결과가 계측결과와 4~5dB의 차이를 나타낸 것은 해석에서 고려하지 않은 냉각팬 구동모터, 연돌 하부구조에서 벽을 투과하여 방사되는 소음 또는 출입구가 열려 있는 펌프실 소음의 영향에 의한 것이다. 대상 도심지 복합화력발전소에서 가장 큰 방사소음수준을 갖는 소음원은 냉각탑의 낙수부 및 이의 팬 소음으로 분석된다. 이들 중에서 남쪽에 위치한 냉각탑 소음은 발전소 건축물 등이 이들 소음을 차단하고 있기 때문에 인근 주거지역 소음수준에 미치는 영향이 크지 않다. 그러나, 동쪽에 위치한 냉각탑 소음은 상대적으로 이를 차단하는 구조물이 적어 중심주파수 125Hz, 250Hz 및 500Hz 대역의 1 옥타브 밴드 소음이 북북서쪽 발전소 부지 경계선상에서 각각 44dBA, 45dBA, 46dBA 정도인 것으로 평가되어, 인근 주거지역 소음레벨에 미치는 영향이 큰 것으로 평가되었다. 한편, 변압기 소음은 중심주파수 500Hz 대역의 소음성분이 지배적이며, 그 크기는 북북서쪽 발전소 부지 경계선상에서 약 45~43dBA 이다. 대상 도심지 복합화력발

전소의 인근 주거지역에서 가장 큰 영향을 미치는 소음은 공기흡입기의 중심주파수 2kHz 대역의 소음이며, 그 크기는 약 48dBA로 분석된다. 한편, 연돌 개구부 소음은 소음원 자체의 방사소음 수준이 상대적으로 낮고 타 소음원과 비교하여 거리감쇠 효과가 크기 때문에 인근 주거지역 등에 미치는 영향은 작게 예측된다.

5. 결론

본 사례에서는 도심지 복합발전소의 소음레벨 예측에 필요한 발전소 소음원들의 각종 기기류의 방사소음수준과 발전소 내부 및 인근 지역에서의 소음수준을 계측하여 환 경소음 영향을 평가하고 다음과 같은 결론을 도출하였다.

- (1) 실험식을 적용한 소음예측 틀은 대상 도심지 복합 화력발전소 옥외의 주요지점에 관하여 측정값과 비교한 해석결과가 평균 1.69dB이내의 오차를 나타내어 소음영향 평가를 위한 유용한 틀임을 보여 주었다.
- (2) 복합 화력발전소 내부의 옥외 소음원중에서 방사 소음 수준이 가장 높은 것은 냉각탑의 낙수부 및 팬 소음이며 동쪽의 냉각탑 소음이 북북서쪽 발 전소 주거지역 소음에 미치는 영향이 타 소음원 보다 그 영향이 큰 것을 확인할 수 있었다. 즉 소 음영향해석 틀을 사용함으로써 주변지역에 대한 소음저감대책을 위한 대상 기기 선정 등에 탁월 한 정보를 준다.

[표 4] A-가중치 총합 음압레벨의 해석지와 계측지 차의 분포

오차(dB)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	총 계측 지점
지점 갯수	22	21	12	8	3	7	0	0	0	1	74

Cogeneration에서 Eco-generation으로 環境共生型 Energy system의 摸索

* 본 자료는 일본 열병합발전센터 자료에서 발췌·번역한 것임

1. 머리말

필자는 大阪市가 설립한 공립대학에 재직한 경험이 있고 도시 에너지 System이 도시환경에 미치는 영향 평가에 오랫동안 관여해 왔다.

또한 일본 Cogeneration center의 활동에 관련을 갖고있는 가운데 지구온난화문제나 순환형 사회형성추진의 視點에서 Cogeneration에의 요구나 기대가 다양화되어 종래의 업무·산업용을 중심으로한 대형 고성능·고효율에 경합하는 Cogeneration System(이하 CGS라 함)의 개발·보급촉진 만으로서는 수요자의 잠재적 요구를 만족시킬 수 없을것이라는것을 감지하였다.

여기서 대학에 봉직한 이래 추진하여온 과열 수증기의 다면적 이용 및 熱 驅動인 흡수식 냉동기의 소형·

고성능화에 관하여 경험을 살려 민생 가정용과 농림 수산업 등 일차산업분야에 초점을 두고 소규모로 폐기물을 연료로 이용 가능한 저 환경부하인 에너지자원 절약도 가능한 환경 공생형 Cogeneration System의 개발을 추진하여 왔다.

이들 환경 공생 Cogeneration System을 Eco-generation system으로 이름을 부여하였다. 또한 상기 시스템의 실용화를 확실한 것으로 하기위해 태양광 발전과 풍력 발전을 조합한 자연에너지 Hybrid 발전시스템에 관해서도 Field 측정을 실시하고 환경공생형 Cogeneration System과 자연에너지의 Hybrid화에 관해서도 검토를 하고있다.

본고에서는 위에 서술한 CGS에 관련된 필자가 연구한 것 중 최근의 화제를 중심으로 소개한다.