

ESCO 에너지절약 M&V 방법의 선택 및 적용방안 연구

임기추

에너지경제연구원

(2014년 11월 4일 접수, 2014년 12월 8일 수정, 2014년 12월 10일 채택)

A Survey on the M&V to guarantee the energy saving performance of ESCO

Ki Choo, Lim

Korea Hydro & Nuclear Power Co.

(Received 4 November 2014, Revised 8 December 2014, Accepted 10 December 2014)

요 약

국내에서도 에너지절약성과 보증계약 방식 위주의 역량강화를 위한 측정·검증(M&V)이 중요한 과제로 부각됨에 따라 선진국과 같은 M&V 방법의 선택과 적용이 필요하다. 국내 ESCO 산업의 역량강화를 촉진하기 위해 에너지절약성과에 대한 M&V를 위해서, 적합한 M&V 선택 및 적용방안의 제시가 요청되고 있다. 본고에서는 IPMVP, 미국 및 일본 사례를 참조하여 국내의 M&V 적용목표 및 적용방향을 설정하고, 적용절차 및 유의사항을 설명한 뒤 M&V 방안(A, B, C, D)의 선택 및 검증방안을 제시하였다. 향후 연구과제로 앞에 제시된 M&V 선택 및 적용방안을 기초로 한 M&V 계획서 및 결과서 작성을 위한 가이드라인 제시방안이 마련될 필요가 있다.

주요어 : ESCO, M&V 적용, M&V 옵션

Abstract - ESCO industry should guarantee the energy saving performance with M&V such as developed countries. The application of the ESCO M&V is a necessary condition on energy saving performance. This study recommends a goal, direction, and order of application and suggests selection of M&V between option A, option B, option C, option D by energy conservation technology in Korea, with reference to the examples from IPMVP and applied in US and Japan. In the future, it is needed to study on the guideline for plan report and result report of M&V based on a goal, direction, and selection of M&V option.

Key words : ESCO, application of M&V, option of M&V

1. 서 론

에너지절약전문기업(ESCO) 산업의 시장확대 및 활성화 촉진방안 [1]의 일환으로 정부는 ESCO 사업을 2013년부터 사업자 및 사용자파이낸싱 성과보증계약과 같은 성과보증계약 방식으로 재편하여 시행하고 있다 [2]. 이에 따라 ESCO의 에너지절약성과 보

증을 위한 측정·검증(Measurement, Verification, M&V)의 적용이 중요한 과제로 부각되었다.

주요국에서 ESCO 사업의 에너지절약성과에 대한 정량화 작업, 에너지절감량에 대한 보증의 신뢰성 제고 등을 목적으로 M&V 방법에 대한 가이드라인이 적용되고 있다. 공통적으로 옵션별 M&V 방법의 개요, 일반적 M&V의 시행과정, 옵션별 M&V 방법의 선택 및 적용내용 등에 대해 설명하고 있다 [4-8]. 국내에서도 ESCO 산업에 대한 성과보증방식 위주의 역량강화를 촉진하기 위해 에너지절약성과에 대한

[†]To whom corresponding should be addressed.

Korea Energy Economics Institute, Uiwang 437-713, Korea
Tel : 031-420-2295 E-mail : kclim@keei.re.kr

M&V가 중요한 과제로 부각되고 있는 시점에서 적합한 M&V 선택 및 적용방안의 제시가 요청되고 있다.

본고의 목적은 에너지사용자와 ESCO 기업 간의 에너지절약성과 보증계약 체결에 의한 에너지절약시설 설치로 발생하는 에너지절감량을 측정·평가하는 방안을 선택하고 적용하는 방안을 제시하는 데 있다. 이에 본고에서는 먼저 2절에서는 국내 M&V 적용목표 및 적용방향의 설정, 3절에서는 M&V 적용절차 및 유의사항, 4절에서는 M&V 방안(A, B, C, D)의 선택 및 검증방안을 설명하고 5절에서는 시사점을 제시하고자 한다.

2. 국내 M&V 적용목표 및 적용방향

2-1. 국내 M&V 적용목표

국내 M&V 개발과 관련 ESCO 관리규정 제12조(절약시설설치에 대한 사후관리)에 의거, ESCO는 절약시설설치 완료 후 에너지사용자와의 계약에 따라 당해 절약시설설치에 대한 사후관리를 실시하도록 명시되어 있다. 여기서, 사후관리는 M&V 계획서 및 결과서를 포함하고 있기 때문에 보통 측정 및 검증(M&V) 활동과 비슷한 의미로 사용한다 [2].

ESCO 투자사업 시 M&V 적용은 상기 사후관리 범위에서 에너지절감에 대한 산출과 체계적 문서화를 말하는 것이므로, 에너지절약성과는 성과 개선계약과 관련된 가장 중요한 활동 중 하나이며, 계약협상에서도 중요한 이슈가 된다. M&V 적용목표는 일반적으로 에너지절약시설 설치가 적용될 경우 예상되는 에너지절감을 달성할 수 있는지에 대한 검증, 에너지절약시설 설치에 따른 에너지절감량의 측정 및 검증에 대한 적용방법을 제시하는 데 있다 [3].

M&V 추진방향은 M&V 적용목표에 부합하여 에너지절약시설 설치가 설계의도에 맞게 운전되도록 절약시설 설치의 에너지절약 성능을 문서화하고 검증하는 과정으로 설정되어야 할 것이다. M&V 추진목표는 일반적인 에너지절약 성능기준을 상회할 수 있는 성능개선을 이루어내는 것이며, 이를 위해서는 1) 프로젝트의 에너지절감을 정확히 평가하기 위한 경우, 2) 이해당사자 간의 리스크 분할, 3) 합리적인 수준까지의 불확실성을 축소하기 위한 경우, 4) 장비 성능을 모니터링하기 위한 경우, 5) 추가적인 절감을 찾아보기 위한 경우, 6) 운전·유지보수를 향상시키기 위한 경우, 7) 비용절감보증이 충족되었는지에 대해 검증하기 위

한 경우, 8) 필요시 향후 보정에 대한 여지를 확보하기 위한 경우 등과 같은 분야에 적용될 수 있다.

2-2. 국내 M&V 적용방향

ESCO는 에너지사용자가 에너지절약을 위하여 기존 에너지사용시설을 개체 보완하고자 하나 기술적·경제적 부담으로 사업을 시행하지 못할 경우, 에너지절약형 시설 설치사업에 참여하여 기술자금 등을 제공하고 투자시설에서 발생하는 에너지절감액으로 투자비를 회수하는 사업을 영위하는 기업이다. 이때 ESCO 사업은 에너지사용자와 ESCO 간에 에너지절약성과 보증계약에 따라 발생하는 에너지절감량을 정량화하는 방안 및 과정이 투명하고 객관적일 때 신뢰성을 가질 수 있다. 에너지사용자와 ESCO의 에너지절약성과 보증계약 체결에 의한 에너지절약시설 설치로 발생하는 에너지절감량을 측정하고 평가하는 공학적이고 객관적인 방안을 제공하는 것이 무엇보다 중요하다 할 수 있다. 에너지절약성과 보증계약의 결과는 절감량을 결정하는 방법에 따라 다를 수 있으므로, 에너지절감량에 대한 측정 및 검증(M&V) 방안 선정은 에너지절약성과 보증계약 체결 시 가장 중요한 요소 중 하나이다. 이것은 프로젝트 범위(규모) 다음으로 가장 중요한 협의점이 되며 추후 ESCO와 에너지사용자 간에 분쟁을 초래하는 주요 원인이 되기도 한다 [3].

따라서 ESCO와 에너지사용자는 측정 및 검증의 기본원칙에 의한 진단 및 평가를 수행할 때 어느 정도의 에너지절감량이 달성될 수 있는가에 대해 신뢰성 있는 절차를 통해서 결정되었다는 타당성을 가질 수 있게 되는 것이다. 에너지절약시설의 형태와 요구되는 신뢰도 및 검증의 정확도에 따른 특정 현장의 측정 및 검증계획이 명시되어야 하며, 이는 측정 및 검증 지침서를 기본으로 하여야 한다. 어떤 경우에는 계약요구사항의 하나로서 에너지사용자가 ESCO에게 요구하고, 어떤 경우에는 ESCO가 계약 후에 검증해야 할 사항으로서 지정된 현장에 적합한 측정 및 검증계획을 제안하게 된다. 특정 현장의 계획을 명시할 것인지, 아니면 계약자에게 특정 현장의 측정 및 검증계획을 준비토록 요구할 것인지는 에너지사용자가 결정하여야 한다.

이때 M&V 측면에서 보면, 에너지사용량의 객관성과 정확성은 무엇보다 중요하다고 할 수 있다. 이를 위하여 개선 전 에너지사용량, 개선 후 에너지사용량,

에너지 및 비용 절감량은 1) 공학적 계산, 2) 측정 및 모니터링, 3) 에너지사용량 및 비용 분석, 4) 컴퓨터 시뮬레이션(예, DOE-2 프로그램을 이용한 분석, 에너지사용량과 최대부하 등 평가), 5) 에너지사용자와 ESCO 간의 합의된 방안 등의 측정 및 검증기법 중 하나를 이용하여 결정하게 된다.

3. M&V 적용절차 및 유의사항

3-1. M&V 적용절차

에너지절약시설 설치 전·후 에너지절감량의 측정 및 검증활동에 대한 M&V 계획 및 결과를 보고하는 절차가 필요하다. 이를 위해서는 1) 측정 및 검증활동의 목적, 2) 에너지절약시설 설치와 현장 특성, 3) 적용될 측정 및 검증방안과 기법, 4) 분석기법, 수식, 추정치, 측정 변수, 5) 측정점, 측정기간, 측정기법, 6) 측정될 변수의 정확도, 7) 측정될 변수의 보고형식, 8) 소요되는 비용과 예산 등과 같은 사항들이 수시로 점검되어야 한다 [3,6-8].

특정 업무의 형태, 위험분담, 원하는 검증의 정확도에 따라 각 단계마다 ESCO 기업과 에너지사용자의 역할이 계약서에 명시되며, 통상적으로 ESCO 기업은 단계별 관련 보고서를 제출한다. 에너지사용자는 제출서류의 정확도를 검증하여, 프로젝트가 다음 단계로 이행되기 전에 승인하게 된다.

이때 에너지사용량의 신뢰성을 위해서는 측정 및 검증활동이 매우 중요한 사항이며, 이를 정리하면 일반적으로 다음과 같은 단계로 수행된다.

- ① ESCO와 에너지사용자간의 측정 및 검증방안에 대한 일반적인 정의
- ② 에너지절약성과 보증계약 전 ESCO와 에너지사용자 간의 현장 및 프로젝트 특징적인 측정 및 검증방안에 대한 정의하고, 에너지절약성과 보증계약을 체결. 정액배분식의 경우 상환금 고정
- ③ 에너지절약 개선 전 조건 정의 : 에너지절약 개선 전 에너지사용기기, 개선 전 에너지사용량 및 이에 영향을 미치는 요소에 대해 현장조사, 순간 또는 장단기 측정 및 에너지비용 분석 등을 이용하여 파악하고, 계약서에 의거하여 체계적으로 문서화
- ④ 에너지절약 개선 후 조건 정의 : 에너지절약 개선 후 에너지사용기기, 개선 후 에너지사용량 및 이에 영향을 미치는 요소에 대해서 현장조

사, 순간 또는 장단기 측정 및 에너지비용 분석 등을 이용하여 파악하고 계약서에 의거하여 체계적으로 문서화

- ⑤ 에너지절감량 산출 : 계약 첫해(1차년도)의 에너지절감량 측정
- ⑥ 상환금 산출 : 계약 첫해(1차년도)에 대한 상환금 산출
- ⑦ 적용된 에너지절약시설의 성능을 보장하기 위한 정기적인 측정 및 검증활동 수행. 해당년도(기간)의 에너지절감량을 산출하여 에너지사용자에게 검토 및 승인 획득
- ⑧ 초기투자비용에 대한 해당연도(기간)의 투자비용 환수

에너지사용자는 제출서류의 정확도를 검증하여, 프로젝트가 다음단계로 이행되기 전에 승인하게 된다. 제출 보고서에는 측정 및 검증(M&V) 계획서, 측정 및 검증(M&V) 결과서와 정기보고서 등이 있다.

3-2. M&V의 시행 시 고려사항

일반적으로 검증단계에서 M&V 시에 정확하고 신뢰성 있는 에너지절감량을 결정하는 것은 매우 어렵고 많은 비용이 소요된다. ESCO 투자사업 시 에너지절감량의 검증을 위해서는 베이스라인 조건의 정확도 정의, 적합한 장비/시스템이 설치되고 커미셔닝 (commissioning, 성능보장) 여부, 장비와 시스템이 설명서대로 작동되는 여부 등과 같은 조건들이 검토되어야 하며, 이를 위해서 절차와 지침이 요구된다 [3,6-8].

계획단계의 M&V 계획은 에너지절감 보증에 있어 가장 중요한 항목이다. M&V 계획은 어떻게 절감량이 산출되고, 계약기간동안 발생하게 될 진행활동에 대해 어떻게 구체화할 것인가를 정의하게 된다. 이를 위해서는 제안된 에너지사용과 비용 절감의 개요, 모든 M&V 활동의 일정, 설비 사용요금 및 비용절감을 산출하는데 사용될 방법, 운전·유지보수 결과보고의 책임 소재 등과 같은 구체적인 사항들이 검토되어야 한다.

M&V 계획과 관련한 에너지절약방법(Energy Conservation Method, ECM)에 포함되어야 할 항목들은 베이스라인 조건과 수집된 데이터의 세부사항, 모든 가정에 대한 서류 및 데이터의 출처, 수행된 엔지니어링 분석의 세부사항, 에너지절감이 계산되는 방법, 운전·유지보수 혹은 요청된 다른 비용 절감에

대한 세부사항, 검사측정분석을 포함한 설비 개선 후 검증활동의 세부사항, 베이스라인에 적용할만한 정기적 조정 및 보고기간 중 에너지의 세부정보, 모든 M&V 보고서에 대한 내용 및 양식(설비 개선 후와 기간별 M&V) 등과 같다.

보고단계에서 설비개선 후 측정 및 검증활동은 ESCO와 사용자들이 모두 수행하게 되는데, 이는 올바른 장비와 시스템이 설치되고 운전되는지, 그리고 예상되는 에너지절감 산출의 잠재량은 얼마인지를 확인하기 위한 것이다. 검증방법들은 조사, 검사, 현장 측정 그리고 단기 미터링 등을 포함한다. 에너지절감 설비 개선 후 M&V 결과 보고는 프로젝트 기술, 설치된 장비의 세부목록, 최종 제안서와 준공 조건 간 변경에 대한 세부사항(추정된 에너지절감 변경까지 포함), 모든 설비 개선 후 검증활동과 수행된 성능 측정에 대한 서류, 성능 검증, 성능범위의 충족방법, 리베이트와 인센티브 현황, 설치 1차년도에 기대할 수 있는 에너지절감 등의 내용을 포함한다.

보고단계의 M&V 관련 연간보고서는 측정 및 검증 서류를 비롯하여 유지보수에 이르는 내용을 포함하여야 한다. 이를 위해서 성능 측정과 검사의 결과 및 서류, 당해년도에 검증된 절감(에너지, 에너지비용, 운전유지보수 등), 보증된 절감량과 검증된 절감량의 비교, 사용된 요금과 수행된 베이스라인 조정 등의 모든 분석과 절감 계산에 대한 세부사항, 수행된 운전 및 유지보수 활동의 요약서, 주목해야 하는 성능 및 운전유지보수 이슈에 대한 세부사항 등과 같은 항목들이 작성 및 제출되어야 한다.

Table 1. Summary of M&V option

구분	측정 및 검증방안	절감량 계산방법
옵션 A	<ul style="list-style-type: none"> 에너지절약시설 설치가 절감량을 보장하기 위하여 계획에 의거 설치되었는가를 물리적 검증에 중점 핵심 성능인자(예, 조명소비전력 또는 냉동기 등급)는 현장에서 단기간 또는 순간 측정으로 결정되고, 운전인자(예, 조명가동시간 혹은 냉방 ton/h)는 이력자료나 단기간 또는 순간 측정에 의거하여 합의 성능인자와 적절한 가동인자가 동일한 방법으로 매년 측정되거나 조사 	<ul style="list-style-type: none"> 순간 또는 단기적 측정, 이를 사용한 공학적 계산, 간단한 컴퓨터 모델링 혹은 이력자료
옵션 B	<ul style="list-style-type: none"> 에너지절약시설 설치의 성과(절감량)는 교체 후 계약기간 내 실시되는 단기적 또는 지속적 측정에 의해 결정. 성능 및 가동인자 모두 측정 	<ul style="list-style-type: none"> 측정결과를 이용한 공학적 계산
옵션 C	<ul style="list-style-type: none"> 에너지절약시설 설치의 성과(절감량)는 교체 후, 당해년도와 과년도의 에너지계량기 자료를 사용하여 건물 전체 혹은 시설수준에서 결정 	<ul style="list-style-type: none"> 단순 비교로부터 통계를 이용한 다중회귀분석 등 기법을 이용한 계기 자료분석
옵션 D	<ul style="list-style-type: none"> 절감량은 시설 구성요소 및 전체 시설에 대한 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 결정 	<ul style="list-style-type: none"> 보증된 컴퓨터 시뮬레이션 : 에너지비용 및 부하측면 사용량 측정

4. M&V 방법의 선택 및 적용방안

4-1. 측정·검증에 적용되는 옵션

에너지절약시설 설치의 평가와 측정방법 및 기간에 따라 사용되는 방안은 달라진다 [3,6-8]. 옵션 A는 단기간의 측정치를 통하여 에너지절약시설의 성능요소만을 검증하는 것으로써, 장기간의 에너지절감량은 다양한 운전요소의 추정/합의치로 결정된다.

옵션 B와 C는 계약기간 중 지속적이거나 정기적인 측정을 실시하는데, 옵션 B가 개별적인 에너지절약시설의 측정치를 다루는 반면, 옵션 C는 전체 빌딩 또는 전체 시설 수준에서 이루어진 측정치를 사용한다. 옵션 D는 컴퓨터 시뮬레이션 기법을 이용하는 것으로써 옵션 A, 옵션 B, 그리고 옵션 C 모두를 포함할 수 있다. 일반적으로 에너지절감량을 계산하는 식은 다음과 같다.

$$\text{에너지절감량} = \text{베이스라인} - \text{교체 후 에너지사용량} \pm \text{조정량}$$

4-2. 옵션의 선택방법

4-2-1. 옵션 A

옵션 A는 에너지절약시설 교체 전과 후 시설의 용량이나 효율을 측정한 후 합의된 운전시간이나 요구되는 부하 등을 적용하는 것으로 에너지절감량을 결정한다. 옵션 A는 조명시스템이나 냉동기와 같은 건물 내부에 설치된 시스템에 적용하는 데 적합하며, 특히 설비의 운영방법(운전요소)이 크게 변경되지 않

는 사업에 적절하다 [3].

옵션 A의 적용대상은 에너지절감량이 적으며, 에너지절감에 영향을 미치는 요인이 제한된 사업, 에너지절감 실현에 대한 위험성이 낮은 사업, 상호작용 효과가 무시되거나 추정할 수 있는 사업이다. 이 경우 에너지절감량 산출은 에너지절감에 영향을 미치는 주요 인자를 단기측정 및 추정을 통해서 결정하여 설비 교체 전·후의 에너지사용량을 공학적 또는 통계적 방법으로 예측하여 에너지절감량을 계산할 수 있다.

4-2-2. 옵션 B

옵션 B는 장기적이며, 연속적인 성능 측정이 요구되는 사업에 적절하다. 옵션 B에서는 에너지절약시설 교체 전·후의 성능이 지속적으로 측정된다. 따라서 에너지절약시설에 대한 운영과 성능에 관한 장기적이고 지속적인 자료를 제공한다. 이들 자료는 실시간에 기초하여 에너지절약시설에 대한 운영상태를 변경하거나 최적화하는 데 사용될 수 있어, 사업의 이점을 향상시킨다. 옵션 B는 에너지절약시설의 가능성이 검증되어야 하고, 에너지절감량의 산정을 위해서 교체 전과 비교하기 위해서 계약기간 중의 실제 에너지사용량이 측정될 필요가 있는 사업을 위한 것이다. 옵션 B는 개체설비를 대상으로 에너지절감에 영향을 주는 모든 인자를 측정하는 방법이다 [3].

옵션 B의 적용대상은 에너지절감량이 전체 설비 에너지사용량의 20%를 초과하지 않는 단순한 기기교체 사업, 개별 측정을 에너지절감량 산출이 필요한 사업, 에너지절감에 영향을 미치는 요인들이 복잡하지 않은 사업, 기기에 대한 운전 데이터가 제어시스템을 통해 산출 가능한 사업이다. 에너지절감량 산출은 에너지절감에 영향을 미치는 모든 고려인자에 대해 단기 또는 연속측정을 통해서 결정하여 설비 교체 전과 후의 에너지사용량을 공학적 또는 통계적 방법이다.

4-2-3. 옵션 C

옵션 C는 시설의 전체 에너지사용량을 조사한 후 시설에 대한 전체 에너지사용량에 영향을 미치는 에너지절약시설의 영향을 규명함으로써 에너지절감량을 결정하는 것이다. 이 방법은 에너지사용 시스템 간 상호작용을 측정하거나 건물의 단열강화 및 외벽에 대한 측정 등 직접적으로 측정될 수 없는 에너지절약시설의 영향을 파악하는 데에 필요하다.

옵션 C는 에너지절약의 가능성이 검증되어야 하고

실제 에너지절감량 계산을 위하여 교체 전 에너지사용량과 비교를 위해서 계약기간동안의 실제 에너지사용량이 측정될 필요가 있는 프로젝트를 위한 것이다. 이 옵션 C는 개체 설비 및 개체 설비에 영향을 미치는 전체 설비에 대해서 측정 또는 관련 자료를 수집하는 방법이다 [3].

적용대상은 에너지절감량이 비교적 많으며 복잡한 기기 교체 사업, 신규기기 설치전의 충분한 데이터를 확보할 수 있는 사업, 에너지절감에 영향을 미치는 요인들이 복잡하지 않은 사업, 기기에 대한 운전 데이터가 제어 시스템을 통해 산출 가능한 사업, 상호작용 효과를 고려하여야 하는 사업이 될 수 있다. 에너지절감량 산출방법은 설비 교체 전·후의 전체 설비에 대한 에너지사용량 계량기의 자료 또는 요금고지서 분석을 통해 계산할 수 있다.

4-2-4. 옵션 D

옵션 D는 에너지절약시설 교체 후 에너지절감량을 검증하기 위해서 교체 전 및 교체 후의 에너지사용량으로 보정된 컴퓨터 모델링 결과를 활용하는 경우이다. 이 방법은 컴퓨터 시뮬레이션으로 에너지사용량을 예측하기 위해서 설비나 시스템 및 건물 전체에 대한 교체 전·후의 에너지사용량에 대한 측정결과를 이용할 수도 있다.

또한 옵션 D는 에너지절약의 가능성이 검증되어야 하고 계약기간 동안 실제 에너지사용량은 절감량 계산을 위해서 교체 전 에너지사용량과 비교되고 분석되어야 하는 사업에 적용될 수 있다. 옵션 D는 건물의 보정된 컴퓨터 모델링 결과를 사용하여 계약기간 동안의 에너지절감량을 검증하기 위한 절차를 포함한다. 이 옵션 D는 시뮬레이션에 의하여 관련 자료 수집하는 방법이다 [3,5,7].

적용대상으로 옵션 C로 비용효과적 산정이 어려운 사업, 복잡한 베이스라인 조정이 필요한 사업, 베이스라인 측정자료의 부재 또는 자료 수집비용이 높은 사업, 신규 건축사업을 들 수 있다. 에너지절감량 산출은 시설 구성요소 및 전체 시설에 대한 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 결정할 수 있다.

4-3. 측정·검증의 옵션 선택

앞에 제시한 세부 측정방법(옵션)별 대표적인 에너지절감기술의 프로젝트 추진방향을 정리하면 다음과 같다. 옵션 A는 고효율 형광등, 조명제어 등 건물의

Table 2. Application of M&V option

에너지절감기술	옵션			
	A	B	C	D
조명	○	○		
인버터		○		
변압기	○	○		
펌프 및 공조기		○	○	
고효율 전기냉방기		○	○	
전기 냉난방기 운전방식 효율화		○		
고효율 전동기	○	○		
고효율 가스보일러, 고효율 가스히터, 고효율 냉온수기		○	○	
고효율 버너		○	○	
가스냉난방기기의 효율적인 제어		○	○	
열병합발전		○	○	
가정 창호단열				○
노후 보일러설비, 배관 교체		○	○	
보일러 폐열이용		○	○	
폐열회수		○	○	○

외적 변화에 크게 종속되지 않는 프로젝트에 적용하고, 교체 전·후의 사용패턴이 변하지 않을 것으로 예상되는 경우와 일부 인자(소비전력)에 대한 순간/단기 측정 시에 적용할 수 있다.

옵션 B는 인버터 채용, 냉동기 및 보일러 등 냉난방 열원기기, 열병합발전, 공조설비 등 외적 변화에 크게 종속되는 프로젝트에 적용하는데, 교체 전·후의 에너지사용량에 대한 영향을 미치는 주요인자에 대한 단기/장기 측정이 이루어질 경우에 적용할 수 있다. 옵션 C는 건물의 단열강화, 외피의 개보수 등 직접적으로 측정하기 어려운 프로젝트에 적용하는데, 교체 전·후의 전체 설비에 대한 에너지사용량 계량기의 자료 또는 요금고지서 분석을 통해 에너지절감량을 계산할 경우에 적용할 수 있다. 옵션 D는 설비와 시스템, 건물 전체에 대한 에너지사용량에 적용하는데, 교체 전·후의 에너지사용량으로 보정된 컴퓨터 모델링 결과를 활용하는 경우에 적용하게 된다. 이때 에너지절감기술별 M&V 옵션의 적용에 대해 우선적인 지정방안을 참고할 필요가 있다.

5. 요약 및 결론

정부에서 ESCO 사업을 2013년부터 사업자 및 사용자파인낸싱 성과보증계약과 같은 성과보증계약 방식으로 재편하고 있기 때문에, ESCO의 에너지절약 성과에 대한 측정·검증(M&V)이 중요한 과제로 부각

되고 있다. 따라서 본고의 목적은 에너지사용자와 ESCO 기업 간의 에너지절약성과 보증계약 체결에 의한 에너지절약시설 설치로 발생하는 에너지절감량을 측정·평가하는 방안을 선택하고 적용하는 방안을 제시하는 데 있다.

M&V 추진방향은 M&V 적용목표에 부합하여 에너지절약시설이 설계의도에 맞게 운전되도록 절감시설 설치의 절약 성능을 문서화하고 검증하는 과정으로 설정되어야 할 것이다. M&V 추진목표는 일반적인 에너지절약 성능기준을 상회할 수 있는 성능개선을 이루어내는 것이다. 이에, M&V 적용목표는 일반적으로 에너지절약시설 설치가 적용될 경우 예상되는 에너지절감을 달성할 수 있는지에 대한 검증, 에너지절약시설 설치에 따른 에너지절감량의 측정 및 검증에 대한 적용방법을 제시하는 목표를 둔다. 따라서 ESCO와 에너지사용자는 측정 및 검증의 기본원칙에 의한 진단 및 평가를 수행할 때 어느 정도의 에너지절감량이 달성될 수 있는가에 대해 신뢰성 있는 절차를 통해서 결정되었다는 타당성을 가질 수 있게 되는 것이다.

이때 M&V 측면에서 보면, 에너지사용량의 객관성과 정확성은 무엇보다 중요하다고 할 수 있다. 이를 위하여 개선 전 에너지사용량, 개선 후 에너지사용량, 에너지 및 비용 절감량은 1) 공학적 계산, 2) 측정 및 모니터링, 3) 에너지사용량 및 비용 분석, 4) 컴퓨터 시뮬레이션, 5) 에너지사용자와 ESCO 간의 합의된 방안 등의 측정 및 검증기법 중 하나를 이용하여 결정하게 된다.

에너지절약시설 설치 전·후 에너지절감량의 측정 및 검증활동에 대한 M&V 계획 및 결과를 보고하는 절차가 필요하다. 이를 위해서는 1) 측정 및 검증활동의 목적, 2) 에너지절약시설 설치와 현장특성, 3) 적용될 측정 및 검증방안과 기법, 4) 분석기법, 수식, 추정치, 측정되어야할 변수, 5) 측정점, 측정기간, 측정기법, 6) 측정될 변수의 정확도, 7) 측정될 변수의 보고형식, 8) 소요되는 비용과 예산 등과 같은 사항들이 수시로 점검되어야 한다.

M&V의 시행 시 고려사항은 계획단계 및 보고단계로 구분하여 접근하여야 한다. 계획단계에서의 M&V 계획은 에너지절감 보증에 있어 가장 중요한 항목이다. M&V 계획은 어떻게 절감량이 산출되고, 계약기간동안 발생하게 될 진행활동에 대해 어떻게 구체화할 것인가를 정의하게 된다. 보고단계에서는

설비개선 후 측정 및 검증활동은 ESCO와 사용자들이 모두 수행하게 되는데, 이는 올바른 장비와 시스템이 설치되고 운전되는지, 그리고 예상되는 에너지 절감 산출의 잠재량은 얼마인지를 확인하기 위한 것이다. 특히 보고단계에서의 M&V 관련 연간보고서는 측정 및 검증 서류를 비롯하여 유지보수에 이르는 내용을 포함하여야 한다. 이를 위해서 성능 측정과 검사의 결과 및 서류, 당해년도에 검증된 절감(에너지, 에너지비용, 운전-유지보수 등), 보증된 절감량과 검증된 절감량의 비교, 사용된 요금과 수행된 베이스라인 조정 등의 모든 분석과 절감 계산에 대한 세부사항, 수행된 운전 및 유지보수 활동의 요약서, 주목해야 하는 성능 및 운전-유지보수 이슈에 대한 세부사항 등과 같은 항목들이 작성 및 제출되어야 한다.

이와 같이 제시한 세부 측정방법(옵션)별 대표적인 에너지절감기술의 M&V 적용방안을 요약하자면 다음과 같다. 첫째, 옵션 A는 고효율 형광등, 조명제어 등 건물의 외적 변화에 크게 종속되지 않는 프로젝트에 적용하고, 교체 전·후의 사용패턴이 변하지 않을 것으로 예상되는 경우와 일부 인자(소비전력)에 대한 순간/단기 측정 시에 적용할 수 있다.

둘째, 옵션 B는 인버터 채용, 냉동기 및 보일러 등 냉난방 열원기기, 열병합발전, 공조설비 등 외적 변화에 크게 종속되는 프로젝트에 적용하는데, 교체 전·후의 에너지사용량에 영향을 미치는 주요인자에 대한 단기/장기 측정이 이루어질 경우에 적용할 수 있다.

셋째, 옵션 C는 건물의 단열강화, 외피의 개보수 등 직접적으로 측정하기 어려운 프로젝트에 적용하는데, 교체 전·후의 전체 설비에 대한 에너지사용량 계량기의 자료 또는 요금고지서 분석을 통해 에너지절감량을 계산할 경우에 적용할 수 있다.

넷째, 옵션 D는 설비와 시스템, 건물 전체에 대한 에너지사용량에 적용하는데, 교체 전·후의 에너지사용량으로 보정된 컴퓨터 모델링 결과를 활용하는 경우에 적용하게 된다. 이때 에너지절감기술별 M&V 옵션의 적용에 대해 우선적인 지정방안을 참고할 필요가 있다.

따라서 국내 ESCO 업계에 적합한 M&V 적용은 ESCO 규정에 근거한 것으로, 본고에서는 M&V 적용방향을 설정하고 이에 따른 M&V 절차 및 유의사항과 옵션별 M&V 선택 및 적용방법을 제시하였다. 앞으로 M&V 적용방법에 따른 M&V를 위한 표준양식과 작성방법에 관한 대안 강구가 요청된다. 향후

연구과제로 앞에서 마련된 M&V 적용방안 제시 결과를 바탕으로 ESCO 기술분야설비별 적용사례 등을 감안한 M&V 계획서 및 결과서 작성을 위한 가이드라인 제시방안이 마련될 필요가 있다.

References

1. 지식경제부, 에너지절약의 산업화를 위한 ESCO 산업 활성화 방안, 보도자료, 2010.10.20
2. 지식경제부, ESCO 관리규정, 공고 제2013-40호, 2013.2.25
3. 임기추, ESCO 기술력 향상방안 및 역량강화방안, 에너지경제연구원, 2011
4. 임기추, “ESCO 에너지절약 성과보증의 M&V 적용사례 분석,” 에너지공학, 제23권 제2호, 2014, 한국에너지공학회
5. 省エネルギーセンター, エネルギー使用合理化事業者支援事業調査研究事業, 新エネルギー産業技術総合開発機構, 2003
6. 村越千春외, “我が国におけるESCO事業の発展経緯と事業特性に関する研究,” 都市・建築学研究, 九州大学大学院 人間環境学研究院 紀要, 第12号, pp. 91-101, 2007.7
7. Efficiency Valuation Organization, International Performance Measurement and Verification Protocol(IPMVP), 2007
8. FEMP(Federal Management Program), M&V Guidelines : Measurement and Verification for Federal Energy Projects, Version 3.0, US DOE, 2008