

단지내 도로포장별 생애주기 비용 분석(LCCA) 사례 연구

A Case Study of Life Cycle Cost Analysis on Pavements in Apartment Complex

정종석¹ · 박용부² · 손정락³

Jong-Suk Jung¹, Yong-Boo Park² and Jeong-Rak Sohn³

(Received June 19, 2014 / Revised October 9, 2014 / Accepted October 23, 2014)

요 약

최근, 공동주택 단지내 투수성 포장 및 블록포장 등과 같은 포장이 많이 시공되고 있으나 품질관리와 공용성 평가에 관한 기준이 미비하여 하자 교체 및 교체주기 시기 결정 등에 어려움이 많은 실정이다. 따라서, 본 연구에서는 공동주택에 많이 적용되고 있는 투수성포장 및 블록 포장의 합리적 선정기준을 제안하기 위해 교체주기, 초기 공사비, 유지교체비용 등을 고려한 포장공법별 생애주기 비용 분석(LCCA)을 실시하였다. 생애주기비용 분석결과는 교체주기 20년이상인 인터록킹 콘크리트 블록포장이 최적의 대안이지만, 보도 포장의 교체기준 10년을 기준으로 하였을 경우 최적의 대안은 일반적인 아스팔트 콘크리트 포장임을 알 수가 있다. 따라서, 교체주기가 대안의 선정 및 생애주기비용 분석에 많은 영향을 미치므로 향후, 교체주기의 객관적인 정량화에 필수적인 공용성 지수 개발이 필요하다.

주제어 : 생애주기비용분석, 블록포장, 투수성포장, 공용성

ABSTRACT

Recently, block and permeable pavements have been placed in apartment complex. However, it is hard to decide the cycle of maintenance and repair due to lack of performance evaluation criteria for these pavements. This study carried out life cycle cost analysis(LCCA) to present reasonable alternatives of the pavements by considering initial construction cost, maintenance and repair cost along with the cycle of repair. According to results of LCCA, the interlocking concrete block pavement is the best alternative when the repair cycle of 20years is assumed, while asphalt concrete pavement is the best alternative when the repair cycle of 10years is assumed. Therefore, the repair cycle is most important factor to select alternative. Also, it is necessary to develop reasonable performance evaluation index to quantify the cycle of maintenance and repair in the future.

Key words: Life Cycle Cost Analysis, Block Pavement, Permeable Pavement, Performance

1. 서 론

1.1 연구의 배경과 목적

국민의 생활수준 향상에 따라 삶의 질에 대한 관심이 제고 되어 안전하고 쾌적한 생활에 대한 요구가 점점 증대되고 있으며, 이러한 사회·경제적 패러다임은 전반적인 건설환경에 영향을 미치고 있다. 따라서, 공동주택 단지내 도로 및 보도의 재질, 친환경성, 디자인 등이 분양에 크게 영향을 줄 정도로 중요한 문제로 등장하고 있다.

현재, 공동주택 단지내 도로는 대부분 아스팔트 콘크리트

포장 및 블록포장으로 시공되며, 일부 보도 및 자전거 도로는 투수성 콘크리트 포장으로 시공되고 있다. 그러나, 상기 언급한 여건변화에 따라 지방자치단체도 승인과정에서 택지개발지구 및 공동주택 단지내 도로를 쾌적하고 심미적이며 친환경적 포장으로 적용하고 있다. 또, 민간이 분양하는 공동주택에도 선진국에서 볼 수 있는 돌블록, 교체성 포장 등 다양한 형태의 기능성 포장을 시공하여 차별화를 시도하고 있다.

그러나, 국내의 단지내 블록포장 및 투수성포장은 급격한 수요에 비해 설계, 시공 및 유지관리가 낮은 수준이며, 단지내 포장의 공용성 평가에 관한 체계적인 연구는 거의 수행되

1) 한국토지주택공사 토지주택연구원 수석연구원(주저자: pobyasu@lh.or.kr)
2) 한국토지주택공사 토지주택연구원 수석연구원(교신저자: parkyb@lh.or.kr)
3) 한국토지주택공사 토지주택연구원 연구위원

지 않아, 교체주기 시기 결정 등에 어려움이 많은 실정이다.

따라서, 본 연구에서는 아파트 단지내에 많이 적용되고 있는 아스팔트포장, 투수성포장, 블록포장 등의 합리적 선정을 위해 포장공법별 생애주기비용분석(Life Cycle Cost Analysis, 이하 LCCA)을 실시하였다. LCCA는 보수주기에 따른 초기 공사비, 보수비용, 유지관리비 등을 적용하여 단지내 포장형태별 보수주기별 최적의 대안을 선정하는 방법을 제시하였다.

1.2 연구의 범위 및 방법

생애주기비용은 직접비(Agency Cost)와 사용자 비용(User Cost)으로 구분된다. 직접비는 초기 공사비 및 재료비, 유지관리비, 보수비용 등으로 구성되며, 사용자 비용은 유지 및 교체시기에 발생하는 것으로 시간지체비용, 차량운영비용(Vehicle Operating Costs, VOC)등이 있다. 본 연구에서는 아파트 단지내 포장을 대상으로 하기 때문에 저속차량에 의한 시간지체비용 및 VOC 등 사용자 비용의 발생은 미미할 것으로 판단되어 비용 산정에서 제외하였다.

단지내 주요한 포장형식은 아스팔트포장, 칼라아스팔트포장, 인터록킹 블록포장, 점토블록포장, 투수 아스팔트포장, 칼라투수 콘크리트포장 등이며, 이러한 포장들을 대상으로 LCCA를 분석하였다.

일반적인 LCCA 방법은 그림 1, 그림 2와 같다. 1단계(분석기간 및 할인율 선정)는 미도로연방국(FHWA, The Federal Highway Administration)은 1~2회의 덧씌우기(Rehabilitation) 기간을 포함하는 30년 이상 기간을 생애주기비용 분석기간으로 추천한다. 할인율은 미래가치를 현재가치로 바꾸는데 쓰는 이자율이며, 할인율이 높을수록 단기적 사업, 낮을수록 장기적인 사업에 유리한 경향이 있다. 할인율의 선택은 30년 동안의 이자율을 평균하여 이용하는 것이 보통이다.

2단계(공용성 지수 선택)는 포장의 상태변화에 따른 유지관리 방법 및 보수방법의 선택을 분석하는데 필요하다. 국내외 공용성 지수는 공용성 모형을 개발하여 도로 상태를 예측하고, 유지관리 및 보수방법 시기 결정 및 방법을 선정하는데 이용하고 있다. 또한, 사용자 비용 측면에서는 도로 기능저하에 따른 VOC 비용과 속도저하에 따른 시간지체 비용 계산에 활용하고 있다. 그러나, 지금 현재 단지내 포장들은 일정한 시간주기로 부분보수 및 전면보수를 하고 있다.

3단계(직접비 비용 분석 및 계산)는 기관에서 투입되는 기획, 설계, 조달 시공, 운영, 유지관리 등의 비용 등의 초기 건설비, 유지관리비, 보수비 등 직접비를 계산하며, 4단계(사용자 비용 분석 및 계산)는 2단계에서 선택된 공용성 지수에 따른 시간지체비용과 차량운영비과 같은 사용자 비용을 계산한다.

5단계(잔존가치 분석 및 계산)는 그림 1에서 보는 바와 같이 두 형태의 포장은 여전히 이용 가능하기 때문에 그 잔존

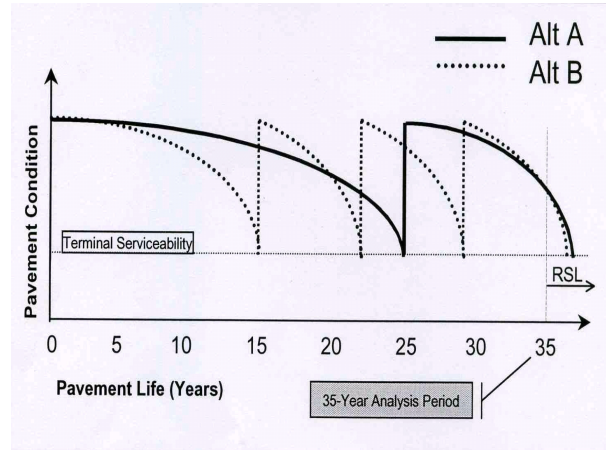


그림 1. 분석기간 및 공용성

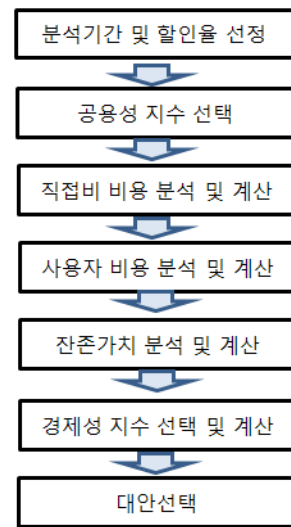


그림 2. 생애주기비용 분석방법

가치를 분석하여 가치를 결정하여야 한다. 철거를 고려할 경우, 철거 및 처리 비용 등을 손익 분석하여 계산에 포함시켜야 한다.

6단계(경제성지수 선택 및 계산)는 포장의 경제적 효율성을 평가하기 위하여 대부분의 경우에 순현재가치법(NPV, Net Present Value)과 연간등가법(EUAC, Equivalent Uniform Annual Cost)을 사용한다. 순현재가치법은 각 대안의 수명주기에 발생하는 모든 투자비용과 그 대안에 의해 얻어지는 각 시점의 편익을 일정한 시점을 기준으로 환산하는 방법이며, 연간등가법은 각 대안의 수명주기에 발생하는 모든 투자비용과 그 대안에 의해 얻어지는 각 시점의 편익이 매년 균일하게 발생한다고 가정할 경우, 이와 대등한 연간 비용으로 환산하는 방법이다.

마지막 7단계(대안선택)에서는 순현재가치법 또는 연간등가법에서 계산된 비용을 바탕으로 최적 대안을 선정한다. 본 연구는 현재가치법을 이용하여 대안을 선정하였다.

2. 단지내 포장의 분류 및 유지관리 기준

2.1 단지내 포장의 분류

단지내 도로포장은 종전의 아스팔트 및 콘크리트 포장에서 환경친화적이고 다양한 기능을 가진 배수성 및 투수성 아스팔트포장, 보도 및 보차도용 블록포장, 보도 및 자전거도로용 칼라 투수콘크리트포장, 우레탄 계열의 탄성포장 등이 다양하게 시공되고 있다. 이러한 환경친화적이고 다양한 기능을 가진 포장을 기능성 포장이라 하며, 크게 기능과 재료에 의해 분류할 수 있다. 기능성 포장에서 의미하는 기능은 배수, 투수, 저소음, 차열성 등이 있는데, 서로 기능이 중첩되어 있으므로 완전히 구별할 수 없다. 예를 들면, 투수성 포장은 우수저류 및 침투로 인한 노면 온도의 상승을 억제하여

표 1. 기능성 포장의 구조 및 재료에 의한 분류

포장구조	표층에 의한 분류	사용재료
아스팔트 혼합물계 포장	가열 아스팔트 혼합물	아스팔트 혼합물 (세립도, 밀입도)
	착색 가열 아스팔트 포장	아스팔트, 안료, 착색골재
	투수성 포장	개립도 아스팔트 혼합물
수지계 혼합물 포장	착색 가열 아스팔트 포장	석유수지, 착색골재, 안료
	합성수지 혼합물 포장	에폭시수지, 자연석, 세라믹스
시멘트 콘크리트계 포장	콘크리트 포장	시멘트 콘크리트, 투수 시멘트 콘크리트
블록계 포장	시멘트 콘크리트 슬래브 포장	시멘트 콘크리트 슬래브
	인터록킹 블록 포장	인터록킹 블록
	아스팔트 블록 포장	아스팔트 블록
	천연석 포장	천연석 블록
2층 구조계 포장	타일 포장	석기질 타일, 자기질 타일
	천연석 포장	천연 석재
기타 포장	상온 도포식 포장	에폭시 수지, 아크릴 수지
	거푸집식 칼라 포장	콘크리트, 안료, 아크릴 수지, 천연 골재
	탄력성 포장	고무, 수지
	슬러리실 포장	착색 슬러리실 혼합물

표 2. 기능성 포장의 기대수명

구분	평균 교체주기	평균 예상수명
블록포장	9년 4개월	8년 6개월
칼라 투수 콘크리트 포장	9년	8년 6개월
일반 아스팔트 포장	9년 4개월	8년 11개월
콘크리트 포장	11년 4개월	11년
포장 종류별 평균	9년 8개월	9년 3개월

열섬저감효과뿐만 아니라 저소음, 수막현상 방지 등 다중적 기능을 가진 포장이다. 표 1은 포장구조 및 재료별로 분류된 기능성 포장을 보여준다.

2.2 국내외 도로포장의 유지관리기준

국내의 보·차도 포장의 유지관리기준 관련 문헌은 드물며, 최근 한국건설기술연구원에서 공무원을 대상으로 보도포장 형식별 교체주기와 평균수명을 설문조사를 하여 표 2와 같은 결과를 얻었다. 이 조사에 의하면 포장의 교체원인은 색상퇴색 등 단지내 미관 저해, 차량 주차·출입으로 인한 파손, 가로수 뿌리에 의한 평탄성 불균형, 잦은 굴착 복구, 노후화에 의한 파손, 침하 등에 의한 안전사고, 주거환경의 변화에 따른 변경(자전거도로, 산책로) 등으로 나타났다. 또, 국토교통부의 보도설치 및 관리지침(2007)은 보도 포장의 교체기준은 표 2에서 보는 바와 같이 10년 정도가 타당하다는 결론을 도출하였다. 또, 보도포장 유지관리 기준에 따르면 측정대상구간을 0.6m 간격으로 구분하여 종단구배 8%와 횡단구배 4%를 초과하는 개수를 측정하여 식 1과 같이 파손율을 정의하였다. 여기서, Q는 파손율(%)이며, n은 기준에 미달되는 단위구간 개수이며, N은 총 단위구간 개수이다(권수안 등, 2007).

$$Q = \frac{n}{N} * 100 \quad (1)$$

그러나, 파손율이 어느 수준에 도달했을 때 유지교체를 해야 하는 지에 대한 언급이 없고, 단지 관할지자체에서 파손율을 근거로 하여 유지교체 여부를 결정하도록 되어 있다. 따라서 관할지자체에서 자의적으로 판단할 소지가 많으며, 도출된 10년을 주기로 보도블록을 교체할 가능성이 높다.

일본의 블록포장 유지관리 기준은 파손형태에 대하여 각각의 기준을 두고 개별 평가하여 이 기준을 초과하면 유지교체를 하거나, 일본블록포장협회(JIPEA, the Japan Interlocking Block Pavement Engineering Association)의 유지관리지수(MCI, Maintenance Control Index)를 이용하여 공용성 평가를 실시하고 있다(Omoto et al., 2006). 표 3은 각각의 파손형태에 대한 유지관리 기준을 보여주며, 유지관리지수에 의한 방법은 식 2와 식 3에 측정값을 대입하여 계산된 결과를 표

표 3. 파손형태에 따른 유지관리 기준(Omoto et al., 2006)

조사항목 도로분류	부분침하 (mm)	파손율 (%)	평탄성 (mm)	단차 (mm)	줄눈폭 (mm)	미끄럼 저항성	
						계수	BPN
III, IV, V	30	20	5	5	5	0.25	60
I, II	40	20	6	5	5	0.25	60
도보/주차장	30	-	-	5	7	-	40

표 4. 유지관리지수에 의한 평가(Omoto et al., 2006)

순위	상태	점수
A	결점이 없음	10
B	결점이 있으나 전체적으로 상태가 좋음	8
C	결점이 많으나, 수선이 필요하지 않음	6
D	부분적으로 수선이 필요함	4
E	대규모로 수선이 필요함	2

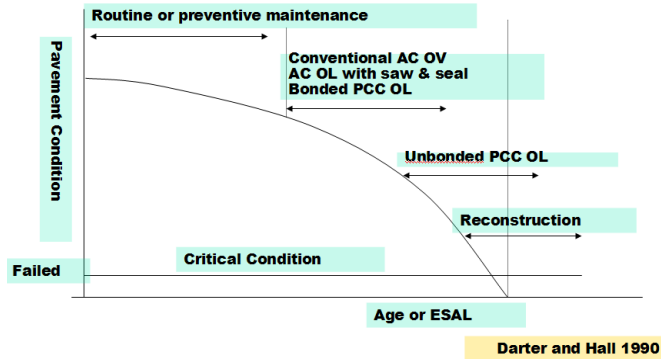


그림 3. The Spectrum of Pavement Rehabilitation Alternative

따라 노상의 먼지와 주변으로부터의 토사 등에 의해 공극이 막혀 투수 기능을 상실하는 경우가 많이 발생한다. 국내 연구 결과에 의하면 투수성 포장의 공용기간 3년까지는 양호한 배수성능을 보여주고 있으나, 5년 정도 경과되면 배수성능이 상실하게 되는 것으로 나타났다(옥창권 등, 2010). 이에 대한 해결책으로 고압수를 분사하여 토사를 제거함으로써 투수 기능을 회복시키는 유지보수 방법이 개발되었으며, 유지보수 후 배수성능은 약 70% 정도 회복되는 것으로 알려졌다.

3. 단지내 포장들의 경제성 분석결과

향후, 단지내 포장 선정방안으로 LCCA를 적용하기 위해 본 연구에서는 단지내 도로포장(폭 2m와 길이 100m)을 대상으로 하였다. 이때, 분석대상 포장은 아스콘 포장, 칼라 아스팔트 포장, 인터록킹 블록 포장, 점토블록 포장, 투수 아스팔트 포장, 칼라 투수 콘크리트 포장 등이다. 이러한 포장들을 대상으로 그림 2에서 제시한 생애주기비용 분석 절차를 적용하여 경제성을 고려한 최적의 포장형태를 선정하였다.

4에 제시된 유지관리지수 평가표를 참조하여 유지관리여부를 결정하며, 블록포장의 기대수명은 20년 이상으로 기대한다(Omoto et al., 2006). 여기서, C는 파손율(%), D는 부분침하(mm), σ 는 평탄성(mm)이다.

$$MCI = 10 - 1.48C^{0.3} - 0.29D^{0.7} - 0.47\sigma \quad (2)$$

$$MCI = 10 - 1.51C^{0.3} - 0.30D^{0.7} \quad (3)$$

일반 도로 및 고속도로에 적용되는 아스콘 및 콘크리트 포장에 대한 국내외 유지관리기준은 잘 정립되어 있다. 그림 3은 포장상태에 따른 보수방법들을 제시하고 있다. 그러나, 단지내 도로는 AADT 5,000대 미만이며, 트럭비율이 1%미만이고 이사짐 차량 및 청소차량 등 4 ton 트럭이 최대하중이다. 따라서, 파손형태는 일반도로와는 상당히 차이가 있으며, 유지보수 방법은 시간주기로 하는 것이 대부분이다(주택도시연구원, 2007).

포장의 파손형태에 따른 유지관리기준은 크게 기능적인 부분은 평탄성 지수(International Roughness Index, IRI)와 구조적인 부분 도로상태평가(Condition Rating System, CRS)으로 구분하여 평가하며, 도로상태평가는 파손종류 및 파손정도에 의해 평가되어 평가등급별로 적절한 유지교체가 이루어진다(Oregon Department of Transportation, 2010). 일반적으로 아스콘 포장과 콘크리트 포장의 기대수명은 각각 10년, 20년 정도 기대한다.

투수성 포장의 유지관리 어려움은 공용기간이 증가함에

3.1 분석기간 및 할인율 산정

분석기간은 교체주기가 최소 1번 이상 발생하는 것을 고려하여 30년으로 결정하였다. 할인율은 시간의 흐름에 따른 비용의 가치 변화를 나타내는 이자율을 말하며, 국토해양부는 실질 할인율을 LCCA에 적용하는 것을 원칙으로 하고 있다.

표 5에서 보는 바와 같이 실질 할인율은 1993년~2007년 동안 0.1~6.5%이고, 평균은 3.2% 정도이다(국토교통부, 2008). 본 연구에서는 평균 할인율을 적용하여 LCCA 분석을 실시하였다.

3.2 공용성 지수 선택

단지내 포장의 공용성 지수개발을 포함하는 유지관리연구는 거의 전무한 실정이다. 따라서, 공용성 지수는 보수주기로 선택하고 교체주기의 변경에 따른 생애주기비용에 미치는 영향도를 분석하였다.

보수주기는 문헌조사 결과를 바탕으로 투수성포장의 보수주기는 5년~10년, 점토블록은 10년~20년, 콘크리트 블록포장은 10년~30년을 설정하였다. 표 6은 생애주기 분석에 필요한 포장형식별 보수주기 시나리오를 요약하여 보여준다.

3.3 비용 분석

직접비는 초기 건설공사비, 유지관리비, 보수비이다. 초기 건설공사비는 LH의 설계·견적팀에서 제시한 재료비 및 시공비를 공사시방서 단지내 도로들의 표준단면도에 적용하여 계산하였다. 유지관리비는 공사에서 제시한 건설공사비에 2%로 가정하였다. 표 7은 포장형식별 직접비 비용분석 결과

표 5. 할인율 산출(국토교통부, 2007)

연도	금리	소비자물가지수 (2005년=100)	물가 상승율	실질 할인율
1993	8.5%	62.9	4.7%	3.5%
1994	9.3%	66.9	6.4%	2.8%
1995	8.8%	69.9	4.5%	4.1%
1996	10.8%	73.3	4.9%	5.7%
1997	11.3%	76.6	4.5%	6.5%
1998	13.3%	82.3	7.4%	5.5%
1999	6.9%	83.0	0.9%	6.0%
2000	7.0%	84.9	2.3%	4.6%
2001	5.4%	88.3	4.0%	1.4%
2002	4.7%	90.8	2.8%	1.8%
2003	4.2%	93.9	3.4%	0.7%
2004	3.8%	97.3	3.6%	0.1%
2005	3.6%	100.0	2.8%	0.8%
2006	4.4%	102.2	2.2%	2.2%
2007	5.1%	104.8	2.5%	2.5%
평균	7.1%		3.8%	3.2%

표 6. 포장형식별 보수주기 시나리오(단위: 년)

포장형식	보수주기 1	보수주기 2	보수주기 3
아스콘 포장	10	10	10
칼라아스콘 포장	10	10	10
인터록킹 블록포장	10	20	30
점토블록 포장	10	20	20
투수아스콘 포장	5	10	10
칼라 투수콘 포장	10	20	20

표 7. 직접비 비용분석(단위: 원/100m²)

포장형식	건설단가	총공사비	덧씌우기	유지관리비
아스콘 포장	2,936,883	5,873,766	4,111,636	117,475
칼라 아스콘 포장	2,933,791	5,867,582	4,107,307	117,352
인터록킹 블록포장	3,205,178	6,410,356	4,487,249	128,207
점토블록 포장	5,351,768	10,703,536	7,492,475	214,071
투수 아스콘 포장	3,545,986	7,091,972	4,964,380	141,893
칼라 투수콘	3,740,345	7,480,690	5,236,483	149,614

를 보여준다.

사용자 비용은 유지관리 및 덧씌우기 시 도로 사용자가 부담하는 기회비용으로, 국내에서 단지내 포장의 유지 및 보수 시기에 발생한 사용자 비용 관련 연구는 전무하다. 그러나, 이러한 비용은 단지내 교통량이 적고, 저속이어서 비용은 경미할 것으로 판단되어, 본 연구에서는 사용자 비용을 제외하였다.

덧씌우기 비용은 LH의 일위대가를 분석한 결과 평균 약

표 8. 포장형식별 보수주기에 따른 덧씌우기 횟수

포장형식	보수주기	덧씌우기 횟수
아스콘 포장	10년	2
칼라아스콘 포장	10년	2
인터록킹 블록포장	10년	2
	20년	1
	30년	0
점토블록 포장	10년	2
	20년	2
투수아스콘 포장	5년	5
	10년	2
칼라 투수콘 포장	10년	2
	20년	1

표 9. 교체주기에 따른 잔존가치(100m²)

포장형식	교체주기	잔존가치
아스콘 포장	10년	0
칼라아스콘 포장	10년	0
인터록킹 블록포장	10년	0
	20년	3,205,178원
	30년	0
점토블록포장	10년	0
	20년	5,351,768원
투수아스콘 포장	5년	0
	10년	0
칼라투수콘	10년	0
	20년	3,740,345원

총공사비의 70%로 나타났으며, 보수주기 횟수에 따라 결정된다. 생애주기비용 분석기간 30년일 때 포장의 기대수명이 10년일 경우, 덧씌우기는 2번이며, 포장의 기대수명이 20년일 경우, 덧씌우기는 1번이며 분석기간 30년 이후에도 여전히 서비스 기능이 가능하다. 따라서, 이 경우는 잔존가치가 10년이다. 표 8은 포장별 기대수명에 따른 보수주기의 덧씌우기 횟수를 나타낸다.

3.4 잔존가치 분석

잔존가치는 생애주기분석기간 30년이 지난 후에 여전히 포장이 서비스 기능을 발휘하는 가치를 말한다. 아스콘 포장의 경우, 교체주기가 10년이고 분석기간 동안 3번을 덧씌우기를 한 후 잔존가치가 0원인 반면에 교체주기가 20년인 경우의 인터록킹 블록포장은 분석기간 30년 이후에도 여전히 기능을 발휘하며, 잔존가치가 남아 있다. 표 9는 교체주기에 따른 잔존가치를 보여준다.

표 10. 포장형식별 생애주기비용(단위: 원/100m²)

포장형식	교체주기	초기공사비	덧씌우기 비용	유지관리비	잔존가치	총 순현재가치
아스콘 포장	10년	5,873,766	5,190,548	221,286	0	11,285,600
칼라아스콘 포장	10년	5,867,582	5,185,084	221,054	0	11,273,719
인터록킹 블록포장	10년	6,410,356	5,664,724	241,501	0	12,316,582
	20년	6,410,356	2,389,936	176,006	1,245,837	10,222,135
	30년	6,410,356	0	128,207	0	6,538,563
점토블록 포장	10년	10,703,536	9,458,535	403,242	0	20,565,313
	20년	10,703,536	3,990,537	293,882	2,080,206	17,068,161
투수아스콘 포장	5년	7,091,972	15,861,877	459,131	0	23,412,979
	10년	7,091,972	6,267,057	267,234	0	13,626,263
칼라투수콘	10년	7,480,690	6,610,560	281,825	0	14,373,075
	20년	7,480,690	2,788,982	205,394	1,453,854	11,928,920

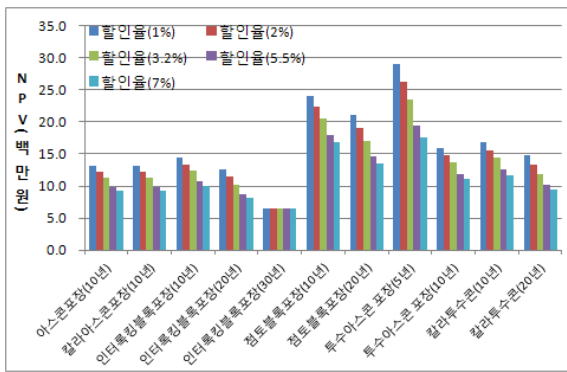


그림 4. 할인율 변화에 따른 NPV 민감도 분석

여준다. 할인율이 높을수록 순현재가치(NPV)가 떨어지는 것을 알 수가 있다. 그러나, 할인율에 따라서 단지내 포장형식별 순현재가치(NPV)의 순위가 변화하지는 않았다. 이는 각 포장별 직접비만 분석에 적용하고 사용자 편익비용을 고려하지 않았기 때문으로 판단된다.

따라서, 보수주기가 대안의 선정 및 생애주기비용 분석에 많은 영향을 미친다는 것을 알 수가 있다. 향후 연구는 보수주기를 보다 객관적으로 선정할 수 있는 공용성 모형과 각 포장형식별 사용자 편익비용을 개발하여 합리적인 대안을 선정할 수 있는 유지 및 보수기준 개발이 필요하다.

3.5 경제성 지수 선택

본 연구에서 경제성 지수는 순현재가치(NPV)이며, 현시점으로부터 미래의 비용발생 시점까지의 기간과 할인율을 기초로 결정하며, 경제성 지수 평가식은 식 4와 같다.

$$NPV = \text{Initial Costs} + \sum_{k=1}^n \text{Future Costs}_k \left[\frac{1}{(1+i)^k} \right] \quad (4)$$

식 4를 이용하여 구한 포장형식별 생애주기비용은 표 10과 같다. 이때, 덧씌우기 비용, 유지관리비용, 잔존가치 등은 보수주기에 따른 순현재가치(NPV)로 계산하였다.

3.6 대안선택

직접비와 보수주기를 대상으로 LCCA 결과, 교체주기가 20년 이상인 인터록킹 콘크리트 블록포장이 최적의 대안이다. 그러나, 보도설치 및 관리지침(국토교통부, 2007)에서 보도 포장의 교체기준 10년을 기준으로 하였을 경우, 최적의 대안은 일반적인 아스팔트 콘크리트 포장임을 알 수가 있다.

그림 4는 할인율 변화에 따른 순현재가치(NPV) 변화를 보

4. 결론

LCCA를 통해 공동주택 단지내 포장 선정방안을 제시하기 위해 단지내 도로(폭 2m와 길이 100m)를 대상으로 아스콘포장, 칼라아스콘포장, 인터록킹 블록포장, 점토블록, 투수아스콘포장, 칼라투수콘 등의 생애주기비용 분석을 실시하고, 아래와 같은 결론을 도출하였다.

- 1) 분석기간 30년이 지난 후에 포장의 서비스 기능을 나타내는 잔존가치 분석에서 아스콘 포장의 경우 교체주기가 10년이고 분석기간 동안 3번을 덧씌우기를 한 후 잔존가치가 0원인 반면에 교체주기가 20년인 인터록킹 블록포장은 분석기간 30년 이후에도 잔존가치가 남아 있다.
- 2) 단지내 포장형식별 생애주기 비용을 유지관리비 기준으로 분석하면 붓주기 20년 이상인 인터록킹 블록포장이 최적의 대안이었으며, 점토블록 포장, 투수아스콘 포장이 유지관리비 투입이 상대적으로 높게 투입되었다.
- 3) 할인율 변화에 따른 단지내 포장형식별 순현재가치(NPV)는 할인율이 높을수록 떨어지는 것으로 분석되었

으나, 대안선정 순위에는 영향을 미치지 않았다. 이는 분석대상에 직접비만 적용되었기 때문에 판단되며, 향후 포장형식별 사용자 편의 항목을 정량화하는 것이 필요하다.

감사의 글

본 논문은 토지주택연구원의 ‘단지내 기능성 포장의 적용 현황 분석 및 기술개발 로드맵 설정 연구’의 일부분을 정리한 내용입니다.

참고문헌

1. 국토교통부(2007), 「보도설치 및 관리지침」.
2. 국토교통부(2008), 「생애주기비용 분석 및 평가요령」.
3. 권수안, 윤성배, 강준모(2007). “보도포장의 유지관리기준 제정에 대한 연구”, 「한국도로학회 학술발표대회 논문집」, 141~144.
4. 옥창권, 김진환, 이종섭(2010), “아스팔트 저소음포장의 개발 및 공용성 평가”, 「한국도로학회 논문집」, 12(1): 29~37.
5. 주택도시연구원(2007), 「단지내 기능성 포장의 적용현황 분석 및 기술개발 로드맵 설정 연구」.
6. Omoto, S., K. Yaginuma, Y. Ando, K. Toriiminami (2006), “Investigations into and Evaluation of the Serviceability and Cause of Breakage of Interlocking Block Pavement in Japan”, *Proceedings of the 8th International Conference on Concrete Block Paving*, California, USA, 401~410.
7. Oregon Department of Transportation (2010), *GFP Pavement Condition Rating Manual*.
8. Walls III, J. and M. R. Smith (1998), *Life-Cycle Cost Analysis in Pavement Design-Pavement Division Interim Technical Bulletin (FHWA-SA-98-079)*, FHWA, US. Department of Transportation.