

꿈의 엔진—스터링 엔진의 開發現況

姜 炳 夏

〈韓國科學技術研究院前任研究員·工博〉

1. 概 要

현 人類에 있어서 필연적으로 대두되고 있는 過程인 에너지 節約 및 環境汚染 防止의 측면에서 스테링 엔진은 선진 各國으로부터 비상한 관심을 받고 있으며 다투어 그 실용화를 서두르고 있다. 1816년 영국의 로버트 스테링 목사에 의해 개발된 스테링 엔진은 기존 내연기관에서 찾아볼 수 없는 특수한 성능과 획기적인 장점들로 인해 미래형 꿈의 엔진으로 불리고 있다.

스테링 엔진은 熱機關 중에서 이론 熱效率가 가장 높고 다양한 연료를 활용할 수 있어 가장 합리적인 대체에너지 이용기기이며 民生부분(냉난방·발전·급탕), 운수부분(승용차·트럭·버스·선박용 발전기) 및 산업부분(불도저·포크리프트·발전기·광산동력) 등에 다양하게 활용될 수 있는 미래형 엔진이다. 또한 스테링 엔진은 에너지 절약과 대체 에너지 活用效果가 높고 미래 첨단산업 기기에의 응용도가 높아 앞으로의 산업 고도화에 크게 이바지할 수 있다.

특히 스테링 엔진 개발은 첨단 傳熱촉진 열교환 기술, 熱貯藏기술, 耐熱·내마모 및 경량화를 위한 첨단신소재의 개발과 신소재 대체부품 생산기술 등 열유체 및 첨단 복합 재료의 기술향상을 요구하며 또한 고온, 고압 作動流體(헬륨, 수소 등)용 피스톤과 실린더내의 마찰·마모 및 씰링기술의 난제를 해결하여 첨단 극한환경적용 산업기기 및 미래형

動力機關의 개발을 위한 기반기술을 확립할 수 있다.

2. 스테링 엔진의 특징

스테링 엔진의 열역학적 사이클은 〈그림-1〉과 같이 이상적으로는 等溫壓縮過程, 定積加熱過程, 等溫膨脹過程, 定積冷却過程의 4과정으로 구성되어 있다. 정적냉각과정에서 저온측에 주는 열을 재생기에 저장해두고 정적가열 과정시에는 그 再生熱이 이용되어 이용열효율은 열기관으로 가능한 최대 열효율을 갖는 Carnot 사이클의 열효율과 같다. 스테링 엔진은 內燃機關 특유의 폭발행정이 없으므로 振動·騒音의 발생이 적으며 외연기관의 특징인 연속연소 방식이므로 연소제어가 쉽고 공해배출가스 성분의 농도가 극히 낮은 장점이 있다. 또한 스테링 엔진은 外燃機關이므로 천연가스, 석유 등의 연료는 물론 석탄, 목탄 등 고체연료에서 태양열 또는 産業發熱 등의 각종 熱源까지도 이용가능하다는 특징이 있다. 또한 스테링 엔진은 낮은 회전수에서도 出力 토크가 떨어지지 않고 부분부하 및 저부하 운전에도 높은 효율을 유지하며 형식 및 형상의 선정에 커다란 자유도와 융통성을 갖고 있어 이용분야가 광범위하다.

3. 스테링 엔진의 分類 및 構成要素

스테링 엔진의 분류방법에는 作動空間, 실린더

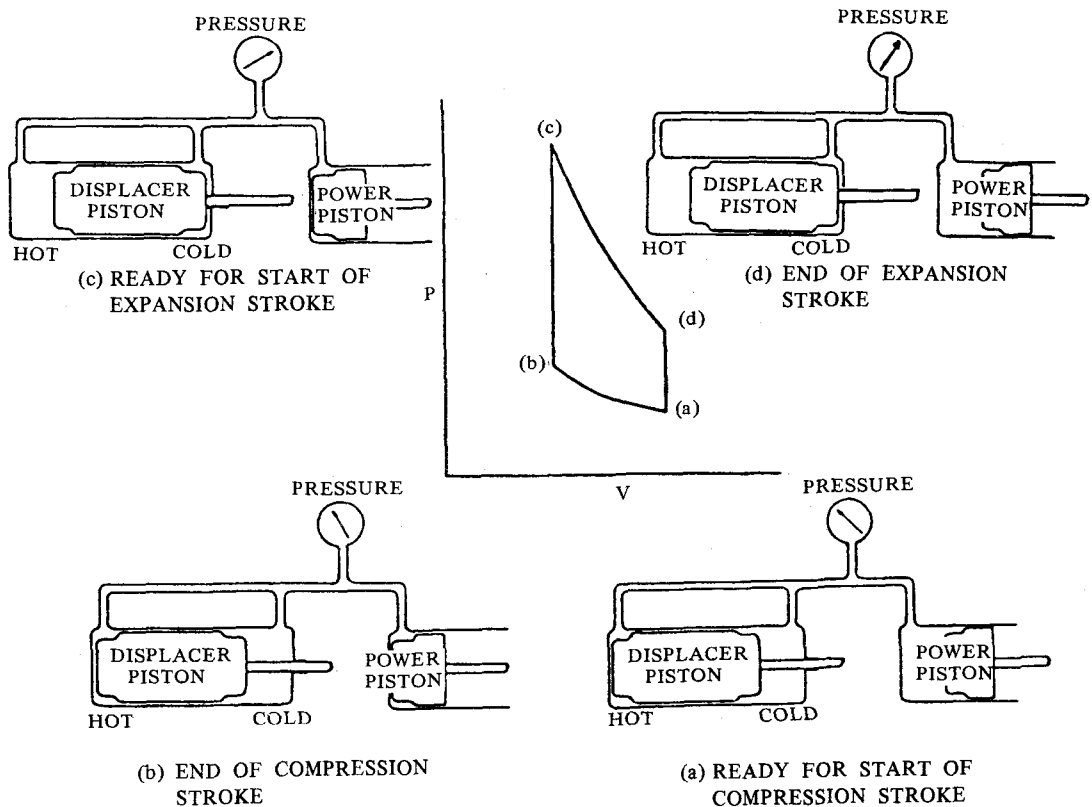
配列, 加熱方式, 出力機構 등에 의한 여러가지가 있으며 그 분류는 <그림-2>에 나타나 있다. 일반적으로 피스톤과 실린더의 配置에 따라 3가지 형태가 있다. 두개의 실린더와 두개의 피스톤으로 구성된 α 형, 하나의 실린더내에 피스톤과 디스플레이서 (Displacer)가 내장된 β 형, 피스톤과 디스플레이서가 별도의 실린더에 설치된 γ 형으로 나누며 그 基本 構成은 실린더, 피스톤, 디스플레이서, 가열기, 냉각기, 재생기 등이며 보조기로서 공기에 열기, 방열기, 펌프류, 기타 제어기기 및 압축기, 발전기 등이 선택적으로 사용된다.

4. 스테링 엔진의 開發現況

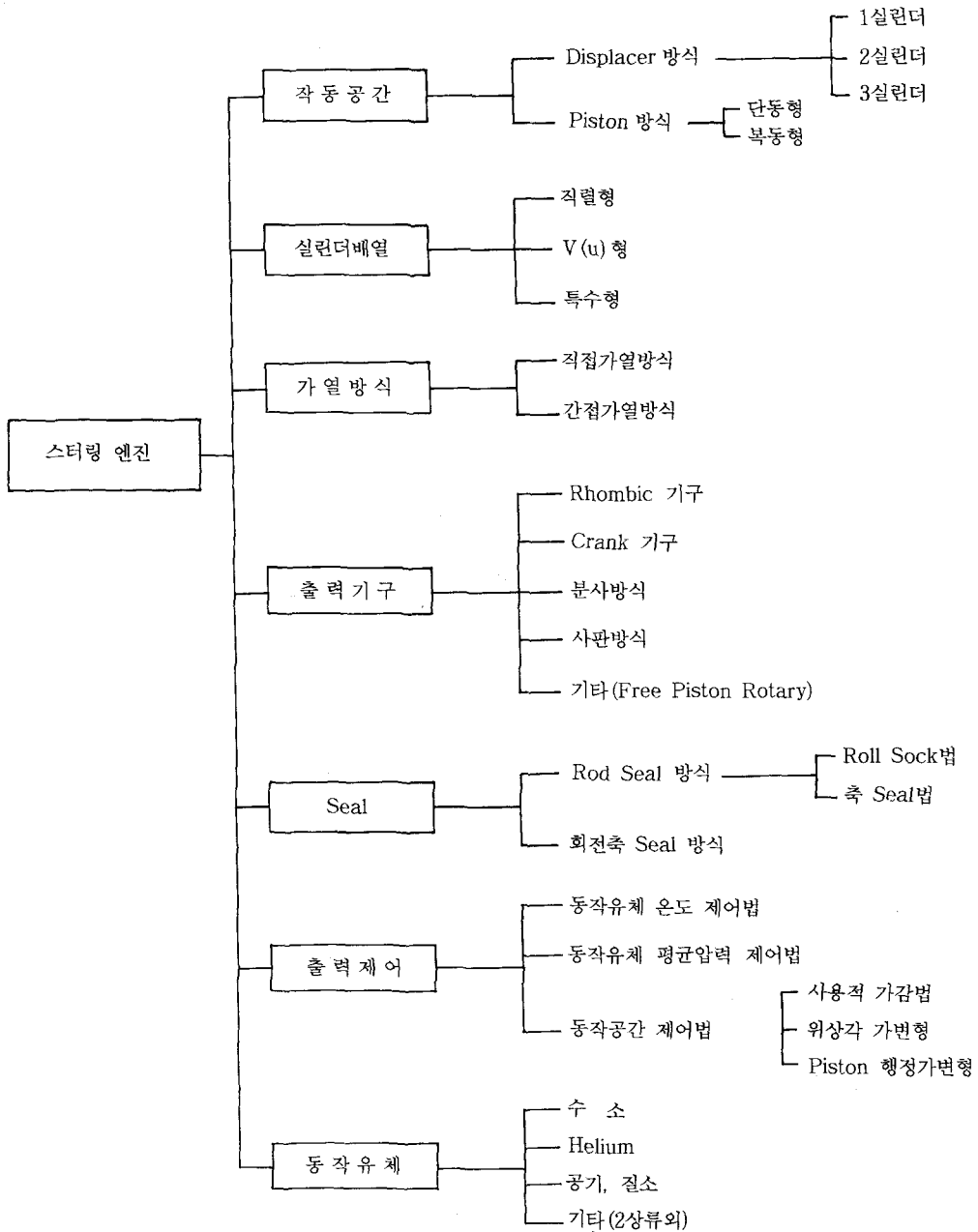
가까운 일본에서는 석유 대체 에너지의 有効 活用 및 에너지 절약 효과를 도모하기 위하여 Moon

Light 에너지 절약기술 개발계획에 의해 스테링 엔진의 개발을 정부차원에서 추진하고 있다. 1982년부터 6년간에 걸쳐 일화 100억엔을 투입 엔진의 연구개발, 시스템의 試驗評價에 관한 연구, 이용시스템의 연구개발, 연료다양화 연구 등을 수행하여 空氣調和用 및 소형 동력용에는 실용화 단계를 목전에 두고 있다. 일본에서의 스테링 엔진 開發現況이 <表-1>에 나타나 있다.

미국은 1977년부터 1987년까지 약 1.6억불 이상을 투자하여 현재 기존 승용차 엔진과 경합할 수 있는 제품을 개발하여 공군 비행장내의 運送차량 및 도심지 우편배달용에 장착 실용화 연구단계에 있다. 기타 유럽의 스웨덴, 서독, 영국, 프랑스 등지에서도 冷暖房用 열펌프 시스템용 및 發電用 스테링 엔진의 개발에 초점을 맞추고 있으며 性能向上을 위한 연구가 적극 진행중에 있다. <表-2>에는 세계



<그림-1> 스테링 엔진의 열역학적 사이클



〈그림-2〉 스테링 엔진의 분류방법

여러 나라에서의 스테링 엔진 개발 현황이 나타나 있다.

그러나 우리나라의 경우는 일부 대학 및 연구소

에서 기초적 연구실적이 약간 있으며 과학기술처 國策 研究開發 課題로서 한국과학기술연구원에서는 범용 스테링 엔진, 기계연구소에서는 선박용 스

일본에서의 스테링 엔진 개발현황

<表-1>

	용도	출력	개발기업	특징
Moon-Light 계획	열펌프용	3Kw급	미쓰비시전기	유동저항, 기계손실이 적은 디스플레서형 소형엔진 개발
			도시바	엔진의 발란스가 좋고 열전달손실이 적은 2피스톤형 소형엔진의 개발
		30Kw급	아이싱전기	회전경사판기구에 따라 다기통, 간소화된 증형엔진의 개발
	발전용	30Kw급	산요	다기통, 대용량화와 양산품활용을 겨냥한 증형엔진의 개발
자체개발	열펌프용	1.5Kw급	가와사키중공업	프리피스톤식으로 유지비 최소화, 범용재료사용으로 저렴한 가격의 엔진 개발
		2.5Kw급	센던	자사의 대량 생산품 이용으로 가격저하 고속회전으로 소형화를 겨냥한 엔진의 개발

세계 여러 나라에서의 스테링 엔진 개발현황

<表-2>

용도	스폰서	개발기업	출력 및 형식
우주전원용	DOE, NASA (미)	SUN POWER, MTI	25-150Kw (프리피스톤형)
잠수정, 해저전원	CENEXO (프)	고맥스사, United Stirling사 (USS)	75Kw
대양열발전용		맥도넬 더글러스사	25Kw (USS제 엔진)
자동차용	DOE, NASA (미)	MTI, United Stirling사	65Kw
열펌프용	GRI (미)	MTI	3Kw (프리피스톤형)
		Stirling Power System사	10Kw (V-160 엔진)
농업용		MTI	15Kw (공기작동형)
		Sun Power사	4Kw (공기작동형)

터링 엔진, 동력자원연구소에서는 스테링 엔진의 燃料 多樣化 연구를 통해 設計 技術을 축적해 오고 있다.

5. 結 言

스터링 엔진의 應用性이 다양하고 많은 장점이 있음에도 불구하고 지금까지 실용화되지 못한 이유는 아직 넘어야 할 기술적인 면도 있고 現技術로서 제작단가가 높다는 문제점도 있다. 이의 실용화를 위해서는 기술적으로 밀봉장치, 내열재료개발, 공기예열기와 연소시스템의 높은 熱效率, 속도제어, 재생기 효율제어, 보조기기의 선정 등이 어려운 과제로 남아 있다. 그러나 현재 선진 각국에서 경쟁적으로 이루어지고 있는 스테링 엔진의 개발 연구로

이러한 개발상의 어려운 문제들을 하나하나 해결해 나가면서 여러 방면에서의 응용과 그 실용화를 위해 경제성을 추구하는 연구가 활발하게 진행되고 있어 머지않은 장래에 실생활에서 꿈의 엔진이라고 불리는 스테링 엔진을 이용할 날이 올 것이다.

<參考文獻>

- 1) C. D. West, Principles and Applications of Stirling Engines, Van Nostrand Reinhold Company, NY, 1986.
- 2) C. A. Amann, "Why Not a New Engine?" SAE Technical Paper No. 801428, 1980
- 3) 이춘식 등, 스테링 엔진 개발연구-범용 스테링 엔진, 한국과학기술연구원 보고서, N626-4004-2, 1990.
- 4) 최갑석 등, 선박용 스테링 엔진 개발, 해사기술연구소 보고서, UCN205-1331D, 1990. 