

[바이오]

매립가스(LFG)의 에너지 이용 기술
- LFG 이용발전시스템 개발 -

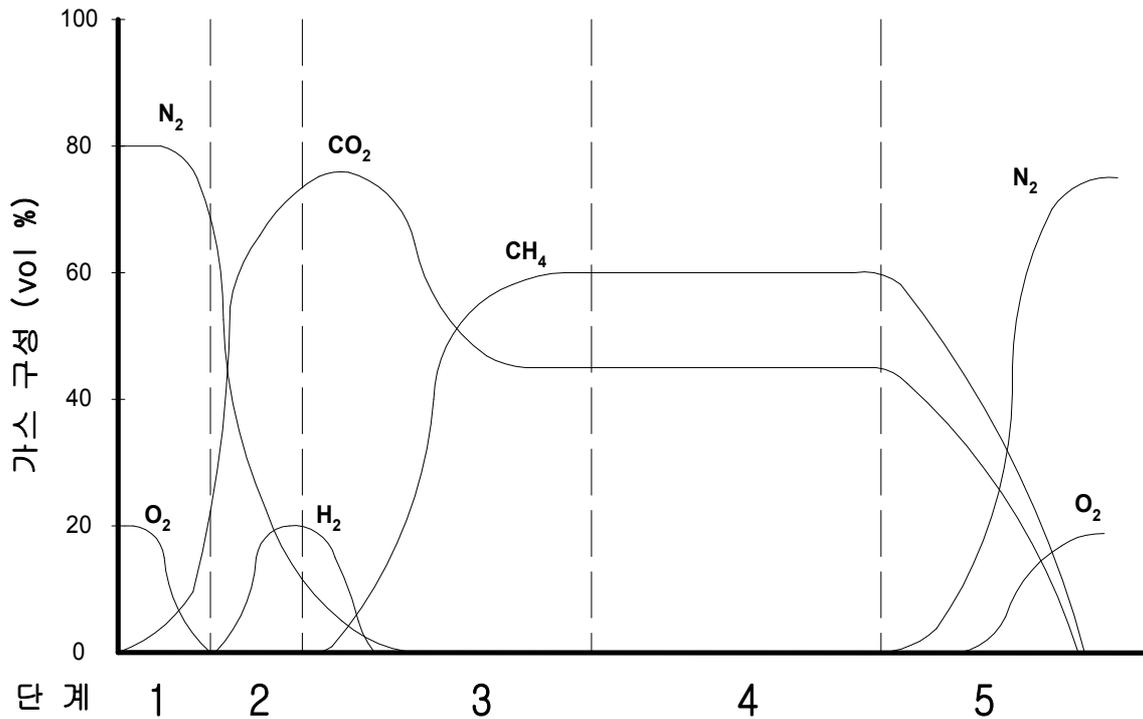
<기술개발 필요성>

- ① LFG 대체에너지화
 - 발생 LFG 180 m³/매립쓰레기 ton
 - 4000 Kcal/LFG m³
- ② 풍부한 LFG 자원으로 단시간내 상용화 가능 대체에너지
- ③ 환경오염 방지 및 환경오염 방지 비용 절감
- ④ 지구온난가스 (CO₂, CH₄) 감소

<LFG 이용 기술현황>

	국내	국외(미국)
전반적 기술현황	기초연구추진 외국기술 도입단계	상용화, 성숙기
기술개발 현황	-1990초 난지도 매립지가스 추출효율(연세대,KAIST) -1990중 LFG 포집,정제(거신 양행) -1995년 모의매립지운전(삼성 물산, 연세대) -1997년 수도권매립지 가스부 문 발전방향 (수도권매립지조 합,동아건설,연세대) -1999년 LFG/LNG 혼합 도시 가스화(동아건설,연세대)	-1975년 LFG to pipeline- quality gas (Palos Verdes Landfill) -1970후반 heating boiler -1982년 전력생산
상용화 예시	-LFG collection -연소 -Pilot 규모의 정제 -LFG 이용 boiler 가동 -LFG to pipeline gas(LNG) 연구	-총 2000여개소 매립지중 250-270개소 LFG 에너지화 (2.5백만톤 이상 매립장에 LFG 포집설비 의무화) -LFG 이용시설중 70% 전력생 산

<매립 경과기간에 따른 LFG 농도 그림>



단계 1 : 호기성 분해 2단계: 혐기성분해 3단계: 메탄최대생성기
 4단계: 메탄 정상생성기 5단계: 메탄발효 종말기 - 매립층내의 내압저하. 공기혼입

<LFG조성>

	Constituents	Concentration
Principal components [vol%]	CH ₄	35.0~60.0
	CO ₂	35.0~55.0
	N ₂	0~20.0
	O ₂	0~2.5
	H ₂ O [wt%]	1.0~10.0
Toxic trace components [ppmV]	Benzene	6.68~11.00
	Toluene	21.75~44.96
	Ethylbenzene	4.53~12.52
	Xylene	4.62~14.41
	Chloroform	78.63~183.98
	Carbon tetrachloride	41.55~124.26
	Trichloroethylene	0.92~2.62
	Tetrachloroethylene	0.89~6.91
	Hydrogen sulfide(H ₂ S)	15.1~427.56
	Methyl mercaptan	12.06~84.85
	Ethyl mercaptan	0~0.78
Methyl Disulfide	0~0.9	

<LFG 이용 기술>

- ① 중질가스로 산업용 보일러의 직접연료
- ② 전력생산/열병합발전
 - 가스 엔진, 연소 터빈, 보일러/스팀터빈, 연료전지
- ③ 정제후 고품질의 pipeline-quality gas(LNG)
- ④ Chemical Manufacturing Process
 - 메탄올, 디젤유
- ⑤ LFG 소각 시설로부터의 열회수

<LFG 이용 발전시스템의 개요>

LFG Collection	LFG Purification	Electricity Conversion
<ul style="list-style-type: none"> - drilling vertical well - horizontal underground trench - larger header pipe -blower 	<ul style="list-style-type: none"> -filter : 입자, 수분 제거 -compress, cooling -활성탄 칼럼 -Solvent Scrubber 	<ul style="list-style-type: none"> -가스 엔진 -가스 터빈 -보일러/스팀터빈

<외국 매립지의 LFG 발전이용 사례>

매립지명	매립량 백만톤	Collection			Pre-treatment	발전		Capital Cost (\$백만)	
		Extraction well	Blower (HP)	LFG 포집량 (m3/hr)		발전량 (MW)	발전설비	LFG포 집	발전시설
Clover Bar, 캐나다	12,향후 13.5	64-85개 (깊이 20-30m)	75*3대	3000-5000	-수분 제거 -Selexol system -Carbon filtration	6MW	-boiler -turbine	-660MW power plant 에 LFG 제공	
Lachenai e, 캐나다	7,향후 10.8	110+15 (깊이 15m)	60*2대	2900-5800	-수분,입자 제거 -microfiltration	4MW	1MW engine 4대	2.0	4.5
DE Saint-Mi chel,캐나 다	33,향후 3	300	315*6대	28000-640 00	-dewatering	25	-2 보일러 -1스팀터빈 -generator s	35	35
Keele Valley, 캐나다	21.5,향 후 28	60 수평관 38-52Km	200*5대	24000-570 00	수분, 입자 제거	30	-2 보일러 -스팀터빈	14	
Rivervie w,미시건 ,USA	25	115 4수평관		5000		6.6		6	
Orlanda, Florida,U SA	9	148(깊이 20m) 3수평관	4대	8700		17		900MW발전소에 LFG 공급	
Rowley, UK	3,향후 1	60		2000		1.9	가스엔진		
Short Mountai n,Oregon , USA						1.6		-발전소 4.5cents /KWh -LFG 3.5cents/KWh	

<LFG 발전과 천연가스 이용의 차이점>

- ① 낮은 LFG 발열량(4000Kcal/m³ LFG)
- ② 매립지 추출정 공급 LFG 의 불규칙한 성질(발열량, 유량)
- ③ 대량의 수분 함유로 발전설비의 부식
- ④ 각종 유해물질(황, 염소, 방향족)에 의한 설비 수명 단축
- ⑤ 국내 매립지로부터 무상 LFG 공급

<기대 효과>

(1) 기술적인 면

- LFG 대체에너지 확보 및 활용 기술의 확립
- LFG 활용에 대한 외국기술에 대응
- 저발열량 가스 발전시스템의 개발
- 중,대형 생활폐기물 매립지 적용 가능 발전시스템 개발

(2) 경제적인 면

- LFG 800 m³/hr 회수 1 MW 발전가능
- 1000 KWh/가구, mon 기준 700 세대 전력 공급
- 환경오염 방지비용의 대폭적인 절감

(3) 사회·문화적인 면

- 버려지는 에너지로부터 환경친화적인 대체에너지 확보
- 도시 근접 폐기물 매립지의 혐오성 인식 전환
- 매립가스의 폭발위험과 악취 및 유해성 VOC의 제거
- 매립가스에 의한 주변지역 대기환경오염 방지
- 매립가스에 포함된 CH₄와 CO₂ 물질의 지구온난화 물질 저감

<Comparison of electric generation>

구 분	내연기관 (IC 엔진)	연소 터빈 (CT)	스팀 터빈/보일러
발전 규모(MW)	≥1	>3	>8
LFG발생량(mcf/d)	≥625	>2,000	>5,000
투자비용(\$/kW)	1,100 - 1,300	1,200 - 1,700	2,000 - 2,500
운영 및 유지 비용 (cent/kWh)	1.8	1.3 - 1.6	1.0 - 2.0
발전 효율	25 - 35	20 - 28 (CT) 26 - 40(CCCT)	20 - 31
열병합 가능성	낮음	중간	높음
압축 필요성 (투입가스압력,psig)	낮음(2 - 35)	높음 (165+)	낮음(2 - 5)
Return on Investment (년간회수비용/총투자비)	48.6%	12.24%	23.37%
투자비 회수기간(년)	2.1	12.0	6.7
장점	-저비용 -고효율 -가장 널리 이용	-부식에 강함 -낮은 운영 및 유지 비용 -설치 면적 작음 -NOx 배출 적음	-부식에 강함 -가스성분과 발생량 조절이 가능