

RFID기술의 응용분야 및 적용사례

1. 개요

RFID(Radio Frequency Identification)는 각종 물품에 소형 칩을 부착해 사물의 정보와 주변 환경정보를 무선주파수로 전송·처리하는 비접촉식 인식기술로서 이동통신망을 통하여 기존 IT시스템과 실시간의 정보교환 및 처리가 가능하다. 스마트태그, 또는 전자태그로도 불리는 RFID는 현재 광범위하게 활용되고 있는 바코드의 뒤를 이을 차세대 기술로서 주목받고 있다. RFID는 바코드에 비하여 많은 양의 정보를 저장할 수 있으며 인식거리 또한 1.5~27m로 매우 길고 금속을 제외한 장애물의 투과도 가능하다.

최근 건설업계에서도 이러한 장점에 주목하고 복잡한 건설 조달 및 생산프로세스를 효율화할 수 있는 기술적 대안으로서 관심도를 높여가고 있다. 해외의 경우에는 이미 건설자재의 추적 및 재고관리, 건설기계

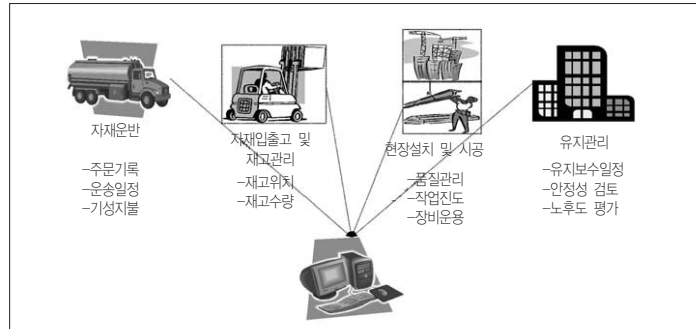


그림1. 건설업에서의 RFID응용분야

의 자동제어, 현장내 안전확보, 시설물 유지관리, 공사행정업무, 품질관리등 다양한 분야에서 RFID기술의 접목이 시도되고 있으며, 이를 통하여 원가절감, 공기단축, 생산성향상 효과를 기대하고 있다. 국내에서도 정부의 시범사업 추진등으로 인하여 RFID에 대한 관심이 고조되고 있으며 지난해부터 대형 건설사를 중심으로 RFID기술 도입에 대한 적용노력이 가시화되고 있다. 하지만 상대적으로 높은 초기 투자비용, 외산 장비에 의존하는 시장구조, 리더기 간의 전파간섭이나 단말기의 정확한 인식능력 문제등은 RFID기술 적용시 한계요인으로 거론되며 앞으로 극복해

야 할 과제로서 남아있다.

따라서 RFID기술도입시 기대효과를 높이기 위해서는 충분한 사전검토 및 적용성 검토를 통하여 성공적인 적용모델을 찾아가려는 노력이 전제되어야 한다. 이러한 측면에서 이하에서는 건설분야에서 시도되고 있는 RFID기술의 실증연구 및 적용사례들을 간략히 살펴하고자 한다.

2. 건설업에서의 RFID응용분야 및 적용사례

건설업계에서는 가까운 장래에 자재운반 및 재고관리, 현장시공 및 관리, 시설물 유지관리 등등 다양한 영역에서 RFID기술적용이 구체화될 것이며, 관

기술동향

련업무의 효율화에 크게 기여할 것으로 내다보고 있다.

■ 자재조달 및 재고관리

RFID적용노력이 가장 구체화된 분야는 건설자재의 조달 및 관리분야이며 물류, 유통산업에서의 성공적인 도입사례들을 놓고 볼때, 건설분야에서도 기대효과 클 것으로 예측되고 있다.

관련 실증연구사례를 살펴보면 RFID태그가 부착된 자재는 반입시부터 설치시까지 자재의 이동경로에 따라 현장 내 설치된 리더기에 실시간으로 위치정보를 제공하게 되며, 현장정보시스템으로 자동전송, 처리되게 된다. 이로 인하여 공사관리자가 사무실내에서도 여러군데 분산된 자재창고에서의 입출고기록을 동시에 확인할 수 있으며, 현장내 자재의 재고현황이나 공종별 자재투입률 등을 실시간으로 점검할 수 있다. 이와 관련하여 미국의 다국적 자원개발회사에서 실시한 시범 적용사례에서는 파이프라인 건설공사에 있어 RFID기술을 활용할 경우, 파이프지지대(Pipe

Support) 및 행거(Hanger) 설치작업에 있어 30%의 공기단축 및 생산성 증대효과가 있을 것으로 나타나고 있다. 이밖에도 레미콘의 배합시간, 온도, 비빔횟수 등 레미콘 제조정보가 RFID태그를 통해 관리되면 현장반입시 관련데이터가 현장정보시스템에서 자동처리됨으로서 기성지급 업무가 단순화될 수 있으며, 품질시험의 정확도 및 효율성도 높아질 수 있다.

전자태그를 통해 제조속성에 관한 정보를 획득하여 품질검사 또는 관리시에 활용하는 방안이나 RF센싱기술과의 연계를 통하여 성능변화를 지속적으로 관찰할 수 있도록 하는 연구도 활발하다.

■ 현장시공 및 관리

현장시공 및 공사관리과정에서는 위치정보와 4D카드기술을 접목함으로써 입체적으로 공사진행현황을 표현, 관리하거나 기계설비 및 장비에 태그를 부착하여 실시간으로 운행기록을 측정, 점검하려는 연구들이 활발하다. 대표적인 예로 철골가공 조립과정에서 RFID

기술을 활용하려는 경우를 들 수 있다. 부재의 곳곳에 태그를 부착하여 부재가 설치되려는 위치, 방향, 순서등에 관한 데이터를 실시간으로 확보하고 이를 4D카드와 연계처리함으로써 작업감독자가 정해진 순서 및 위치에 따라 정확히 조립작업이 이루어지기를 쉽게 감독할 수 있다. 통상적으로 철골조립과정에서의 오류는 재작업과 작업사이클 타임의 지연으로 귀결되는데 RFID기술을 활용할 경우 설치과정에서의 오류를 최소화할 수 있을 것으로 예측하고 있다.

또한 건설장비 또는 기계장치에 RFID태그를 부착하는 연구도 활발히 진행되고 있다. 건설장비 또는 기계의 운행기록장치에 태그를 부착하고 작동시 운행정보를 실시간으로 전송받게 되면 기계의 오작동이나 장비운행상의 오류를 최소화할 수 있다. 이러한 정보는 기계조작의 미숙으로 인한 기계의 손실 및 안전상의 문제를 사전에 예방하는데 기여도가 클 것으로 예측되고 있다.

기술동향

앞서 거론한 분야외에도 작업 모에 RFID태그를 장착함으로써 노무자의 작업위치 및 작업내용들을 파악토록 하며 수작업으로 기록되는 작업일보 대신 자동화된 데이터 처리를 통하여 작업자의 생산성 정보를 획득하는 방안도 연구되고 있다. 또한 작업자에게 위험지역에 대한 정보를 실시간으로 사전 고지함으로써 작업자를 작업상의 재해 및 위험으로 보호하는 수단으로서도 활용되고 있다.

또한 콘크리트 타설 및 아스콘 포장등에 있어 품질관리 개선 및 생산성 증대등을 목적으로 RF센싱기술을 활용하여 온도변화에 따른 콘크리트 강도 및 양생도를 측정하는 방안도 연구되고 있다.

■ 시설물 유지관리

- 시설물 유지관리단계에서도 RFID칩의 응용분야는 다양할 것으로 전망된다. 구조물에 설치되는 RFID태그를 통해 설비 및 자재에 대한 품질 또는 성능정보가 자동으로 기록, 관리될 수 있으며, 구조물의 안전성 검토, 노후도 평가등 시설물 유

지보수에 대한 의사결정시 중요한 정보로서 활용될 수 있다. 대표적인 적용분야로 시설물의 공조설비, 화재안전설비, 승강기등이 거론될 수 있으며, RFID기술이 접목될 경우 시설물 관리자는 실시간으로 설비의 성능 및 가동상태에 대한 정보획득이 가능할 수 있으며, 정기적인 유지보수에 필요한 정보들을 사전에 파악할 수 있다.

3. 맺음말

RFID기술은 국내에서는 아직 초기 도입단계이므로 국가 차원에서 R&D 투자를 통하여 연구성과를 건설업계 전반이 공유할 수 있도록 지원하며, 이를 통하여 건설업체의 업무효율 향상 및 경쟁력 강화 높이는 수단으로서 적극 활용할 필요가 있다.

물론 아직까지 태그 부착위치에 대한 논란, 금속 및 액체근체에서의 통신장애 등 기술적 한계가 극복되지 못하고 있으며, 바코드에 비하여 상대적으로 높은 투자비용이나, 복잡한 건설조달프로세스 등은 현장

적용시 부담요인으로 대두되고 있다. 그러나 RFID는 산업전반의 물류, 유통, 조달 등에 있어 국제표준으로 발전가능성이 크고 건설부문은 제조업과 건설자재를 매개체로 밀접히 연계되어 있다는 점을 고려할 때 향후 건설부문의 RFID 응용 요구나 수요는 점차 증대할 전망이다. ☞

- 자료 : 1) Mike Schneider(2003), Radio Frequency Identification(RFID) Technology and its Application in the Commercial Construction Industry, Master's of Science in Civil Engineering, University of Kentucky, USA
- 2) Nina McLawhorn(2004), Construction and Operation Applications For Radio Frequency Identification(RFID), Transportation Synthesis Report, USA

- 자료 제공 : 백승호(건설코스트연구소 연구원)
- shbaek@kict.re.kr

강-콘크리트 합성구조의 비선형해석에 관한 최근의 기술

강-콘크리트 합성구조 시스템은 두 재료의 합성에 의한 장점으로 인해 최근 수십 년간 널리 사용되어왔지만, 합성구조

부재와 시스템의 비선형 거동은 아직까지 완전히 이해되었다고 할 수 없다. 그 결과, 합성구조 시스템에 대한 설계규정은 일반적으로 기존의 철근콘크리트와 강구조에 대한 설계기준으로부터 준용되고 있다.

강-콘크리트 합성구조 시스템의 비선형성은 합성구조를 구성하는 재료의 비선형적인 성질과 구조요소들 간의 응력전달에서 발생하는 비선형성에 기인한다. 본고에서는 강-콘크리트 합성구조 시스템의 비선형해석에 대한 최근의 기술을 소개하고자 하며, 프레임해석에 대한 최근의 기술과 프레임해석 시스템을 이용한 연구결과에 대한 내용을 주로 다루었다.

1. 합성 부재의 해석

1.1 Lumped 모델과

Distributed 모델

Lumped 모델은 부재의 모든 비선형적인 성질을 부재의 단부에 집중시키며(그림 1a), 비선형적인 재료의 거동을 근사적인 방법으로 다룬다. Lumped 모델은 간결한 형태의 강성도 행

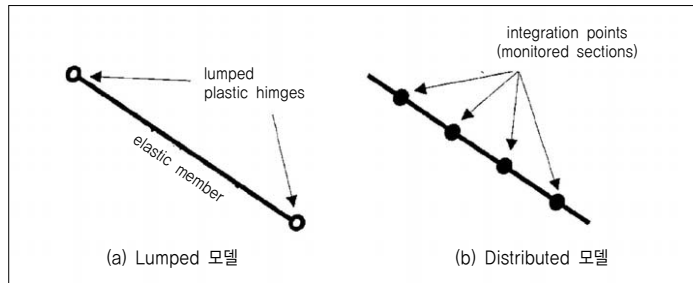


그림 1. Lumped 모델 vs Distributed 모델

렬(stiffness matrix)을 구성할 수 있다는 해석상의 편의와 개념적으로 단순하다는 이점을 가지고 있다.

반면, distributed 모델은 lumped 모델에 비해 보다 정확하고 일반적인 방법이다. 그림 1b와 같이, 부재의 거동은 부재의 전 길이에 대해 계산된다. 따라서 distributed 모델은 lumped 모델에 비해 비효율적인 방법이라고 할 수 있다. 부재가 비균일 단면을 갖거나 비선형성이 큰 경우에는 근사적인 방법에서 벗어날 수 없다는 단점이 있지만 이러한 문제는 부재에 적용되는 요소의 수를 증가시킴으로써 해결할 수 있으며, 다양한 연구자들(EI Tawil and Deierlein, 2001; Bazant and Planas, 1998)에 의해

distributed 모델의 효율성과 정확성을 높이기 위한 연구가 수행되고 있다.

1.2 부분합성 부재

강재와 콘크리트 사이의 부분합성 작용은 강-콘크리트 합성부재의 비선형해석에 있어서 매우 중요한 부분이다. 부분합성을 표현하는 가장 단순한 모델은 콘크리트와 강재를 각각 다른 요소로 적용하고, 연결을 위해 절점 스프링을 사용하는 것이다(그림 2a). 절점 스프링 모델은 사용하기에 간단하지만, 많은 요소와 자유도를 필요로 한다는 단점이 있다. 전단연결재가 포함된 부재의 경우, 절점 스프링은 일반적으로 전단연결재의 위치에 적용된다. 이 경우 매우 큰 압축변형에 대해 콘크

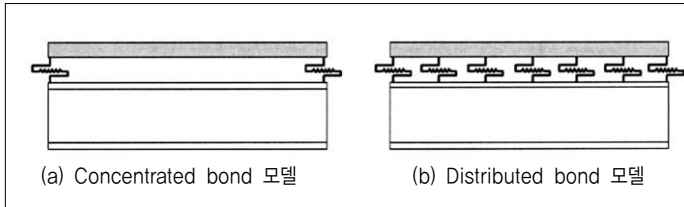


그림2. Concentrated bond 모델 vs Distributed bond 모델

리트의 softening을 고려하여 해석하게 되면, 콘크리트의 변형이 국부적으로 집중되는 문제가 발생할 수 있다.

부분합성 부재에 대한 보다 효과적인 모델은 distributed bond 모델이다(그림2b). 이 모델에서 bond-slip은 접합면을 따라 연속적이라고 가정된다. 부착 파괴를 고려하지 않을 경우 bond-slip의 가장 단순한 모델은 선형탄성 모델이며, 부착파괴를 고려하는 경우에는 탄성-완전소성(elastic perfect plastic) 모델을 사용할 수 있다. 부분합성 부재에 대한 보다 자세한 내용은 Ayoub and Filippou (2000) 등의 문헌에서 다루어져 있다.

2. 프레임해석 시스템

가장 오래된 합성구조 시스템에 대한 비선형해석 중의 하

나로, Hasegawa et al.(1988)은 철근콘크리트 기둥과 강재 보를 조합한 합성 프레임의 타당성에 대한 연구를 수행하였다. Kim and Lu(1992)는 컴퓨터프로그램 DRAIN-2D를 내부가 콘크리트 채워진 합성기둥과 합성슬래브를 포함한 강재 보로 이루어진 이차원 합성 프레임을 해석할 수 있도록 수정하였다. Hajjar et al.(1998)는 자중과 풍하중을 받는 4층의 CFT 프레임에 대한 해석을 수행하였다. 보 요소에 대해서는 bond-slip을 고려하지 않은 요소를 사용했고, 기둥에 대해서는 bond-slip을 고려한 lumped 모델을 사용하였다. 해석결과, bond-slip은 보-기둥 연결부의 하중 전달 메커니즘에 있어서 중요한 역할을 하지만, 프레임 전체의 하중-변위 거동에는 영향을 미치지 않

는 것으로 나타났다.

지금까지 소개된 합성구조 시스템의 해석 방법들은 많은 수의 요소와 자유도를 필요로 한다. 얼마 전까지만 해도 생각할 수 없었던 이러한 복잡한 해석들이 지금은 개인용 컴퓨터에서 비교적 쉽게 이루어진다. 또한 일부 해석 및 설계지침에서 설계와 평가의 옵션으로 강-콘크리트 합성부재에 대한 비선형 해석을 수용하게 되면서 강-콘크리트 합성부재에 대한 비선형 해석에 대한 요구는 점점 높아지고 있다. 컴퓨터 기술은 계속해서 발전하게 될 것이며, 그에 따라 지금보다 더 정확하고 효과적인 비선형해석 프로그램들이 개발될 것이다. 앞으로 이러한 비선형해석 프로그램들이 연구의 영역에서 설계 실무자의 손으로 넘어가게 되는 일은 피할 수 없는 일이 될 것으로 예상된다.

- 자료 : Spacone E., and El-Tawil, S. (2004). "Nonlinear Analysis of Steel-Concrete Composite Structures: State of the Art", J. of Struct. Eng., 130(2), 159-168
- 자료 제공 : 이상윤(구조연구부 연구원)
- sylee@kict.re.kr

건축요소로서의 벽면녹화공법 기술적 보완방안

1. 개요

구분별한 자연환경의 파괴와 과도한 에너지 소비는 지구 온난화와 오존층의 파괴 등을 유발하고 있으며, 국지적으로 도심지에 있어 열섬현상 등과 같은 도시미기후의 이상현상이 발생하고 있다. 이에 다양한 대응책의 제시가 이루어지고 있는 상황이며, 그의 일환으로 2004년 서울시에서는 생태면적률의 시행을 통해 정량적 성능비교를 통한 다양한 생태적외부공간을 조성하려는 움직임이 일고 있다. 도시의 바이오톱 확보 및 보존을 위한 노력은 지면의 식재 면적을 우선 확대하고 있으며, 옥상이나 벽면, 발코니녹화 등의 건축물 녹화는 보정녹지로 이용되도록 하고 있다. 그러나 제한된 공간의 대지면적에 지하공간의 활용으로 자연지반의 확보가 어려워지고, 건폐율의 제한으로 인해 투수성포장이나 수공간의 확보 또한

일정수준 이상의 공간유형 확보가 곤란한 가운데, 실용적 대체 수단으로서 벽면녹화가 주목받고 있으며, 녹지 면적을 확보하기 어려운 도심지에서 벽면녹화는 대체녹지로서의 도심지 바이오톱 연계의 중요한 구성요소가 될 수 있다. 벽면녹화의 기술적 바탕이 미비한 현실에서 생태적 기능과 건축적 기능을 겸비한 실질적인 생태건축 기술로 인정받을 수 있는 벽면

녹화 방안의 제시와 이의 보완방안이 연구되고 있다.

2. 벽면녹화의 개요

2.1 벽면녹화의 정의 및 구분

환경부의 입면녹화지침(1998.7)에 의하면 입면녹화란 ‘건축물의 벽면, 각종 울타리, 방음벽, 콘크리트 옹벽 등의 수직면과 사면 등 인공적으로 만들어진 입면을 식물로 푸르게 하는 것’으로 정의하고 있다. 입

표1. 벽면녹화의 유형분류

구분	특징	
덩굴식물이용	벽면부착 등반형	가장 일반적 수법으로 벽면의 기부에 식재하여 벽면에 직접 부착, 등반 표면이 거칠한 경우에 적합
	보조재 등반형	벽면에 네트, 격자 등의 보조재를 설치, 등반시킴 벽면의 구조, 재질에 구별없이 녹화가능
	하수형	옥상, 베란다 등에 식재용기를 설치하여 신장하는 덩굴하수 및 보조재 활용 하수 각종 베란다가 있는 건물에 유용
	플랜터 부착형	벽면의 곳곳에 포켓 모양의 식재공간을 설치하여 식재 플랜트박스 활용 가능 높이에 대한 제약이 비교적 적음
	등반하수 병용형	벽면의 하부에서는 등반, 상부에서는 하수를 동시에 실시 피복속도가 비교적 빠르고 다양한 연출 가능
발코니이용	발코니에 식재용기(플랜터)를 설치하여 관목, 초본을 식재 각 층에 베란다가 있는 건물에 유용	
패널형	벽면 자체에 식물이 성장 가능한 패널을 활용하여 부착하는 방식 초기녹화효과가 높고 대면적에 적용 가능	

기술동향

면녹화의 일부분으로서 건축물 벽면녹화는 다음과 같은 효과를 지니고 있다.

(1) 경관향상

· 삭막한 콘크리트 벽, 회백색의 벽면을 녹음으로 덮음으로써 도시경관이 향상됨

· 특히 건축물 벽면 등의 입면은 멀리서도 잘 보이기 때문에 도시경관에 미치는 영향이 큼

(2) 생태계 향상

· 곤충 등 작은 동물에게 서식처 및 피난처를 제공하며, 인근의 정원이나 생태공원, 하천 등과 연결됨으로써 지역전체의 생태계를 향상시킬 수 있음

(3) 에너지 절감 효과

· 건물의 단열성능을 향상시켜 냉난방에너지를 절감시킬 뿐만 아니라 도심지의 열섬현상을 완화시킴

(4) 건축물 내구성(耐久性) 향상

· 산성비 및 자외선 차단으로 벽 표면온도의 일교차, 계절교차, 습도변화가 적게 되어 콘크리트 표면의 균열이 방지되고, 침식, 도로탈색 등이 방지되어 건축물의 내구성이 향상됨

(5) 벽면으로부터의 반사광 방지

· 회백색 벽면 및 금속재 방음벽으로부터의 반사광은 시각적인 쾌적성과 도로의 안전운행을 저해하나, 녹화할 경우 반사광의 발생을 방지할 수 있음

(6) 기타

· 오염물질(SOx, NOx 등)을 흡수·흡착을 통한 대기오염농도 감소 및 도시민의 정서적, 심리적 안정감 제공

2.2 벽면녹화의 국내외 기술 현황

유럽권의 선진국에서는 벽면녹화는 담쟁이류를 적용하는 등반형 벽면녹화와 등반보조재를 활용한 벽면녹화가 주로 활용되고 있는 상황이며, 건물외피를 피복하는 벽면녹화보다는 건물내부로 식물을 끌어들이기 위한 실내 조경의 요소로 활용하고 있다. 이는 도심의 녹화면적이 충분히 확보되어 있기 때문에 이로 인해 부가적인 기능을 수반하는 기능성 벽면녹화의 필요성이 그다지 높지 않은 데 있다. 반대로 국내와 같이 대지가 부족하여 고밀도로 개발되고 있는 도심지에서는 현실

적으로 요구되는 국지적인 녹화면적 확보 욕구를 만족하기 위한 대안으로 벽면녹화가 제시 될 수 있다. 이와 같은 이유에서 우리나라와 상황이 유사한 일본의 경우 기본적인 등반형 벽면녹화뿐만 아니라 현재 우리나라에서 건축법 시행령에서 유도하고 있는 발코니 녹화와 유사한 유니트형 간이화단의 벽면설치를 통한 벽면녹화 공법, 그리고 건축물 전면녹화를 위한 식생기반을 활용한 패널방식이 개발되어 초기녹화 효과를 극대화시키기 위한 공법을 적용하고 있다.

2.3 건축요소로서의 벽면녹화

최근의 벽면녹화시스템 개발 방향은 건물의 외피가 생태적 기능을 감당할 수 있도록 하는 녹화기술과 건축부품으로서의 건축기술이 일체화된 생태적 건물외피 조성에 있다. 이는 등반형 또는 하수형 벽면녹화에서처럼 식재후 장기간의 식물생장이 이루어짐에 따라 피복되어지는 반면에 건물외피로서의 벽면녹화는 보양과정과 같은 별도의 단기간의 준비기간

기술동향

과 저관리화 및 고층의 벽면녹화를 위한 관수시스템에 대한 적극적 고려가 필요하며, 이와 함께 벽면녹화를 실현하기 위한 부착공법상의 문제를 시스템적으로 해결 가능한 대책이 필요하다. 결국 벽면녹화 시공 시 모든 요소들이 하나의 시스템으로서 구축되어야 함을 의미한다.

3. 벽면녹화공법의 기술적 보완방안

벽면녹화공법이 단순한 조경의 범위를 벗어나 하나의 건축 기술적 요소로 발전하기 위한 기법으로는 단편적인 등반형 녹화기법에서 탈피하는 방안이 제시되고 있다. 벽면녹화공법이 건축요소기술로 인정받기 위해서는, 건축물 준공과 함께 원하는 면적의 녹화가 이루어진 상태를 유지할 수 있어야 하고, 단순히 녹화유도장치를 설치하는 소극적인 방안이 아니라 설계자의 의도를 표현할 수 있는 수준의 녹화가 이루어진 상태를 유지할 수 있는 공법을 선택할 수 있어야 한다. 또한, 녹화공법이

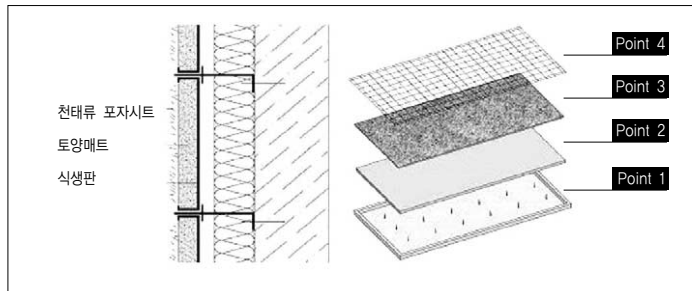


그림1. 조립형 식생패널공법 Prototype과 개발 검토방향 개념



그림2. 접착형 벽면녹화공법인 KICT-GWS2004 시범사업

라는 것이 인위적으로 조작할 수 없는 자연소재를 활용하는 공법이나 그 수위나 형태를 조절 할 수 없는 녹화공법은 건축 기술로 인정받을 수 없기에 최종적인 녹화의 완성형태를 예측할 수 있는 공법으로 이루어져야 한다. 건축물 외표면에 녹화 소재의 접합을 완성하는 공법에 지속적인 유기물의 분해작용이 이루어지는 서식공간이 무기물인 건축물에 영향을 미치지

못하도록 이루어진 공법이어야 하며, 건축소재와 같이 하자 발생시 즉각적인 보수·보강이 이루어질 수 있도록 녹화면의 시스템적 접근방안이 고려되어야 한다. 이는 생태적 건물외피를 구성함에 있어 가장 난해한 부분이기도 하지만 궁극적으로 나아가야 할 방향이라고도 할 수 있다.

전면녹화공법으로서 최근 개발된 이끼녹화공법은 일반적인

기술동향

식물에 비해 분해속도가 느리며 탄소를 고정하는 채로 퇴적되어 이탄층을 형성하는 서리 또는 털깃털 등의 이끼류를 활용한 새로운 녹화방식의 일종으로, 통상 자신의 실제 중량의 20 배 이상이 넘는 수분의 함유가 가능하여 중량대비 초기우수의 저장능력이 뛰어난으로 수분의 증발산량에 의한 도시미기후조절에도 기여할 수 있는 식생으로 평가되고 있다. 생물서식을 위한 초기기반을 형성할 수 있을 정도로 성장력이 강하여 일반 식생들에는 까다로울 수 있는 조건에서도 활발한 생장이 가능하다. 현재 보편적으로 적용되고 있는 이끼 시공법은 펄프계의 시트판으로 형성된 서리 또는 털깃털이끼를 실리콘 접착하는 공법만을 채택하고 있다. 하지만 장기적인 관점에서 볼 때 생태적 전면건물의외피 기능을 수행하여 건물외피의 부품화 및 장수명화를 달성하기 위해 탈부착이 가능한 조립형 패널공법이 요구되어 지며, 이는 성장을 저해하지 않는 고정부에 대한 검토(Point 4) 탈부

착이 가능한 베이스판의 구축(Point 1) 그리고 필요시에 따른 관수 또는 보습층의 설치(Point 2) 그리고 식물생장이 이루어지는 식생패널(Point 3) 등에 대해 종합적으로 검토되어야 한다.

벽면녹화는 대부분 수직면에 생물이 성장하게 되기 때문에 우수에 의한 식물생장에 필요한 수분을 공급받는다는 것은 기본적으로 제외하는 것이 바람직하다. 그렇기 때문에 경관적 측면이나 생태적 측면에서 벽면녹화의 유지관리를 위해서는 관수시스템의 설치가 필수적으로 포함된다. 등반형 벽면 녹화시스템에서는 하부 식생의 뿌리가 위치한 부분에 관수를 함으로 해결할 수 있지만 이는 등반높이의 지배를 받게 되고 결국 고층의 공동주택 측면부와 같은 부분의 적용은 어렵게 된다. 녹화면 중간에 생장기반을 갖춘 유니트형이나 녹화된 패널을 활용하는 패널형에 있어서는 녹화면 상부까지 수분을 전달해 줄 수 있는 구조로 관수시스템을 설치하여야 하는데 상부나 중간부에서 살수하는

방식이나 분무하는 방식은 바람에 의해 주변으로 수분의 비산으로 인하여 민원을 일으킬 소지가 있기 때문에 녹화면 상부에서 중력에 의한 수분의 전달방식을 활용한 포화식 관수시스템의 적용이 바람직하다.

단순한 조경에서 벗어나 시스템적인 건축기술로서의 벽면 녹화를 조성하기 위하여 다양한 소재의 개발과 그를 뒷받침할 수 있는 생장기반의 제공이 우선 이루어져야 하며, 건축물의 외피를 구성하는 하나의 건축부품으로서 자리잡기 위하여 정량적인 성능을 지니며 규격화된 식생패널의 개발과 보급이 이루어져야 할 것이다.☞

- 자료 : 복합기능 생태적 건물외피 조성기술 I ~ III 보고서, (2003~2005)
- 자료 제공 : 장대회(건축연구부 연구원)
- zzan1113@kict.re.kr

Microgrid, 새로운 도시에너지 공급시스템

최근 도시지역의 에너지 공급분야에서 지구온난화 방지 및 고유가 대책의 일환으로 태양광이나 풍력 등 재생가능에

기술동향

너지의 역할이 크게 강조되고 있으며, 이에 따라 국내에서도 2004년부터 일정규모(3000m²) 이상의 공공건물 신축시 건축공사비의 일정비율(5%) 이상을 신재생에너지 이용설비의 설치에 사용할 것을 의무화(신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급촉진법 제12조(신·재생에너지사업에의 투자권고 및 신·재생에너지 이용의 의무화 등))하고 있다.

그러나 이 경우 각종 재생가능 에너지의 도입 및 그에 따른 효과에 대한 다양한 검토가 없이 공사의 수주에 요구되는 의무화 규정을 만족시키기 위한 피상적인 선정절차를 거침으로써 획일적이고 비합리적인 시스템이 채택되는 경우가 많아 다양하고 효과적인 재생가능 에너지의 도입에 오히려 장애가 되고 있는 실정이다. 이와 같은 현상이 발생하는 원인은 여러 가지 측면에서 분석될 수 있겠으나, 이들로부터 생산되는 에너지원이 계절 및 시간에 따른 출력변동이 커서 시스템의 운용이 어렵다는 점과 기존의

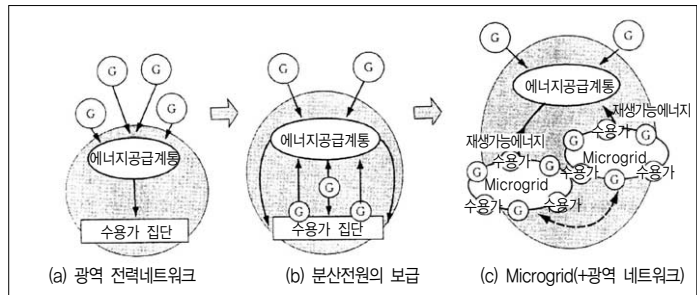


그림1. 전력공급시스템의 발전과정과 Microgrid (G는 에너지 생산시설)

에너지 공급계통의 품질에 영향을 줄 수 있다는 점 등을 주요 요인으로 들 수 있다.

최근 이와 같은 문제점을 해결하기 위한 하나의 노력으로 새로운 도시에너지 공급모델인 Microgrid가 주목을 받고 있는데, 그 특징과 적용사례를 간략히 소개한다.

■ 에너지 공급계통의 진화와 Microgrid

그림1에 도시한 에너지 공급계통의 발전과정에서 보는 바와 같이 각각 독립적으로 존재하고 있던 에너지생산시설 또는 장치와 부하가 편리성 및 신뢰성을 강화할 목적으로 연계되고, 견고한 시스템으로 개선된 것이 현재 에너지 공급계통의 원형이다(a). 여기서 다시 경

제성 향상을 위하여 분산형 에너지 공급시스템의 도입과 아울러 최근에는 그 계통에 태양광이나 풍력 등의 분산형 전원 시설이 도입되기 시작하였다 (b). 이에 따라 수용가 측의 전원설비를 상대로 전력을 일방적으로 공급하던 기존의 전력계통의 개념이 크게 수정되었고, 부정형의 분산형 전원이 보급됨에 따라 계통 측에 미치는 영향, 그리고 전력품질 및 공급신뢰도에 미치는 영향 등이 무시할 수 없는 문제점으로 대두되었다.

이러한 전원을 부하(수용가)와 어떻게든 네트워크화 하고 가능한 한 자율적으로 수급의 균형을 유지하면서 기존 계통과의 조화를 꾀하고자 한 것이

기술동향

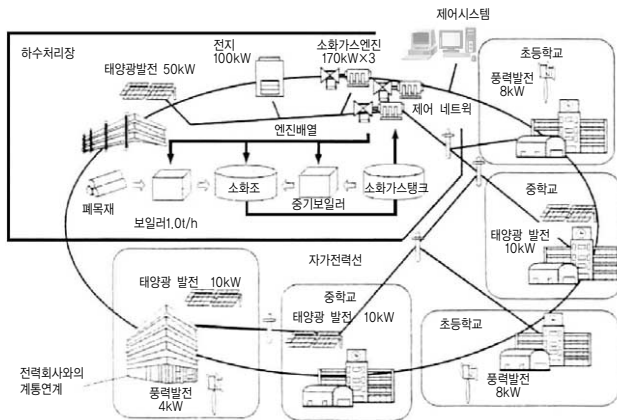


그림2. 일본 八戶시의 Microgrid 시범사업 구성 시스템

Microgrid이다(c). 이에 따르면 그림에서 점선으로 표시한 바와 같이 광역 네트워크와 Microgrid가 공존하는 새로운 공급시스템이 구축될 것으로 예상된다. 여기서 Microgrid란 규모가 작은 공동주택 단위로부터 지역 단위의 상당히 넓은 범위까지 확대하는 것을 생각할 수 있다.

■ NEDO의 실증연구결과

일본에서 Microgrid의 가능성을 검토하기 위한 八戶시 시범사업의 예를 그림2에 도시하였다. 여기서는 동부하수처리장, 초등학교 및 중학교, 시청사에 설치된 태양광발전 및 풍력발

전과 하수처리장의 하수슬러지 발효조로부터 얻어지는 소화가스를 이용하는 가스엔진, 그리고 폐목재를 연료로 이용하는 보일러에 의해 전기와 열을 생산하고, 전기는 자가전용선을 경유하여 시청사와 초등학교 및 중학교 등에 공급하고, 열에너지는 슬러지 발효조의 가온에 이용함으로써 자연에너지에 의한 전력과 열의 공급을 행하고 있다. 이 사업의 주요 특징은 다음과 같다.

- ① 화석연료를 전혀 사용하지 않는 재생가능 에너지로 한정된 전력과 열원시스템 구성

- ② 자가전용선을 이용한 전력특정공급으로 전력의 광역수급과 전원공급 분리 실현
- ③ 자연에너지의 변동에 대해 공급계통에 영향을 미치지 않고 안정적인 전력공급 실현

Microgrid는 재생가능 에너지의 보급촉진이라는 큰 목적을 지니고 있으며, 넓은 지역의 각 수용가에 분산 설치된 이용시스템을 하나의 그리드(Grid)에 연결하여 먼저 자율적인 수급제어를 행하고 계통과의 조화를 꾀하는 것이 그의 가장 큰 특징이다. 여기서는 개별 분산배치된 태양광 등의 재생가능 에너지를 광역 연계함으로써 변동의 평균화 및 이에 수반되는 수급조정의 최소화를 꾀하게 된다. 또한 하수처리장에 소화가스 이용 열병합발전을 설치함으로써 배열전체를 하수처리공정에서 소비하고, 생산전기의 전량을 자가전용선을 통하여 멀리 떨어져 있는 수용가로 보내는 열전분리공급을 실현하고 있다. 이와 아울러 열수요처에 열병합발전을

기술동향

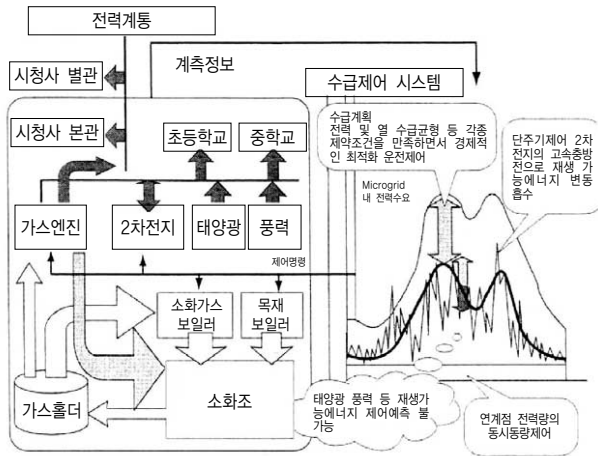


그림3. 수급제어시스템의 기능

설치하여 열주운전(熱主運轉)을 수행하고, 과부족의 전기를 Microgrid에서 융통하는 방법을 취하고 있다.

한편 Microgrid의 수요제어시스템은 시스템에 요구되는 전기와 열을 생산하기 위해 그림 3에 보인 바와 같이 연계점에서의 전력이 일정해야 한다는 점과 주어진 소화가스 발생량의 제약조건에 따라 경제성 및 환경성을 극대화할 수 있도록 발전출력, 2차전지, 매전전력, 보일러 연료공급량을 최적으로 제어하는 기능을 보유하고 있다. 이때 태양광과 풍력 이용시

설은 제어대상이 아니며 수요의 감소분으로 취급한다. 일반적인 계통연계운전에 추가하여 계통과 단절된 독립운전도 수행이 가능하며, 구체적으로는 다음과 같은 단계적인 제어로 구성된다.

- ① 주간(週間) 수급운용계획(중앙제어) : 기상정보 및 과거의 계통정보를 토대로 에너지 수요(부하)와 태양광 및 풍력의 출력을 예측하고 최적화 함으로써 매일 1주일간의 설비운용계획 수립
- ② 경제부하배분제어(EDC,

중앙제어) : 현재 값을 보정하기 위한 최적화 계산에 의해 2시간 후까지의 운용계획을 세우고 3분마다 제어명령 송출

- ③ 수급제어(AFC, 중앙제어) : 연계점의 조류가 수급운용계획에서 결정한 예측치가 되도록 1초 주기로 발전기와 2차전지의 출력 피드백 제어

- ④ 전압 및 주파수제어(로컬 제어) : 자립운전시의 부하변동, 출력변동에 대하여 계통의 주파수 및 전압이 유지되도록 발전기 및 2차전지에 대하여 고속의 피드백제어 수행

계통연계 운전시에는 연계점에서의 조류를 유지하면서 경제성 및 환경성의 측면에서 최적해를 구해야 하고, 독립운전시에는 전력공급의 신뢰성 및 전력품질을 확보하는 것이 해결하여야 할 기술과제이다.☞

- 자료 : 都市エネルギーとしてのマイクログリッド, 空気が調和・衛生工学, 第79巻, 第7号, pp.43-49.
- 자료 제공 : 이태원(화재·설비연구부 수석연구원)
- twlee@kict.re.kr