

건설성능지수(CPI¹⁾) 개발 및 도입 방안

Development and Introduction Plan of Construction Performance Index

최윤택 한국도로공사 건설처장
 조남훈 한국도로공사 건설계획팀장
 류종득 한국도로공사 건설계획부장



I. 서론

한국도로공사는 1969년 창립 이래 국토의 대동맥인 정부 고속도로를 시작으로 국토 균형발전을 위해 간선도로망을 확충해왔으며, 관리연장이 현재 3,762km에 이르렀다. 고속도로 관리연장이 늘어남에 따라 시설물 등의 증가로 유지관리 비용이 지속적으로 증가되었는데, 최근 5년(2006~2010년)간의 유지관리 비용 자료를 분석해보면 단위 거리(km)당 도로보수비용이 증가되는 것으로 나타났다.

이와 같은 증가현상은 우리나라의 경제발전 및 생활수준 향상으로 인한 도로시설 이용의 증가 등 다양한 현상에 기인한 것이겠지만, 가장 근본적인 원인은 완성된 도로시설물의 내구성 부족 때문으로 판단되었다.

고속도로 시설물의 내구성 부족은 보수비용이라는 직접적인 금전적 손실뿐 아니라, 보수시 교통 차단으로 인한 이용자의 불편 초래와 이로 인한 경제적 손실 그리고 고속도로의 성능저하 및 파손으로 인한 교통안전성 저하 등의 간접적인 피해를 초래한다. 게다가 내구성 부족의 문제는 막대한 직·간접적인 경제적 손실뿐 아니라, 우리 공사 이미지와 국민의 신뢰도에까지 영향을 미치게 된다.

일반적으로 제품 구매후 사용과정에서 낮은 품질 수준이 원인이 되어 문제가 발생한다면, 사용자(수요자)는 해당 제품과 생산자에게 문제의식을 가지고 이후 제품 선택시 이를 반영한다. 그러므로 생산자는 생산주체로 품질문제에

대한 기본적인 책임의식을 가지고, 문제해결을 위해 노력을 한다. 하지만 민간이 아닌 공공건설의 영역에서 수요자(사용자)가 준공후 사용품질과 만족도를 평가하고 그 결과를 다음 생산자 평가 및 선정에 반영하는 사례는 찾아보기 힘든 것이 사실이며 이는 시급히 개선해야 될 문제라고 할 수 있겠다.

이러한 공공건설 영역의 풍토 개선을 위해 국내외 사례분석·평가모델 개발·평가요소 결정·실무진 회의 등의 과정을 거쳐 건설성능지수(CPI)를 개발하게 되었으며, 이는 준공시점 이후 일정기간동안 시설물의 성능과, 생산품에 대한 책임있는 성실 대응여부 등을 통해 향후 입찰자 평가에 반영하고자 하는 것이다.

II. 건설성능지수 개발

1. 국내·외 사례 분석 및 기초조사

1.1 하자담보책임기간²⁾

국내의 도로 포장에 있어서의 하자담보책임기간은 1980년도부터 지금까지 2년으로 동일하게 규정하고 있다. 하지만, 최근의 시공기술의 발달이나 자재 품질의 향상, 설계시 내구연한(10~20년) 등을 고려하면 현재의 하자담보책임기간 2년은 건설시장 전반의 발전추세를 반영하지 못하고 있다.

미국, 영국, 일본의 경우를 살펴보면 하자의 원인 및 형태에 따라 하자담보책임기간을 달리 하고 있으며, 외부 요인이 아닌 시공자의 고의 또는 과실인 경우에는 상대적으로 긴 5~10년을 그 책임기간으로 설정하고 있다.

1) CPI (Construction Performance Index)-고속도로 준공후 발생하는 하자 및 유지 보수비용을 업체별로 평가하여 이를 점수화한 지수
 2) 시공자의 하자보수에 관한 법적 책임의 발생과 종료까지의 기간

1.2 준공후 품질기반 계약자 평가

품질을 기반으로 계약자를 평가하는 사례를 조사한 결과 국내에서는 주요 공공 발주기관 중의 하나인 한국토지주택공사(LH)에서 유사한 사례가 있었고, 해외에서는 Minchin et al(2001)의 연구사례가 존재하였다. 그러나 이들 사례 모두 품질과 만족도를 명확한 기준에 의거 정량적으로 평가하여 향후 공사 입찰시 시공업체 평가에 적용하는 사례는 아니었다.

1.2.1. 국내 사례 검토

한국토지주택공사에서는 과거수행실적을 기반으로 하자 보수 지연 및 불이행 등 시공업체의 불성실 대응시 PQ³⁾ 신인도 평가 항목에 반영하여 입찰시 평가하고 있다.

1.2.2. 해외 사례 검토

Minchin et al(2001)의 연구는 NCHRP⁴⁾(National Cooperative Highway Research Program)와 펜실베니아 주립대학교가 함께한 연구로, 준공 후 품질기반으로 계약자를 평가하는 QBPR(Quality Based Performance Rating) 시스템을 개발하였다.

QBPR 시스템은 설문지를 통해 5가지(프로젝트 관리능력, 구성원, 장비 및 기기, 계약자 조직구성, 일정관리)를 평가하고, 데이터를 통해 3가지(최종성과품, 작업경험, 재정적 사항)를 평가하는 제도이다.

하지만 준공후 일정기간 동안의 데이터를 이용한 것이 아니라 공사중 또는 공사완료 시점을 기준으로 평가를 실시한다.

2. 평가모델의 개발

평가모델은 우선 준공 시점 이후 일정기간의 하자 및 유지 보수 실적을 통해 해당 시설물의 품질과 만족도를 측정할 수 있는 요소를 도출하고, 각 요소별로 평가 방법론과 점수 기준을 개발한 후, 마지막으로 평가요소별 가중치를 도출하여 전체 평가 점수를 산정하는 과정을 거쳐 개발하였다. 그리고 한국도로공사 내부전문가들과 고속도로 건설공사를 수행하였던 시공업체 소속의 외부 전문가들의 의견을 최대한 수렴·반영하였다.

3) PQ(Pre-Qualification, 입찰참가자격 사전심사)
4) NCHRP(National Cooperative Highway Research Program, 미국 고속도로관련 시설물 연구 프로그램)

일반적으로 고속도로 건설공사는 표 1과 같이구조물공·포장공·토공·배수공·터널공·부대공으로 크게 나뉘게 되는데, 이들 공종중 하자발생 비율이 높고 사용자의 불편에 가장 큰 영향을 미치는 점을 고려하여 평가 모델의 적용 대상 공종은 포장공으로 한정한다.

표 1. 2006~2010 고속도로 공종별 하자발생 현황

구분	건수	비율(%)
구조물공	1,706	43
포장공	1,020	26
토공	581	15
배수공	325	8
터널공	80	2
부대공	255	6

2.1 평가요소의 결정

평가요소는 고속도로의 관리 및 운영 주체의 입장에서 준공후 시설물의 품질 및 시공자에 대한 만족도를 평가하기 위하여 실무진과 수차례 논의를 거쳐 확정되었다.

주요 평가요소는 사용 과정 중에 발생하는 문제의 크기 또는 정도, 문제 해결을 위한 시공업체의 대응과 해결수준, 그리고 문제로 인한 피해의 크기 이렇게 세가지로 도출하였고, 객관적인 평가가 이루어질 수 있도록 세부 평가 요소들을 그림 1과 같이 도출하였다.

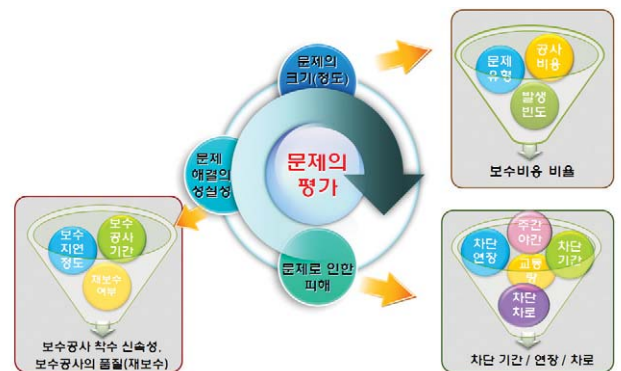


그림 1. 평가항목별 세부요소

여기서, 문제라함은 준공후 시공상의 원인으로 발생하는 하자 및 유지보수의 문제들로 그 평가 범위를 한정하였다.

2.1.1. 문제의 크기 또는 정도

문제의 크기 또는 정도는 하자 및 유지보수공사의 발생빈도와 소요되는 비용의 크기로 측정할 수 있다. 하지만, 이 두

가지 요소는 발생빈도가 높아지면 비용도 증가하는 비례적인 관계를 가지고 있는 점을 고려하여 보수비용의 크기를 주요 세부평가 요소로 결정하였다.

2.1.2. 문제에 대한 대응과 해결 수준

문제에 대한 대응과 해결 수준은 문제가 발생 되어 보수공사를 실시할 필요가 발생한 경우, 시공업체가 얼마나 성실하고 신속하게 책임대응을 하는지와 보수공사의 결과는 만족스러운지로 판단한다.

이는 하자발생 통보 후 시공업체의 보수공사 착수까지의 기간, 하자보수공사의 소요기간, 보수공사의 품질(재보수여부)의 세부요소로 나눌수 있다. 하지만 하자보수공사의 소요기간의 경우는 하자의 유형과 범위, 기상, 해당구간 교통량 등의 영향으로 시공업체의 의지 여부와 관계가 없을수 있기 때문에 제외하는 것으로 하였다.

2.1.3. 문제로 인해 발생한 피해 정도

문제로 인해 발생한 피해 정도는 하자 및 유지보수 공사로 인해 발생하는 고속도로 시설물의 사용 차질 또는 불편을 말한다. 이는 차단기간과 차단연장, 차단차로의 세부요소로 나눌수 있다.

2.2. 평가항목별 평가기준 수립

2.2.1. 보수비용 비율

대상 공사의 규모를 반영하기 위하여 하자보수보증금액 대비 연평균 보수비용의 비율로 평가기준을 설정하였다. 여기서 하자보수보증금액은 최종 준공금액을 기준으로 하며, 공사금액은 보수금액 대비하여 매우 큰값이 대부분이라 제외하였다.

평가점수를 부여하는 기준 수립을 위하여 적정 하자보수비용의 비율에 관한 설문조사를 실시(한국도로공사 및 시공업체 112명)하고, 그 결과를 분석하여 표 2와 같은 감점기준을 수립하였다.

표 2. 하자보수비용 비율 점수 산정 기준

하자보수비용 비율 범위	점수
5/100 이하	감점 없음
5/100 초과 10/100 이하	-1
10/100 초과 15/100 이하	-2
15/100 초과 20/100 이하	-3
20/100 초과 25/100 이하	-4
25/100 초과	-5

2.2.2. 보수공사 착수의 신속성

보수공사 착수의 신속성은 앞서 말했듯이 하자발생 통보 후 보수공사 착수까지의 기간으로 평가하며, 시공업체도 보수공사에 착수할 것을 합의한 경우에 평가에 포함한다.

평가점수 부여를 위해 하자통보일 이후 적정 또는 제제가 필요한 착수일에 대한 설문조사를 실시하였으며, 대상은 적정 유지보수비용과 동일하게 실시하였다.

설문조사 결과 30일 이내까지는 일반적인 소요기간으로 보지만, 90일 이후에 착수한 경우에는 심각한 수준이라고 판단하여 표 3과 같은 감점 기준을 수립하였다.

표 3. 보수공사 착수의 신속성 점수 산정 기준

보수공사 착수까지의 기간	점수
30일 이내	감점 없음
30일 초과 40일 이내	-0.5
40일 초과 50일 이내	-1.0
50일 초과 60일 이내	-1.5
60일 초과 90일 이내	-2.0
90일 초과	-3.0

2.2.3. 보수공사의 품질

보수공사의 품질은 하자 보수공사를 성실히 이행하여 품질수준을 달성했는지 판단하며, 표 4와 같이 재보수 횟수를 체크하여 평가하는 것으로 하였다.

표 4. 보수공사의 품질 점수 산정 기준

해당 공사의 재보수 발생 횟수	점수
0회	감점 없음
1회	-1
2회	-2
3회	-3
4회	-4
5회 이상	-5

2.2.4. 차단 기간

보수공사로 인하여 필요한 최소/최대 차단기간에 대한 설문조사를 실시하였고, 대상은 위에 언급된 설문조사와 동일하며, 조사 결과는 표 5와 같다.

여러 건의 하자 및 유지보수 공사가 수행되었을 경우는 개별 건별로 점수를 산정하고 이를 평균한 값을 적용하며, 차단 기간은 하자담보책임기간 내에만 평가하는 것으로 하였다.

표 5. 차단기간에 따른 점수 산정 기준

차단 기간	점수
4시간 이내	감점 없음
4시간 초과 8시간 이내	-1
8시간 초과 16시간 이내	-2
16시간 초과 24시간 이내	-3
24시간 초과 32시간 이내	-4
32시간 초과	-5

2.2.4. 차단 연장

차단연장은 교통 안전을 고려하여 본 평가 에서 제외하는 것으로 하였다.

2.2.5. 차단 차로

차단차로는 단순 차단 차로수가 아닌, 사용자의 통행 불편을 고려하여 일방향 기준 전체 차로수 대비 차단 차로의 비율로 산정하며, 그 결과는 표 6과 같다. 차단 차로는 차단 기간과 동일하게 하자담보책임기간 내에만 평가하는 것으로 하였다.

표 6. 차단차로에 따른 점수 산정 기준

차단 차로 비율	점수
0.2 이하 혹은 갓길 차단 시	-1
0.2 초과 0.4 이하	-2
0.4 초과 0.6 이하	-3
0.6 초과 0.8 이하	-4
0.8 초과 1.0 이하	-5

2.3. 평가가중치 산정

평가요소별 상대적 중요도를 파악하고 가중치를 산정하기 위하여 다기준의사결정기법인 AHP(Analytic Hierarchy Process)기법을 활용하였다. AHP 기법은 같은 계층구조를 구성하고 있는 요소간의 쌍대비교(pairwise comparison)에 의한 의사결정 기법이다. 예를 들면, 평가모델의 세가지 주요항목인 문제의 크기, 문제 해결의 성실성, 문제로 인한 피해 간의 중요도를 상대 평가하거나 문제 해결의 성실성의 세부 평가 요소간 상대 평가를 통해 상대적 중요도를 정하는 것이다.

AHP 기법에서 요소들의 가중치 산정에는 비일관성 지수(Inconsistency Ratio)가 0.1이하인 데이터만을 분석에 활용하는 것이 일반적이나, 필요에 따라 0.2 이하인 데이터까지 분석에 활용할 수 있고, 전체 설문조사 대상 97부 중 비일관성지수가 0.2 이하인 39부를 선택하여 가중치를 산정하

고, 실무자 의견 수렴을 통하여 표 7과 같이 가중치를 최종 조정하였다.

표 7. 평가요소별 가중치 조정 현황

평가요소	보수비율	시공업체 성실대응		시설물의 이용 차질 및 불편			계
		신속성	품질	기간	연장	차로	
당초	0.22	0.2	0.21	0.12	0.07	0.18	
최종	0.35	0.4	-	0.1	-	0.15	

2.4. 건설성능지수의 개발

평가모델의 개발, 평가요소 결정, 세부 평가요소별 상대적 중요도를 파악하고 실무부서 의견 수렴을 통해 가중치를 정하여 건설성능지수(CPI)를 개발하였고, 평가산식은 표 8과 같다.

표 8. 건설성능지수(CPI) 평가산식

$$\text{건설성능지수(CPI)} = 0.35(\text{유지보수비}) + 0.40(\text{보수공사 착수의 신속성}) + 0.10(\text{교통차단 시간}) + 0.15(\text{교통차단 차로수})$$

평가산식에 의하면 건설성능지수는 -4.2~0 사이의 지수 값 분포를 가지게 되는데, -3.5를 최하값으로 하고 그 이하는 별도 계상하지 않는다. 그리고 이 지수는 환산점수로 조정후 최종 PQ 반영 평점으로 산정된다.

III. 건설성능지수 적용

건설성능지수는 건설업체가 가장 민감한 입찰시에 점수가 반영되는 만큼 평가대상, 평가기간, 평가방법을 설정하는데 많은 의견수렴을 통하여 결정하였다.

1. 평가 대상

평가대상은 시공평가의 대상공사와 동일하게 총공사비 100억원 이상의 본 평가모델의 시행일 이후 준공하는 현장으로 하고, 2014년 5월이후 입찰공고 하는 건설공사부터 입찰참가자격심사(PQ) 신인도 평가에 반영하는 것으로 한다.

2. 평가 적용기간

적용기간은 준공일 익년으로부터 10년동안으로 하는데, 다만 유지보수비 항목은 아스팔트와 콘크리트의 재료의 특성을 고려하여 차등적으로 적용하였다. 이는 앞서 해외 선진국의 경우 포장의 하자담보책임기간을 우리나라와 비교하여 상대적으로 길게한 사례를 참고한 것으로, 콘크리트 포장의 경우 하자담보책임기간(2년) 이후 5년, 아스팔트 포장의 경우는 3년 동안만 반영하였다. 그 이후에는 다른 항목의 점수만으로 건설성능지수를 산정하는데, 평가 적용기간은 그림 2의 그래프와 같다.

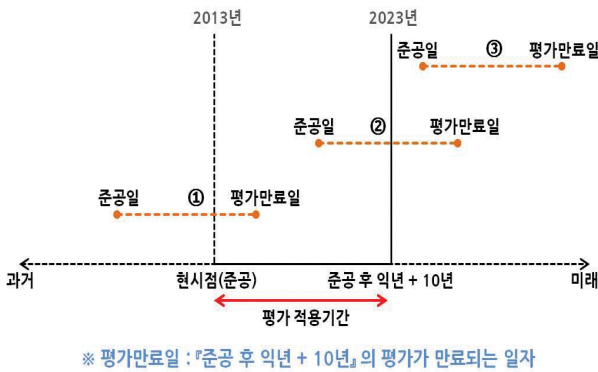


그림 2. 건설성능지수(CPI) 평가 적용기간

평가모델의 시행일 이후 건설중인 공사가 평가대상이므로, ①은 평가대상에서 제외하고 ②, ③만 평가 대상이다. 준공 후 익년으로부터 10년간 평가를 실시하므로, 2013년 준공하는 공사의 경우 2014년~2023년까지 10년간 평가를 실시하게 된다.

평가에는 매년 전년도 업체별 평가결과를 다음 연도 4월까지 점수화 하여 그 결과를 업체별로 통보한다. 그러므로 평가결과의 유효기간은 매년 평가년도 5.1~익년도 4.30까지이다.

따라서 2013년 준공 공사는 2023년 까지 평가적용기간이 되고, 2023년도에 대한 평가는 2024년도에 실시하여 2024년 5월1일부터 이듬해 2025년 4월30일까지 평가결과가 활용되므로 평가만료일은 최종적으로 2025년 4월 30일이 된다.

3. 평가방법

평가방법은 100점 만점을 기준으로 A등급 (98점초과)에

서 I등급(65점이하)까지 총9단계로 구분되며, 각 등급에 따라 +3점에서 -5점까지 업체별 점수로 환산돼 PQ 신인도 평가항목에 반영되며 이는 표 9와 같다.

표 9. 평가 지수값의 PQ 반영 기준

등급	지수값	환산점수	PQ 반영평점
A	-0.2 ~ 0.0	98~100	+3점
B	-0.5 ~ -0.2	95~98	+2점
C	-1.0 ~ -0.5	90~95	+1점
D	-1.5 ~ -1.0	85~90	0
E	-2.0 ~ -1.5	80~85	-1점
F	-2.5 ~ -2.0	75~80	-2점
G	-3.0 ~ -2.5	70~75	-3점
H	-3.5 ~ -3.0	65~70	-4점
I	-3.5 이하	65이하	-5점

* 각 등급의 점수는 소수점 둘째자리에서 반올림하고 해당 점수의 최소치를 포함하지 않는다.
- 등급점수 : -0.2(B), -0.5(C), -1.0(D), -1.5(E), -2.0(F), -2.5(G), -3.0(H), -3.5(I)

4. 시뮬레이션(Simulation)을 통한 예측

실효성 분석을 위하여 2007년과 2009년에 준공한 청원상주와 당진대전 노선 참여 업체를 대상으로 점수를 산정하고, 이를 PQ심사에 반영하는 시뮬레이션을 실시하였다.

업체별 PQ 반영평점의 분포는 -2~+3으로 대부분의 업체는 -1점으로 산정되었다. 이 점수를 부산외곽 및 언양영천 고속도로 건설공사에 적용해 본 결과 공구당 4개 업체가 추가 탈락하는 결과를 보였다.

IV. 맺음말

지금까지 하자담보책임기간만 끝나면 시공업체는 고속도로라는 시설물을 생산한 주체임에도 불구하고 생산품에 대한 평가에서 제외됨으로 인해 책임 의식을 가지고 시공을 하기에는 체계상 어려운 것이 사실이었다.

하지만 건설성능지수 개발로 계약·건설·유지관리 단계에 이르는 전 과정을 연결하는 선순환적인 시스템을 구축하였고, 입찰을 위해 자율적으로 책임 시공을 하여야만 하는 새로운 건설 문화 조성의 기반을 마련하게 되었다.

이는 현재 준공이 머지않은 일부 업체에는 당장 불이익이 될 수도 있다. 하지만 비용적인 측면뿐 아니라 원활한 교통과 사용자의 안전 도모라는 공공 전체의 이익을 우선 고려하

면 어쩔수 없는 선택이 아닐 수 없다.

본 평가모델은 국내에서는 물론 해외에서도 시도하지 않은 최초의 객관적이고 정량적인 하자 및 유지보수의 평가모델로서, 포장공종 적용결과를 바탕으로 향후 전공종 적용에 대해 검토할 예정에 있다. 이와 같은 제도의 마련으로 성실·책임 시공을 통해 더욱 내구성 있는 고속도로 건설과 동시에 유지관리 비용도 줄이게 되는 일석이조의 효과를 기대해 본다.

참고 문헌

1. 권수안, 김남호, 서영찬(2000). “콘크리트 포장상태 평가 지수의 개발에 관한 연구”, 한국도로학회지, 한국도로학회, Vol.2, No.3, pp.145-153. 2000
2. 박승국(2011). “건설공사 하자보수책임의 범위 및 면책사항에 관한 개선방안”, 건설정책리뷰, 대한건설정책연구원, 2011-04 pp. 29.
3. 이학기(2000), “국내 하자담보책임제도의 문제점과 성능보증제도의 도입방안에 관한 연구”, 대한건축학회지연합회 논문집, 대한건축학회지회연합회, Vol.2, No.4, pp.123-130.

- 최윤택 e-mail : cytk_2000@ex.co.kr
- 조남훈 e-mail : nhcho@ex.co.kr
- 류종득 e-mail : ryujd@ex.co.kr