

MCFC 모듈형 BOP(300kW급) 방음 Enclosure 최적설계

Optimal design of Sound Enclosure of the BOP module(300kW MCFC)

오진우[†] · 이장현* · 이규형* · 이상훈** · 오용민** · 김선화**

JIN WOO Oh, JANG HYUN LEE, KYU HYOUNG LEE, SANG HUN LEE, YONG MIN OH
and SUN HWA KIM

Key Words : Sound Enclosure, MCFC, BOP, Eco friendly energy.

ABSTRACT

Recently eco friendly energy is the most interested field and has been research actively. MCFC is a representative technology of eco friendly energy. Eco friendly energy shouldn't cause environmental problems like noise and vibration because that is the technology to solve environmental problems .

The major noise and vibration source of MCFC is blowers. this project designed sound enclosure and isolator as the best way for blowers.

제에 대한 해결방안으로 연구되고 있으나 소음이나 진동과 같은 또 다른 환경문제를 발생시킬 수 있으므로 이러한 발생 가능성에 대해 검토되어야 한다.

MCFC system에서의 주요 소음/진동은 system의 구동계에서 발생하며 이에 대한 검토 및 대책을 본 프로젝트에서 진행하였다. 구동계의 주요 설비는 Blower로 Blower에 대한 최적의 방음/방진대책으로 Sound Enclosure 및 Isolator를 설계하여 그 효과를 예측, 평가하였다.

기 호 설 명

여기에 기호설명을 아래와 같이 입력하십시오.

dB : deciBell(데시벨), 소음/진동에 대한 인가의 자극 정도를 나타내기 위한 단위

IL : Insertion Loss(삽입손실), 소음기 등 기타 소음장치의 성능표시 방법 중 하나로 방음장치 설치 전과 후에 동일위치에서의 측정음압 차

1. 서 론

최근 친환경 에너지에 대한 관심이 증가하고 있고 이에 따른 관련기술이 연구 개발되고 있다. 이러한 친환경 에너지는 높은 환경친화성, 높은 효율 등을 대표적인 특징으로 하고 있으며 MCFC(용융탄산염 연료전지)도 대표적인 친환경 에너지 기술에 속한다. 현재 포스코파워에서 MCFC에 대한 기술연구 및 개발이 활발히 진행 중에 있으며 이에 따른 결과물도 나타나고 있다. 친환경 에너지 기술은 환경문

2. 본 론

2.1 목표기준 및 목적

(1) 목적

MCFC의 주 소음/진동원인 Blower의 소음/진동에 대한 방음/방진대책 수립 및 최적 설계를 목적으로 한다.

(2) 목표기준

관련기준은 크게 소음과 진동으로 구분할 수 있으며 Table 1과 같다.

소음 기준은 설치지점이 한정된 설비가 아니며 개발과정에서의 검토 기준이 요구되므로 적절한 법적기준이 존재하지 않아 제작사의 자체 설계목표를 기준으로 하였고 진동의 경우 설비의 안전 문제와

† 오진우: NSV기술연구소
E-mail : jwoh@nsv.co.kr
Tel : 032-816-7992, Fax :032-816-7993

* NSV기술연구소
** 포스코파워 연료전지부문 기술연구소

진동에 의한 구조소음발생문제를 고려하여 적절한 진동원장치를 적용하였다.

Table 1 소음/진동 목표기준

구분	소음 [dBA]	진동 [dB]
목표기준	65dB(A) @설비외곽선 3m지점	67dB @구조Frame
비고	자체 설계목표 적용	ISO2631*

* 연속진동/ 공장.작업장 기준

2.2 검토 PROCESS

(1) Flow chart(순서도)

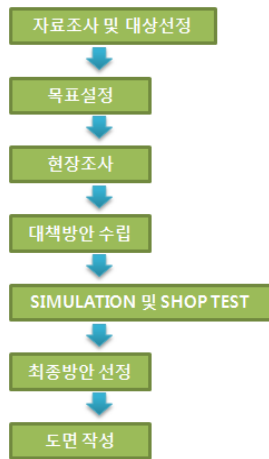


Figure 1 검토 Process Flow Chart

(2) 자료조사 및 대상선정

- 계획도면 및 시스템 구성 파악
- Blower 위치 확인

(3) 목표설정

- 국내외 관련기준 조사
- 자체 설계 목표 적용

(4) 현장조사

- 유사 설비의 소음도 측정 및 주변 환경 분석
- 진동 전달경로 분석

(5) 대책방안 수립

- 이론적 검토 방안 등을 통하여 필요한 방진/방음 대책 선정
- 대책 성능 의 검토사항 반영(압력손실, 환기 등)

(6) Simulation 및 Shop test

- 소음 Simulation: RAYNOISE Rev3.1
- 진동 Simulation: ANSYS v.11
- Shop test: 사내 음향연구실(잔향실/무향실) 및 외부기관
- Shop test 결과를 통한 Simulation input data의 신뢰성 검증

(7) 최종방안 선정

- Simulation 결과에 따른 최종방안 검토

2.3 검토 결과

(1) 자료조사 및 대상선정

MCFC 시스템에서의 주요 소음/진동 발생설비는 Blower이며 그 외 부분에서는 소음/진동을 발생량이 크지 않아 무시가능하다. 따라서 대책방안은 blower 실을 대상으로 한다.

Blower실은 유지보수를 위한 출입문, 시창이 요구되며 발열과 환기를 위한 면적이 확보되어야 한다.

(2) 현장조사

현장조사를 통해 유사설비의 발생소음도 및 진동을 측정하였다. 소음/진동원인 Blower는 전체 2대로 Figure 2와 같다.

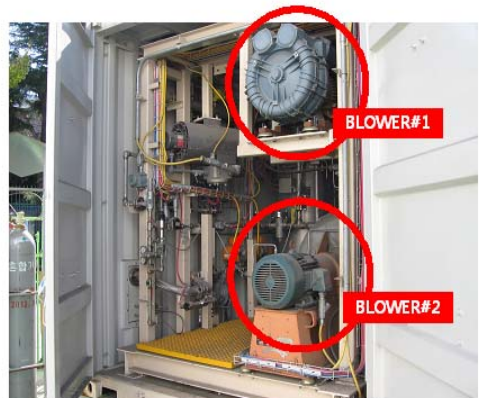


Figure 2 구동계 blower(유사설비)

현장조사단계의 유사설비 측정결과는 Table 2와 같으며 측정된 결과값은 simulation 과정에서 input data로 활용된다..

Table 2 유사설비 측정결과

구분	소음 [dBA]	진동 [dB]
측정값	87.7	98.5
위치	기계실 내부	Blower #2 Base

- ① Simulation의 input data로 활용
- ② Blower #1 미가동 상태

* Blower specification

- 1. Blower #1: 3500RPM/ 103kg
- 2. Blower #2: 3550RPM/ 936kg

(3) Shop Test

방음대책에 대한 Shop test는 당사에서 보유 중인 잔향실과 무향실을 통해 실시하였으며 방진대책의 경우는 동적고유진동수 파악을 위해 외부기관에 시험의뢰하였다.

방음대책의 Shop test system 구성도는 Figure 3과 같다.

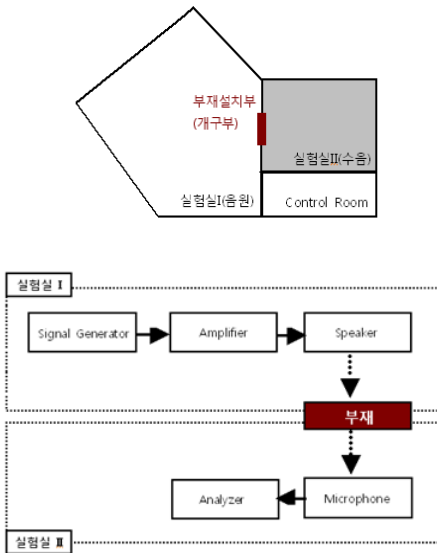


Figure 3 방음대책 shop test system

1) 방음대책

방음대책 적용요소로는 출입문, 시창, 개구부 등이 있으며 이러한 구성요소의 방음대책으로 방음문, 방음루바, 방음시창, 방음루바를 적용하였다.

각 구성요소 부재에 대하여 test system에서 IL값을 측정하여 Simulation에 반영한다. Shop test 결과는 Table 3과 같다.

Table 3 방음대책 Shop test 결과

구성요소	방음대책	예상효과*	측정결과
출입문	방음문	IL 32	IL 37
시창	방음시창	IL 32	IL 40**
환기개구부	방음루바	IL 9	IL 11
외관	방음판넬	IL 27	IL 32

- * Simulation 또는 이론적 예측값
- ** 시장전문업체의 시험성적서 참고

Shop test 결과 각 구성요소에 대한 방음대책의 효과는 Simulation 예상효과에 비해 2~8dB 높은 수준으로 측정되었다. Test system의 이상적 실험조건 및 안전율을 고려하여 Simulation 상에는 예상효과를 적용하였다.

2) 방진대책

방진대책 적용요소는 Blower 하부 base 부분이 있으며 방진대책으로 당사에서 제작이 가능한 VA Type(Figure 4)의 Isolator를 적용하였다. Shop test 결과는 Table 4과 같다.



Figure 4 VA Type Isolator

Table 4 방진대책 Shop test 결과

구성요소	적용하중	고유진동수	방진효율	비고
Blower #1	46kgf	13.4Hz	92.7%	경도 40
Blower #2	235kgf	15.8Hz	92.3%	경도 70

Shop test 결과 Isolator의 고유진동수는 13~15Hz이며 적용하중에 맞게 설계하였을 경우 방진대책의 효율은 90%를 상회하는 수준으로 측정되었다. 회전체의 Steady한 진동을 가정하여 Simulation에 적용하였다.

(4) Simulation

1) 소음

Simulation을 위해 3D-model(Figure 5)을 제작하고 출입문, 시창, 개구부 등 구성요소에 대한 방음

대책의 방음성능을 적용한다.

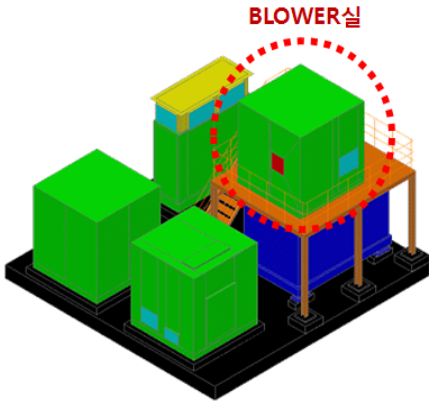


Figure 5 3D-model(RAYNOISE)

Blower에 대한 방음대책은 Sound enclosure를 기본 개념으로 방음문, 방음시창, 방음루바, 방음판넬, 방음cover를 적용한다. 설계된 각 구성요소의 방음 대책은 Table 5와 같다.

Table 5 소음 Simulation 적용 방음대책

구성요소	방음대책	개소	예상효과*
출입문	방음문	1	IL 32
시창	방음시창	1	IL 32
환기개구부	방음루바	2	IL 9
배관관통부	방음cover	3	IL 27
외관	방음판넬	-	IL 27

* Simulation 또는 이론적 예측값

소음 Simulation은 방음대책을 적용한 상태로 방음효과가 가장 낮은 방음루바의 위치에 따라 예측을 실시하여 최적방안을 도출하였다.

방음루바의 위치는 세가지 Type으로 검토하였으며 정리하면 다음과 같다.

- ALT1: 양쪽 측면에 각 1개소
- ALT2: 측면과 후면에 각 1개소
- ALT3: 동일 측면에 2개소

각 ALT별 simulation은 설비 외곽선 3m 지점에서의 소음도를 예측하여 비교하였으며 비교지점은 사방 8개 지점으로 정하였다. 예측 결과는 Table 6, Figure 6~8과 같다.

Table 6 소음 simulation 결과

[단위: dB(A)]

지점	ALT1	ALT2*	ALT3*
①	54	54	54
②	57	56	56
③	56	48	47
④	50	57	56
⑤	60	57	44
⑥	52	53	53
⑦	55	55	57
⑧	53	55	48

*예측지점 외 지점에서 최대 소음지점이 발생하며 최대 소음예측지점에서의 소음도는 59dB(A)

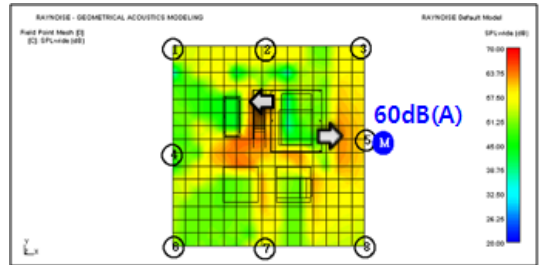


Figure 6 소음 simulation 결과(ALT1)

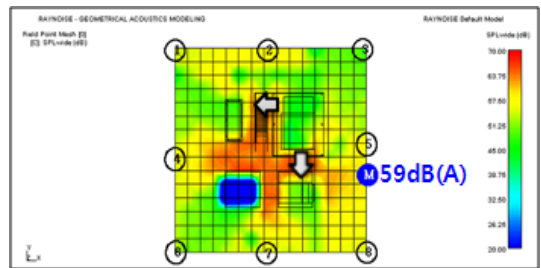


Figure 7 소음 simulation 결과(ALT2)

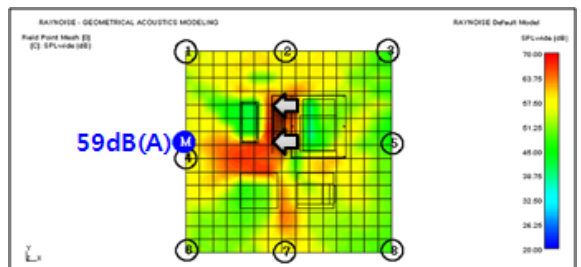


Figure 8 소음 simulation 결과(ALT3)

Simulation 결과 루바의 위치에 따라 소음 전달경향성의 차이가 발생하나 최대예측소음도는 각 ALT에 따라 59~60dB(A)로 큰 차이를 보이지 않으며

모든 경우에서 설계 목표 65dB(A)를 만족하는 결과가 예측되었다.

최종 루바위치의 선정은 방음효과가 유사한 관계로 루바의 위치에 따른 환기효율을 고려하여 ALT1을 선정하였다.

2) 진동

Simulation을 위해 3D-model(Figure 9)을 제작하였다.

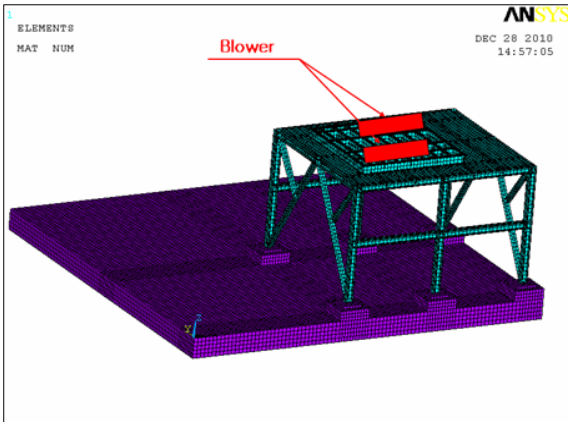


Figure 9 3D-model(ANSYS)

예측 대상지점인 구조 Frame까지의 전달경로 및 주변 영향요인을 고려하여 Blower실 하부의 철제 구조물과 Blower 지지 구조 Frame을 modeling 하였다.

Blower에 대한 방진대책은 Blower와 구조 Frame 사이에 Isolator를 설치하도록 설계하였으며 Blower의 운전하중 및 구동 조건에 따라 Isolator를 선정하였다.

각 Blower에 따라 선정된 Isolator의 적용조건 및 성능은 Table 7와 같다.

Table 7 진동 Simulation 적용 방음대책

구성요소	적용하중	개소	방진효율
Blower #1	46kgf	4	92.7%
Blower #2	235kgf	8	92.3%

진동 Simulation은 방진대책을 적용하였을 경우 진동영향성의 변화를 예측하였으며 그 결과는 Table 8, Figure 10~11과 같다.

Table 8 진동 Simulation 결과

구성요소	[단위: dB]	
	대책 전	대책 후
진동예측값	92	60

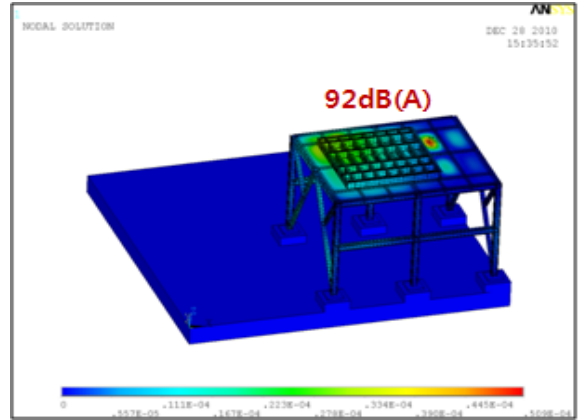


Figure 10 진동 simulation 결과(대책 전)

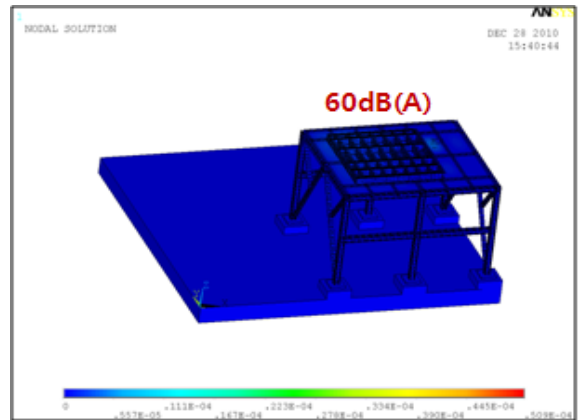


Figure 11 진동 simulation 결과(대책 후)

Simulation 결과 선정된 방진기의 방진효과로 인해 예측된 진동값은 목표기준인 67dB를 만족하는 결과가 예측되었다.

3. 결 론

본 프로젝트에서는 친환경에너지인 MCFC 연료 전지 개발 및 설계과정에서 발생할 수 있는 소음/진동 문제를 예측하고 대책을 수립, 평가하였다.

MCFC의 주요 소음/진동발생원은 Blower이며 설비의 발생량은 소음의 경우 87.7dB(A), 진동은

98.5dB로 측정되었다.

적용방음대책은 방음문, 방음루바, 방음시창, 방음판넬, 방음Cover이며 설비에 의한 발생소음의 외부 방사 차단을 목적으로 한다.

Shop test를 통해 적용방안의 성능검토를 사전에 실시하여 각 방음대책에 대한 Simulation input data의 신뢰성을 검증하였다. 측정결과 설계예측치보다 다소 상회하는 성능을 나타내고 있어 설계방향에는 문제가 없는 것을 확인하였다.

소음 Simulation결과 대상지점에서 최대 60dB(A)로 목표기준인 65dB(A)를 만족할 것으로 예측되었다.

적용 방진대책은 Isolator로 Blower 발생진동의 외부 구조체로의 진동전달 최소화를 목적으로 한다.

Isolator의 Shop test는설비 Specification을 기준으로 다양한 Sample을 제작하여 test하여 최적의 제품을 선정, 적용하였으며 선정 제품은 90%이상의 높은 방진효율을 가진다.

대상 Isolator를 적용한 Simulation 결과 대상지점에서 60dB로 목표기준인 67dB를 만족한다.

본 프로젝트를 통해 진행된 일련의 과정으로 대상 소음/진동원에 대해 최적의 설계가 이루어졌으며 추후 제품 제작 완료 후 Field Test를 통한 최종 검토를 진행할 계획이다.

후 기

본 연구는 "지식경제부", "한국산업기술진흥원", "대경광역경제권 선도산업지원단"의 "광역경제권 선도산업 육성사업"으로 수행된 연구결과입니다.

참 고 문 헌

- (1) ASHRAE Research, 2007, ASHRAE HANDBOOK.
- (2) Istvan L. Ver and Leo L. Beranek, 2006, Noise and Vibration Control Engineering.
- (3) Richard K. Miller and Wayne V. Montone, 1978, Handbook of Acoustical Enclosures and Barriers, The Fairmont Press, Inc.
- (4) Lee, K. S., Lee, J. T and Son, C. Y., 2007, A Study of Natural Frequency of Offshore Wind Turbine JACKET, Vol. 17, No. 2, pp.130~135
- (5) Jeong, G. C. and Chung, J. Y., 2007 A study on the Acoustic Characteristic of the Light Weight Concrete Panel Using Bottom Ash, Vol 17, No. 2, pp. 149~154