

# 메탄올 열에너지를 이용한 Heating 시스템에 관한 연구 (A Study about Heating System of Methanol Heat-energy)

정의현\* · 임정민\* · 문재주\* · 정경오\*\* · 김기운\*\*

(Eui-hean Cheang, Joung-min Lim, Chae-Joo Moon, Kyung-O Jung, Gi-Woon Kim)

(\*목포대학교 전기공학과, \*\*목포도시가스(주))

## Abstract

본 논문에서는 열전발전소자를 이용하여 전력을 발생시키는 장치를 개발하기 위한 초기단계의 연구이다. 기존의 열전발전소자가 사용되는 곳은 폐열 및 지열 등 에너지 효율을 높이기 위한 간접 장치로 이용되었으나 본 연구에서는 메탄올의 열에너지를 직접적으로 이용하여 전력발생이 가능한 장치를 개발하기 위하여 메탄올 열에너지를 이용할 수 있는 구조 및 반응조건에 대해 연구하였다.

## 1. 서 론

최근 석탄, 석유 등 부존자원의 고갈로 인해 대체 에너지의 개발 및 에너지의 효과적인 재이용이라는 문제에 대하여 관심이 집중되고 있다. 대체 에너지의 한 가지 대안으로서 메탄올을 이용한 연료전지가 각광받고 있다.[1]

수소를 연료로 사용하는 기체형 연료전지는 에너지 밀도가 큰 특성이 있으나 수소 가스의 취급에 주의를 요하는 문제점이 있고, 연료인 수소가스를 생산하기 위하여 메탄, 메탄올 등을 이용한 연료개질 장치 등의 부대설비를 요하기 때문에 장치를 소형화는 상당한 어려움이 있다. 이에 반해 액체를 연료로 사용하는 연료전지는 에너지 밀도가 기체형보다 낮으나 연료의 취급이 용이하고 운전 온도가 낮으며 특히 연료개질 장치가 필요하지 않기 때문에 소형, 범용 이동용 전원으로서 적합한 시스템으로 판단되고 있다.[2]

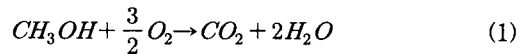
특히 직접메탄올 연료전지(Direct Methanol Fuel Cell, 이하 DMFC)는 액체인 메탄올을 발전용 연료로 사용하여 연료극에서 메탄올이 산화되어 생성되는 수소이온이 전해질을 통과하여 공기극에서 공급되는 산소와 반응하는 전기 화학 반응에 의하여 액체 연료로부터 직접 전기 에너지를 생산하기 때문에 소음 및 환경 공해가 없고 또한 이동이 용이하기 때문에 차세대 이동용 및 수송용 연료전지의 형태로서는 그 장래가 촉망되고 있다.[2]

본 논문에서는 메탄올이 촉매와 산화반응에서 발생하는 열에너지와 열전소자를 이용하여 전력을 생산이 가능한 시스템을 개발하기 위한 선행 과제로 메탄올과 촉매가 열에너지를 방출할 수 있는 구조 및 반응조건에 대해서 연구하였다. 또한 촉매의 담체의 형태에 따른 메탄올 열에너지의 효율에 대해 실험하였다.

## 2. 본 론

### 2.1 메탄올의 산화 반응

메탄올( $CH_3OH$ )은 산소와 만나 이산화탄소( $CO_2$ )와 물( $H_2O$ )로 산화 반응을 일으킨다. 다음 식 1은 메탄올의 산화 반응 수식이다.



위의 반응식은 일반적인 메탄올의 연소 반응에 대한 수식이다. 하지만 메탄올 발열촉매는 아래와 같은 메카니즘으로 산화 반응이 일어나며 주 부산물오는  $CO_2$ 가 발생한다. 그림 1은 발열촉매의 메카니즘의 반응을 보여주는 그림이다. 메탄올이 촉매와 반응하여 이산화탄소( $CO_2$ )와 물( $H_2O$ )로 변하는 것을 알 수 있다.

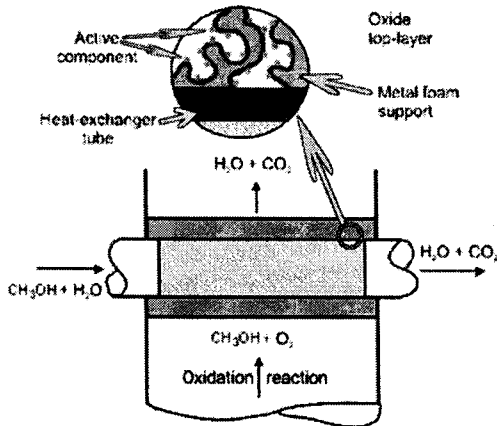
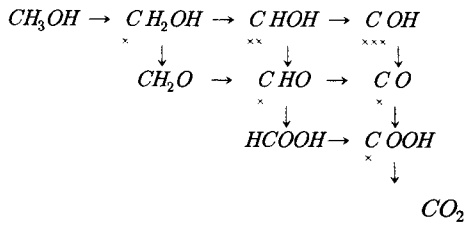


그림 1. 메탄올 발열촉매의 산화 반응

## 2.2 촉매 반응에 따른 온도 변화

촉매 산화 반응에 의해 발생하는 온도 변화를 확인하기 위해 메탄올 발열촉매(세라믹 타입, mesh 타입), glass wool, 합습제의 첨가량을 증감시키고 공기구멍(산소량)을 증감시켜 실험하였다. 메탄올 발열촉매는 메탄올과 산화 반응을 일으켜 열에너지를 발산한다. glass wool은 메탄올 발열촉매와 메탄올이 직접 접촉하는 것을 방지하고 공기층을 형성하여 산소와 기화된 메탄올이 촉매와 원활히 반응할 수 있도록 한다. 합습제는 반응 초기에 메탄올과 메탄올 발열촉매가 반응에서 생성된 H<sub>2</sub>O가 반응의 저해 요인으로 작용하는 문제점을 보완하기 위해 첨가하며 반응온도가 10℃ 이상으로 올라가면 수증기로 증발한다.

그림 2는 점화원이 필요 없이 메탄올이 공급되면 자동발열 되는 시작품의 구성도를 보여주고 있다. 그림 2에서는 4개의 열전발전소자가 장착되는데 각각 4개의 촉점에서 발생하는 열에너지를 측정하였다.

표 1은 세라믹 촉매 100[g], glass wool 100[%]의 조건에서 합습제의 첨가 유무에 따른 온도 변화를 측정하였다. 일반적인 통념으로는 합습제를

첨가하였을 때 200도까지 올라가는 시간이 단축되고 최고점의 온도 또한 높을 것으로 예상하였으나 본 실험에서는 오히려 반응에 저해요인으로 작용하였다.

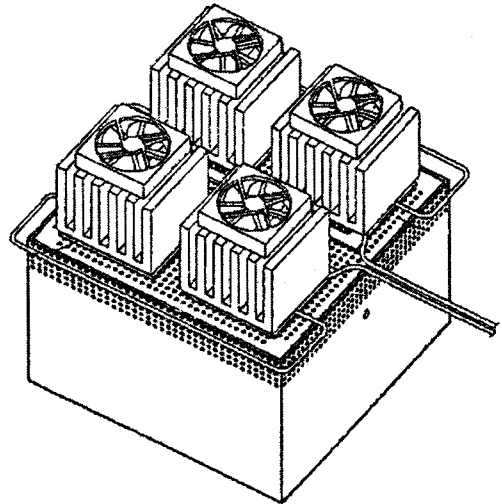


그림 2. 시작품의 구성도

표 1. 합습제의 첨가 유무에 따른 온도 변화

모듈 시간	A				B			
	A	B	C	D	A	B	C	D
00:00	83	76	68	78	65	65	64	66
00:10	189	186	181	187	164	158	156	162
00:20	207	210	215	210	205	197	195	198
00:30	202	204	212	205	203	200	197	198
00:40	204	207	213	206	201	197	196	199
00:50	201	206	208	204	201	196	194	196
01:00	202	201	208	205	204	199	197	197
01:10	207	204	201	202	203	198	197	197
01:20	201	205	207	205	203	198	195	197
01:40	202	202	206	204	204	201	195	198
01:50	200	202	207	200	198	198	196	197
02:00	203	206	212	206	202	199	192	196
02:10	209	211	216	210	204	202	198	199
02:20	209	212	224	217	204	202	198	199
02:30	215	217	230	219	206	205	202	203
02:40	220	222	232	221	210	207	206	206
02:50	227	229	236	227	216	210	210	210
03:00	261	268	269	267	250	249	243	247
	메탄올 발열촉매 100g, wool 100%				메탄올 발열촉매 100g, 합습제 20g, wool 100%			

표 2에서는 메탄올 발열촉매의 양이 20%가 증가될 경우에 반응초기에서 200도까지 올라가는데 10분의 시간이 단축되지만 메탄올과 과도한 반응

을 하여 반응시간이 단축됨을 알 수 있다. 또한 glass wool과 함습제가 반응에 미치는 영향은 미미한 것으로 생각된다.

표 3은 면상 발열체를 그림 2의 구성도에서 상단부, 하단부, 그리고 넣지 않을 때 온도 변화에 대하여 측정하였다. 표에서 보는 바와 같이 면상 발열체를 상단부에 위치하였을 때는 하단부, 면상 발열체가 없을 때에 비해 최고점에 도달하는 시간이 짧으나 사용 시간이 적다는 것을 알 수 있다. 그리고 하단부에 위치하였을 때에는 상단부에 비해 온도 상승 시간은 늦으나 사용 시간이 매우 증가 되었다. 면상 발열체를 첨가 하지 않았을 경우는 상단부와 하단부에 첨가 하였을 때에 비해 온도 상승도 늦고 사용 시간이 적음을 알 수 있었다.

표 2. 메탄올, glass wool, 함습제의 반응에 따른 영향

모듈 시간	60				220			
	A	B	C	D	A	B	C	D
00:00	57	64	61	61	49	58	58	54
00:10	194	207	204	190	178	195	190	180
00:20	224	224	226	216	223	220	214	218
00:30	223	226	227	229	221	220	218	220
00:40	224	230	227	226	224	223	219	222
00:50	227	231	229	228	228	229	223	222
01:00	224	229	227	227	227	229	221	222
01:10	226	230	227	226	233	233	226	230
01:20	227	228	226	226	239	233	233	236
01:40	229	230	235	227	244	244	240	242
01:50	232	238	237	239	245	242	240	242
02:00	234	239	239	238	244	243	241	243
02:10	237	238	239	237	248	243	245	247
02:20	242	241	240	237	250	251	250	249
02:30	244	243	240	241	251	253	251	252
02:40	246	247	245	245	259	255	257	255
02:50	249	250	248	249	261	257	259	260
03:00	255	259	260	263	260	262	260	261
03:10	271	270	273	271	263	263	260	258
03:20	290	287	291	290	265	268	267	261
03:30	295	290	292	291	265	267	267	262
03:40	265	263	265	260	266	267	264	260
03:50	200	198	202	200	265	267	263	262
04:00	130	134	138	129	264	265	264	261
04:10	98	100	97	97	260	267	263	262
04:20	60				220			
	메탄올 발열촉매 120g, wool 50%				메탄올 발열촉매 100g, 함습제 20g, wool 0%			

표 3은 발열체 + 함습제 75.61[g], 발열체 69.25[g], 함습제 6.26[g], 메탄올 1[L] Wool 50[%]로 일정하게 유지하고, 면상발열체(45×45[mm]의 크기 4ea)를 발열체 상단부에 삽입유무와 공기구멍 받침대의 위치에 따라서 A, B, C로 나누어 실험하였다.

표 3. 면상발열체의 위치에 따른 온도 반응

모듈 시간	A	B	C
00:00	42	23	24
00:10	60	46	50
00:20	94	68	67
00:30	130	93	101
00:40	203	171	235
00:50	208	248	283
01:00	218	266	283
01:10	220	271	284
01:20	225	268	274
01:40	228	269	298
01:50	230	269	297
02:00	231	270	298
02:10	-	272	298
02:20	240	270	299
02:30	-	269	297
02:40	247	276	250
02:50	251	280	189
03:00	-	300	-
03:10	-	299	-
03:20	250	299	-
03:30	200	220	-

A 방식은 면상발열체(45×45[mm]의 크기 4ea)를 발열체 상단부에 삽입하고 공기구멍 3층에 받침대를 사용하였고, B 방식은 면상발열체(45×45[mm]의 크기 4ea)를 발열체 하단부에 삽입하고 공기구멍 3층에 받침대를 사용하였고, C 방식은 면상발열체를 사용하지 않고 공기구멍 4층에 받침대설치다. 표 3에 의하면 250[°C]까지 상승하는 시간이 A 방식 3시간, B 방식 52분, C 방식 1시간 2분으로 나타났다. 또한 200[°C]의 온도를 유지하는 시간은 B > A > C이다.

### 3. 결론

위의 실험으로 메탄올 발열촉매를 이용하면 점화원이 없이 메탄올의 열에너지로 200도 이상 얻

을 수 있는 것이 증명되었다. 하지만 열전발전소  
자와 결합하여 전력을 발생시키기 위해서는 열전  
발전소자의 spec에 적합한 온도를 계속적으로 발  
생시킬 수 있는 시스템의 연구가 필요하다. 위의  
연구결과를 바탕으로 메탄올과 촉매와 반응하여  
일정온도까지의 지연시간의 단축 및 지속적인 일  
정온도를 유지할 수 있는 조건에 대한 연구가 필  
요하다.

#### 감사의 글

본 연구는 산업자원부의 지역혁신 인력양성  
사업의 연구결과로 수행되었음

#### 참고문헌

- [1] 박지영, 문승현, 윤형기, 박성룡, 이상남, 정승용,  
“Ni-Cu/SiO<sub>2</sub> 촉매 상에서의 메탄올 분해 반응”,  
한국에너지공학회지, 제5권 제1호, pp.65~71,  
1996.3.
- [2] 정두환, 이창형, 신동열, “Pt/C 및 Pt-Ru/C 촉매  
를 사용한 직접 메탄올 연료전지 연료극의 메탄올  
산화 반응 특성”, 한국에너지공학회지, 제7권 제1  
호, pp.35~43, 1998.3.
- [3] 김태규, 권세진, “마이크로 연료전지용 MEMS 메  
탄올 개질기의 가공과 성능시험”, 대한기계학회논  
문집 B권, 제30권 제12호, pp.1196~1202, 2006.
- [4] 장 혁, “휴대용 Fuel Cell의 재료 개발 및 상용화  
전망”, 전자공학학회, 제30권 제1호, pp.43~49,  
2003.1.
- [5] 윤기준, 정경숙, 이재의, “Ni/SiO<sub>2</sub> 촉매에 의한 메  
탄올 분해반응 속도”, 한국화학공학회지, 제31권  
제5호, 569~576, 1993.