

# 조경분야 성능중심 건설기술기준의 시스템공학적 접근방법<sup>†</sup>

김민수\* · 구본학\*\* · 김성용\*\*\* · 나정화\*\*\*\* · 이상석\*\*\*\*\*

\*대구가톨릭대학교 조경학과 · \*\*상명대학교 환경조경학과 · \*\*\*대한주택공사 ·  
\*\*\*\*경북대학교 조경학과 · \*\*\*\*\*순천대학교 산림자원 · 조경학부

## I. 서론

세계무역기구(WTO)에서 발효한 정부조달협정과 무역의 기술적 장벽에 관한 협정(TBT)에 의하여 정부의 발주는 시방에 의하지 않고 성능에 의한 것과 국내의 강제규격은 국제규격을 따를 것이 요구되고 있다. TBT협정에 의하여 WTO가맹국은 ISO 규격을 존중하지 않으면 안 되며, ISO규격에서는 구조물의 설계법으로 성능조사형설계법(performance based design method)을 원칙으로 하고 있다(野中, 2006).

성능조사형설계법이란 요구성능을 달성하기 위한 계산법이나 설계법, 또는 이러한 것들을 개발창조하는 과정을 지칭하기도 하고, 설계 또는 시공된 성과품들이 요구성능을 충족시키고 있는 지를 발주자가 검증 가능하도록 설계하는 방법을 지칭하기도 한다(日本農業土木總合研究所, 2003). 종래의 건설기술기준에 의한 설계가 설계하는 측의 시점에 중점을 두고 진행되었다면, 성능조사형설계법에서는 이용자의 입장에 중점을 두고 진행된다는 점에서 커다란 차이점을 발견할 수 있다.

시스템공학의 적용과정은 고객들의 요구 및 요건분석, 도출된 요구와 요건에 맞는 체계별 기능분석 및 할당, 체계별 기능들의 설계 조합, 최종 프로세스 출력으로 이루어져 있어(이원영 등, 2008) 성능중심의 건설기술기준을 이용자 중심으로 작성하는데 있어서 참고가 될 만한 방법들이 많이 포함되어 있다.

미국은 1994년도 페리국방장관의 신정책에 따라 그동안 사용해오던 까다롭기로 이름난 군사규격을 대폭 폐지하고 상용규격을 군사장비에 적용하였다. 무기를 개발하여 납품하는 방위산업체와 사업을 관리하는 군에 적용되어온 체계개발에 대한 미 군사표준서 MIL-STD-499B는 시스템공학에 관한 미군의 군사규격으로 요구분석, 기능분석, 종합, 시스템 분석 및 통제 라는 표준적인 절차로 구성되어 있다. 이는 무기체계와 같은 군용 시스템을 조달하는 계약에 있어서 정부측에는 양질의 제품을 획득할 수 있도록 보증하고, 계약자에게는 정부측과의 오해없이 상호 동의할 수 있는 과정과 절차를 이행할 수 있도록 하고, 계약상의 의무사항으로 활용하기 위하여 제정된 것이었다. 우리나라에서도 “민군겸용기술사업촉진법”을 1998년 4월

10일부로 공포하였고, 전체 규격가운데 60%를 차지하는 국방규격을 대체하기 위한 민군규격통일 사업에 있어서 가장 먼저 시스템 공학의 적용에 대한 표준규격을 검토하고 있다(한명덕, 1999).

성능중심의 건설기술기준은 창조적 대안 창출을 통한 품질 및 사용자 편익을 최대화함과 동시에 공사비 및 유지관리비 등 생애주기비용(LCC)을 절감하는 것을 주요한 목표로 하고 있는데, 이러한 목표를 달성하기 위해서는 민군규격통일사업에서와 같이 시스템공학적 접근방법을 검토할 필요가 있다. 본 연구에서는 한국산업규격에 명시되어 있는 건축물의 성능표준과 시스템공학적인 접근방법들을 검토하여 조경분야의 성능중심 건설기술기준 작성에 유용한 사항들을 도출해 보고자 한다.

## II. 건축물의 성능표준

한국산업규격에서 건설분야의 성능에 대하여 명시하고 있는 것은 건축물의 성능표준(FISO 6240:2001, FISO 6241:2001, FISO 7162:2001)이 유일하며, 성능(performance)을 “사용에 대한 제품의 반응 특성 또는 사용과 관련된 제품의 특성”으로 정의하고 있다(FISO 6240:2001, FISO 6241:2001). 조경분야의 성능중심 건설기술기준을 작성하기 위해서는 건축물의 성능표준에 명시된 내용을 검토할 필요가 있는데, 건축물의 성능표준의 주요내용과 검토사항을 간추려 보면 다음과 같다.

### 1. 요구성능

요구성능이란 제품의 성능측면으로 표현한 사용자의 요구조건이며, 건축물에서의 최종 용도에 대한 요구 성능은 반드시 명시하고, 필요한 경우 관련 표준 또는 지침에 따라 공급, 운송, 임시 저장, 취급 그리고 설치를 위한 요구 성능까지 명시한다. 개별 요구 성능은 반드시 정의하고, 각 요건의 평가 또는 검증을 위한 구체적인 방법과 성능값을 명기하여야 하며, 필요한 경우 주석을 추가할 수 있다.

†: 이 논문은 건설교통 R&D 정책·인프라사업, “성능중심의 건설기준 표준화” 과제('06~'11) 연구결과의 일부입니다.

### 1) 성능의 명시

- 충족되어야 할 기능적인 측면에서 개별 요구 성능을 명시한다.
- 평가 또는 검증의 근간이 되는 물리적, 화학적 특성들도 명시한다.
- 그리고 관련 규격에 적용할 수 있도록 정량화할 수 있는 용어와 표기법을 사용한다.

### 2) 평가 혹은 검증 방법

- 개별 요구 성능에 대하여, 다음의 사항을 모두 기술하거나 가능한 관련표준을 상호 인용한다.
- 구성재 또는 조립품의 완성 성능을 평가하거나 검증하는 방법(측정, 계산, 시험, 검사 방법)
- 구성재 또는 조립품의 시간 경과에 따른 성능의 변화를 예측하는 방법

### 3) 성능값

- 개별 요구성능의 성능값 또는 등급별 허용 상한값과 하한값의 범위를 명시한다.
- 적용 목적 및 방법에 따른 값 또는 등급의 증분값과의 관계를 지정한다.

### 4) 주석

- 이해를 도울 수 있는 관측 결과, 사례 또는 자료를 제시한다.

## 2. 성능의 평가 및 검증 방법

성능평가의 목적은 완성성능에 대한 예측 또는 검증을 하는 것이다. 개별 요구 성능의 평가 및 검증 방법은 시험, 계산, 전문가의 관점으로 구분된다. 모든 경우, 시간의 경과에 따른 성능과 신뢰성이 평가에 포함되어야 한다.

### 1) 시험

시험은 실제 사용조건 또는 실제와 적절히 상관관계가 있는 사용조건에서 건축물 전체나 서브 시스템, 구성재, 조립품 등의 기능적인 요건에 대한 만족도 평가의 기본 원칙을 제시한다.

### 2) 계산

계산은 거동에 대한 이론적인 모델을 이용하여 기능적인 요구조건에 대한 만족도를 제시한다.

### 3) 판정

판정이나 감정은 유사한 사례 또는 조건에서의 경험 또는 인정된 해법에 근거하여 요구성능에 대한 만족도를 제시한다.

## 3. 검토사항

건축물의 성능표준이 조경분야에 적용될 수 있는 부분도 있지만 적용이 곤란한 부분도 있다. 적용이 곤란한 부분을 살펴보면 다음과 요약된다.

### 1) 정의

건축물의 성능표준에서 성능(performance)은 “사용에 대한 제품의 반응 특성 또는 사용과 관련된 제품의 특성”으로 정의되고 있지만, 조경분야에서의 성능은 조경시설물의 사용성외에도 환경성능이 중요시되는 경우가 많이 있다.

### 2) 요구성능

건축물의 성능표준에서 요구성능은 사용자의 요구조건으로 정해지지만 환경성능의 경우는 광범위한 공공의 목적에 부합하여야 하므로 요구조건을 제시하는 사용자를 구체적으로 확정하기 곤란한 경우가 있다.

### 3) 성능의 평가 및 검증방법

건축물의 성능표준에서 성능의 평가 및 검증방법은 요구성능에 대한 만족도를 제시하는 것이 대부분이지만, 조경분야에서는 환경에 미치는 부하가 얼마나 적은 지를 평가하고 검증하는 방법이 요구되어진다.

## III. 시스템 공학적 접근방법

### 1. 시스템 공학의 정의

시스템 공학은 INCOSE(시스템 공학 국제연맹)에서 시스템 공학자들을 대상으로 한 조사에서 ‘고객의 필요를 만족하는 생명주기(Life Cycle)에 걸친 통합되고 균형 잡힌 시스템의 해를 개발하고 검증하는 학제간 프로세스이며, 문제정의, 대안조사, 시스템 모델, 통합, 시스템 운용 및 성능평가를 하향식, 포괄적, 반복적으로 문제를 풀어나가는 프로세스’이라고 정의하였다 (Bahill, 1996; DAU, 2000(이재율과 박영원, 2006: 54 재인용)).

### 2. 시스템 공학 추진절차

시스템 공학의 추진절차는 사용자의 필요성에 의하여 제기된 요구사항을 제품과 이에 연관된 제반 공정을 조합하여 한 시스템으로 형성하여 나가는 활동으로 개발단계별로 비용가치를 산정하고 중점관리하며 이러한 모든 정보자료를 결정권자에게 제시함으로써 다음단계로 전환할 자료를 제공하게 된다. 이러한 절차를 요약하면 다음과 같다(김철환과 송인철, 2000).

### 1) 요구분석

시스템이 달성하여야 할 사항이 무엇인지, 어떻게 이를 달성할 수 있는지 그리고 현재 활용 가능한 자원과 설계제약 사항을 검토 분석한다. 설계제약 사항으로는 환경제약조건이나 제한사항 대내외적인 환경여건, 계약자 또는 사용자에게 적용되고 있는 각종 법규 등을 검토해야 한다.

### 2) 기능분석 및 배분

기능분석을 할 때에는 가장 높은 레벨의 기능에서부터 낮은 레벨의 기능으로 요구성능을 배분하여 기능흐름도, 일정계획분석, 기능적 구조 등을 형성한다. 그리고 설계결과를 종합하는 활동에 있어서는 정의된 물리적 형상구조를 종합하여 이에 대한 분석과 효용성을 분석한다. 이 때 모든 과정의 정보자료를 데이터베이스로 유지한다.

### 3) 조합

이와 같이 종합된 내용은 최종적으로 최초요구 사항과 비교 검증하게 된다. 모든 요구조건에 제시된 규칙서 포함 여부와 각종 요구사항 충족 여부를 확인하고 그 결과를 반드시 입증하여야 한다. 이 때 검증방법으로 검사, 데모(Demonstration), 시뮬레이션, 시험분석 등이 있다.

## 3. 검토사항

시스템 공학의 적용은 개발, 생산, 관리 등에 광범위하게 적용되고, 절차 또한 복잡하게 구성되지만 조경분야의 성능중심 건설기술기준에 적용 가능한 방법들을 검토하여 보면 다음과 요약된다.

### 1) 요구분석

요구성능을 도출할 때에 사용자의 요구조건 및 환경적인 부하를 줄일 수 있는 요구조건 이외에 현재 활용 가능한 자원과 설계제약 사항을 함께 검토 분석할 필요가 있다.

### 2) 기능분석 및 배분

요구성능을 기능의 레벨별로 배분하여 도출하는 것이 요구성능을 명확히 하고 빠짐없이 도출할 수 있으므로 요구성능과 기능을 함께 분석할 필요가 있다.

### 3) 조합

환경성능의 평가 방법으로는 데모(Demonstration), 시뮬레

이션과 같은 방법이 유용하게 사용될 수 있을 것이다.

## IV. 결론

한국산업규격에서 건설분야의 성능으로 건축물의 성능표준이 명시되어 있고, 고객의 요구조건을 분석하여 최적의 시스템을 구성하고 검증하는 방법론은 시스템 공학 분야에서 이루어져 왔다. 조경분야의 성능중심 건설기술기준을 도출하기 위하여 이러한 기존의 성과들을 검토한 결과는 다음과 같다.

1. 건축물의 성능표준에서 사용자의 요구조건이 요구성능을 구성하는 주된 요인이지만 조경분야에서는 환경적인 부하를 줄이는 측면에서의 요구성능이 필요하다.

2. 조경분야의 성능의 평가 및 검증방법은 요구성능에 대한 만족도를 제시하는 것 이외에도 환경에 미치는 부하가 얼마나 적은지를 평가하고 검증하는 방법이 요구되어진다.

3. 요구성능을 도출할 때에 현재 활용 가능한 자원과 설계제약 사항을 함께 검토 분석할 필요가 있다.

4. 건축물의 성능표준에서는 기능별로 요구성능을 배분하지 않고 있지만 조경분야에서는 요구성능을 기능의 레벨별로 배분하여 도출할 필요가 있다.

5. 시스템 공학에서 요구 조건 충족여부를 검증하는 방법으로 사용하는 데모(Demonstration), 시뮬레이션과 같은 방법은 환경성능의 평가 방법으로는 유용하게 사용될 수 있다.

## 인용문헌

1. 김철환, 송인출(2000) 디지털시대의 경영관리 시스템 엔지니어링. 서울: 문원출판.
2. 이원영, 장성용, 양승정, 김성도, 구승환(2008) 국내 대형 프로젝트 사례 분석을 통한 시스템 엔지니어링의 운용방안. 대한산업공학회/ 한국경영과학회 춘계공동학술대회논문집. pp. 1-7.
3. 이재율, 박영원(2006) 시스템 엔지니어링 교육의 사례연구와 미래 발전 방안. 공학교육연구 9(2): 52-70.
4. 한명덕(1999) 미국의 군사규격 폐기와 시스템공학 상용규격 발전. 육군제3사관학교 논문집 48: 417-432.
5. 野中 資博(2006) 콘크리트工における性能設計とその特徴(農業土木學會土地改良施設に關する性能および機能檢討委員會編, 性能設計チュートリアル).
6. 日本農業土木總合研究所(2003) 水土の知を語る, vol. 7. 東京: 日本農業土木總合研究所.
7. KS FISO 6240:2001. 건축물의 성능표준-내용 및 표기.
8. KS FISO 6241:2001. 건축물의 성능표준-작성원칙 및 고려사항.
9. KS FISO 7162:2001. 건축물의 성능표준-성능 평가 표준의 내용 및 형식.