



## 일본의 『포장구조에 관한 기술기준』 소개

김 주 원\*

### 1. 머리말

우리 나라에서 도로포장의 설계방법을 논할 때, 미국의 AASHTO설계법과 일본의  $T_A$ 설계법을 들고 있다. 이 두 가지 설계법은 우리의 “도로포장 설계·시공지침(1991)”과 아스팔트포장과 간이포장을 따로 떼어 개정한 “아스팔트포장 설계·시공요령(1997)”에도 수록되어 있다.  $T_A$ 설계법은 일본에서 오래 전부터 모든 아스팔트포장도로의 설계에 사용되고 있는 방법으로 현재 쓰이고 있는 개정은 1992년에 이루어져, 우리 기술자에게는 일본도로협회에서 발간한 “아스팔트포장요강(1992)”에 실려있는 방법으로 친숙해져 있다.

작년에 일본정부의 “도로구조령”이 일부 개정되면서, 국토교통성령(省令)으로 “포장 구조에 관한 기술기준”을 새로 제정하여(2001. 6. 29), 시행에 들어갔으며, 관련기술자의 참고용으로 일본도로협회에서는 “포장구조에 관한 기술기준·동해설(2001. 7. 91면)”이라는 책자를 발간하였다. 이 책에 이어, 지금까지 사용되어 오던 “아스팔트포장요강”, “콘크리트포장요강” 및 “간이포장요강”에 대치할 수 있는 책으로 “포장설계시공지침(2001. 12. 333면)”과 “포장시공편람(2001. 12. 314면)”을 내놓았다.

여기에서는 좀 늦은 감이 없지 않으나, 최근에 이들 세 권의 책자가 필자에게 입수되어 늦게나

마, 새로 시행에 들어간 “포장 구조에 관한 기술기준”의 내용을 소개하여 우리 기술자들에게 선진 기술의 발전동향을 알 수 있는 기회를 갖고자 한다.

### 2. 관계법령의 개정 개요

#### 2.1 도로구조령의 개정 개요

과거 도로구조령에서는 포장의 기술기준으로 차도의 포장을 시멘트 콘크리트포장 또는 아스팔트 콘크리트포장으로 한다고 하는 포장재료의 종류에 의한 시방규정으로 되어 있었다. 이번 개정(2001. 4.)에서는 이 규정을 폐지하고, 설계에 사용하는 자동차의 율하중 기준을 49kN으로 하여 SI단위계로 고치면서, 재질은 불문하고 포장 구조가 가져야 할 성능(性能)을 만족하면 좋다고 하는 성능규정을 도입하였다. 구체적으로 만족하여야 할 성능규정은 국토교통성령에서 정하는 것으로 하고 있다.

또한, 위의 성능지표와 함께 환경 부하(負荷)가 적은 포장을 도입하도록 하였다. 환경 부하가 적은 포장이란, 도로교통소음의 저감, 집중호수시 도시형 수해발생을 억제하기 위하여 “빗물을 도로 노면 아래로 원활하게 침투시키고, 아울러 도로교통소음의 발생을 감소시키는” 포장이며, 이와

\* 참여회원 · 성원건설기술사무소 소장



같은 포장을 필요에 따라 도시내 도로에 도입하는 것으로 하였다.

## 2.2 성령의 개요

성령이란 일본의 국토교통성령을 지칭하는 것으로 우리 나라의 건설교통부령에 해당하는 법령이다.

도로구조령의 위와 같은 개정에 맞추어 “차도 및 측대 포장의 구조 기준에 관한 성령”을 제정하고, 이의 시행에 따라 포장의 설계 및 시공에 필요한 기술기준으로 “포장 구조에 관한 기술기준”을 제정하여 시행에 들어갔다.

먼저, “차도 및 측대 포장의 구조 기준에 관한 성령”은 안전하고, 원활한 교통을 확보하기 위하여 필요한 차도 및 측대 포장 구조가 가지고 있어야 할 성능, 만족해야 할 기준치와 기준치의 측정방법에 대하여 규정한 것이다. 여기에서 포장 구조가 가지고 있어야 할 성능으로는 다음 네 가지를 규정하고 있다.

- ① 피로파괴에 대한 내구력
- ② 소성변형에 대한 저항력
- ③ 노면의 평탄성
- ④ 빗물 등의 투수능력

또한 하이드로프레닝(hydroplaning) 현상의 발생 방지와 같이 자동차의 안전하고 원활한 교통을 확보하는 것을 목적으로 하는 투수성(배수성) 포장은 필요에 따라 실시하는 것으로 하여 ④항은 이와 같은 경우에만 성능을 만족하면 좋은 것으로 하고 있다.

기술기준은 구체적인 운용방법에 대하여 정하고 있으며, 그밖에 대규모적인 보수를 시행하는 경우에도 이 기준에 의하도록 하는 등, 포장 구조에 관한 일반적, 기술적 기준으로서 자리 매김을 하고 있다. 여기에서는 기술기준의 개요를 소개한다.

## 3. 기술기준의 개요

### 3.1 설계

포장의 설계에 있어서는 도로 관리자가 포장의 설계기간, 포장계획교통량, 포장의 성능지표 및 그 값을 정하도록 되어 있다.

#### 3.1.1. 포장의 설계기간

포장의 설계기간은 포장 구조 전체에 피로파괴에 의한 균열이 발생하기까지의 기간을 정하는 것이며, 해당 포장의 시공 및 관리에 드는 비용, 준공시 도로 교통 및 지역에서의 영향 등을 종합적으로 감안하여 도로 관리자가 정하는 것으로 되어 있다. 이것은 과거 아스팔트 포장은 10년, 시멘트 콘크리트포장은 20년으로 설계되어 왔으나, 점용 공사의 예정과 같은 도로굴착이 사전에 분명한 경우 등, 설계기간을 일률적으로 정하는 것은 합리적이지 아니라는 생각에서 설계기간에 생애주기비용(LCC, Life-Cycle Cost) 개념을 도입하고, 내구성 향상, 비용 감축 및 물책임 대책 등의 관점에서 최적의 설계기간을 정하도록 하였다.

#### 3.1.2. 포장의 계획교통량

포장의 계획교통량은 포장 설계의 기초가 되는 대형 자동차의 1차로당 일(日)교통량이다. 1방향 2차로 이하의 도로에서는 해당 도로의 대형 자동차의 방향별 일교통량의 전부가 1차로를 통과하는 것으로 하고, 1방향 3차로 이상의 도로에서는 각 차로의 대형 자동차 교통분포 상황을 감안하여 대형 자동차의 방향별 일교통량의 70% 이상이 1차로를 통과하는 것으로 산정하도록 하였다.

#### 3.1.3. 포장의 성능지표

포장의 성능지표는 포장의 성능을 나타내는 지



표이며, 그 값은 원칙적으로 시공직후의 값으로 하며, 시공직후의 값만으로는 성능의 확인이 불충분한 경우에는, 필요에 따라 일정 기간이 경과한 시점의 값을 정할 수 있는 것으로 되어있다. 이것은 포장의 성능이 공용시간이 경과함에 따라 떨어지는 경우, 시공직후 성능을 확보하고 장래에도 그 성능을 이어나갈 것을 목적으로 한 것이다.

차도 및 측대 포장의 필수 성능지표는, ① 피로파괴윤수(輪數), ② 소성변형윤수 및 ③ 평탄성으로 하고 있다. 또한, 필수 성능지표 이외에 우천시 자동차의 고속주행시 하이드로프레이닝 현상의 발생을 방지하기 위해, 필요에 따라 성능지표에 빗물의 침투능력을 나타내는 침투수량을 추가하고, 도로의 중별 구분에 따라 그 값을 정할 수 있도록 하였다. 그밖에도 필요에 따라 미끄럼 저항, 내(耐)골재비산, 내마모, 소음발생 감소 등을 감안하여 포장의 성능지표를 추가할 수 있는 것으로 하였다.

### 3.1.4. 각 성능지표의 기준치

#### ① 피로파괴윤수

피로파괴에 대한 내구력의 성능을 나타내는 지표로 “피로파괴윤수”를 다음과 같이 정의하고 있다.

피로파괴윤수는 포장도로에서 포장 노면에 49kN(과거의 5t)의 운하중을 반복 가한 경우, 노면에 균열이 생기기까지 소요되는 횟수로, 포장을 구성하는 층의 수 및 각 층의 두께와 재질이 동일한 구간별로 정할 수 있는 것을 말한다.

시공직후의 포장이 만족하여야 할 피로파괴윤수의 값은 기본적으로는 포장 설계의 기초가 되는 대형 자동차의 1차로당 일교통량으로 하여 정의한 포장계획교통량에 따라 표-1의 값 이상으로 하도록 하였다. 또, 이 표의 값은 설계기간을 10년으로 한 경우이며, 10년 이외의 설계기간으로 하는 경우는 이에 대한 비율을 곱한 값 이상으로

하는 것으로 하고 있다.

표 1. 피로파괴 윤수

포장계획교통량(대/일)	피로파괴윤수(회/10년)
3,000 이상	35,000,000
1,000 이상 3,000 미만	7,000,000
250 이상 1,000 미만	1,000,000
100 이상 250 미만	150,000
100 미만	30,000

#### ② 소성변형윤수

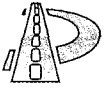
바퀴자국 변형에 대한 저항력의 성능을 나타내는 지표로, “소성변형윤수”를 다음과 같이 정의하고 있다. 소성변형윤수는 포장도로에서 표층의 온도를 60℃로 하고, 노면에 49kN의 운하중을 반복 가한 경우에 노면이 아래로 1mm 변위하기까지 소요되는 횟수로, 표층의 두께 및 재질이 동일한 구간별로 정할 수 있는 것을 말한다.

시공직후 포장이 만족하여야 할 소성변형윤수의 값은 기본적으로는 도로의 구분 및 포장계획교통량에 따라 표-2의 값 이상으로 하도록 하고 있다.

표 2. 소성변형 윤수

구 분	포장계획교통량 (대/일)	소성변형윤수 (회/1mm)
제1종, 제2종, 제3종 제1급 및 제2급, 제4종 제1급	3,000 이상	3,000
	3,000 미만	1,500
기 타	-	500

주 : (일본 도로구조령에 의한 도로구분) 제1종, 제2종: 고속 자동차국도 및 자동차전용도로, 제3종 제1급: 일반국도 평지부 계획교통량 20,000대/일 이상, 제3종 제2급: 일반국도 평지부 4,000~20,000대/일 및 일반국도 산지부 20,000대/일 이상, 都道府縣道 평지부 4,000대/일 이상 도로, 제4종 제1급: 일반국도 4,000대/일 이상 및 都道府縣道 10,000대/일 이상 도로



### ③ 평탄성

노면의 평탄성을 다음과 같이 정의하고 있다. 평탄성은 포장 도로의 차도(2 이상의 차로를 갖는 도로에서는 각 차로)에서 차도의 중심선에서 1m 떨어진 지점을 연결하고 중심선에 평행하는 2개의 선중 어느 한쪽의 선 위에 연장 1.5m당 1개소 이상의 비율로 선정된 임의의 지점에 대하여 포장 노면과 상정(想定)한 포장 노면(노면을 평탄하게 보정한 경우 상정되는 포장 노면을 말한다)과의 고저차를 측정하여 얻어지는, 해당 고저차의 그 평균치에 대한 표준편차로서, 표층의 두께 및 재질이 동일한 구간별로 정할 수 있는 것을 말한다. 시공직후 포장이 만족하여야 할 평탄성의 값은 2.4mm 이하로 하도록 하였다.

### ④ 침투수량(浸透水量)

빗물 등의 투수능력을 나타내는 지표로 “침투수량”을 다음과 같이 정의하고 있다. 침투수량은 포장도로에서 지름 15cm의 원형 노면의 아래로 15초간에 침투하는 물의 양으로서, 표층의 두께 및 재질이 동일한 구간별로 정할 수 있는 것을 말한다. 시공직후 포장이 만족하여야 할 침투수량의 값은 도로의 구분에 따라 표-3의 값 이상으로 하도록 정하였다.

표 3. 침투수량

구 분	침투수량(ml/15초)
제1종, 제2종, 제3종 제1급 및 제2급, 제4종 제1급	1,000
기 타	300

주: 도로의 구분은 표2 참조

## 3.2 시공

포장의 시공에 있어서는 환경에의 영향이 적은 시공방법, 공기 단축 등 도로 교통에의 영향이 적은 시공방법을 적극적으로 채용하고, 광역의 환경

보전, 도로이용자와 지역민의 영향 완화에 노력하도록 하고 있다. 이것은 자원절약의 효용과 공사정체에 의한 사회적 손실을 경제적으로 평가하여 시공방법을 종합적으로 판단하도록 하는 사고방식의 표현이다.

## 3.3 성능의 확인

성능의 확인에 대하여는 해외에서의 사례도 포함하여 지금까지의 포장 실적으로부터 경험적으로 그 성능이 확인되어 있는 단면에 대하여는 피로파괴윤수, 소성변형윤수의 측정을 면제하는 것으로 되어 있다.

### 3.3.1. 피로파괴 윤수

일반적인 개념으로는 차도 및 측대 포장의 피로파괴윤수는 임의의 차도(2 이상의 차로는 갖는 도로에서는 각 차로)의 중앙에서 1m 떨어진 노면에 대하여 촉진재하장치를 이용하여 시행한 반복재하시험에 의해 확인할 수 있도록 하고 있다. 그러나 이것은 실제의 확인방법으로서는 현실적이라고 말할 수 없다. 이에 대하여 포장구성이 동일한 포장의 공시체를 이용한 반복재하시험에 의해서도 확인할 수 있도록 하고 있으므로 시공 실적이 있는 포장에 대하여는 촉진재하장치를 이용한 실내시험으로 성능을 확인하여 두는 것이 현실적이라 할 수 있다.

### 3.3.2. 소성변형 윤수

일반적인 개념으로는 (1)항과 같이 현지에서 촉진재하장치를 이용한 반복재하시험에 의해 확인하는 것으로 되어 있으나, 현지의 노면 온도를 균일하게 60℃로 유지하며 시험하는 것도 비현실적이다. 이에 대하여 확인 대상의 포장과 표층 두께 및 재질이 동일한 포장의 공시체에 의한 시험 온도 60℃로 한, 실내 반복재하시험이나, 아스팔



트 혼합물의 동적안정도(動的安定度)를 측정하는 방법으로 일반적으로 쓰이고 있는, 시험온도 60℃에서의 휠 트랙킹(wheel tracking) 시험으로도 확인할 수 있는 것으로 하고 있어 이들 방법이 일반적인 확인방법이라고 말할 수 있다.

### 3.3.3. 평탄성

포장 노면의 평탄성은 3미터 프로파일로미터(profile-meter)에 의한 평탄성 측정방법 또는 이와 동등한 평탄성을 산정할 수 있는 측정방법(예, 노면성상 측정차)에 의해 확인할 수 있도록 하였다.

### 3.3.4. 침투수량

포장 노면의 침투수량은 1,000㎡당 1개소 이상의 비율로 임의로 선정한 지름 15cm의 원형 포장 노면에 대하여, 노면에서 60cm 높이까지 채운 물 400ml를 주입시킬 때의 시간으로 산정한다.

변수위(變水位)방식에 의한 현장투수시험과 같은 방법에 의해 확인할 수 있는 것으로 하였다.

또한, 성능의 확인방법으로 위에 열거한 방법 이외에 신기술이나 새로운 측정방법에 대하여는 도로관리자나 토목연구소에서 인정하는 방법을 참고하는 것으로 하여, 어느 정도 신기술에 대한 문을 열어놓고 있다.

마지막으로 이 기술기준에 첨부되어 있는 별도의 표에서는 지금까지 사용하여 오던 재료별 등치환산계수와 마찰 안정도 시험에 대한 기준치 등은 거의 변경 없이 그대로 사용하는 것으로 하고 있다. 또한 시멘트 콘크리트포장의 슬래브 두께도 과거의 “콘크리트포장요강”에 나와 있던 것과 같다.

### 참고문헌

1. 일본도로협회, “포장 구조에 관한 기술기준·동 해설”, 2001. 7.
2. 畠中秀人, “차도 및 측대 포장의 구조기준에 관한 성령의 제정”, 포장 36권 8월호, 2001. 8.
3. 柳橋則夫, “포장 구조에 관한 기술기준의 책정에 대하여”, 포장 36권 10월호, 2001. 10.

### 학회지 투고안내

한국도로포장공학회에서는 여러 회원의 원고를 모집하고 있습니다. 도로 및 공항포장과 관련된 사항(설계, 시공, 현장체험, 신기술 등) 및 수필, 시, 여행체험기 등 회원 여러분이 보고, 듣고, 느끼신 귀중한 체험을 학회지에 투고하여 주시기 바랍니다.

투고요령 : 원문 및 디스켓 1부 송부

접 수 처 : 한국도로포장공학회 편집위원회  
 서울 특별시 강남구 역삼동 635-4  
 한국과학기술회관 본관 801호  
 전화 : 558-7147~8, 팩스 : 558-7149