

통신전주 VE 대안평가에 관한 연구

A Study on VE Counterproposal Assessment for Utility Poles

강 왕 규*, 한 진 우

(Wang-Kyu Kang, Jin-Woo Han)

Abstract : 인프라시설은 한번 설치하면 오랜 기간동안 사용해야 하는 시설로서 설치단계에서부터 가치에 기반하여 최적으로 구축하는 것이 무엇보다도 중요하다. 지금까지 설치된 인프라시설은 초기 투자비용만 고려되었을 뿐, 생애주기비용(LCC)과 성능이 고려되지 않아 효율적인 유지관리와 제대로된 자산관리를 하지 못하고 있는 것이 현실이다. 하지만, 앞으로의 시설 구축 개념은 최저 비용 개념에서 최고 가치 개념으로 변해가고 있으며, 정부에서도 100억원 이상의 건설공사에 LCC 및 VE 검토를 의무화 하고 있는 상황으로, 인프라시설 구축 시에도 VE 대안평가가 필요하다는 의견이 많이 대두되고 있다.

따라서, 본 논문에서는 인프라시설 중 하나인 통신전주를 대상으로 VE 대안평가를 실시하여 향후 설치될 통신전주에 대한 의사결정 가이드라인을 제시하고, 이를 체계적으로 지원할 수 있는 인프라시설 VE 평가시스템에 대한 내용도 함께 소개하여 인프라시설에 적용 가능한 VE 대안평가 기법의 초석을 마련하고자 한다.

Keywords: 통신전주, VE, LCC, 대안평가

I. 서론

통신망 구축에 필요한 통신구, 관로, 맨홀, 전주와 같은 인프라시설은 대부분 구조물로 되어 있어 초기에 한번 설치하면 오랜 기간동안 사용해야 하는 시설로서 설치단계에서부터 경제성, 유지관리성, 사용성 등의 종합적인 가치가 고려되어 설치되어야 한다. 그러나 지금까지 설치된 인프라시설은 단지 경제성만이 강조되어 유지관리와 자산관리에 비효율적인 면이 있어, 추가비용이 소요되는 경우도 종종 발생하고 있다. 따라서, 시설물의 설계, 구축, 유지관리, 폐기 등 생애 전반에 걸친 비용을 분석하는 LCC 분석 기법과 시설의 성능에 입각한 정성적 분석 기법이 포함된 VE 대안평가 기법의 도입으로 인하여 인프라시설 구축 사업의 타당성 분석에 있어 신뢰성과 객관성을 확보할 필요성이 있다.

또한, 앞으로의 시설 구축은 최저 비용 개념에서 최고 가치 개념으로 변화해 가고 있으며, 정부에서도 100억원 이상의 건설공사에 LCC와 VE검토를 의무화 하고 있는 상황으로 이에 대한 검토 및 적용이 반드시 필요할 것으로 판단된다. 따라서, 본 논문에서는 인프라시설 중 가장 간단한 구조물인 통신전주(콘크리트 전주, 강관 전주, 신형강관 전주)를 대상으로 VE 대안평가를 실시해 봄으로써, 향후의 통신전주 구축 방향에 대한 의사결정 가이드라인을 제시하고자 하며, 이를 체계적으로 지원할 수 있는 인프라시설 VE 평가시스템을 소개하여 인프라시설 구축시 활용할 수 있도록

하고자 한다.

II. 본론

1. 이론적 고찰

1.1 LCC 분석 기법

LCC(Life Cycle Cost)란 시설물의 계획, 설계, 건설 등 생애 전체에 걸쳐 발생하는 총비용으로, LCC 분석이라 함은 프로젝트의 초기투자비용과 수명기간에 걸친 유지관리, 재시공, 보수/보강, 복구 등과 같은 할인된 미래비용(Discounted Future Cost)을 분석함으로써 프로젝트의 전체적인 경제적 가치를 평가하기 위한 프로세스를 의미한다.

이러한 LCC 분석은 사업타당성 분석에 있어 신뢰성과 객관성을 제시할 뿐만 아니라 체계적이고 효율적인 유지관리와 총체적 자산관리를 가능케 하여 프로젝트의 계획이나 시설물 유지관리에 많이 도입되고 있는 추세이다.

LCC 분석 방법으로는 확정적인 방법과 확률적인 방법이 있는데, 확정적 방법은 입력변수의 변동성 고려 없이 수집된 데이터에 기초하여 분석하는 것으로서 적용성은 용이하나 신뢰도가 낮다. 하지만 확률적인 방법은 입력변수에 대하여 변동성을 고려하는 방식으로, 데이터의 불확실성을 시뮬레이션과 Frequency해석으로 해결하므로 확정적인 방법보다 합리적이며 과학적인 방법으로 선진국에서 주로 활용되고 있다.

또한, LCC 분석에는 1996년 Ehlen/Marshall이 제시한 아래의 분석 모델을 많이 사용하고 있는데, 여기서의 할인율은 미래의 비용을 현재의 비용으로 환산하기 위하여 사용되는 것으로, 인플레이션 효과를 고려하는 실질할인율과 고려하지 않는 명목할인율이 있다.

$$PVLCC = IC + PVOMR + PVD \quad (1)$$

여기서,

* 책임저자(Corresponding Author)

강왕규, 한진우 : KT 인프라연구소 FTTH & U-City개발담당
(kangwk@kt.com, jinuhan001@kt.com)

$$PVLCC = \sum_{i=0}^T \frac{C_i}{(1+i)^i}$$

PVLCC = 현재가치의 총기대비용 IC = 초기비용
 PVOMR = 유지관리비용 PVD = 처리비용
 C_i = t년에 발생하는 모든 비용
 i = 할인율
 t = LCC 분석기간

1.2 정성적(성능) 평가 방법

정성적(성능) 평가는 시설물이 가지고 있는 안전성, 내구성, 시공성, 유지관리성 등의 항목에 대하여 가중치와 등급을 설정하여 성능을 정량화(점수화)하는 방법으로, 전술한 LCC 분석을 별도로 시행하지 않고 경제성 항목을 추가하면 그 자체가 가치를 평가하는 수단이 되기도 한다.

정성적 평가에 필요한 평가항목은 표 1과 같이 세부평가요소를 근거로 설계사와 시공사 소속 전문가들의 이론과 경험적인 판단을 근거로 도출되어야 하는데, 도출된 항목은 5~10개가 적절하며, 각 항목은 독립적이어야 한다.

표 1. 정성적 평가항목 및 세부평가요소 (예)

평가항목		세부평가요소
A	안전성	• 내풍, 내진, 진동, 피로응력을 고려하였는가? • 공학적 요소의 균형배분을 추구하였는가?
B	내구성	• 본래의 수명과 내구도를 고려하였는가?
C	기능성	• 하중을 고르게 분포시킬 수 있는가? • 기존도로 횡단시 장애요인이 최소화 될 수 있는가?
D	시공성	• 주변 지형여건 및 현황을 고려한 시공계획을 수립하였는가? • 시공실적이 충분하고 시공속도가 양호한가?
E	유지관리성	• 일상적 관리가 유리하고 내하력 저하시 보수/보강이 원활한가? • 운영 및 유지관리의 비용절감의 편리성을 고려하였는가?
F	환경성	• 시공 및 공용 중 발생 가능한 자연 및 생활환경 피해여부를 고려하였는가?

평가항목이 도출되면 설문을 통하여 항목에 대한 가중치(중요도)를 선정하게 되는데, 이러한 가중치 선정 방법에는 설문 및 데이터 처리 방법에 따라 계층화 분석 기법인 AHP(Analytic Hierarchy Process)방법과 매트릭스 방법이 있다.

먼저 AHP 방법은 1970년대 초 의사결정과정의 비능률을 개선하기 위하여 개발한 것으로 복잡한 문제를 계층화 하여 주요 요인과 세부요인들로 나누고 이러한 요인들에 대하여 쌍대비교를 통해 가중치를 도출한 다음 산정된 가중치의 일

관성을 검증하여 의사결정의 건전성을 제고하는 방법으로, 쌍대비교에 사용되는 중요도의 척도 및 정의는 아래 표 2와 같다.

또한 매트릭스 방법은 가중치를 선정하는 가장 간단한 방법으로, 항목 A와 항목 B를 비교하여 A항목이 우세하면 A에 1점, B항목이 우세하면 B에 1점, A항목과 B항목이 같으면 A와 B에 모두 1점을 주는 방식으로 가중치를 선정하는 방법이다.

각 항목에 대해 가중치 선정이 끝났으면 각 항목에 대한 등급(RANK)을 결정하게 되는데, 보통은 표 3에서와 같이 수준에 따라 1점에서 10점까지 등급을 설정하게 된다.

정성적 평가의 지표가 되는 성능점수는 각 평가항목에 해당하는 등급 점수를 설문을 통하여 결정된 다음 선정된 가중치를 곱하고 전체를 더하여 얻어진다.

표 2. 쌍대비교에 사용되는 중요도 및 정의

중요도	정의
1	동일하게 중요함
3	약간 중요함
5	중요함
7	매우 중요함
9	극히 중요함
2,4,6,8	위 중요도들의 중간값
역수	중요도의 반대 개념

표 3. 평가 등급(RANK) 및 정의

평가 등급 : 각 등급은 10 단계의 크기로 평가됨			
10	탁월함	5	약간의 문제가 있음
9	매우 우수함	4	불리함
8	우수함	3	아주 불리함
7	대안으로 가능하나 성능면에서 보통임	2	중요한 문제가 있음
6	대안으로 가능하나 특별한 이점 없음	1	치명적인 문제가 있음

1.3 VE 대안평가 방법

VE 대안평가란 각 대안의 LCC분석 결과와 정성적 평가 결과를 바탕으로 최상의 가치를 추구하는 대안을 도출하기 위한 과정으로, 아래와 같이 가치지수를 산정한 다음 가치지수가 가장 높은 대안을 최적 대안으로 선정하는 Process를 의미한다.

- 성능지수 : 정성적 평가를 통하여 도출된 점수 (AHP 또는 매트릭스 기법 적용)
- 상대LCC지수 : LCC분석을 통하여 도출된 비용을 기준으로 되는 대안의 비용으로 나눈 값
- 가치지수 : 성능지수 / 상대LCC지수 (B/C분석)

여기서, 가장 핵심이 되는 가치(V)는 성능(P)과 비용(C)의 식으로 나타내 지는 것을 알 수 있는데, 이러한 가치를 개선할 수 있는 가치향상 유형에는 그림 1과 같이 비용절감형, 가치혁신형, 성능향상형, 성능강조형이 있다.

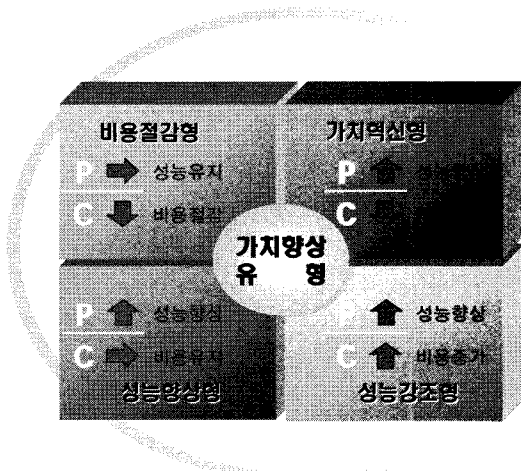


그림 1. 가치향상 유형

2. 통신전주 VE 대안평가

2.1 비교 대안

통신전주는 가공케이블을 지지하거나 가입자로 인입되는 케이블과 단자를 취부하는 역할을 하는 통신역사상 가장 오래된 시설물로, 콘크리트 전주와 강관 전주를 주로 사용하고 있는데, 콘크리트 전주는 강관 전주에 비하여 가격이 저렴하여 예전부터 많이 사용되어 왔으나, 현재는 도심지에 적합하고 시공이 간편한 강관 전주를 많이 선호하고 있는 추세이다. 따라서, 현 시점에서 콘크리트 전주와 강관 전주의 가치를 비교 평가해 볼 필요가 있으며, 아울러 기존 강관 전주의 꺾임 현상과 지지력을 개선한 신형강관 전주도 포함시켜 3가지 대안에 대하여 VE 대안평가를 실시함으로써 향후 통신전주의 구축 방향을 제시하고자 한다.

이러한 VE 대안평가는 대안 모두가 동일한 조건하에서 비교되어야 하기 때문에 표 4와 같이 통신전주의 길이, 지반지력, 내하력이 동일한 상태가 될 수 있는 통신전주 규격을 선정하고, 각 대안의 특징을 분석하여 보다 정확한 정성적 평가와 LCC분석이 이루어 지도록 하였다.

2.2 대안 별 성능 평가

대안 별 성능 평가에 필요한 평가항목을 선정하기 위하여 전문가들이 모여 브레인스토밍을 실시한 결과, 표 5와 같이 5개의 평가항목을 선정하였으며, 설문을 실시하여 표 6과 같이 AHP기법에 의해 가중치(중요도)를 산정하였다. 그리고 평가항목별 수준에 적합한 등급 점수를 결정한 다음 최종적으로 표 7과 같은 성능점수를 도출하였다.

성능평가 결과, 신형강관 전주가 시공성, 안전성 측면에서 콘크리트 전주와 강관 전주에 비하여 우수한 것으로 분석되었다.

2.3 대안 별 LCC 분석

통신전주에 대한 비용항목을 초기투자비용(기본설계, 실시설계, 실질공사비, 경비, 감리비), 성능에 기초한 유지관리비용(보수비, 보강비, 인건비, 점검비, 지장이전비, 점용료), 사용자비용(회선 기회비용), 해체폐기비용(철거비, 재활용비)으로 구분하여 각 대안에 대해 비용을 산출하였으며, 2007년을 기준으로 분석기간 40년, 할인율 3.1%를 가정하여 확정적인 방법으로 LCC 분석을 실시하였다.

분석결과 표 8과 같이 콘크리트 전주, 강관 전주, 신형강관 전주 순으로 경제적인 것으로 나타났는데, 콘크리트 전주가 경제적인 측면에서 가장 탁월한 것을 알 수 있었다.

표 4. 통신전주 비교 대안

구 분	콘크리트	강관	신형강관
개요도			
규 격	7-14-200	7m-200kg	신 7m-200kg
특 징	<ul style="list-style-type: none"> · 현재 가장 많이 사용하고 있음 · 급격스런 취성파괴 우려 · 무게가 무거움 · 차량 충돌로 인한 균열 발생 우려 	<ul style="list-style-type: none"> · 태풍 때 미 후 규격 신설 · 면설 파괴되며, 주상작업시 많이 휘어져서 불안감을 느낌 · 상, 하로 분리되어 있어 조립이 간편하며 무게가 가벼움 · 지반에 대한 저항력이 작음 	<ul style="list-style-type: none"> · 상, 하부 일체형 강관 사용으로 꺾임 현상 방지 · 하부에 원통형 근가를 부착시켜 지반지력 강화
적용현황	<ul style="list-style-type: none"> · 근가 없음 · 지반지력 동일 · 내하력 동일 	<ul style="list-style-type: none"> · 근가 2개 사용 	<ul style="list-style-type: none"> · 새로운 근가 사용

표 5. 통신전주 정성적 평가항목 선정

평가항목	세부평가요소
A 안전성	· 소요 내하력, 취성파괴에 따른 인명 손실 등
B 안정성	· 지반지력, 경사, 작업시 흔들림 등
C 시공성	· 무게, 작업시간, 작업인력 등
D 친환경성	· 재료적 특성, 미관 등
E 내구성	· 열화 정도

표 6. AHP기법에 의한 가중치 설문 결과

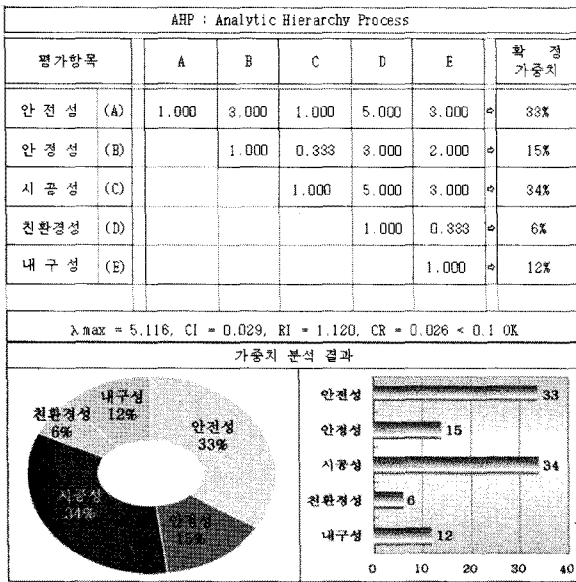


표 7. 대안 별 성능평가 결과

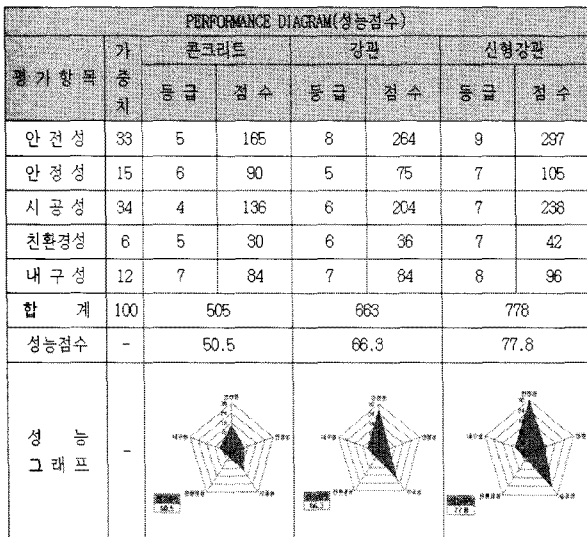


표 8. 대안 별 LCC분석 결과

항목구분	콘크리트	강관	신형강관
초기비용	277,495 원	516,032 원	516,032 원
유지관리비용	177,575 원	148,184 원	141,223 원
사용자비용	19,910 원	19,910 원	19,910 원
해체폐기비용	30,538 원	28,438 원	27,672 원
LCC	505,519 원	712,564 원	704,838 원
상대 LCC	1.000	1.410	1.394

2.4 대안 별 VE 평가

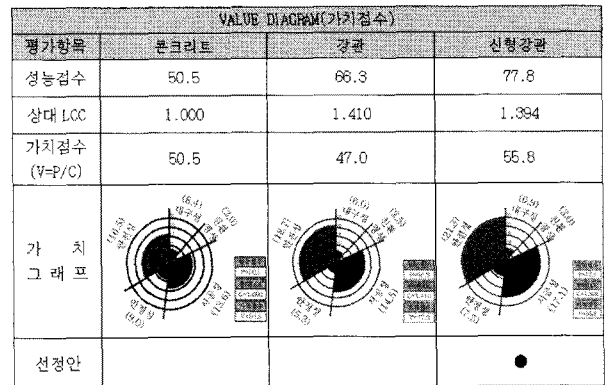
상기 도출된 성능점수와 상대LCC지수를 바탕으로 가치점수(지수)를 산정하면 아래 표 9와 같다.

이 결과를 살펴보면, 콘크리트 전주가 신형강관 전주에

비하여 매우 경제적으로 분석되었으나, 성능면에서는 신형강관 전주가 콘크리트 전주와 강관 전주에 비하여 각각 27.3점(54.1%), 11.5점(17.3%)의 성능향상을 보이고 있으므로 최종 가치는 5.3점(10.5%), 8.8점(18.7%)의 가치가 향상되어 있는 것을 알 수 있다.

이로써, 가치적인 측면에서 향후 통신전주의 구축은 신형강관 전주를 선택하는 것이 바람직하다는 결론을 얻을 수 있는데, 결정은 최종 의사결정권자가 하는 것으로 이 결과를 바탕으로 최종적인 결정을 내리게 된다.

표 9. VE 대안평가 결과



3. 인프라시설 VE 평가시스템 개발

인프라시설 VE 평가시스템은 인프라시설의 효율적인 유지관리 및 자산관리를 위하여 VE 평가를 손쉽게 할 목적으로 만든 프로그램으로, Visual Studio 기반으로 사용자 중심의 작업과 편의적 환경을 제공하고, Windows 운영체제에서 작업이 가능하도록 개발 되었다.

본 시스템은 파일 입출력 모듈, DB 입력 모듈, 정성적 평가 모듈, LCC분석 모듈, 가치평가 모듈, 제안서 모듈로 구성 되어 있는데, 정성적 평가 모듈은 AHP 기법과 매트릭스 기법을 선택하여 적용할 수 있도록 하였고, LCC 분석 모듈은 할인율 적용에 있어 확정적 분석 방법 뿐 아니라 입력변수의 불확실성을 고려할 수 있는 확률적 분석까지 가능하도록 구성하였다. 또한, 가치평가에 기반하여 제안 보고서를 출력 할 수 있도록 만들어 모든 Process가 한번에 이루어 질 수 있도록 하였다.

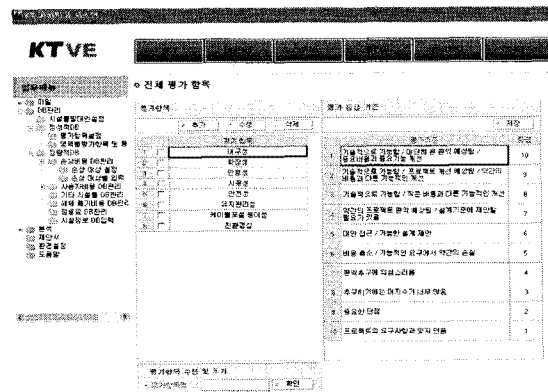


그림 2. DB 입력 모듈

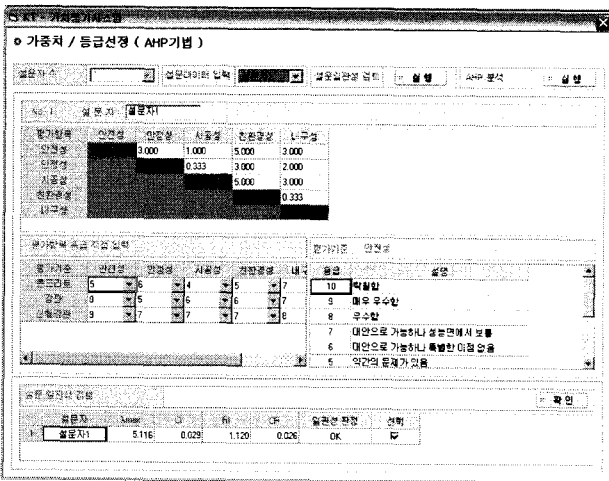


그림 3. 정성적 평가 모듈 (AHP)

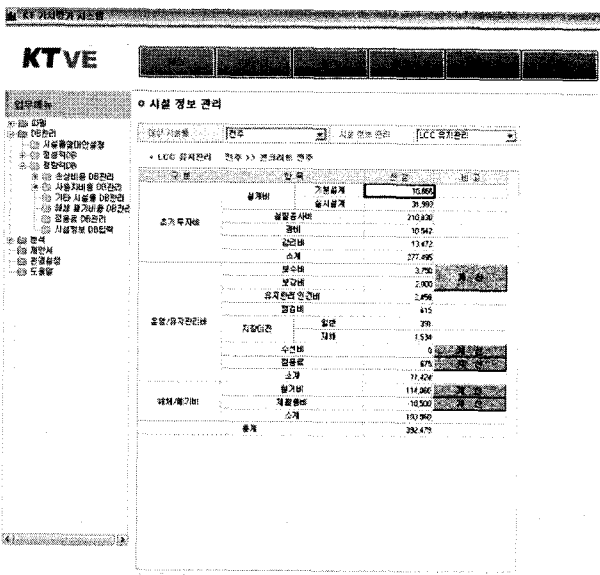


그림 4. LCC 분석 모듈

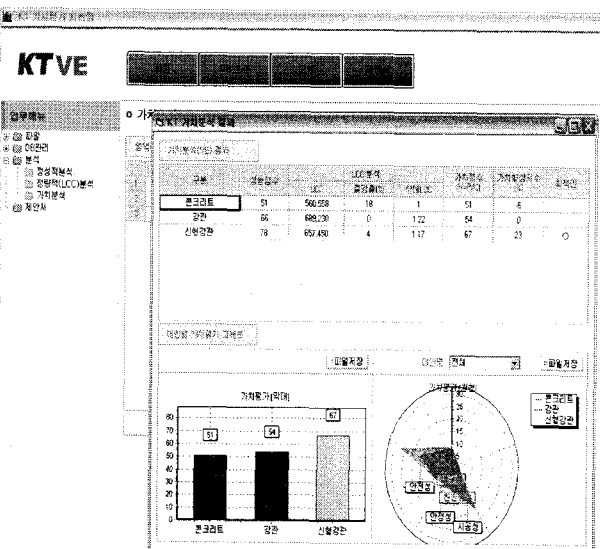


그림 5. 가치 평가 모듈

III. 결론

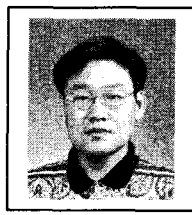
이상으로 인프라시설의 하나인 통신전주를 대상으로 콘크리트 전주, 강관 전주, 신행강관 전주 대안에 대하여 가치평가를 해 나가는 과정을 살펴보았으며, VE 대안평가를 쉽게 할 수 있는 인프라시설 VE평가시스템에 대해서도 그 기능을 간략히 살펴보았다.

본 논문의 VE 대안평가 결과에서 신행강관 전주 대안이 향후 통신전주를 구축함에 있어 기본방향이 될 수 있는 유리한 상황에 있음을 알 수 있는데, LCC 분석은 정량적인 수치이므로 변동성이 적게 나타나지만 성능평가는 설문자의 특성에 따라 그 결과가 크게 달라질 수 있어, 가치평가 결과가 다소 유동적일 수 있으므로 최종 결정에 앞서 보다 면밀한 설문조사와 불확실성을 고려할 수 있는 방법의 평가가 이루어 질 필요가 있다고 판단된다.

또한, 인프라시설 VE 평가시스템은 인프라시설뿐 아니라 기타 시설물에도 쉽게 적용할 수 있도록 고도화될 필요성이 있다고 판단되며, 본 논문에서 기술한 통신전주의 VE 대안평가 과정과 인프라시설 VE 평가시스템은 향후 인프라시설 구축시 사업 타당성 분석에 활용되어 사업의 신뢰성 및 객관성을 확보하는데 크게 기여할 것으로 기대된다.

[참 고 문 헌]

- [1] 한국건설기술연구원, “사회기반시설물의 생애주기비용 분석에 관한 전문가 초청 세미나”, 10. 2006.
- [2] 임중권, 최영민, 김용수 역, “가치공학(VE)의 원리”, 구미서관, 2006
- [3] 한국수자원공사, “수도시설 LCC분석표준지침(안)”, 4. 2003



강 왕 규
 1995년 충남대학교 토목공학과 졸업
 1997년 충남대학교 토목공학과 (석사, 구조공학 전공)
 1998년~현재 KT 인프라연구소 재직중



한 진 우
 1986년 부산대학교 토목공학과 졸업
 1989년 부산대학교 토목공학과 (석사, 구조공학 전공)
 1990년~현재 KT 인프라연구소 재직중