일반기사

# 지역난방의 에너지 절감 및 환경개선 효과에 대한 고찰

이 기 만 (한국지역난방공사 건설처 부장)

## 1. 서론

국내에서는 80년대 중반부터 시작된 지역난방은 타난방방식에 비해서 에너지 이용 효율이 높아 에너지 절감 및 대기환경 개선 효과가 크다.

한국지역난방공사가 수도권의 중앙(여의도동, 동부이촌동, 반포동 일대), 강남(압구정동, 수서지구, 개포동 일대), 일원(송파지역 일대), 분당, 고양, 부천, 수원, 지방권의 대구, 청주지사에서 지역난방을 공급하고 있는 주택 631,661세대, 건물 1,535동에 대한 '98년 운영실적 자료를 기초로 하여 중앙난방 방식과 지역난방 방식의 비교를 통하여 에너지 절감 및 환경개선 효과를 분석코자 한다.

## 2. 지역난방에 대한 일반적 개요

### 가. 지역난방 시스템의 개념

지역난방은 밀집된 아파트와 빌딩 및 상가등 건물에 열병합발전소, 열전용보일러, 쓰레기 소각로등의 집중된 대규모 열생산 시설에서 생산된 열(온수)을 열수송관로를 통하여 공급하는 난방방식이며, 시스템은 열을 생산하는 열원시설, 생산된 열을 사용자에게 공급하는 열수송관로, 그리고 열을 최종적으로 사용하는 사용자시설로 크게 구분된다.

열원시설인 열병합발전소 또는 열전용 보일러에서 생산된 중운수(공급온도 120~80℃)는 열수송계통에 병열로 설치된 여러대의 회수펌프와 축열조 펌프에 의해 가압된 후 열수송관로(내경 850~25mm, 최대압력16kg/㎠)를 통하여 열사용자 시설내에 위치한 난방 및 급탕 열교환기, 냉방용 흡수식 냉동시등의 사용자 시스템에 열을 전달한 후 다시 회수(회수온도 80~50℃)되어진다.

### 나. 지역난방의 일반적 특성 및 효과

○ 안전하고, 쾌적한 선진 난방시스템이다.
- 세대별, 단지별로 별도의 열생산시설을 설치하지 않으므로 안전하고 깨끗함.
- 연중 24시간 연속적인 열공급으로 간헐난방에 비해 쾌적하고 편리함.

○ 저렴한 열공급으로 국민생활에 기여한다.

○ 에너지절감과 환경개선에 크게 기여한다.
- 에너지이용 효율의 향상으로 대규모 에너지절감을 통하여 에너지수입을 억제함.

- 연료사용량 감소와 대규모 열생산시설의 철저한 오염방지 시설 관리로 대기공해 발생을 최소화 함.

## 3. 에너지 절감 효과 분석

### 가. 기존 난방방식과 열병합발전(CHP)에 의한 지역난방의 비교

#### 1) 열병합발전에 의한 지역난방공급 개요

열병합발전은 동일한 연료를 사용하여 에너지 수준이 상이한 두가지 유형의 열과 전기 에너지를 동시에 생산하는 종합 에너지 생산설비로서 하절기에는 전력추종운전으로 전력생산을 위주로 하고, 동절기 및 춘추절기에는 열부하추정 운전으로 열생산을 위주로 하여 발전설비를 운영함으로서 열과 전기를 계절특성에 맞도록 생산, 공급하게 된다.

#### 2) 기존화력방식과 열병합발전 방식의 효율 비교

동일한 100% 에너지를 기존화력발전 시스템과 열병합 발전 시스템에 투입했을 때, 전체 에너지이용 효율은 기존화력발전 시스템이 단지 전력을 38%만 생산하는 반면, 열병합 발전시스템은 85%의 공정용 스팀과 전력을 동시에 생산함으로서 발전효율을 약 47%까지 높이게 된다.

**〈발전효율 비교〉**

| 구 분 | 투입 에너지량(%) | 에너지 생산량(%) | | | 에너지이용효율(%) |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 열 | 전기 | 계 | |
| 기존화력 | 100 | - | 38 | 38 | 38 |
| 열 병 합 | 100 | 58 | 27 | 85 | 85 |

#### 3) 기존난방방식과 열병합발전의 에너지절감 효율 비교

- ㅇ 동일한 양의 열과 전기생산 기준시 기존난방방식(열전용 보일러로 열만 생산)과 열병합발전에 의한 지역난방방식을 비교하면, 열 1.0Mwh와 전기 0.5Mwh를 생산한다고 가정했을 때,
- ㅇ 1차 에너지 투입량은 열병합 발전방식이 기존 난방방식에 비해 31% 절감되며,
- ㅇ 종합효율은 열병합 발전방식이 85%로서 기존 난방방식의 59%에 비해 26%정도 높게 나타났다.

**〈종합효율 비교〉**

| 방 식 | | 에너지 생산량(Mkh) | | | 투입에너지량(Mkh) | 종합효율(%) | 에너지 절감량(%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 열 | 전기 | 계 | | | |
| 기존방식 | 열전용 보일러 | 1 | - | 1 | 1.23 | 81 | 31 |
| | 일반 화력발전 | - | 0.5 | 0.5 | 1.32 | 38 | |
| | 계 | 1 | 0.5 | 1.5 | 2.55 | 59 | |
| 열병합 발전 | | 1 | 0.5 | 1.5 | 1.76 | 85 | |

### 나. 에너지 사용량 비교

#### 1) 산출기준

ㅇ 지역난방 : 당해연도 열생산을 위해 열병합 발전, 열전용 보일러 및 이동식 보일러(임시 열원설비)에서 사용된 연료 기준('98년)

o 중앙난방 : 열사용량을 환경부 청정연료 사용에 관한 고시에 의거 사용예상원별로 추정 산출함.

2) 에너지 종류별 사용량

| 구 분 | 지역난방(A) | | 중앙난방(B) | | 절감량(B-A) |
|---|---|---|---|---|---|
| | 사용량 | 석유환산량(천TOE) | 사용량 | 석유환산량(천TOE) | (천TOE) |
| LNG(백만㎥) | 198 | 208 | 700 | 735 | 601 (57%절감) |
| LSWR(백만 ℓ) | 226 | 223 | 63 | 63 | |
| 경유(백만 ℓ) | 9 | 8 | 239 | 200 | |
| B-C유(백만 ℓ) | 10 | 10 | 32 | 32 | |
| 계 | | 450 | | 1,051 | |

3) 열발생 시설별 연료 사용량 비교

| 구 분 | 지역난방(A) | | 중앙난방(B) | | 절감량(B-A) |
|---|---|---|---|---|---|
| | 열생산량(Gcal) | 석유환산량(천TOE) | 열생산량(Gcal) | 석유환산량(천TOE) | (천TOE) |
| 열병합 발전소 | 6,414 | 316 | 6,139 | 875 | 559(64%절감) |
| 열전용 보일러 | 1,306 | 134 | 1,282 | 176 | 42(24%절감) |
| 계 | 7,720 | 450 | 7,421 | 1,051 | 601(57%절감) |

4) 에너지 절감 내용

지역난방의 에너지 절감효과는 한전 열병합 발전소의 폐열활용으로 64% 절감된 559TOE, 쓰레기 소각열의 전량 활용에 의해 24%가 절감된 42 TOE로, 총에너지 절감량은 601천 TOE로 중앙난방과 비교하여 57%정도 절감되었다.

다. 에너지 비용 절감 효과

1) 연료단가 산출 기준

o 지역난방 : '98년 연평균 실구입 단가(LNG는 한전기준)

o 중앙난방 : 물가자료지의 가정 중앙난방용 유류가

2) 절감비용 내역

(단위 : 억원)

| 구 분 | 지역난방(A) | 중앙난방(B) | 절감액(B-A) |
|---|---|---|---|
| L N G | 532 | 2,915 | 2,383 |
| LSWR | 352 | 101 | -251 |
| 경 유 | 36 | 1,140 | 1,104 |
| B-C유 | 23 | 105 | 82 |
| 계 | 943 | 4,261 | 3,318(78%절감) |

총601천 TOE의 연료절감과 아울러 지역난방 연료단가가 중앙난방용 연료와 비교하여 저렴한 이유로 인하여 총에너지비용이 3,318억 원이 절감되었으며, 중앙난방과 비교하여 78%까지 절감된 것으로서 세대당 연 53

만 원 정도의 연료비 절감효과가 있었다.

## 4. 환경개선 효과

### 가. 산출기준

○ 오염물질 발생량 = 연료사용량 × EPA 배출계수('95년) × (1 - 방지설비 효율)

○ 연료중 S(황) 및 C(탄소) 함유량

| 구 분 | LSWR | B-C유 | 경 유 | 비 고 |
|---|---|---|---|---|
| S(황) | 0.3% | 1.0% | 0.1% | |
| C(탄소) | 86% | 85% | 86% | |

○ 공해방지 시설별 오염물질 저감효율

| 구 분 | 오염물질 | 저감효율 | 비 고 |
|---|---|---|---|
| 저질소 버너 | NOx | 40% | |
| 원심력 집진기 | DUST | 60% | |
| 전기 집진기 | DUST | 90% | |
| 배연탈황설비 | SOx | 90% | |

○ 오염물질별 배출계수 : 미국 EPA(Environmental Protection Agency) 기준

( )내는 중앙난방의 경우

| 구 분 | 오염물질 | 단위 | 배출계수 | 비 고 |
|---|---|---|---|---|
| LNG | SOx | kg/천㎥ | 0.0096 | |
| | NOx | | 8.8(2.24) | |
| | DUST | | 0.048(0.099) | |
| | $CO_2$ | | 2.181(1,900) | 주2) |
| LSWR | SOx | kg/kl | 19S | |
| | NOx | | 5.0 | 주1) |
| | DUST | | 1.2 | 주1) |
| | $CO_2$ | | 34.6C | |
| B-C 유 | SOx | kg/kl | 19S | |
| | NOx | | 8.0 | |
| | DUST | | 1.12S+0.37 | |
| | $CO_2$ | | 34.6C | |
| 경 유 | SOx | kg/kl | 17S | |
| | NOx | | 2.4 | |
| | DUST | | 0.24 | |
| | $CO_2$ | | 31.0C | |

주1) 지역난방의 실제 배출농도 기준치

주2) 이론적으로 산정한 수치로 EPA 계수없음.

주3) 보일러규모 : 지역난방용은 Utility Boiler(25Gcal/h이상), 중안앙난방용은 Industrial Boiler(2.5~25Gcal/h)급에 해당

나. 오염물질 발생량 비교

1) 지역난방

| 구 분 | 연료사용량 | 오염물질 발생량 (TON) |
|---|---|---|
| LNG | 198,267천㎥ | SOx : 2 |
| | | NOx : 1,745×0.6 = 1,047 |
| | | DUST : 10 |
| | | $CO_2$ : 432,420 |
| | | 소 계 : 433,749 |
| LSWR | 118,252㎘ | SOx : 674 |
| | | NOx : 591 |
| | | DUST : 142×0.4 = 57 |
| | | $CO_2$ : 351,868 |
| | | 소 계 : 353,190 |
| LSWR (대구, 수원) | 107,868㎘ 대구 : 47,191 수원 : 60,677 | SOx : 373 |
| | | NOx : 539×0.6 = 324 |
| | | DUST : 129×0.1 = 13 |
| | | $CO_2$ : 320,973 |
| | | 소 계 : 321,683 |
| B-C 유 | 10,224㎘ | SOx : 194×0.1 = 19 |
| | | NOx : 82×0.6 = 49 |
| | | DUST : 15×0.1 = 2 |
| | | $CO_2$ : 30,068 |
| | | 소 계 : 30,138 |
| 경 유 | 8,721㎘ | SOx : 15 |
| | | NOx : 21 |
| | | DUST : 2 |
| | | $CO_2$ : 23,250 |
| | | 소 계 : 23,288 |
| 합 계 | SOx,NOx,DUST | 3,141 |
| | SOx,NOx,DUST,$CO_2$ | 1,161,778 |

2) 중앙난방

| 구 분 | 연료사용량 | 오염물질 발생량 (TON) |
|---|---|---|
| LNG | 700,296천㎥ | SOx : 7 |
| | | NOx : 1.569 |
| | | DUST : 69 |
| | | $CO_2$ : 1,330,563 |
| | | 소 계 : 1,332,208 |
| 경 유 | 238,637㎘ | SOx : 406 |
| | | NOx : 573 |
| | | DUST : 57 |
| | | $CO_2$ : 636,207 |
| | | 소 계 : 637,243 |
| B-C 유 | 26,942㎘ | SOx : 256 |
| | | NOx : 178 |
| | | DUST : 25×0.4 = 10 |
| | | $CO_2$ : 79,235 |
| | | 소 계 : 79,679 |
| B-C 유(전기) | 5,451㎘ | SOx : 52 |
| | | NOx : 44×0.6 = 26 |
| | | DUST : 5×0.1 = 1 |
| | | $CO_2$ : 16,033 |
| | | 소 계 : 16,111 |
| LSWR(전기) | 63,480㎘ | SOx : 362 |
| | | NOx : 317×0.6 = 190 |
| | | DUST : 76×0.1 = 7.6 |
| | | $CO_2$ : 188,890 |
| | | 소 계 : 189,449.6 |
| 합 계 | SOx + NOx + DUST | 3764 |
| | SOx + NOx + DUST+ $CO_2$ | 2,254,692 |

주) 전기생산시 발생되는 오염물질은 지역난방 배출계수를 적용하였슴.

### 다. 오염물질 감소 효과

지역난방의 도입으로 연료사용량이 줄어들고 열원시설의 집중관리로 전기집진기, 탈황시설등의 공해방지시설을 통해 오염물질을 감소시켜 1,093천 톤의 황산화물, 질소산화물, 이산화탄소가 줄어들어 중앙난방대비 48%가 감소됨으로서 대기환경보전에 크게 기여하고 있다.

**〈오염물질 감소 현황〉**

| 구 분 | 지역난방(A)(톤) | 중앙난방(B)(톤) | 감소량(B-A)(톤) |
|---|---|---|---|
| SOx | 1,083 | 1,082 | △1(-0.09%) |
| NOx | 2,032 | 2,536 | 504(19.9%) |
| DUST | 83 | 145 | 62(42.8%) |
| 소 계 | 3,198 | 3,763 | 565(15.0%) |
| $CO_2$ | 1,158,580 | 2,250,928 | 1,092,348(48.5%) |
| 합 계 | 1,161,777 | 2,254,691 | 1,092,913(48.0%) |

## 5. 맺음말

에너지자원이 절대부족하고 대도시 지역의 인구 및 산업의 과밀집중으로 인한 환경공해 발생으로 도시환경이 날로 심각해지는 현실을 고려할 때, 지역난방은 경제적인 에너지 절감 효과와 아울러 대기환경보전 효과가 큰 난방방식임을 알 수 있다.

이와 같은 지역난방의 확대보급을 위해서는 현재의 집단에너지사업 시스템인 열병합 발전, 지역난방, 쓰레기 소각열을 활용하는 대규모 방식의 지역난방공급 시스템과 아울러, 대도시 건물집중지역을 대상으로 하는 소단위의 CES(Community Energy System)사업의 확대와 미개발 에너지원인 하천, 하수에너지, 바이오가스, 산업공정폐열 등을 열원으로 개발하여 활용하는 새로운 소규모의 지역냉난방 방식의 도입이 필요하다.

난방용 소요 에너지원인 유류 및 천연가스는 대부분이 해외수입 에너지일 뿐만 아니라 유한 부존자원으로 수급상의 불확실성도 배제할 수 없으며, 인간의 삶의 질을 높이기 위한 정도를 넘어 생존을 위한 노력으로서 대기환경 문제에 적극적으로 대응하는 노력의 하나로서 지역난방의 확대보급이 지속되어야 하겠다.