

건식 저 NO_x 가스터빈의 연소동압 측정용 소프트웨어 시스템 개발

장 옥, 서 석 빈*, 정 제 화*, 안 달 홍*, 김 종 진*, 차 동 진**
한밭대학교 산업대학원 건축설비공학과, *(주)한국전력 전력연구원, **한밭대학교 건축설비공학과

Development of a Software System for Measurements of Combustion Dynamics of a Dry Low NO_x Gas Turbine

O. Jang, S. B. Seo*, J. H. Chung*, D. H. Ahn*, J. J. Kim*, D.-J. Cha**†

Department of Building Services Engrg., Graduate School, Hanbat Nat'l U., Daejeon 305-719, Korea

*Power Generation Research Lab., Korea Electric Power Research Institute, Daejeon 305-380, Korea

**Department of Building Services Engrg., Hanbat Nat'l U., Daejeon 305-719, Korea

(Received July 24, 2002; revision revised September 16, 2002)

ABSTRACT: Combustion dynamics of a dry low NO_x gas turbine have been measured by utilizing a dynamic pressure measurement system. The software part of the measurement system, implemented with a commercial general-purpose DASyLab version 5.6 code, basically acquires combustion dynamics signals, performs the FFT analysis, and displays the results. The gas turbine often experiences momentary combustion instability, especially when its combustion mode changes. It is found that the measurement system developed in the study may outperform the other commercial dynamic pressure measurement system. The developed system currently serves to monitor the combustion dynamics of the gas turbine.

Key words: Dry low NO_x gas turbine(건식 저 NO_x 가스터빈), Combustion dynamics(연소동압), Combustion instability(연소 불안정), Instrumentation(계장)

기 호 설 명

하첨자

- AL : 음향손실
- P : 압력변동
- Q : 열방출률
- T : 진동주기
- t : 시간
- V : 연소기 체적, 신호전압
- x : 공간 좌표

- $p-p$: 침두치
- rms : 실효치

1. 서 론

최근 대기환경에 관한 관심이 증대되면서 청정 연료로 알려진 천연가스의 사용이 다방면에서 권장되고 있다. 그러나, 천연가스 연료도 질소산화물(NO_x)을 배출하여 오존층 고갈 등의 환경문제를 야기시킬 수 있다.⁽¹⁾ 따라서, 천연가스를 발전용 연료로 사용하는 경우에도 발전형식에 따라 다소 차이는 있으나 국내외를^(2,3) 막론하고 NO_x

† Corresponding author

Tel.: +82-42-821-1182; fax: +82-42-821-1175

E-mail address: djcha@hanbat.ac.kr

규제치는 날로 엄격히 강화되는 추세이다. NO_x 저감 기술은 연소중 제어(combustion control)와 연소 후 제어(post-combustion control)로 크게 대별되며,⁽²⁾ 전자의 대표적인 기술로는 희박예혼합 연소방식(lean premixed combustion)을, 후자의 경우에는 선택적 촉매환원법(selective catalytic reduction, SCR)을 들 수 있다. 천연가스 연료인 경우, 연소 중 NO_x 발생기구는 고전적으로 알려진 세 가지 발생기구⁽¹⁾ 중 주로 thermal NO_x에 기인한다. 이 발생기구는 화염온도에 직접적인 영향을 받기 때문에 종래의 확산연소방식보다 화염온도를 낮추어 NO_x를 저감할 수 있는 희박예혼합연소방식이 많이 사용된다. 또한, 연소가스 온도를 낮추기 위해 스팀 또는 물을 분사하였던 습식 저 NO_x 방식을⁽⁴⁾ 개선하여 희박예혼합연소방식만으로 NO_x 발생을 줄이는 건식방법(dry low NO_x, DLN)이 채택되고 있다. 그러나, 희박예혼합연소방식은 희박가연한계(lean flammability limit) 근처에서 연소되므로 연소불안정을 초래할 수 있다. 이는 과도한 연소소음을 발생시켜 운전자의 불편을 초래하며, 또한 과도한 연소동압, 역화 및 소염 등의 부작용을 유발시켜 발전설비의 안정적인 운전에 지장을 줄 수 있다. 그러므로, 실제 DLN 가스터빈에서는 연소불안정에 취약한 운전 조건(예를 들면, 기동 및 부분부하)에서는 보다 안정한 확산연소방식을, 기저부하(base load)에서는 희박예혼합연소방식을 채택하게 된다.

이러한 연소불안정은 가스터빈 연소기의 설계 및 성능시험 단계보다는 상업운전을 위한 시운전(commissioning)시 또는 계획예방정비(overhaul) 후 발생하여 보다 심각한 문제를 초래한다. 연소불안정의 발생기구에 대한 많은 연구가 수행되어 왔으며, 이에 관한 대표적인 논문은 McManus et al.⁽⁵⁾ 및 Richards and Janus⁽⁶⁾의 보고를 들 수 있다.

연소진동은 가스터빈 연소기 형상의 음향 모드와 열방출률 변동(heat release variation)이 결합되었을 때 발생하며, 여기서 열방출률 변동은 볼텍스 shedding(vortex shedding), 혼합기 변동(mixing variation), 연료 및 산화제 공급계통에 대한 음향 피드백 등의 다양한 메커니즘에 의해 발생한다.⁽⁶⁾ 그러나, 어떠한 메커니즘에 의하든 모든 진동의 기본 특징은 동일하다. Fig. 1에서 보는 바와 같이, 연소기 내부의 동압변동은 연소 및 음향 프

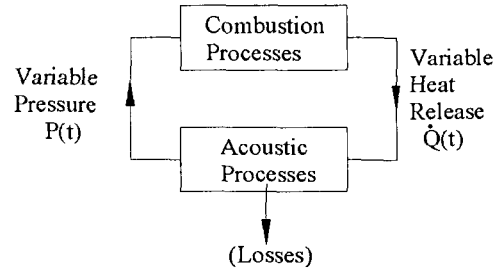


Fig. 1 A schematic of the processes occurring during combustion oscillations.⁽⁶⁾

로세스로 구성된 폐회로 시스템의 피드백 메커니즘을 통해 열방출률 변동과 결합된다. 즉, 열방출률 변동은 연소기 내의 음향장을 순간적으로 교란시키고, 음향 프로세스(반사 및 손실 등)의 결과는 압력교란을 초래한다. 이 압력변동이 연소 프로세스에 시간적으로 적절한 피드백(연료유량 변동 또는 혼합기 변동 등)을 제공하면 연소진동이 발생할 수 있다. 이러한 연소진동의 발생조건에 대한 대표적인 수학적인 표현은 Rayleigh 판별식이며 다음과 같이 정의된다.⁽⁶⁾

$$\frac{1}{T} \int_0^T \int_V P(x, t) \frac{\partial}{\partial t} Q(x, t) dV dt > AL \quad (1)$$

좌변항은 진동주기 T 동안의 평균 열방출률과 압력변동의 곱을 연소기 체적에 걸쳐 적분한 값이고, AL 은 음향손실(acoustic losses)이다. 따라서, 열방출률과 압력변동이 동일 위상이고 그 값들이 충분히 커서 음향손실을 초과하는 경우 연소진동이 발생하게 된다.

전술한 바와 같이 상업운전 중인 많은 가스터빈은 NO_x 배출 저감을 위해 대부분의 부하조건에서 희박예혼합연소방식을 채택하고 있다. 따라서 외기조건 변화, 천연가스의 화학조성 변화, 부하변동에 따른 운전조건 변화 등 다양한 요인에 의해 과도한 연소동압을 발생시킬 수 있다. 특히, 정기적인 계획예방정비 후 가스터빈 연소기를 튜닝(tuning)할 때 연소동압 측정은 배가스 화학농도 측정과 함께 필수적이다.

본 연구에서는 캔형(can type) DLN 가스터빈의 연소동압 측정을 목적으로 필요한 측정 시스템을 구성하였다. 특히, 소프트웨어 부분은 동압 신호 취득, 주파수 분석, 결과 표시 등 일련의 과

정을 범용 코드인 DASyLab version 5.6⁽⁷⁾을 이용하였다. 현재 상업운전 중인 DLN 가스터빈의 운전모드 전환기를 포함한 일련의 부하조건에서 연소동압을 측정하여, 가스터빈 운전자들에게 필요한 연소동압 측정 결과를 제시하였다.

2. DLN 가스터빈

본 연구에서 조사한 DLN 가스터빈은 1533 K(2300°F)급 발전용이며 참고문헌 4에서 조사된 것과 유사하다. 캔형으로 14개 연소기가 원주방향으로 배열되어 있다. Fig. 2는 대상 DLN 가스터빈의 천연가스 연료공급계통을 나타내는 개략도로서, 발전소로 인입된 천연가스의 정압기로부터 DLN 가스터빈 연소기까지의 계통을 나타내고 있다.

연료공급계통에 흐르는 전 연료유량은 SRV(stop ratio valve) 전단에서 오리피스 유량계를 이용하여 측정되며, SRV는 GCV(gas control valve)에 필요한 설정된 압력을 유지시키는 역할을 한다. GCV는 가스터빈의 출력을 조정하기 위해 제어계통에 의해 개폐된다. 따라서, 이 두 밸브에 의해 가스터빈에 공급되는 연료의 전 유량이 결정된다.

이 전 연료유량을 1차(primary) 연료유로와 2차(secondary) 연료유로로 배분하는 역할을 GSV(gas splitter valve)가 담당한다. 조사한 DLN 가스터빈의 운전특성상 필요한 경우, 2차 연료유로로 공급되는 천연가스를 짧은 기간 동안 트랜스퍼(transfer) 연료유로로 전환하게 되며, 이 역할은 GTV(gas transfer valve)가 하게 된다. GCV, GSV 및 GTV의 개도는 각각의 서보밸브(servo

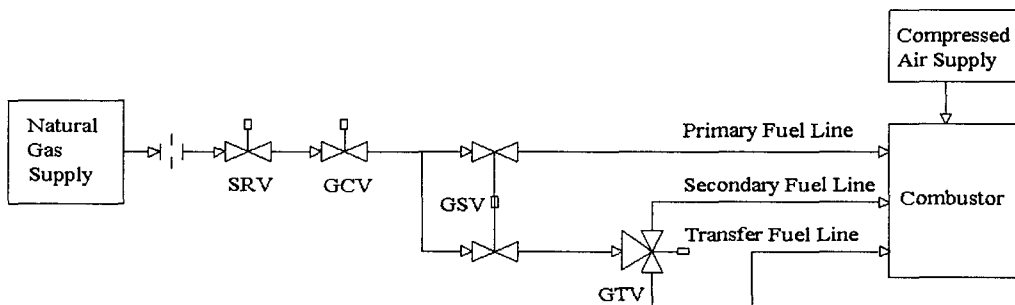
valve)를 이용하여 제어계통에서 제어한다. 그림에서 보는 바와 같이, 별도의 공급계통을 통하여 연소용 및 냉각용 압축공기가 연소기에 공급된다.

전술한 바와 같이, 특정 부하조건에서 DLN 가스터빈은 기동시의 확산연소방식으로부터 기저부하의 회박예혼합연소방식으로 연소모드를 전환한다. 조사한 DLN 가스터빈 연소기는 크게 1차 연소역과 2차 연소역으로 구분되며, 기동시에는 1차 연소역에만 화염이 존재하고 기저부하에서는 2차 연소역에서만 연소하게 된다. 1차 연료유로를 통해 1차 연소역으로 천연가스가 공급되며, 2차 및 트랜스퍼 연료유로를 통해 2차 연소역으로 연료가 주로 공급되나, 연소모드에 따라 1차 연료유로를 통해 2차 연소역으로도 천연가스가 공급된다. 천연가스의 화학조성은 중량 백분율로 표시하였을 때, 메탄 88.45%, 에탄 7.03%, 프로판 2.95%, 부탄 1.39%, 펜탄 0.04% 및 질소 0.14%이었다.

3. 측정 시스템

3.1 시스템 개요

DLN 가스터빈의 연소불안정을 조사하기 위해 연소기 내의 연소동압 변동을 측정하게 되며, 이를 위해 14개의 연소기 캔마다 동압 프로브가 원주 방향으로 하나씩 설치되어 있다. Fig. 3은 동압 프로브의 개략도이다. 동압 프로브의 말단은 연소기 라이너 슬리브(liner sleeve)의 내벽면에 거의 일치되어(flushed) 설치되었고, 유동 슬리브를 경유하고 외부 케이싱을 관통하여 가스터빈 외부에서 동압센서와 연결되었다. 동압센서는 pcb사의



SRV: Stop Ratio Valve, GCV: Gas Control Valve, GSV: Gas Splitter Valve, GTV: Gas Transfer Valve

Fig. 2 A schematic of a natural gas supply system of a DLN gas turbine.

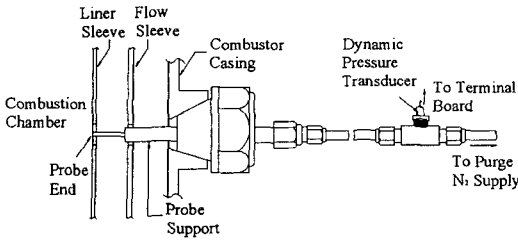


Fig. 3 Schematic arrangement of combustion chamber dynamic pressure probe.⁽⁴⁾

압전소자식(piezoelectric) 압력센서(모델 102M205)가 사용되었으며, 대표적인 사양은 최대 측정동압 6895 kPa(1000 psi), 측정분해능 0.0138 kPa(0.002 psi), 감도 7.25 ± 1.45 mV/kPa(50 ± 10 mV/psi), 공진주파수 250 kHz, 선형도 1% FS 등이다.

DLN 가스터빈의 연소동압을 측정하기 위해 구성한 시스템의 개략도가 Fig. 4이다. 전술한 연소동압 프로브/센서로부터의 저 임피던스 전압신호

는 신호처리를 걸쳐 A/D 변환기로 입력되며, 노트북 PC에 설치된 전문 소프트웨어에 의해 시간 및 주파수 분석을 통하여 운전자에게 필요한 연소진동 측정결과를 제시하게 된다. 그림에서 N₂ 퍼지는 측정관로 내에서 발생한 연소가스에 의한 응축수 등을 연소기로 되돌려 보내 이들 불순물에 의한 동압감쇄를 방지하기 위해 사용한다. 또한, 측정 시스템을 보정하기 위한 기준신호 장치가 연결되고, 필요한 경우 가스터빈 운전(제어)변수와 연소동압의 상관관계를 조사하기 위해 운전 데이터를 입력시킬 수 있다.

3.2 소프트웨어

본 연구에서 사용한 소프트웨어는 상용 코드인 DASyLab version 5.6⁽⁷⁾을 활용하여 본 연소동압 측정 및 분석에 필요한 모듈을 Fig. 5와 같이 조합하여 구축되었다.

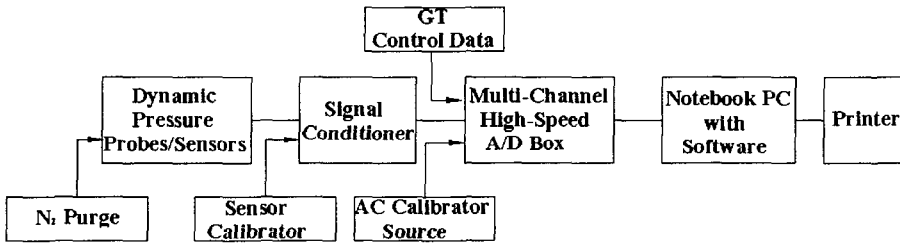


Fig. 4 A schematic of instrumentation.

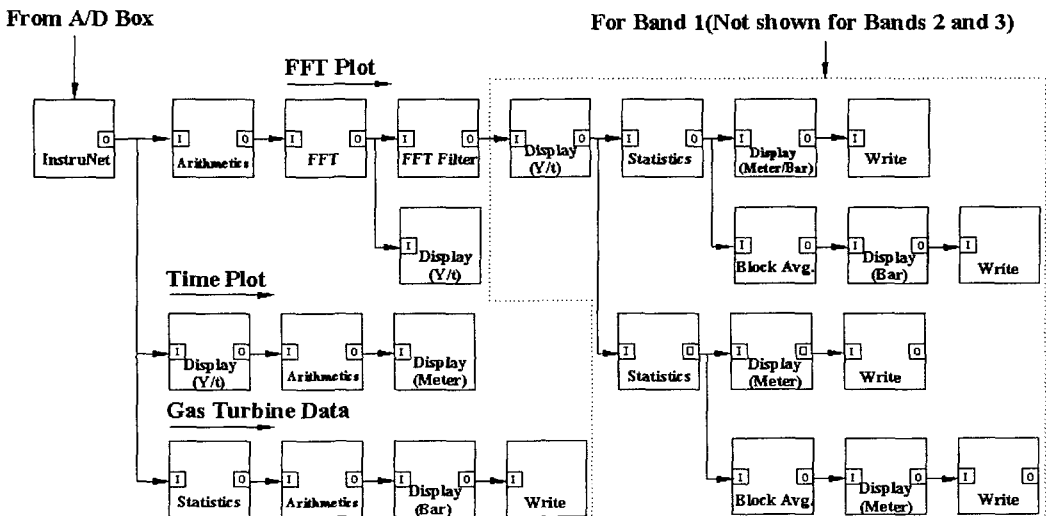


Fig. 5 Block diagram of dynamic pressure measurement software using DASyLab.

그림 좌측의 인스트루넷(InstruNet) 모듈은 동압 프로브/센서, 신호처리기, A/D 박스 등을 통하여 발생한 디지털 신호전압을 소프트웨어로 입력시키는 입력 모듈이다. 이후 주파수해석, 시간해석 및 운전데이터(gas turbine data)의 세 경로로 처리된다. 우선, 입력 모듈은 연소동압용 14채널과 운전데이터용 2채널 등 총 16채널로 구성되어 있고, 앞서 언급한 신호전압 입력 이외에 하드웨어와 소프트웨어 상호간의 구성(configuration)을 체크한다. 즉, 각 채널별 결선의 양부상태 및 신호전압값의 적절성 확인 등의 기능을 수행한다.

주파수해석 경로에서는, 우선 신호전압을 동압으로 변환하기 위해 각 채널별 연결된 동압센서의 감도를 연산한다. 곧이어 주파수해석을 위해 FFT(Fast Fourier Transform) 모듈이 연결되어 있다. 이 모듈의 주요 작동설정은 "Real FFT of Real signal"과 "Amplitude Spectrum"이 있으며 신호의 DC 성분은 배제시켰다. 이때 연소동압의 전 주파수영역에서의 특성을 Y/t 차트로 표시(예, Fig. 6(c))할 수 있다. 또한, 주파수 대역별(현재는 세 대역: Band 1, Band 2 및 Band 3) 동압분석을 위해 FFT Filter 모듈을 설치하였고 각 대역별 최대 동압진폭과 해당 주파수를 찾아내기 위한 Statistics 모듈이 연결되었다. 이 결과를 바 그래프 또는 디지털 메터(예, Fig. 6(d))로 표시한다. 또한, 일정기간 동안의 평균값을 구하기 위해 Block Avg. 모듈을 설치한 경로가 있으며 이 결과는 LED 그래프 및 디지털 메터(예, Fig. 6(f))로 표시한다. Fig. 5에서는 나타나지 않았으나 측정 시스템의 성능시험을 통해 결정되는 보정계수를 반영하는 연산모듈이 최대 동압진폭 및 주파수 경로에 각각 포함되어 있다.

마지막으로 Write 모듈은 처리된 모든 데이터를 헤더(header)와 함께 ASCII 파일로 지정된 폴더에 저장한다. 이 파일들은 MS Excel 등 포스트 프로세싱 프로그램으로 전송되어 향상된 결과의 표시에 사용된다. 여기서, 데이터 파일의 크기는 현재 MS Excel 기준으로 약 28,800열이 되도록 설정하고 있으나, 필요에 따라 조정이 가능하다. Fig. 5에서 FFT Filter 모듈 이후는 편리상 Band 1에 대한 내용만 나타내고 있으나 동일한 구성이 Band 2 및 Band 3에 대하여도 포함되어 있다.

시간해석 경로는 연소동압 신호의 이상 유무를

확인하기 위한 부수적인 기능을 갖고 있다. 즉, 신호전압의 시간변화를 표시하는 Y/t 차트(예, Fig. 6(b)) 모듈이 있고, V_{rms} 값을 계산하는 DASY-Lab의 특성 때문에 V_{p-p} 값을 계산하기 위한 환산모듈을 설치하여 계산한 후 이 값을 디지털 메터(예, Fig. 6(a) 일부)로 표시한다.

운전데이터 경로는 입력모듈의 16채널 중 사용하지 않는 2채널을 이용하여 DLN 가스터빈의 주요 운전변수 변화를 입력시켜 연소동압 결과의 분석이 사용하게 된다. 경로 중, 첫 Statistics 모듈은 주파수해석 경로의 FFT Filter 모듈 후단에 설치된 Statistics 모듈과 동일한 시간간격으로 결과를 나타내기 위한 단순한 기능만을 한다. 두 번째 Arithmetics 모듈은 운전데이터 신호전압(0~5 V)을 해당 운전데이터값으로 변환하는 역할을 한다. 현재는 제2장에서 설명한 GSV와 GTV의 개도 데이터를 처리하며, 그 결과를 바 차트(예, Fig. 6(e) 일부)로 표시된다. 주파수해석 경로와 유사하게 파일을 출력하기 위한 Write 모듈이 설치되어 있다.

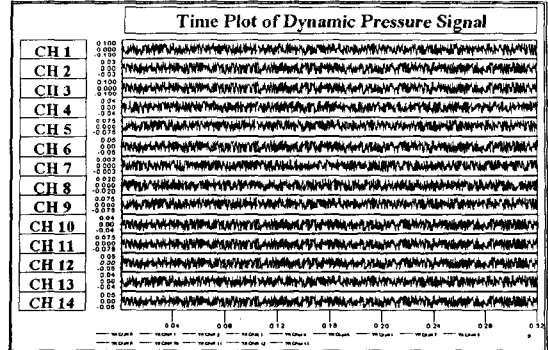
이상과 같이 연소진동 신호를 처리하여 그 결과를 다음 여섯 가지 표시화면을 통하여 나타내며 상시 감시할 수 있다. 즉, 수치 화면(Number Display), 시간 플롯(Time Plot), FFT 플롯(FFT Plot), 바 차트(Bar Chart), 운전데이터 바 차트(Bar Chart Including Gas Turbine Data) 및 평균 수치 화면(Averaged Number Display)이며, 각각 Fig. 6의 (a)~(f)와 같다. 또한, 전술한 바와 같이 이 모든 데이터를 파일로 출력하여 추후 연소동압 분석에 사용할 수 있다.

4. 결과 및 논의

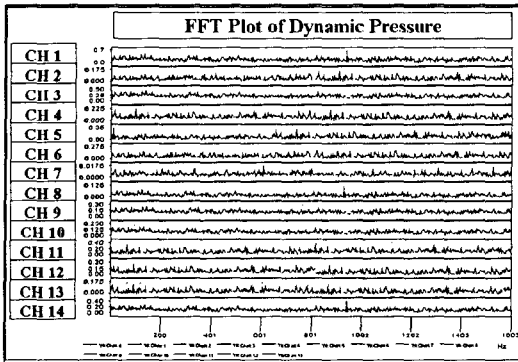
연소동압 측정 시스템을 Fig. 4에 표시된 다수의 교정기(pcb사 모델 483A sensor calibrator 및 표준 교류전원 등)를 이용하여 교정하였다. 또한, 신호 전압발생기(function generator)와 압측공기를 사용한 간단한 압력발생장치를 구성하여 측정 시스템의 정상적인 작동 유무를 확인하였다. 최대 샘플링률을 약 3200 Hz인 것을 알 수 있었다. Fig. 5의 Write 모듈에서 매 1초마다 화면저장을 하기 때문에 약 8시간 단위로 데이터 파일이 생성되게 된다. 필요한 경우, 파일저장의 시간 스텝

Dynamic Pressure and Frequency								
	V _{r,p} Volt	V _{p,p} Volt	Peak 1 < 170 Hz pst	Hz	Peak 2 < 500 Hz pst	Hz	Peak 3 > 500 Hz pst	
CH 1	0.057	0.189	0.38	37	0.46	268	0.51	677
CH 2	0.018	0.060	0.15	9	0.16	187	0.16	708
CH 3	0.047	0.160	0.34	31	0.39	371	0.42	687
CH 4	0.023	0.080	0.22	94	0.18	197	0.23	949
CH 5	0.035	0.120	0.29	44	0.31	493	0.33	737
CH 6	0.029	0.100	0.23	91	0.26	318	0.29	590
CH 7	0.002	0.006	0.02	34	0.01	212	0.02	1288
CH 8	0.012	0.040	0.09	56	0.09	428	0.10	827
CH 9	0.034	0.120	0.31	100	0.27	353	0.26	552
CH 10	0.023	0.080	0.17	103	0.20	421	0.21	605
CH 11	0.040	0.139	0.32	3	0.34	378	0.42	1108
CH 12	0.029	0.100	0.24	9	0.27	406	0.28	552
CH 13	0.019	0.066	0.15	125	0.14	209	0.18	574
CH 14	0.029	0.100	0.26	9	0.21	272	0.29	565

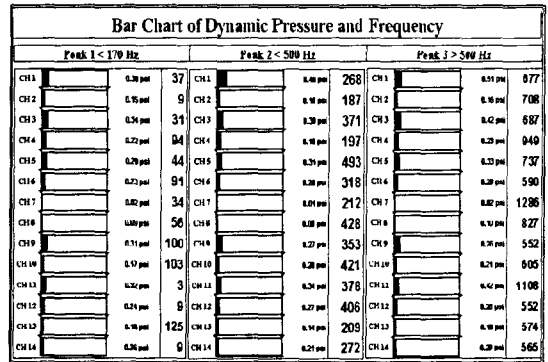
(a) Number display



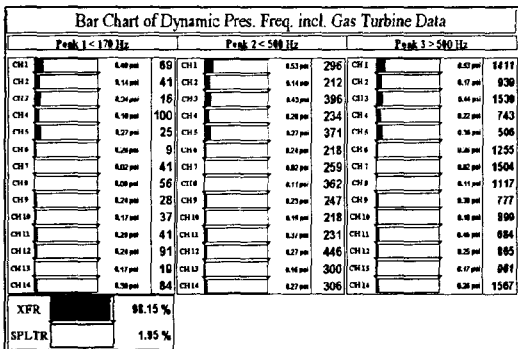
(b) Time plot



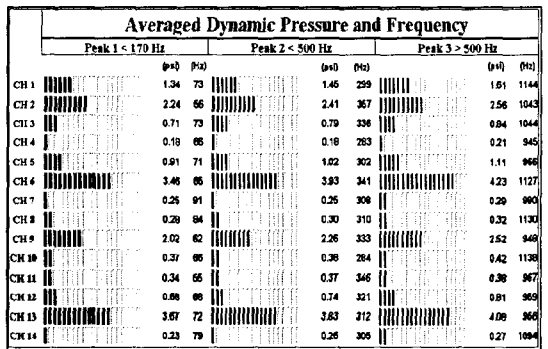
(c) FFT plot



(d) Bar chart



(e) Bar chart including gas turbine data



(f) Averaged number display

Fig. 6 Sample displays of combustion dynamic pressure measurements.

을 조정하여 저장시간을 변경할 수 있다.

4.1 적용실험 결과

본 측정 시스템을 이용하여 국내의 한 복합화력발전소에서 운용중인 DLN 가스터빈의 연소동압을 측정하였다. 기동시부터 기저부하에 도달할

때까지 연소동압 변화를 측정할 수 있었다. 대표적으로 연소불안정이 가장 심한 연소모드 전환(확산연소방식→회박예혼합연소방식; 부하: 약 96MW)시 1분 동안의 연소진동 결과를 주요 제어밸브(GSV 및 GTV)의 개도와 같이 정리한 그림이 Fig. 7이다. 여기서 연소진동 결과는 동압이 가장 컸던 특정 연소기 캔의 결과를 나타내고 있

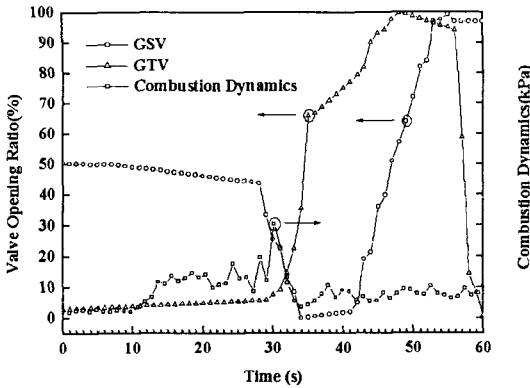


Fig. 7 Combustion dynamics and opening ratio of control valves during the combustion mode change.

다. GSV와 GTV의 개도는 조사한 DLN 가스터빈의 연소특성상 최소치에서 최대치인 100%까지 급격한 변화를 보이고 있고, 그림에는 나타나지 않지만, GCV의 개도는 약 42%로부터 완만하게 증가하는 특성을 보이고 있다. 전술한 바와 같이, 이 시기에 2차 연료유로로 공급되는 천연가스가 짧은 기간 동안 트랜스퍼 연료유로로 전환된 후

다시 2차 연료유로로 복구된다. 그림에서 보는 바와 같이 확산연소시 연소동압은 약 2.07 kPa 정도의 낮은 값을 보이는 반면 희박예혼합연소방식으로 전환된 후에는 8.89 kPa 근처의 비교적 높은 값을 나타내고 있다. 특히 연소모드 전환기에는 최대 30.48 kPa의 높은 값을 보이고 있다. 약 10초 근처에서 GSV의 개도함수 변화율이 미소하게 변화하면서 연소동압이 증가하였고 약 30초 근처에서 GSV가 급격히 닫히고 있고 GTV가 급격한 변화를 시작할 때 연소동압이 최대가 되는 것을 알 수 있다. 보다 체계적인 운전변수에 따른 연소동압 변동추이 및 저감대책 파악 등은 내용상 본 논문의 범위를 벗어나며, 이에 관한 집중적인 연구 후 그 결과를 발표할 예정이다.

동일시기에 14 연소기 캔의 연소동압을 동시에 보여주는 결과가 Fig. 8이다. 또한, 각 측정시간에 최대 동압의 주파수 성분만을 그림으로 나타낸 것이 Fig. 9이다. 지면 관계상 수록하지 않았으나 Fig. 6(c)와 유사한 주파수해석 결과도 처리할 수 있다. 이상의 대표적인 연소진동 측정결과로부터 조사한 DLN 가스터빈의 연소불안정을 상시감시를 할 수 있고, 과도한 연소동압을 저감시

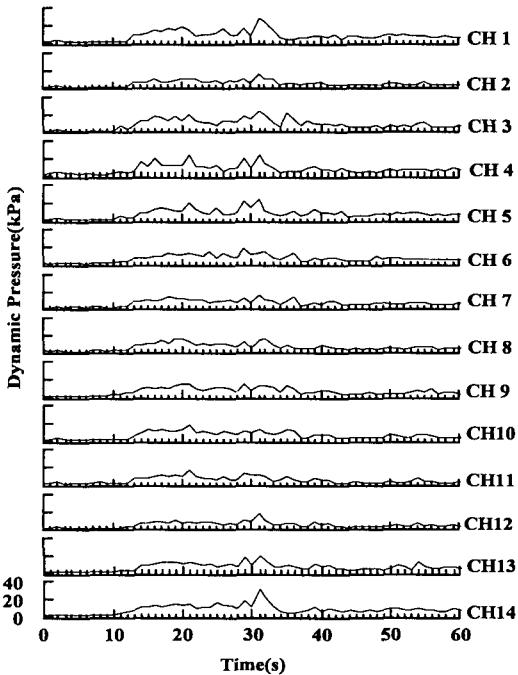


Fig. 8 Combustion dynamics of 14 can combustors.

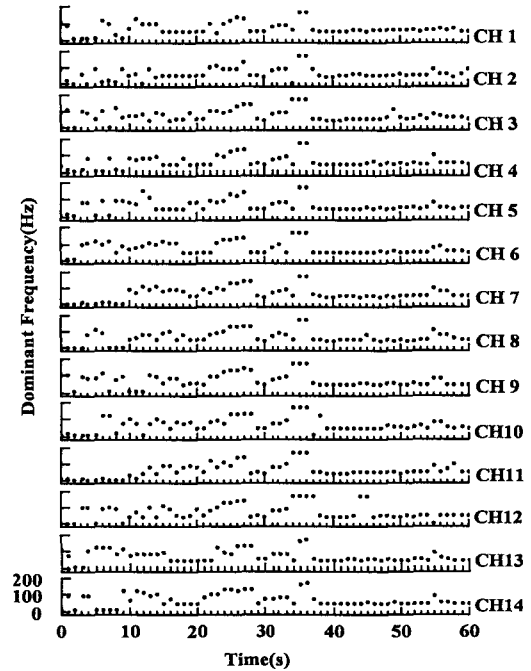


Fig. 9 Dominant frequencies of combustion dynamics of 14 can combustors.

키기 위한 운전데이터(예, GSV 및 GTV 개도) 변경 등을 효과적으로 수행할 수 있음을 알았다. 특히, DLN 가스터빈의 계획예방정비 후 연소기 튜닝시 연소동압 측정은 배가스농도 측정과 더불어 필수적이다.

4.2 활용방안

본 연구에서 개발된 DLN 가스터빈 연소동압 측정용 시스템은 DLN 가스터빈의 계획예방정비 후 또는 외기조건 및 연료의 화학조성 변화 등 여러 상황에서 발생할 수 있는 연소불안정을 해소하기 위한 연소기 튜닝시 필수적인 시스템이 될 수 있다. 이밖에 이러한 시스템을 토대로 연소진동과 관련된 모든 기기에도 그 특성을 고려하여 시스템에 설치된 일부 모듈 변경 등으로 측정 및 연구가 가능할 수 있다.

DLN 가스터빈 제작사로부터 선택사양으로 구입한 유사한 측정장치와 비교하였을 때 다음의 몇 가지 사항을 개선하였다. 첫째, 14 연소기 캔의 각 캔별 연소동압 측정결과를 나타낼 수 있었다. 기성 시스템은 14 연소기 캔의 최대치만을 해당 연소기 캔 확인 없이 나타낸다. 둘째, MS Windows 환경에서 작동되므로 운전자가 편리하게 사용할 수 있다(기성 시스템은 MS-DOS 환경임). 이외에도 결과 표시기능에서의 수월성 등 다양한 장점이 있다.

5. 결 론

연소진동 측정 시스템을 구성하여 상업운전 중인 캔형 DLN 가스터빈의 연소진동을 측정하였다. 측정 시스템 중 소프트웨어부는 범용 코드인 DASyLab version 5.6을 활용하여 동압신호 취득, 주파수분석, 시간분석, 운전데이터 처리, 결과 표시 등 일련의 과정을 수행할 수 있도록 개발하였다. 이 측정 시스템은 DLN 가스터빈의 근원적인 연소불안정 문제를 저감하는 데 활용되어, 발전설비의 안정적 운전에 기여할 것이다. 가스터빈 제작사의 유사한 측정 시스템과 비교하여, 각 캔별 연소동압 측정, Windows 기반에 의한 사용자 편리성 등의 장점이 있도록 구성하였다. 현재, 조사한 DLN 가스터빈의 연소동압 상시감시 시스

템으로 활용되고 있고, 연소동압 저감을 위한 보다 체계적인 연구에도 사용되고 있다. 이 연구결과는 추후 발표할 예정이다.

후 기

본 논문은 (주)한국전력 전력연구원의 연구비 지원에 의하여 작성되었으며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. Beer, J. M., 1994, Minimizing NO_x emissions from stationary combustion; reaction engineering methodology, Chemical Engineering Science, Vol. 49, No. 24A, pp. 4067-4083.
2. Lefebvre, A. H., 1995, The role of fuel preparation in low-emission combustion, ASME Journal of Engineering for Gas Turbines and Power, Vol. 117, pp. 617-654.
3. Choi, B. S. and Cha, D.-J., 1997, Strategic plans and current RD&D activities for the environment-friendly thermal power generation, Proceedings of the 12th Korea-U.S. Joint Workshop on Energy & Environment, October 6-11, Daejeon, Korea.
4. Claeys, J. P., Elward, K. M., Mick, W. J. and Symonds, R. A., 1993, Combustion system performance and field test results of the MS7001F gas turbine, ASME Journal of Engineering for Gas Turbines and Power, Vol. 115, pp. 537-546.
5. McManus, K. R., Poinsot, T. and Candel, S. M., 1993, A review of active control of combustion instabilities, Prog. Energy Combust. Sci., Vol. 19, pp. 1-29.
6. Richards, G. A. and Janus, M. C., 1998, Characterization of oscillations during premix gas turbine combustion, ASME Journal of Engineering for Gas Turbines and Power, Vol. 120, pp. 294-302.
7. DATALOG GmbH, 2000, DASyLab, version 5.6, Germany.