

Rotary Engine Cogeneration 실증시험

※본 자료는 일본 열병합발전센터 자료에서 발췌·번역한 것임

1. 머리말

열병합발전시스템은 에너지절약성, 환경보전성이 우수하여 전기사업법을 시작으로 일련의 규제완화가 진행되어 착실히 보급되어 왔다.

열병합발전에는 여러 가지 종류가 있는바 특히 가스엔진에 의한 열병합 발전이 급속히 보급되었다. 그 구조는 4사이클 왕복동형엔진으로 발전기를 구동하는 것이 主流로 되어있다. 동일한 출력의 왕복동형엔진에 비하여 『소형·경량』 『저 소음』 『저 진동』의 특징을 갖는 로타리엔진에 주목하여 마쓰다(주)의 기술지원으로 로타리엔진 탑재 열병합발전(이하 RECGS라 한다) 실증시험을 실시하였다. 여기에 그 개요를 소개한다.

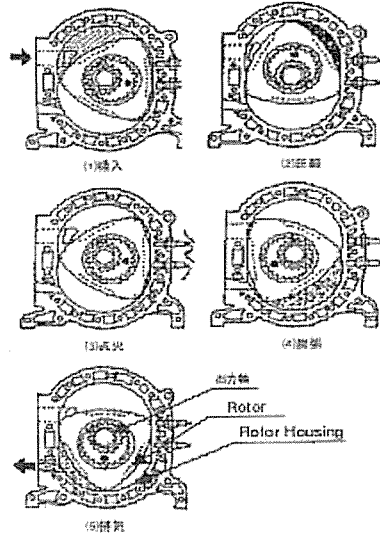


그림-1 Rotary Engine 작동원리

2. 로타리엔진의 작동원리

로타리엔진은 눈썹형의 로터하우징의 內壁面과 주먹밥형 로터의 3??에 의하여 형성되는 3개의 작동실이 용적이 변화되면서 각각 흡입, 압축, 점화·팽창, 배기의 4행정을 완료한다. 그림-1에 작동원리를 표시하였다.

일반적으로 4사이클 왕복동형엔진은 피스톤의 왕복운동이 크랭크샤프트 등에 의하여 회전운동으로 변환된다. 흡기, 압축, 점화·팽창, 배기의 4행정은 출력축(크랭크 샤프트)이 2회전에 완료된다.

4행정을 완료하는 동안 출력축이 2회전하는 왕복동형엔진에 비하여 로타리엔진은 로타리가 1회전, 출력축이 3회전으로 4행정 1사이클을 완료한다. 출력축 1회전 중에 3개의 작동실에서 각각의 행정이 연속하여 일어나고 출력축이 1회전 할때마다 출력행정이 있다. 또한 왕복운동에 의한 관성력이 없이 로타리의 遊星(회전) 운동이 그대로 출력축의 회전운동으로 변환되므로 균형 잡힌 부드러운 기관의 실현된다.

3. 시스템 개요

도시가스(13A)를 연료로 로타리엔진을 구동, 20kW의 전력과 45kW의 온수를 회수한다. 표-1에 시스템사양, 그림-2에 시스템구성도를 각각 표시하였다. 로타리엔진의 회전수를 전동기의 동기속도(1800rpm)보다 빠른 1820rpm으로 운전하여 20kW를 발전한다.

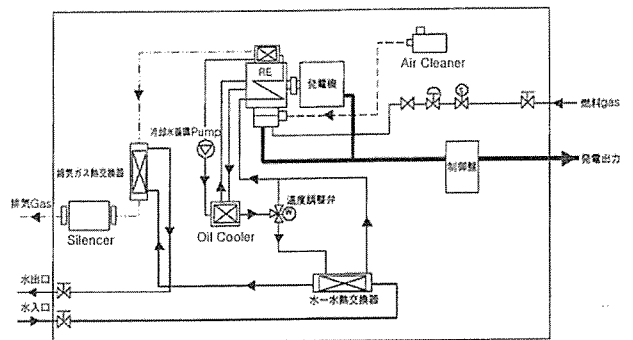
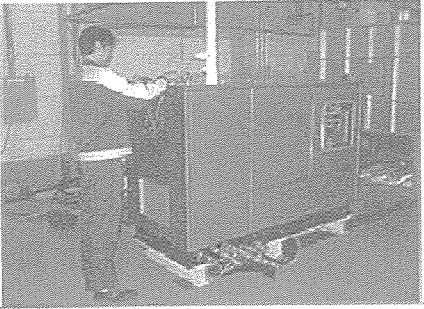
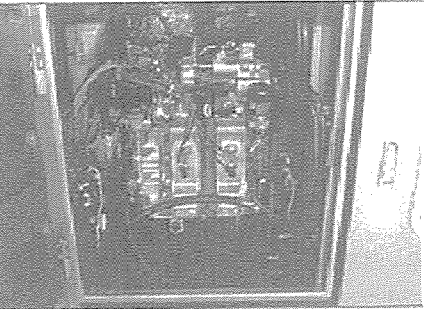


그림-2 시스템 구성도

표-1 시스템사양

本 体	寸 法	1950 (L) × 850 (W) × 1300 (H) mm
	外形写真	
	總 量	1400kg
	定格出力	20kW
	排熱回収量	45kW (目標)
	燃 料	都市 (13A)
Engine	型 式	13B Rotary engine
	排 気 量	654CC × 2 Rotor
	迴 転 数	1820rpm
		
発電機	種 別	誘導発電機 220V 三相三線式
	力 率	0.85

유도발전기의 정격출력은 22kW이지만 내부보조기 (냉각수펌프, 냉각팬 등) 의 전력소비로 인하여 정격출력 (송전단출력) 을 20kW로 하였다.

배열회수는 엔진용 냉각수에 水-水 열교환기, 배가스에는 가스-수 열교환기를 설치하여 온수를 회수한다. (목표 : 45kW, 75°C 온수)

4. 시스템의 특징

◆소형·경량

로타리엔진은 동출력 왕복동형엔진 (2000cc 클라스) 와 비교하면 크기, 중량 등이 약 2/3 정도이다. 이로 인하여 패키지를 콤팩트하게 할 수가 있다.

◆저소음·저진동

Recipro-Engine에는 기통마다 흡/배기 밸브가 있어 엔진으로부터 발생하는 소음의 주 원인의 하나로 되고 있다. Rotary Engine에는 이와같은 밸브가 없으므로

로 밸브 개폐로 인한 기계소음의 발생이 없다.

진동에 관해서도 차이가 적지 않아 피스톤의 왕복운동에 의한 관성력이 발생되지 않으므로 엔진 진동이 극히 적다. 따라서 방진고무 등의 장비가 생략된다.

◆고 신뢰성

Recipro-Engine에 비하여 밸브가 없는 등 심플한 구조로 인하여 교환부품수도 적고 고 신뢰성이 다.

◆많은종류의 연료 사용

Rotary Engine은 청정한 에너지인 천연가스나 LPG를 시작으로 하수로부터 발생하는 소화가스나 생쓰레기를 발효하여 발생하는 바이오매스 등의 열량이 낮은 메탄가스로도 운전이 가능.

◆유도발전기에 의한 20kW 발전

유도발전기를 채용, 20kW의 전력을 발생한다. 유도발전기는 표-2에 표시한 바와 같이 단독운전이 불가능한 단점이 있으나 동기발전기에 비하여 『勵磁裝置 등의 부속장치가 불필요』 『낮은 가격』 『간단한 구조』 등의 이점이 있어 콤팩트한 발전시스템이 실현되었다.

표-2 유도발전기와 동기발전기의 비교

	유도발전기	동기발전기
운전방법	계통연계만가능 단독운전불가능	단독운전, 계통연계운전도 가능.
구 조	간단함.	유도발전기보다 복잡함.
역 료	유도전동기와 동일.	임의로조정 가능
단 가	낮은가격	유도발전기에 비하여 높음.
부속설비	없음	직류여자장치, 동기투입장치필요
전압, 주파수의조정	조정 불가능 계통에 지배됨	단독운전에서 임의조정가능.

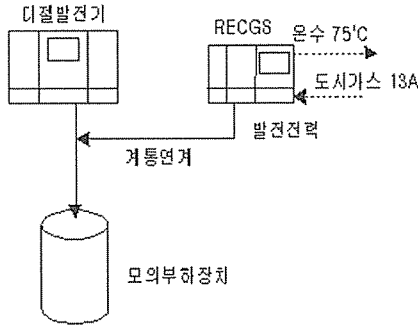


그림-3 실증시험설비

5. 실증시험개요

5-1 실증시험설비

본 시스템은 유도발전기를 사용하므로서 단독운전이 되지않아 다른 전원이 필요하였다. (표-2 참조)

상용전원과 연계한 경우 주파수, 전압이 일정하므로 주파수나 전압을 변화시킨 경우의 RECGS 기본특성이 파악되지 않는다. 이로 인하여 상용전원으로 부터 분리하고 디젤발전기를 모의 상용전원으로 하였다. 따라서 계통의 전압, 주파수를 변화시킬 경우의 시험이 가능하게 되었다.

5-2 기동특성

그림-4에 기동특성을 표시하였다.

엔진기동은 Battery가 아닌 외부전원 (AC Starter)으로 전력을 공급하고 Cell motor 를 회전시켜 엔진을 기동하였다. 기동시에는 순간적으로 최대 6kW 정도의 전력을 소비하지만 엔진이 시동되면 엔진은 회전수 1740~1760rpm에서 서서히 가열되고 그동안 냉각

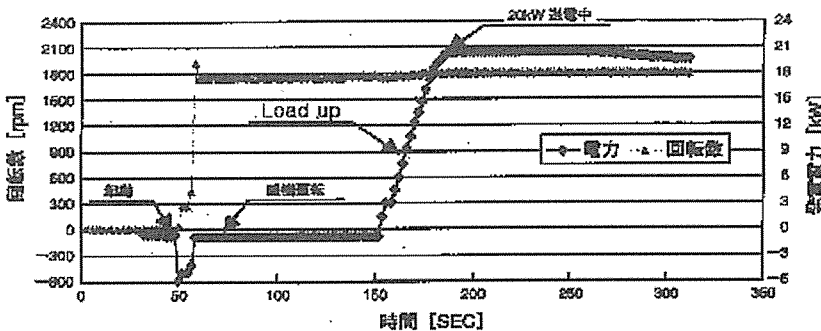


그림-4 기동특성

팬, 냉각수 순환펌프 등의 보조기기에서 약 0.9kW의 전력을 소비한다.

냉각수온도가 일정온도에 도달하면 1초에 1회전씩 엔진회전수를 올리고 동기속도를 초과하면 발전을 개시하여 엔진 회전수 1820rpm에서 20kW를 발전한다.

6. 금후의 과제

본래 Rotary Engine은 Sports Car와 같은 고회전엔진이므로 엔진회전수 1800rpm, 발전출력 20kW 사양 외에 Recipro 엔진으로는 내구성 면에서 어렵다고 하는 엔진회전수 3600rpm의 연속운전도 가능하다.

이 경우 발전기를 40kW 사양으로 변경하고 회전수를 3600rpm으로 함으로서 콤팩트한 발전출력 40kW 사양을 실현할 수 있다. 20kW 사양을 40kW 사양과 효율이나 소음, 진동, 내구성 등을 비교하여 각각의 우위성을 확인하고 싶다.

또한 천연가스 사양의 Rotary Engine은 여러 형태의 운전모드실적이 적어 어떤 특성인가를 알지 못한다. 많은 가능성이 있어서 40kW 사양도 그것중의 하나이고 열병합발전 이외에도 GHP 등의 원동기특성 파악 등이 금후의 과제이다.

7. 맺는말

平成14년 12월 설치 이후 운전시간이 2000시간을 넘는동안 (12/1현재) 트러블 없이 순조롭게 가동되고 있다.

또한 작년 4월부터 판매된 RX-8 에 탑재된 신형 Rotary Engine 『RENESIS』는 현시점에서 가솔린 연료사양이지만 도시가스용으로 전용하여 종래의 Rotary Engine보다 발전효율 등이 향상되는 것이 기대된다.

RECGS 가 열병합발전 보급을 위한 새로운 계기가 되는데 공헌하기를 기대한다.