

친환경 병영시설 모델개발을 위한 설계요소 분석

박찬혁*, 조우석**, 강윤도***, 김병선****

*연세대학교 대학원 건축공학과(chrispark@yonsei.ac.kr),
**연세대학교 대학원 건축공학과(whentjr@yonsei.ac.kr),
***연세대학교 공학대학원 건축공학과(youndokang@hanmail.net),
****연세대학교 건축공학과 교수(sean@yonsei.ac.kr)

A Study on Design Technologies for Sustainable Army Barracks

Park, Chan-hyuk* Cho, Woo-Suk** Kang youn-do*** Kim, Byung-Seon****

*Dept. of Architectural Engineering, Graduate School, Yonsei University(chrispark@yonsei.ac.kr),
**Dept. of Architectural Engineering, Graduate School, Yonsei University(whentjr@yonsei.ac.kr),
***Dept. of Architectural Engineering, Graduate School, Yonsei University(youndokang@hanmail.net)
****Dept. of Architectural Engineering, Professor, Yonsei University(sean@yonsei.ac.kr)

Abstract

Purpose of this study is embody the environmental-friendly military facility model that applied renewable energy, passive design method and high efficiency equipment. In the introduction of this study, defined problem of existing military facility and classification of military facility are performed. Also, environmental friendly military facility is defined through classified by scale and building equipment method. In the renewable energy chapter, photovoltaic system and wind turbine system are considered And then, LED light, photovoltaic panel, motor, inverter are analyzed in the high efficiency equipment chapter.

Keywords : 병영시설(Military facility), 친환경건축물(Environmental friendly building),
신재생에너지(Renewable energy), 에너지절약(Energy conservation), 자연형설계 (Passive design)

1. 서 론

1.1 연구의 목적1)

도쿄의정서 발의 이후 세계 각국에서는 생태계 보존과 지구환경 보호를 위해 미래의

문제점을 대비하기 위하여 에너지 사용절감 및 산업화에 의한 탄소배출 절감 등에 노력을 기울이고 있다. 특히 미국, 유럽 각국들을 중심으로 저에너지 기술과 신재생에너지와 같은 대체에너지에 대한 연구가 활발하게 이

1) 이 연구는 2009년도 국방부 연구비 지원에 의한 결과의 일부임.
과제번호 :2008-8-2048

루어지고 있다. 국내의 경우 정부의 태양광 주택 10만호 건설 등의 관련 정책들이 발안되고 있는 실정이다. 하지만 현재로서는 대체 에너지 보급률이 2.58% 정도로 높지 않은 편이며 주 거주형태가 아파트이기 때문에 국가기관과 공기업 등 정부시설을 중심으로 확산되고 있다. 또한 2013년 한국의 의무감축국 진입이 거의 확실시됨에 따라서 환경규제 강화와 친환경건축물에 대한 세제 감소 등의 혜택이 예상된다. 이에 따라 정부는 국가의 신 성장 동력으로 녹색성장²⁾에 대한 정책을 발표하였다. 또한 건축물 관련 상황에서 해외와 다른 국내의 특징이라고 할 수 있는 점은 군 시설을 들 수 있다. 남북분단의 국가적 특성에 따라 국내에는 군 막사를 포함한 매우 많은 군 시설들이 자리 잡고 있다. 하지만 막상 다른 건축물들에 비하여 군 시설의 경우 비효율적인 에너지 소비, 단가절감을 위한 비환경적 자재사용 등 많은 문제점이 산재한 것으로 판단된다.

표.1 현재 병영시설의 실정³⁾

종류	실태	원인	폐해
비효율적 에너지소비	· 냉난방비 소요의 불투명성 · 부하에 적절한 대처가 어려움	중앙공급식 냉난방/부하 미고려	· 에너지과다소비 · 불쾌적공간 형성
비환경적 자재사용	· 장병들의 생활수준 열악	· 무리한 공사비 절감	· 복무조건 열악
주변환경 파괴	· 잦은 보수로 건축폐기물발생 · 임시구조물들의 환경파괴	· 초기계획 부적절성	· 주변환경의 오염 · 이미지 실추

그럼에도 불구하고 군 시설을 보안의 유지라는 특성 상 그 문제점이 잘 파악되지 않고 있는 실정이다. 주로 산간 지역 및 격오지 등에 자리 잡고 있는 군 시설들이 이대로 유지

된다면 녹색성장 및 환경보호 등의 목적과는 다르게 주위 환경에 전혀 도움이 되지 못하며 해가 되는 결과를 나타낼 것으로 보인다. 이에 따라 본 연구에서는 병영시설의 친환경적 변화를 꾀하기 위하여 친환경 병영시설 모델 개발을 위한 설계 요소들을 분석하여 병영시설의 나아갈 길을 제시하고자 한다.

1.2 연구의 방법 및 절차

본 연구는 친환경적인 병영시설 모델 구현

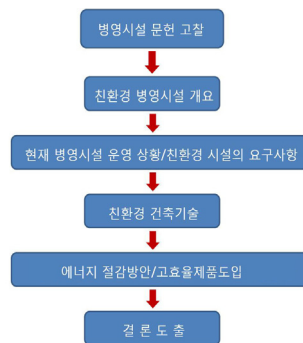


그림.1 연구의 흐름도

을 목표로 건물의 에너지성능향상 방안과 친환경적 건축기술을 설계에 적용하기 위한 기초연구로서 수행되었다. 이 연구는 기존 병영시설을 분석하고 이에 친환경적 설계 요소를 적용하여 이를 통해 불필요하게 사용되는 에너지를 사전에 절감하는 방안을 검토하기 위하여 진행되었다. 연구 진행을 위하여 첫째, 현재 설치 후 운영되고 있는 병영시설에 대한 문헌 및 사례를 조사하여 현재 병영시설의 시스템의 실태와 문제점이 어떤 것인지를 분석하고, 두 번째로 친환경 병영시설 모델 구현을 위한 요구사항을 저에너지 병영시설 적용방안을 기본으로 분석하여 차후 환경 병영시설 모델구현의 기본적인 틀을 제시하고자한다. 세 번째로는 신재생에너지 사용,

2) 정부는 2008년 10월 15일 기후변화와 기후친화산업 육성을 위한 녹색성장을 위한 실천계획 발표(국가기본계획)을 발표하였다.

3) 군 발생 폐기물의 환경 친화적 관리방안연구, 한국환경기술개발원, 2002

고효율 제품군 적용, 자연형설계 등이 포함된 친환경 건축기술들을 조사, 검토하여 친환경적인 병영시설 모델개발의 기초 자료로 활용하고자 하였다. 최종적으로 조사된 사항을 기초로 결론을 도출하여 친환경 병영시설의 모델개발을 위한 기본적인 사항을 제시하였다.

2. 친환경 병영시설의 개요

병영시설의 규모는 사단급, 여단급, 연대급, 중대급, 소대급 병영시설 등이 있고 각 세부 임무에 따라 전방독립소초 등이 개별적으로 운영되고 있다. 다른 군 시설의 경우에는 행정, 작전, 의료, 정비, 교육, 복지, 종교, 교정, 체육시설 등으로 구성되어 있지만 본 연구에서는 주거시설에 국한하도록 하겠다.

표.2 병영시설의 분류⁴⁾

구 분	내 용
주거시설	병영생활관, 간부숙소, 관사 및 아파트, 군 자녀 기숙사
행정시설	지휘관실, 개인/공용사무실, 회의실, 간부연구실, 창고, 비문합동보관실, 문서취급소, 문서발간실, 전산실, 연구실
작전 및 훈련시설	작전지휘센터지휘통제실, 통신실, 위병소, 초소, 소방소
위생 및 급식시설	화장실, 세면장, 세탁실, 샤워실, 목욕탕, 식당, 군화세척실
의료시설	입원실, 진료실, 군의관실, 응급실, 약제실, 외래접수실
저장 및 정비시설	일반창고, 공급실, 정비고, 무기고, 탄약고, 자재창고, 유류고
교육시설	강의실, 실습실, 분임토의실, 교관실, 교수연구실, 강당
복지시설	이발소, 피복정비실, 매점, 면회실, 휴게실, 복지회관
종교시설	교회, 성당, 법당
교정시설	법정, 영창

현재 운용되고 있는 대부분의 군 막사시설은 중앙공급식 난방으로 이루어져 있다. 이러한 특성으로 인해 각 병영시설들은 에너지 측면에서 불필요한 손실을 유발하고 있다고 할 수 있다. 보통 오전, 오후 일과시간이 정해져있는 군사시설의 경우 재실자스케줄이 확정되어 있어 에너지 손실을 최소화 할 수 있음에도 불구하고 중앙공급식 냉난방사용으로 인해, 불필요한 구역까지 냉난방을 공급, 에너지손실을 초래하는 결과를 보인다. 이에 따라 각 실별 냉난방 제어가 가능한 시스템의 도입이 에너지 절감을 위해서 절실하다고 생각된다. 기 발표되었던 논문에서도 “겨울철 내무실 난방은 체난기간을 미리 정하는 등 경직되게 실내 기준온도를 정하여 계절구분 없이 융통성 있게 에너지가 지원되도록 규정과 방침개선이 요구된다”⁵⁾ 라는 견해를 찾을 수 있었으며 이에 따른 시설 개선 및 방침 개선이 필요한 것으로 나타났다.

2.1 저에너지 사용 병영시설

앞서 나타낸 바와 같이 친환경적인 병영시설 모델 구현을 위한 첫 번째 관건은 과도한 에너지 손실을 줄인 저에너지 사용 병영시설을 들 수 있다. 이와 같이 저에너지 사용 병영시설을 위해서는 몇 가지 측면에서 이 문제를 바라볼 수 있는데 계획단계에서 자연형설계를 도입하여 건물 자체의 에너지수요를 저감하는 방법과 기존건물의 설비 시스템 변경에 의한 에너지 절감방안, 신재생에너지 적용에 의해 수요에너지량을 충족시키는 방안이 있다. 본 연구에서는 신재생에너지 사용방안과 자연형 설계, 고효율제품군 도입 등을 분석하였다.

3. 친환경 건축기술

건물에 도입되는 친환경 건축기술은 주로

4) 최용훈, 병영시설의 유지관리 특성평가 및 개선방안, 2008

5) 권태일, 신세대 병사의 복지향상방안 연구, 2001

에너지소비와 밀접한 관련을 가지고 있다. 그 방법이 탄소배출저감을 줄이는 동시에 친환경적인 방법이 될 것이라 생각되며 이에 따른 건축기술들을 분석하였다. 에너지소비와 밀접한 관련이 있는 각 시설의 기계 및 전기설비 기준은 각각 표.3, 표.4와 같다. 친환경 건축물의 조건은 매우 다양하지만 병영 시설에 적합한 친환경 건축물의 구현을 위해서는 앞에서 언급 한 것과 같이 에너지 사용량의 감소가 가장 시급한 문제로 판단된다. 친환경 건축물의 조건은 매우 다양하지만 병

표.3 기계설비 기준⁶⁾

구 분	실온 (℃)	난 방	냉 방	환 기
생활관 (내무실)	20	방열기	천장형선 풍기	자연, 3종
독신간부숙 소	20	바닥패 널	에어컨 고려	자연
관사 및 아파트	20	바닥패 널	에어컨 고려	자연

표.4 전기설비 기준

구 분	조 도(lux)	조명기구
생활관 (내무실)	250	형광등, 백열등, 국부조명
독신간부숙 소	200~300	형광등, 백열등, 국부조명
관사 및 아파트	200~300	형광등, 백열등, 국부조명

영시설에 적합한 친환경 건축물의 구현을 위해서는 앞에서 언급 한 것과 같이 에너지 사용량의 감소가 가장 시급한 문제로 판단된다. 이러한 문제의 해결을 위한 방법으로 신재생 에너지나 Passive Design을 사용한 에너지 절감방법, 고효율 제품 도입을 통한 방법 등 3가지로 요약할 수 있다.

3.1. 신재생 에너지의 사용

신에너지 및 재생에너지는 기존의 화석연

료를 변환시켜 이용하거나 햇빛, 물, 지열, 강수 등을 포함한 재생 가능한 에너지를 변환시켜 이용하는 것을 말한다. 신재생 에너지는 과다한 초기투자의 장애요인에도 불구하고 화석에너지의 고갈문제와 환경문제에 대한 핵심 해결방안이라는 점에서 선진국에서는 과감한 연구개발과 보급정책 등을 추진해 오고 있다. 국내의 경우 지식경제부 고시에 따르면 신재생 에너지를 사용할 경우 최대 60%의 지원을 받을 수 있다⁷⁾. 군사시설의 경우 국가시설로 포함되어 정부의 지원을 받을 수 없지만⁸⁾, 막대한 에너지를 소비하는 군사시설에서 신재생에너지의 사용은 필수적이라고 할 수 있다. 11가지의 에너지원 중 가장 많이 사용되고 있는 것은 태양열, 태양광, 풍력, 지열 에너지이다. 태양열 에너지는 급탕설비에만 적용되고 있으므로 전기발전이 필요한 군 막사 신재생에너지 적용에는 적합하지 않으며 지열에너지 또한 설치단가가 높고 지리적 특성에 제한받기 때문에 일반 군 시설 적용에 있어 적합하지 않다고 분석된다. 본 연구에서는 태양광 에너지와 풍력 에너지가 군 시설 적용에 있어 적합하다고 판단되어 이를 중심으로 적용방안을 제시하고자 한다.

3.1.1 태양광 에너지

태양광을 직접 전기에너지로 변환시켜 사용하는 방법으로 태양전지를 이용한 발전방식이다. 시스템은 태양전지로 구성된 모듈(module)과 축전지 및 전력변환장치로 구성된다. 병영시설에서는 전력 사용량이 적은 오전, 오후 일과시간에 전력을 발생시켜, 밤에 이 전력을 사용한다면 훨씬 효과적인 에너지 운영계획이 수립될 것이다.

6) 국방부 전개서 p37-286

7) 지식경제부고지 제2008-232호 신에너지 및 재생에너지 개발/이용/보급촉진법

8) 에너지관리공단 질의결과

표.5 저에너지 병영시설을 위한 설계요소 특성과 적용방안

구 분	특 징	적 용 방 안	
신 재 생 에 너 지	태양광	<ul style="list-style-type: none"> • 풍부한 일조시간으로 높은 성능 기대 • 타 재생에너지 설비에 비해 단가가 저렴함 • 건물 직접 시공의 용이성 	<ul style="list-style-type: none"> • 막사 경사 부위 설치 운용 • 탐조등 및 가로등에 설치
	풍 력	<ul style="list-style-type: none"> • 연간 일정 풍력확보의 필요성 • 강원도 지역 및 산간지방에 유리 • 작은 수의 발전기로도 충분한 발전 가능 	<ul style="list-style-type: none"> • 전방 지역 소규모 막사 및 소초 적용 • 대규모 건물의 경우 건물과 통합설치가능
고 효 율 기 기	고효율 LED	<ul style="list-style-type: none"> • 일반 형광등 및 백열등 대비 높은 효율 • 반영구적인 수명 	<ul style="list-style-type: none"> • 막사 내 전기설비에 적용 • 가로등 및 경계등에 적용
자 연 형 설 계	광선반	<ul style="list-style-type: none"> • 측창 외부 및 내부에 반사율이 높은 재질을 사용 • 실내의 시환경 향상, 인공조명부하를 저감 • 비교적 조도분포가 일정한 실내공간 조성 	<ul style="list-style-type: none"> • 군사시설은 오전, 오후 혼련시간으로 인해 거의 사용되지 않으므로 효율성 떨어짐 • 행정시설 등에 주간 채광 확보가능
	축열벽	<ul style="list-style-type: none"> • 현휘와 자외선에 의한 퇴화현상이 적음 • 축열된 복사에너지가 야간에 방출되어 야간 난방부하 감소 • 추운기후에 유리 • 건물 내 유효공간을 점유, 조망결핍, 단열이 필요 	<ul style="list-style-type: none"> • 군사시설은 주로 낮에 재실자가 적고 밤에 사용자 밀도가 가장 높음 • 축열벽 방식을 적용할 경우 낮에 열을 축적하고 밤에 방출함으로써 재실자가 많은 군사시설에 적합 • 비교적 추운 최전방지역 병영시설에 유리
	이중외피	<ul style="list-style-type: none"> • 건물의 남측면에 유리로 된 이중외피를 설치 • 태양열이 직접 건물내부에 유입방지 • 겨울에는 열을 모아 건물 내의 난방에 쓰임 	<ul style="list-style-type: none"> • 사단급 및 연대급 행정시설 등에 적합 • 대대급 이하 막사는 2,3층 규모의 소규모 주거시설이므로 설치 시 단가의 부담이 있음
	쿨루브	<ul style="list-style-type: none"> • 지중에 매설된 덕트를 이용한 지중열교환 시스템 • 겨울에는 예열효과, 여름에는 예냉효과를 얻어 외기부하를 줄임 	<ul style="list-style-type: none"> • 군사시설은 대부분 산간지역에 위치해 있어 효과가 뛰어날 것으로 분석됨 • 대규모 건물일수록 효과적

3.1.2 풍력 에너지

풍력에너지란 바람의 힘을 회전력으로 전환시켜 발생하는 유도전기를 전력계통이나 수요자에게 공급하는 기술로, 종류로는 수직축 발전기와 수평축 발전기가 있다. 병영시설은 주로 바람이 많이 부는 산간지역이나 해안지역에 위치하는 경우가 많으므로 설치할 경우 안정적인 풍량으로 많은 전력을 공급할 수 있을 것이라고 분석된다.

3.2. 자연형 설계 (Passive Design)

일반적으로 건축환경조절은 안전하고 위생적이며, 쾌적한 공간창출이라는 동일한 목적을 가지고 있지만, 그 방법에 따라 2가지로 나뉜다. 첫째는 건축 계획원론적인 건축적 대응(Passive Control)이 있고, 둘째로 건축설비공학에 의한 기계적 대응(Active Control)이 있다. 환경조절의 목표는 두 가지 방법을 어느 한쪽에 치우치지 않고 적절히 사용하여 최적의 효과를 내는 데 있다. 이 장에서는 친

표.6 자연형 조절 및 설비형 조절의 장단점

구분	자연형 조절	설비형 조절
장점	<ul style="list-style-type: none"> • 건물의 형태, 구조, 공간구성, 외피구성 등의 건축계획을 통하여 기계적 장치 없이 실내환경조절 • 자연의 힘(에너지)을 이용함에 따라 친환경적이고 무공해 	<ul style="list-style-type: none"> • 기계설비를 이용한 적극적인 환경조절에 의해 안정적인 실내 환경이 확보가능
단점	<ul style="list-style-type: none"> • 외부환경의 변화에 의해 안정적인 성능확보가 불가능 	<ul style="list-style-type: none"> • 외부환경의 변화에 적극적 대응을 하기 위해 에너지 소비량 증가

환경 병영시설에 적용 가능한 자연형 설계 방법에 대해 분석하였다. 이 외에도 아트리움, 지중건축, 벽면녹화 등 여러 가지 방법이 있으나 설치비용상의 문제와 병영시설의 특성상 제한사항이 많아서 적용대상에서 제외되었다. 즉, 병영시설에 적합한 자연형 설계 방법으로는 광선반, 축열벽, 이중외피, 쿨튜브 시스템으로 압축할 수 있다.

3.3 고효율제품 도입

병영시설에는 신재생에너지를 도입하거나 자연형 설계 등으로 에너지 사용을 절감하고 대체에너지로 전환하는 것도 중요하지만, 에너지 이용 면에서 효율이 높은 제품을 사용하는 것도 하나의 방법이 될 것이다. 최근에 사용되고 있는 고효율 제품군 중에서 병영시설에 적용 시 적합하다고 판단되는 제품군을 분류하여 분석을 실시하였다.

3.3.1 고효율 LED 조명등

LED는 Light Emitting Diode의 약자로 반도체를 이용해서 전기적 에너지를 빛의 에너지로 바꾸는 소자로 쉽게 IT기술과 접속할 수 있으며, 다른 조명기에 비해 전기소모가 월등히 낮은 것이 장점이다.

표.7 조명기구의 종류별 분류

	백열전구	형광등	LED조명
수명	4,000시간	8,000시간	100,000시간
전력 소모	많음(100W)	보통(40W)	적음(5W)
환경 오염	대기 중에 분진 유발	수은 등 형광물질 사용	발열이 적어 환경 친화적
전원	AC 220V	AC220V	DC 12V (감전위험 없음)
점등 부속 장치	불필요	안정기 등 부속장치 필요	불필요
광학적 원리	자체발열 (필라멘트)	충진가스 방전	반도체 조명
순응성	필라멘트 가열후 점등	방전시간 필요	순간점등
주파수 특성	60Hz	60Hz, 180Hz	주파수 없음
피로도	낮음	높음	없음

병영시설 조명설비를 형광등에서 LED조명으로 교체할 경우, 높은 시스템효율로 인해 전력 사용량이 줄어들고, 반영구적인 수명으로 인해 유지관리 비용이 큰 폭으로 줄어들 것으로 예상된다. 특히 야간 순찰로나 가로 등에 설치할 경우 높은 연색성을 확보할 수 있다. 특히 태양광 에너지와 병행하여 사용하면 격오지 등에 전선을 설치하지 않고 반영구적인 사용이 가능할 것으로 보인다.

4. 결론

현재 군부대 내에서는 2008년 가칠봉 OP의 태양광 및 풍력 시스템의 적용을 시작으로 신재생에너지의 도입이 증가하고 있다. 차후의 신재생에너지의 적극적인 도입을 위하여, 본 연구에서는 현재 병영시설의 특성에 적합한 방안을 분석하였다. 현재 대한민국을 비롯하여 전 세계적으로 친환경 건축물 실현을 위한 연구와 노력이 끊임없이 진행되고 있는 만큼, 국내에서 큰 비중을 차지하고

있는 병영시설에 대한 친환경 실현 가능성을 제시하는 것은 큰 의미가 있다고 본다. 본 연구의 결과와 앞으로의 추진 방향은 다음과 같다.

- 1) 군부대 내에서의 에너지 절감방안은 크게 3가지로 요약할 수 있다. 신재생 에너지의 사용, 자연형 설계요소의 도입, 그리고 고효율 제품의 사용이 있다. 이들 3가지 요소는 병영시설의 특성에 따라 서로 유기적인 형태로 도입되어야 할 것이다.
- 2) 신재생에너지원 중 군 시설에 도입했을 때 가장 효과적인 에너지는 태양광 에너지와 풍력 에너지이다. 대부분의 군사시설이 위치하고 있는 산간지역이나 해안지역은 풍력자원이 풍부하고 일조시간이 풍부하므로, 다른 에너지원 보다 효율적인 에너지사용이 가능하다. 이를 바탕으로 차후 연구에는 군부대에 따른 가장 경제적이고 효율적인 에너지원의 도출이 필요할 것으로 보인다.

이번에 진행된 연구에서는 친환경적 병영시설 모델 도출을 위한 설계요소 분석을 진행하였다. 연구를 진행하는 동안 아직까지 병영시설의 환경적 문제점에 있어 심도 있게 분석된 연구가 많이 진행되지 않았다는 사실을 알 수 있었다. 이번 논문을 계기로 친환경 병영시설의 개발을 위한 가이드라인의 제시 및 시스템 적용시의 부하분석을 통한 연구가 필요할 것이라고 생각된다.

후 기

본 연구는 국방부 연구비지원으로 수행되었음. (과제번호:2008-8-2048)

참 고 문 헌

1. 김병선, 친환경 리모델링기법 / 일사부하 절감을 통한 친환경 리모델링 방안,한국리모델링협회지, 제30호, 2008
2. 최용훈, 병영시설의 유지관리 특성평가 및 개선방안, 2008
3. 권태일, 신세대 병사의 복지향상방안 연구, 2001
4. 환경기술연구개발원, 군 발생 폐기물의 환경 친화적 관리방안 연구, 2002
5. 국방부, 국방시설기준, 2008
6. 김석봉 외 2명, 미래군사시설 발전방안에 관한 연구, 2008