

다원기술 상호보완식 태양열 난방기술 - 저원가 고효율 규모화 태양열 난방 방안 -

남보현*

*중국 연변(pnqdd325@yahoo.cn)

A Study on Solar Heating System Technology Combining Multiple Technology with Mutual-Complementary Method

- Low-cost, high efficiency, large-scale use of solar heating system -

Nan, Bao-xuan*

*China Yanbian(pnqdd325@yahoo.cn)

Abstract

This article deals with system technology of a new solar heating system which systematically combines existing solar collector technology, auxiliary electrical water heating, floor heating system and well insulated construction method and its application of this system to apartment house heating system in the cold region, and also analyzed performance of the new system in terms of technical and economic feasibility. Results shows that energy efficiency approaches up to 50% of the energy consumption of local construction from 1980 to 1981.

The implementation of "DQ technology" to floor heating system achieved from 79% to 85% of the energy-saving benefits comparing to other housing units which were supplied by the local district heating plant.

Keywords : 태양열(Solar energy), 전기(electricity), 바닥난방(floor heating), 세대별 난방housing unit based heating), 에너지 절약형 아파트(energy-saving apartment house), DQ 기술(DQ technology)

1. 서론

최근 지구의 부존 에너지는 날마다 줄어들고 지구 온난화는 더욱 심해지고 있으며 대

체 에너지 이용기술의 도입이 시급한 상황이다. 현재 중국의 건축 에너지 소모가 전체 에너지 소모량의 30%에 가깝다. 연길지역도 최근 지역난방을 실시해 도시의 대기 오염을

투고일자 : 2008년 10월 6일, 심사 일자 : 2008년 10월 12일, 게재확정일자 : 2008년 12월 19일
교신저자 : 남보현(pnqdd325@yahoo.cn)

줄이는 동시에 난방에너지 사용의 효율을 높이는 노력을 하고 있다. 그리고 새로 건설되는 대부분의 아파트는 태양열 온수기를 설치하고 있는 추세이다. 그러나 현재 연변지역의 태양열 이용에는 몇 가지 문제점이 있다. 첫째, 태양열의 사용은 보조 급탕에 국한되고 있다. 둘째, 기존 지역난방과의 시스템적 결합이 결여된 상태에서 태양열 의존율이 낮다. 셋째, 현재 건축되고 있는 대부분의 아파트의 단열성능이 태양열 이용율을 극대화하기에는 부족하다. 중국의 신강 위구르 자치구와 산둥성에 아파트 태양열 난방 실례가 있으나 그들이 실시하는 방법은 중앙 난방 방식으로 원가가 높고 사용자가 혜택을 보지 못하고 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위한 방안으로 저자는 태양열 급탕과 난방을 겸용한 세대별 난방형으로 이러한 단점을 보완한 “DQ 기술”을 고안하기에 이르렀다.

“DQ기술”이란 多熱源 取暖의 중국어 발음인 Duoreyuan Qunan기술의 약자로, 저자가 획득한 중국 국가 실용신형 특허기술 (특허번호 : ZL200520018695.2) 로 “다원 열 원천 상호보완 온돌난방 온수사용 양용 시설”의 약칭이다. “다열원”이란 태양열과 전기를 열원으로 하는 난방방식이란 의미이며, “상호보완”이란 일체식 태양열 온수기와 전기온수기(혹은 가스 온수기), 온돌난방, 세대별 난방, 에너지 절약형 아파트 등 이미 검증된 기술과 기존방식을 유기적으로 결합하여 새로운 제품을 구성한다는 의미이다. 이 기술은 한랭지구의 난방에 적용한 것으로 아파트의 건축원가를 높이지 않고 에너지 절약 효율과 경제적 효율을 높일 수 있는 효과적인 방안이다. “DQ기술”은 저자가 다년간 태양열 온수기를 판매 설치하는 것과 더불어 태양열 난방시설 설치 및 사용을 토대로 고안해낸 기술로서 태양열 난방제품의 저원가, 상품화에 초점을 두었다.

본 논문은 이 기술의 구성 원리, 난방 성능 등을 소개하고 이 기술을 연변 지역에 적용

한 몇 개 사례 아파트의 에너지 절감 효과를 분석 정리하였다. 그리고 이에 근거하여 연변지역에 “DQ 기술”을 적용할 때 예상되는 에너지 절감 효과를 예측하였다. 아울러 이 기술을 아파트에 적용할 경우에 발생하는 경제성에 대한 간단한 분석도 시도하였다.

2. 상호보완식 다원기술

2.1 DQ열공급 시스템의 기본 구성

“DQ기술”난방 열공급 시스템의 기본구성은 크게 다음 세가지 부분으로 구성된다. 첫째 태양열 집열 시스템이다. 아파트 한 세대를 단위로 지붕위에 일체화된 태양열 집열기를 설치하고 난방온수 순환송수관을 통해 직접 실내의 온돌 온수 순환관에 연결한다. 시스템은 태양열 온수기 제어기, 순환펌프, 그리고 thermostat로 구성된다. 둘째, 보조 열원 시스템이다. 흐린 날이나 우천시 모자라는 태양열 획득열량을 보충하기 위해 태양열 온수기 물탱크 내에 전기 가열봉을 설치하고 실내에 순간 온수기 한 대를 설치하여 시스템과 연결한다.

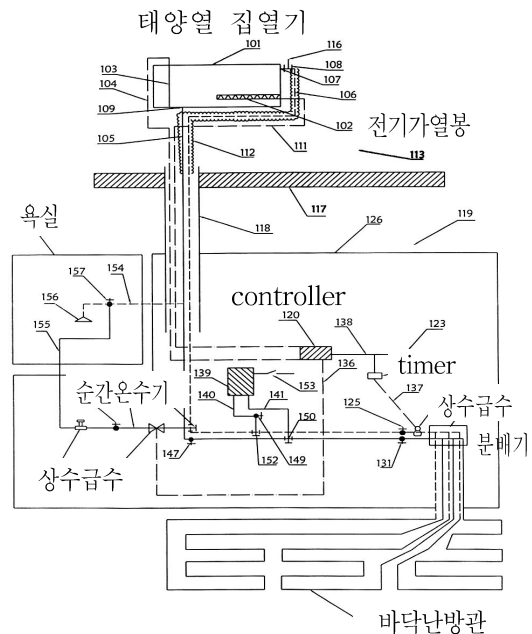


그림 1. DQ system의 계통도

셋째, 바닥 난방 시스템이다. “DQ기술”은 난방시스템을 아파트설계와 시공에 융합시켜 아파트 단위세대가 개별 난방을 하도록 한다. 즉 한 대의 열 공급 시설이 한 조의 방열시설과 연결된 1+1소형 난방공급 방식을 형성하여 열 공급과 열 사용 일체화를 실현하고 사용자 스스로 난방을 해결하는 목적에 도달한다. 공용 아파트는 직장 단위에서 통일적으로 관리하고 구역별 독립식 난방을 실시하는 방식을 취할 수도 있다.

2.2 태양열 집열 시스템

연길지역에서 “DQ기술”을 실시하는 보온보강 아파트(연길구역 50%에너지 절약¹⁾ 건축 원가 중 지역난방 설비투자를 절약한 자금으로 보온조치를 강화한 아파트)의 태양열 공급량은 전체 난방 열공급의 34.4%~51.6%를 점한다. 난방용 태양열 온수기 규격은 일반적으로 열 공급 수요, 사용호 구매력, 그리고 집열기를 설치할 수 있는 공간면적 및 집열기 자체의 규격 등 요소의 제약을 받는다. 국가 민용 건축공정 설계 에너지 절약 전문집 “금수배수”(이하 전문집이라 칭함)에서 제공한 방법과 수치 및 길림성 연길시의 해당 자료를 참조하여 연길지역에서 난방기간에 DQ기술에 쓰이는 태양열 집열설비 한 대의 태양열 공급열량은 다음 식(1)과 같다.

$$Q_{sys} = J_H * A_{col} * e * (1 - Loss) \quad (1)$$

위에서 Q_{sys} 는 집열기 시스템의 공급열량(KWH)을 말하며, J_H 는 연길지역 동계 평균 수평면 일사량을, A_{col} 는 집열기 면적, e 는 중국국가표준 유리진공파이프 집열 효율 0.45, $Loss$ 는 수송관과 물탱크의 열 손실율 0.3을 말한다.

1) 에너지 절약% 계산 기초 수치는 1980~1981년 현지 아파트설계 채용 에너지 소모 수준이다.

연변 주 기상부에서 제공한 자료에 의하면 연길지구의 연간 일조시간은 2280시간으로(3류에서 좀 낮은 수준), 난방공급시(매년 10월말부터 이듬해 4월말까지 170일) 일조시간은 1029시간이다.“전문집”은 길림지구의 연간 일조시간은 2200~3000시간이며 수평면에서의 연간 태양열 일사량은 5000~5400MJ/m²이라고 하였다. 이에 가장 낮은 수치를 취하여 계산하여도 연길지역 난방기간의 수평면 태양열 일사량 J_H 는

$5000MJ/m^2 * 2200시간 * 1029시간 = 2,338.6362MJ/m^2$ 에 달한다. 본 논문에서 사용한 태양열 집열기 1대의 집열 면적은 3.2m²~4.8m²이다. “DQ기술”은 보통 $\phi 58mm * 길이 1800mm$ 짜리 진공유리 집열관 20~30개로 된 태양열 집열기 두대로 하나의 난방단위(단위세대당 건축면적 100m² 표준)를 담당한다. 그러므로

$$A_{col} = 2 * (3.2 \sim 4.8)m^2 = 6.4 \sim 9.6m^2$$

따라서 “DQ기술” 한 시스템이 공급 가능한 연간 최소 태양열 획득 열량 Q_{sys} 는 식(1)에 따라 $2,338.6362MJ/m^2 * (6.4 \sim 9.6)m^2 * 0.45 * (1 - 0.3) = 4715 \sim 7073MJ$

이를 다시 KWH로 환산하면

$$4715 \sim 7073MJ / 3.6(MJ/KWH) = 1310 \sim 1965 KWH다.$$

난방공급기간 일일 평균 태양열 획득열량은 $1310 \sim 1965 KWH / 170일 = 7.7 KWH \sim 11.6KWH$ 로 “DQ기술” 난방 열 공급 총량의 34.4%~51.6%를 점한다. 아파트 중간층과 태양 에너지자원이 풍부한 지역 그리고 단열수준이 한층 제고된 아파트일 경우 태양열 획득열량 비율은 상술한 수준을 초과하거나 훨씬 초과한다.

태양열 집열기로 열을 획득하는 이외에도 태양빛을 받아 들이는 남쪽 창문 크기를 늘려 태양 일사량 유입을 늘이거나 창문 아래에 집열벽을 설치하여 실내 온도를 높이면, 즉 자연적인 태양열 흡수 능력을 높이면 태양열 난방 수준을 한층 더 올릴 수 있다. 보통 가구의 남쪽 벽은 원래 창문면적을 제외한 5m² 좌우의

면적을 활용할 수 있다. 연길지역에서 개조를 거친 집열형 벽체는 평방미터당 태양 일사량이 $5000\text{MJ}/\text{m}^2$ (창문유리의 태양 일사량을 대체) $\div 2200\text{시간} \times [1029\text{시간} - 0\text{시간} (\text{차광시간})] \times 45\% \div 3.6\text{MJ}/\text{KWH} = 292.3295\text{KWH}$ 로서 일평균 1.7196KWH 에 달한다. 이는 차광시간을 고려하지 않은 수치로서 본 논문에서는 참고 수치로 제공할 뿐 계산 계수로는 이용하지 않았다.

2.3. 보조 열원 시스템

“DQ기술”에 쓰이는 보조 열원 시스템에는 두 가지 설비가 사용된다. 하나는 태양열 집열기 물탱크에 내장한 보통 전기 가열봉인데 일률은 1.5KW 이다. 다른 하나는 실내에 설치한 난방시스템과 연결된 순간 가열식 전기 온수기인데 일률은 $2\sim 3.5\text{KW}$ 이다. 연길지역의 단열 보강 아파트에서 “DQ기술”의 보조 열원이 차지하는 열공급 비례는 약 $65.6\%\sim 48.4\%$ 를 점한다. 이 비례는 태양열 획득량의 효율에 따라 변화될 것이다.

현행 아파트 각 세대별 전기설계 부하는 $4\text{KW} \sim 8\text{KW}$ 로서 “DQ난방” 사용 전기부하를 얼마든지 수용할 수 있다. 아울러 난방용 전기 수요는 에어컨 사용과 계절상 차이가 있으므로 문제가 되지 않는다. 흐린 날이나 비오는 날에도 전기 가열봉으로 여전히 물탱크에서 수온을 올릴 수 있기 때문에 가정에서는 난방이나 주방용수 혹은 샤워에 이용할 수 있다. 전기 가열봉의 결합은 물탱크와 수송관에서 그 열 소모가 $20\%\sim 30\%$ 에 달하는 것이다. 실내 순간 가열식 전기 온수기를 온수난방에 연결하는 제일 큰 장점은 열 소모가 거의 없다는 것이다. 게다가 열 효과를 최적화한 온돌난방과 결합하여 난방용 열 공급 효과를 높일 수 있으며 자장의 영향을 피할 수 있어 인체건강에도 이롭다. 상술한 두 가지 설비는 태양열 집열기의 결점을 보완해 주는 바 난방 열 공급량의 약

$65.6\%\sim 48.4\%$ 에 달한다. 전기 에너지는 공급원이 충분하며 그 어떤 기후 조건의 영향도 받지 않는 특징이 있으나 가격이 비교적 높은 편이다. 때문에 사용량 고저에 따라 전기요금 차별화를 실시하는 지방에서는 시간별 전력적산계를 설치하여야 한다. 본 “DQ기술”은 난방공급시간이 상대적으로 긴 한랭지구에서 전기를 열에너지의 보조 열원으로 취급하였는데 이는 다음과 같은 이유에 기인한다.

첫째 비록 전기소모 비율이 비교적 높다고는 하나 전기의 보조적 수단은 태양열이 난방 시스템에 가담하는 필수 조건인 것이다. 또한 전기의 절대소모량은 그리 많은 것이 아니어서 난방용 전력비는 현지 지역난방 수금액의 50% 를 초과하지 않으며 난방용 전기생산 석탄 소모량도 같은 원가로 지은 지역난방 아파트의 석탄 소모량보다 적다. 이 문제는 본문의 뒷부분에서 상세히 기술한다.

둘째로 본 “DQ기술”은 적용범위가 제한되어 있어 지역 전기사용 부하에 그리 큰 영향을 주지 않는다.

셋째로 본 “DQ기술”은 지역환경보호에 유리하고 광물성 에너지를 대규모로 집중 사용할 수 있어 에너지 절약기술과 환경보호기술을 도입하는데 유리하다. 여건이 허락되는 지역에서는 도시 가스도 난방 열공급 보조적 수단으로 취급 할 수 있다.

2.4 바닥 난방 시스템과의 결합

“DQ기술”은 열효과를 최적화하며 열원천에 대한 요구가 상대적으로 낮은 온돌난방기술을 채용한다. “DQ기술”이 채용하는 온돌난방 기술을 저온열수 지면난방 혹은 바닥 복사난방 이라고도 하는데 지면에 부설한 열순환 파이프를 열량을 발산한다. 난방 파이프 부설면적은 비교적 큰 바 일반적으로 바닥면적의 $70\%\sim 80\%$ 를 점하는데 20mm 두께

의 콘크리트에 덮여 있다. 난방시에는 열량을 바닥에 축적하였다가 점차 복사하는 방식으로 열량을 발산하는 특징을 갖고 있기에 열 공급 수온이 지면온도보다 높기만 하면 열량을 축적할 수 있어 30℃~50℃의 저온열 원천도 난방수요를 충족할 수 있기에 태양열 난방시설이 저온 열공급을 위주로 하는 특징에 부합된다. 난방 방열원천이 온돌바닥에 있기에 열 복사 거리가 인체와 가까워 사람들은 쉽게 열을 전달 받을 수 있다. 따라서 온돌 난방 설계온도는 기타 증기난방온도보다 2℃~3℃ 가량 낮출 수 있다. 경험에 의하면 실내 열공급 온도 1℃를 낮추면 에너지 소모를 7% 정도 절약할 수 있다.

2.5 단열 보강 구조

“DQ기술”을 실시하면 지역난방 시스템에 가입하지 않음으로 절약되는 자금으로 각 세대별 단열 구조를 한층 보강 할 수 있으며 난방 부하를 줄일 수 있다. “DQ기술”의 요구에 따라 국가의 아파트 에너지 절약 표준인 50%~65%를 기초로 지역난방 경비를 지출하지 않음에 따른 절약된 자금으로 아파트 세대별 에너지 절약에 투입하면 아파트 단열성능을 한층 제고할 수 있으며 더욱 높은 에너지 절감 효과를 볼 수 있다. 그 주요 방법은 표1과 같이 단열구조를 보강하는 것이다.

이런 방법으로 단열구조를 보강하는 것은 국가 아파트 보온 설계규범에 부합된다. 아파트 난방은 열원천을 유지하고 열을 축적하여 수요를 충족시키는 과정이다. 실내온도는 상수이고 단열과 열공급은 변수로서 단열이 잘 될수록 열 소모가 적고 난방부하가 줄어들게 된다. 연길시 교외의 300평방미터 2층 보온 주택의 난방 부하 수치를 토대로한 추산에 의하면 단열보강 아파트의 난방 부하는 난방단위 당 22,41KWH/day 였다.

2.6 “DQ 기술” 적용 아파트 구조

“DQ기술”은 아파트(6층 혹은 6층 이하) 평지붕에 적합하다. 그 외 고층건물에도 채용할 수 있다. 6층 아파트는 지붕 위 면적이 태양열 집열기를 설치 할 수 있는 공간을 확보할 수 있고 태양열 획득량의 비율이 높아 경제적이면서도 현저한 에너지 절약 효과를 볼 수 있다.

표1. 단열보강구조

구조 부위	현행 구조	단열보강구조
외벽	붉은벽돌370mm	붉은벽돌370mm
단열재재료	EPS(스티로폼)	EPS(18~20kg/m3)
단열재두께	50mm	100mm
단열재위치	외단열	외단열
창틀재료	플라스틱	플라스틱
유리	12mm복층	12mm복층
창의 수효	단창	이중창/삼중창
기타	-	지붕단열 200mm 출입구방풍문 2개 바닥단열 100mm 슬라브단열 30mm 계단실벽 80mm

“DQ태양열 난방”은 6층 아파트 전체에 “DQ기술”을 적용할 수도 있고 또 고층빌딩의 맨 위6층만 “DQ기술”을 적용하여 태양열 난방 면적을 늘일 수도 있다. 아파트의 최상층 이하 부분은 기타 적합한 난방방식을 취할 수도 있는데 단열 강화 구조에 전기 열원 이용은 선택하기에 적합한 방안이다.

그 외 고층빌딩의 하층 부분에 벽걸이형 태양열 집열기를 설치 이용하여 난방을 해결할 수도 있다. 아파트 지붕은 수평에 가까운 평지붕이어야 태양열 집열기 설치에 유리하다. 지붕설계는 반드시 난방단위에 해당되는 면적에 500kg~700kg태양열 설비 중량을 고려하여야 한다. 아래 위 집에서 같이 쓰는 수직 파이프 샤프트를 만들어 온수순환 파이프가 지나가게 하여야 한다. 지붕에 집열기를

설치 할 경우 건축물 자체와 주위의 시설 그리고 수목 등이 태양광선에 주는 영향을 고려하여 될수록 태양 복사에 영향이 없도록 하여야 한다. 지붕에 출입구를 설치하여 향후 보수에 편리하게 해야 한다.

3. “DQ기술” 적용 아파트의 난방 효율

3.1 “DQ 기술” 상호 보완식 난방의 효율

“DQ 기술”로 하나의 난방 단위가 필요로 하는 하루 열공급량 22.41KW를 충족시키자면 태양열과 전기를 종합 이용할 수 있는데 공급되는 태양 에너지가 7.7037KWH ~ 11.5556KWH 정도이므로 이때 필요한 전기 수요량은 다음과 같다.

$$22.41\text{KWH} - (7.7037\text{KWH} \sim 11.5556\text{KWH}) = 14.7063\text{KWH} \sim 10.8544\text{KWH}$$

“DQ기술”은 태양열, 전기에너지, 온돌, 세대별난방, 에너지절약형 아파트 등 5개 방면의 강점을 보완해 가면서 태양열 규모화 이용으로 난방문제를 해결하는데 조건을 마련하였다(표2). 추산결과에 따르면 상술한 방안은 같은 원가로 건설한 지역 난방형의 50% 수준인 에너지 절약 아파트보다 연 11.09~13.07kg/m²이상의 표준 석탄을 절약할 수 있다.

“DQ기술”은 연길지역 여러 주택에서 이미 적용한지 3, 4년이 된다. 일반적으로 표1과 같이 단열보강한 구조의 아파트 난방 단위 열공급 수요량은 15KWH~20KWH/day에 달하는데, “DQ기술”을 채용한 난방 여건이 같지 않는 아파트 단위 세대들에서 상당기간의 평가에 의하면 표3과 같이 실제 전기 사용량은 다수가 11KWH/day이하였고 실내온도는 16℃~23℃였다. 난방기간 전체 전기비용은 대부분 5~8. 元/ m²였으며 이는 지역난방을 사용할 때의 비용 21.5 元/ m²에 비하면 62.9% 수준으로 절약할 수 있었다. 공용건축에도 “DQ기술”을 실시해 보았는바 1500 m²되는 한 공공건물 사무실에 “DQ시설” 13

조를 설치하고 난방을 해결하려 하였는데 사용에 투입한 후 설비 운행도 정상적이었고 관리도 간편하여 호감을 주었지만 건축 자체의 단열처리가 잘되지 않아 전기소모가 너무 많은 탓으로 일년이 지난 후 운영을 정지하였다.

표 2. “DQ기술”의 난방효율

태양열 획득 (KWH/day)		7.7~11.6	“DQ기술” 난방부하의 34.4~51.6%
보조 열원	전기가열봉 (KWH/day)	6~9	“DQ기술” 난방부하의 65.6~48.4%
	순간온수기 (KWH/day)	4.81~5.71	
난방부하 (100m ² 표준 KWH/day)		비단열구조	82,56
		단열구조 (국가표준50% 에너지 절감)	41,28
		“DQ기술” 단열보강구조	22.41

표 3. “DQ기술” 적용 사례 주택의 난방효율

주택 명칭	설치 시기	면적 m ²	집열기 면적	난방기간 전기비용
A	2004	115	6.4 m ²	5~8元/ m ²
B	2005	115	6.4 m ²	5~8元/ m ²
C	2005	110	9.6 m ²	3~5元/ m ²
D	2005	140	3.2 m ²	3~5元/ m ²
E	2005	100	9.6 m ²	3~5元/ m ²

3.2 “DQ 태양열 난방”은 확립된 기술

“DQ기술” 제품은 질적인 면에서 보장이 되어 있다고 할 수 있다. 이미 검증된 기술로 조합을 이루었기 때문에 제품의 질은 재료선택에 따른 것이다. 재료선택만 적절하다면 제품의 질은 보장된 것이다. “DQ기술” 난방 설비는 국가 표준에 부합되는 태양열 온수기를 주요설비로 했으므로 사용수명은 15년 이상에 달한다. 기타 보조 설비들도 모두 인증

기구의 인증을 받았고 시장에서 공인을 받은 제품들로 그 질에는 보장이 있다.

“DQ기술”은 제품생산에서 새로운 공장건물과 설비를 필요로 하지 않고 공장건물과 설비 투자를 고려하지 않는다. 시장이 있고 건축현장이 있으면 해당 기술을 종합적으로 이용하여 제품생산과정을 마칠 수 있다. 조건이 허락되면 새로 태양열 온수기 공장을 세우거나 공장을 매입하면 생산원가를 크게 낮출 수 있다.

입수한 자료에 의하여 분석한 데 따르면 목전 중국 내 기타 아파트 태양열 난방은 分体화 태양열 온수기로 아파트 전체를 대상으로 중앙난방을 실시하고 있는데 이러한 수단은 열 순환 계통이 증가되어 열 소모가 커서 효율이 떨어지게 된다. 그 외 난방 열 공급에 쓰이는 전용건물이 있어야 하고 대형 모터를 사용하여야 하기에 설비원가가 올라가고 운행비용이 증가되며 에너지 절약에 지장을 준다.

4. “DQ 기술” 시스템의 경제성 평가

4.1 “DQ 기술” 열공급 시스템의 설치비

“DQ기술” 열 공급 시설 지상부분 가격은 집열면적이 상응한 태양열 온수기 가격과 비슷하기에 보통 정도의 수입이 있는 대부분의 가정은 모두 설치할 수 있다. 현재 연결시중 가격으로 집열면적이 6.4㎡되는 집열기 가격은 약8,000元 (본 논문의 가격은 모두2007년도 가격에 준함) 이고 집열면적이 9.6㎡되는 집열기 설비가격은12,000元 좌우이다. 같은 수준의 급탕용 태양열 온수기 가격도 이와 비슷하다. 태양열 집열기 지지대를 설치하는 데는 200mm ~ 1000mm 높이300mm×300mm 콘크리트 기둥18개와 6×6 앵글 36m, 그리고 Φ100mm 비닐수송관 60m파이프를 수용할 샤프트를 증가하는데 가 요구되는 비용은 약 3천元 좌우이다.

표 4. “DQ 기술” 시스템의 설치비

구성부분		원가(元)	비고
난방설비	집열기	8,000 (6.4㎡)	설치시가격
		12,000 (9.6㎡)	
	지지대	3,000	건축원가내 지불
	control	800	집열기 가격에 포함
	분배기	800	
계	11,000 ~15,000	가정지불8,000 ~12,000	

4.2 아파트의 단열구조 보강 경비

“DQ기술”을 도입하기 위해서는 아파트 구조를 조정하고 아파트 건축 원가의 항목별 비례는 변화시켜야 하지만 전체 건축 원가는 별도로 추가할 필요가 없다. 연결시의 토지 외 건축실물 원가는 750원/㎡ 좌우인데 그 중에는 아파트 50%에너지 절약 단열시공 원가와 지역난방 설비 배당자금65원/㎡ 이 포함된다. 6층짜리 아파트 한 층에 100㎡ 되는 집 두 세대로 한 현관을 쓸 경우 그 전 반 건축면적은 1200㎡에 달하는데 여기에 소요되는 지역난방 배당자금은 7만 8천元에 달한다.

아파트 구조 변경에는 단열층을 보강하고 태양열 집열기 지지대를 설치하고 난방 온수관 파이프 샤프트를 따로 설치하고 증기 난방을 온돌 바닥난방으로 개조하는 등 사항들이 있다. 단열층을 보강하는 내용은 앞의 표 1에 기술하였다. 아파트 양측 현관을 쓰는 집은 외벽 면적이 많아 단열층을 보강하는데 재료가 많이 요구되고 투입비용이 비교적 많기 때문에 연결시 가격으로 하면 약4만2천元 좌우 요구된다. 안쪽현관을 쓰는 집의 단열구조 보강에는 상대적으로 비용이 적게 든다.. 기타 추가되는 인건비와 재료비는 2만원 좌우로 총계 6만 5천원 가량 요구된다. 이리

한 추가 비용은 아파트 양측 현관을 쓰는 집의 경우이지만 그 단열층 보강비용이 지역 열 공급 난방에 가입하는 비용보다 적게 들고 일정한 여지가 있는 셈이다. 연길지역은 현재 온돌난방이 상당히 보급되었고 또한 증기를 온돌 난방으로 개조한다 하더라도 강제 가격이 오른 원인으로 증기난방시설 비용이나 온돌난방 가설 비용에는 큰 차이가 없다. 남쪽 벽을 개조하여 태양 일사량 획득을 증가시키는 데는 건축 원가도 증가된다. 연길시 상황에서 남쪽 벽을 개조하는데 m²당 100元 내지 150元 원가가 증가되는데 그 면적이 크지 않은 연고로 추가 비용 1천원이면 족하다. 현관입구에 한 개의 방풍문을 더 설치하여야 하는데 연길지역의 가격으로 하면 1천元 좌우다.

표 5. 단열구조 보강 경비 (元)

단열구조	단열보강	42,000	
	인건비	20,000	
	지시대,샤프트 설치비	3,000	
	남쪽벽개조	1,000	추가비용
	1층방풍문	1,000	추가비용
계	67,000		지역난방 배당자금 78,000

4.3 “DQ 기술” 사용자의 높은 경제 효율

“DQ기술”을 도입하면 사용자에게 주는 경제적 이익이 뚜렷하다. 연길시 한개 난방단위 난방용 일년분 전기요금0.525원/KWH(민용전기비)×(14.7063 KWH~10.8544KWH)×170=1312.54원~968.76원이다.

그 외 태양열 난방공급 설비 비용이 8,000원~12,000원 인데 그 사용기한은 15년으로 연평균 지출은533.33원~800원이다. 두 가지 지출을 합하면 1845,87원~1768,76원 인데 이 수준은 지역 난방비용인 21.5元/m²×100m²=2150원 보다 낮은 편이다. 심야 전기비용을 따로 계

산하는 곳에서는 심야 전기를 많이 사용하면 해마다 비용을 1/4이상 절약할 수 있다. 설비 보수비는 얼마 되지 않으므로 정산에서 무시한다(표6). 연변 지역 “DQ기술” 시험 사용 세대들의 상황을 표3에서 보면 비용이 모두 현지 지역난방 수금액의 50%를 밑돌았다.

표 6. 비용 비교

	연평균지출(元) (DQ설비수명15년)	
지역난방	2150	
“DQ기술”	설비	전기
	533~800	969~1312

4.4 “DQ 기술”의 높은 사회적 효율

DQ기술을 도입하면 사회적으로 많은 화석 연료를 절약할 수 있다. 국가 아파트설계 표준에 따르면 연길시 50% 에너지 절약 아파트 난방 열공급 기간 석탄 소모 지표는 17.6kg/m² 로 한 개 난방단위 100m²로 보면 연 표준은 1760kg이다. 지역난방을 실시하는 비에너지 절약 아파트 한해 난방기간내 동력 전기 소모는 약7KWH/m²인데 50%에너지 절약 아파트는 그 소모가 적기에 3.5kwh/m²로 잠정하여 난방단위 전기 용량을 350KWH로 하였는데 석탄으로 계산하면 350KWH × 75% (전기 총량 중 석탄을 소모하여 생산한 전기의 %) × 0.404kg/KWH (석탄과 전기 비례) = 106.05kg로서 두 가지를 합하면 1866.05kg된다. 여기에는 석탄 수송과정에서 나타나는 에너지 소모는 계산에 넣지 않았다. 단열보강 구조의 “DQ기술”을 도입한 세대별 연간 난방용 전기를 생산하는 석탄 소모량은(14.7063KWH ~ 10.8544KWH) × 170 × 75% × 0.404 = 757.5kg ~ 559.1kg로 후자는 전자에 비해 많이 절약된다.

두 가지 난방방식에 의한 화석 에너지 소모를 비교하면 다음 표7과 같다.

표 7. 석탄소모량 비교

	현행실계로 건축한 지역난방 아파트	원가 불변 “DQ기술”로 개수한 아파트
단위세대면적	100m ²	100m ²
난방기간 석탄 소모량	1866.1kg	757.5~559.1kg
에너지 절감율	50%	80%~85%

참 고 문 헌

1. 中國建築標準設計研究院編制, “全國民用建築工程設計技術措施節能專篇給水排水與電氣部分”, 2007 年
2. 中國吉林省建築標準化管理所, “EPS板牆体外保溫建築構造”, 2001 年
3. 中國延邊州, 1971~2001年氣象資料匯編
4. 中國建材工業出版社, “牆體材料手冊” 2005年
5. “經濟參考報”, 2006年4月3日
6. “市場報”, 2006年9月13日

5. 결 론

“DQ기술”은 태양열, 전기에너지, 온돌, 세대별난방, 에너지절약형 아파트 등 5개 방면의 강점을 보완해 가면서 태양열 규모화 이용으로 난방문제를 해결하는데 조건을 마련하였다. 추산결과에 따르면 “DQ기술”을 채용한 아파트는 같은 원가로 건설한 지역 난방형의 50% 수준인 에너지 절약 아파트보다 연 11.09~13.07kg/m²이상의 표준 석탄을 절약할 수 있다. 이는 아파트 100만 m²당 해마다 1.1만톤~1.3만톤 표준석탄을 더 절약할 수 있다는 의미이다. 이와 같이 지역난방을 사용하는 아파트 건축원가로 “DQ기술”을 도입한 아파트를 지으면 사용자에게 경제적이고, 사회적으로 말하면 에너지를 절약하고 친환경 경요구에도 도달할 수 있다.

그러나 연길시 현재 대부분의 아파트는 전통적인 비에너지 절약 건축물로서 “DQ기술”을 도입하기에는 적합하지 못하다. “DQ 난방 기술”은 새로 지은 에너지 절약형 건축에만 적합하다. 아직까지 “DQ난방기술”은 사람들에게 인식되지 못하고 있다. 그 주요 원인은 아직도 사람들이 전통적인 열 공급 난방 모델에 집착하고 있고 새로운 에너지 절약형 아파트의 단열주도형 난방의 특점에 대한 이해가 결여한데 있다. 이러한 폐단은 앞으로 시범기지 건설과 운영으로 점차 풀어나가야 할 것이다.