

# 도로설계편람 포장편

박 성 완\* · 권 수 안\*\*

올해 건설교통부 발주로 한국건설기술연구원에서 연구수행을 완료하고 발간한 도로설계편람의 포장부분을 요약 소개한다.

## 1. 머리말

도로설계편람은 도로의 계획 및 설계시 적용하여야 할 바람직한 기준 범위(상·하위 기준치, 표준치) 설정을 목표로 작성하는데, 설계의 기본 지침과 세부 항목에 대한 설계 지침, 시공을 위한 설계도서의 작성 지침 등을 포함한다. 도로설계편람의 내용중 도로포장편은 현재 사용중인 포장설계와 관련된 제 규정 및 기준들의 미비 사항들을 보완하여 설계의 전과정을 체계적이고 일관되게 정리하여 표준화하며, 외국의 설계법과 신공법의 소개를 통해 포장설계 실무자가 용이하게 사용하는 것을 목적으로 건설교통부 발주로 한국건설기술연구원 도로시설 연구그룹에서 작성되었다.

설계 실무자들이 포장설계의 전반적인 내용을 쉽게 파악할 수 있도록 하였으며, 도로 포장시스템의 개념적인 이해와 설계 과정의 이해를 돕기 위해 도로포장의 정의 및 종류, 포장형식 선정과 설계 입력변수 등을 기술하였다. 크게 아스팔트 포장과 콘크리트 포장, 유지보수 순으로 설계방법

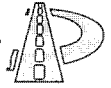
을 기술하였고, 가능한 설계 사례를 제시함으로써 설계방법에 대한 이해를 돕도록 하였다. 또한 여러가지 포장설계법에 대한 내용을 소개하였고 도로포장분야의 신공법에 대한 소개도 함께 다루어 실무에서 특수한 공법에 대한 적용 시 도움이 되도록 하였다.

## 2. 설계편람의 정의

도로 설계를 수행하기 위해서는 이와 관련된 설계 절차와 적용치에 대한 기준이 있어야 하며, 관련 기준들은 내용의 기술적 수준, 범위 그리고 법적 효력 등에 따라 기준, 편람, 지침, 요령, 기술지도서 등으로 구분할 수 있다. 이들 기준에 대한 정의를 살펴보면 다음과 같다(구재동 등 7 인, 1997).

- 설계 기준 : 시설물별로 설계자가 설계 업무를 수행하는데 있어 시설물이나 작업에 대해 품질, 강도, 안전, 성능 등을 유지하기 위한 설계 조건의 최저 한계를 규정한 기준으로서, 건설관련 법, 령 또는 규칙에 근거한 기준과 이에 준하는 기준을 의미함.
- 지침 : 편람과 설계 기준의 중간적 성격을 띠

\* 정희원 · 한국건설기술연구원



고 있으며, 시방서 상에서 기술하기 곤란한 사항에 대해 분야별로 시공 방법 및 유지 관리에 관한 상세한 기술적 기준을 요소별로 정의하여 방침을 정하는 것을 의미함.

- 편람 : 계획, 조사, 설계, 시공, 유지 관리 단계에서 나열할 사항이 많으며 특별한 작업과 관련되지 않아 시방서 및 설계 기준에 기술하기에 곤란한 사항, 기술자가 효율적인 업무 수행을 위하여 필요한 사항들을 관련 기술자들이 실무에 쉽게 적용하도록 만든 것을 말하는 것으로 편람 자체적으로는 법률상이나 계약상의 강제는 없으나, 공사 시방서 상에서 공종별로 적용 기준으로 인용되는 경우, 계약상 강제력이 발생함.
- 기술지도서 : 기술 및 창의력의 향상을 위하여 새로운 설계 기법 및 시험 방법, 신개발 자재 등을 현장 실무자에게 활용할 수 있도록 제시된 것을 의미함.
- 요령 : 설계 및 시공의 재료 시험 방법 등에 대하여 현장 기술자가 능률적으로 업무를 수행할 수 있도록 시방서나 규격의 범위를 쉽게 풀이한 것을 의미함.

### 3. 기본 방향 및 세부 내용

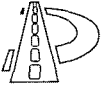
도로 포장의 설계 실무 절차 및 설계 현황을 충분히 반영하기 위해 설계 관련 기관 및 연구기관 등에 설문조사 실시후 세부 내용을 결정하였다. 조사 결과 기본적으로 국내 실정에 맞는 입력변수, 설계 방법 및 설계식 산정의 정립과 아래의 항목들이 요구되어졌다.

- 설계기본사항 : 국내실정에 맞는 설계입력변수, 동결심도 결정방법 등에 관한 항목
- 아스팔트포장 : 서로 상이한 공법의 접속부 처리방안, 소성변형대책에 관한 항목

- 콘크리트포장 : 터널내 포장설계방법, 확장부 및 접속부 처리방안에 대한 항목
- 덧씌우기포장 : 국내 사용중인 덧씌우기 포장 공법의 나열, 덧씌우기 방법의 정리
- 간이포장 : 간이포장의 개념 및 적용범위 정립, 외국사례 기술
- 특수포장 : 종류별 적용 방법 및 설계 방법 제시

포장편은 도로설계 실무자들이 포장설계 전반적인 내용을 쉽게 파악할 수 있도록 하였으며 도로 포장의 개념적인 이해와 설계 과정의 명확한 이해를 돕기 위해 도로포장의 정의 및 종류, 포장 형식 선정과 설계 입력변수 등을 기술하였다. 또한, 총론 부분에서 도로포장 편의 구성을 간략히 정리하여 전체 구성과 흐름을 이해할 수 있도록 하였다. 기본적인 아스팔트 포장과 콘크리트 포장, 유지보수 설계방법이외의 기타 장소의 포장 및 특수한 공법들은 별도의 장으로 구성하여 각 항목별로 상세한 설명을 하였다. 또한, 각 항목별로 가능한 설계 사례를 제시함으로써 설계방법에 대한 이해를 돕도록 하였으며, 외국의 여러 가지 포장 설계법에 대한 내용을 검토하여 국내 설계법과 비교할 수 있도록 하였고 국내 포장단면 변천에 대한 소개도 함께 다루어 실무에서 도움이 되도록 하였다.

도로포장의 정의와 분류 및 각 장별 주요 사항을 요약·정리하였으며, 도로 포장 관련 용어 및 약어들을 제시하였다. 포장형식 선정방법에 대한 일반사항 및 우선적, 부가적 고려사항들을 정리하였고, 향후 수명주기비용(Life Cycle Cost)을 위한 개념을 소개하였다. 또한, 포장 형식의 대안으로서 교통량을 이용한 콘크리트 포장형식 선정 대안을 신뢰수준에 따라 제시하였다. 도로포장의 형식을 구분하여 각각의 특징을 설명하고 미국 AASHTO 설계법 지침서를 중심으로 포장설계를 위한 입력변수를 체계적으로 정리하여 도로포장



설계에서 합리적으로 적용할 수 있도록 하였다. 설계입력변수에 대한 설명을 미국 '72 AASHTO 설계법 지침서와 '86 AASHTO 설계법 지침서를 구분하여 설명함으로써 실무자의 혼동을 방지하고자 하였으며 등가단축하중계수, 동결깊이 산정 방법, 포장 재료의 특성, 노상지지력 등 국내에서 사용할 수 있는 변수들의 값을 제시하였다.

현재 사용하고 있는 동결방지층은 노상으로 규정하였으며 이러한 경우 설계에 사용하는 노상 CBR(California Bearing Ratio)은 원지반의 CBR과 동결방지층의 CBR을 이용한 합성 CBR을 이용토록 하였다. 현재 포장단면설계에서 동결방지층의 설치로 인해 증가가 예상되는 노상지지력을 고려하지 못하고 있는 실정이다. 이같은 문제점의 개선을 위해 일본도로협회 아스팔트 포장요강의 수정CBR 증가식을 적용하였다(1988). 동결방지층 설치 후의 평균지지력 계산을 위해서 노상의 CBR과 동결방지층의 CBR을 함께 고려하기 위해 다음의 식을 사용하였다.

$$CBR_m = \left( \frac{h_1 \cdot CBR_1^{1/3} + h_2 \cdot CBR_2^{1/3} + \dots + h_n \cdot CBR_n^{1/3}}{100} \right)^3 \quad (1)$$

- 여기서, CBR<sub>m</sub> : 그 지점의 CBR(%),
- CBR<sub>n</sub> : n층의 CBR(%),
- h<sub>n</sub> : n층의 두께(cm),
- h<sub>1</sub> + h<sub>2</sub> + ... + h<sub>n</sub> = 100(cm)

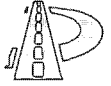
그러나, 입상재료 보조기층의 CBR값은 30이상이지만 동결방지층의 경우는 동일하지 않으므로 향후 연구를 통한 CBR 값의 보정이 필요하다.

아스팔트 포장에서는 실무자들이 이해할 수 있도록 "포장형식"에서 제시한 입력변수 등을 이용한 포장구조 설계절차를 제시하였으며 설계 과정에서 필요한 고려사항과 설계 예를 제시하였다. 포장의 설계 기준은 현재 실무에서 가장 많이 사

용하는 '72 AASHTO 지침서를 이용하였으며 노모그래프를 이용한 포장설계는 오차가 발생할 확률이 커질 수 있으므로 설계식을 이용하는 것을 우선으로 하고 노모그래프는 보조도구로 사용토록 하였다. 개질 아스팔트, SMA(Stone Mastic Asphalt)등 새로운 포장재료에 대해서는 향후 연구를 통한 대안을 마련하기 전까지 일반 밀입도 아스팔트 포장과 동일한 상대강도계수를 적용하도록 하였다.

콘크리트 포장에서는 제시한 설계 입력변수를 바탕으로 포장구조 설계과정을 기본 설계식과 설계 흐름도를 함께 제시하였으며 동결심도 고려를 포함하여 실무에 적용하기 쉽게 설계 예를 제시하였다. 콘크리트 포장의 설계 기준은 현재 실무에서 가장 많이 사용하는 미국 '81 AASHTO 지침서를 바탕으로 하였으며 아스팔트 포장설계와 동일하게 설계식을 이용하여 포장구조를 설계하고 노모그래프는 보조도구로 사용토록 하였다. 유지보수에서는 미국 '93 AASHTO 지침서를 바탕으로 덧씌우기 유지보수방법에 대하여 간략히 언급하였으며 실제 국도와 고속도로에서 적용하는 덧씌우기 설계방법을 제시하였다. 덧씌우기 전의 파손유형별 보수방법을 각각의 덧씌우기 방법에 따라 정리하고 반사균열 억제방법을 간략히 정리하였다.

재생 포장에서는 여러 가지 공법에 대한 분류와 재생과정에 대한 소개를 사진과 함께 정리하였으며, 도로분야에 크게 재활용되고 있는 페아스팔트와 폐콘크리트에 대해서 국내의 기준을 소개하고 현재 국내에서 적용하지 않고 있는 공법에 대해서도 외국의 표준입도 및 품질기준을 제시하였다. 특수개소 포장은 일반적으로 이용되고 있는 포장과는 달리 교면, 터널 등 내마모성이 요구되는 장소, 단지나 주차장, 버스 정류장, 영업소와 같은 곳에 포장하는 경우에 대한 내용을 구분하여 실무에서 적용하기 쉽게 표준단면도와 함께



제시하였다. 기타 포장으로 간이포장, 보도포장, 자전거도로포장, 농어촌 도로 포장, 콘크리트 블록 포장, 부채도로 포장에 대한 설명과 설계방법에 대하여 소개하였으며 일부포장에서 적용되고 있는 일본 T<sub>A</sub>설계법에 대한 내용도 기술하였다. 포장형식별로 포장의 구조 설계방법을 설명하고 실무에서 적용하고 있는 표준단면을 제시하여 보다 현실적인 내용을 기술하였다.

포장 혼합물 및 공법의 소개는 특수한 포장 혼합물 및 공법에 대하여 설명하고 설계 시 기술자들이 교통특성이나 도로환경에 적합한 재료를 선택할 수 있도록 개념 및 기타 필요사항을 기술하였다. 또한 각 공법에서 혼합물 및 골재의 입도, 품질기준 등을 제시하고 각각의 재료 특성에 대하여 정리하였다.

#### 4. 중점 연구 내용

포장편 작성 내용중 현행 도로포장 설계시 보완 및 개선이 시급히 요구되는 내용들의 연구가 외부 객원연구원들과 별도로 수행되었으며, 간략한 내용은 다음과 같다.

##### 4.1 교통량을 이용한 콘크리트 포장 형식 선정 대안 (서영찬 2000)

국도의 경우 중차량이 많음으로 인해 소성변형이 자주 발생되므로 국도의 노선 계획·설계지침에서는 중차량 혼입율이 많은 노선, 산업자원노선 등은 콘크리트 포장을 적극 권장한다고 정성적으로 되어 있으므로, 이에 대한 정량화 대안을 설문조사를 통하여 콘크리트 포장 형식의 선정에 대한 기준인자를 일일 설계차로 축하중 교통량으로 선정하였으며 국도 포장관리시스템(PMS)의 전산자료를 활용하여 연구를 수행한 결과 표 1과 같은 콘크리트 포장 선정 기준 대안을 추천하였다.

표 1. 포장형식 선정을 위한 기준 교통량

신뢰도	10t 표준 축하중 교통량	8.2t 표준 축하중 교통량	기준 교통량
60% ( $\alpha=0.4$ )	462.38	1308.54	1300
70% ( $\alpha=0.3$ )	582.10	1647.34	1600
80% ( $\alpha=0.2$ )	759.58	2149.61	2100
90% ( $\alpha=0.1$ )	1109.17	3138.95	3100

##### 4.2 차로분배계수 (이석근 2000)

일반적으로 적용하는 방향분배계수는 0.5(50%)이지만, 한 쪽 방향으로 교통량이 많이 통과하는 경우에는 교통량이 많이 통과하는 방향에 ESAL 백분율을 크게 적용해야 한다.

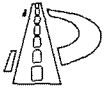
본 편람에서는 현재 포장설계에 적용되고 있는 방향 및 차로분배계수의 기준에 대한 정확도를 고속도로와 일반국도에 대하여 확인해 보고 국내의 실정에 맞는 이들 계수를 제안하고자 하였다. 고속도로 차로수별 차로분배계수 조사결과를 통해 편도 3차로의 경우 아스팔트 포장은 0.60, 콘크리트 포장은 0.70으로, 4차로의 경우 아스팔트 포장은 0.45, 콘크리트 포장은 0.50으로 제안하였다.

##### 4.3 하중전달계수 (조운호 2000)

온도 보정을 거치지 않고 일부 자료를 바탕으로 적용하기는 하였으나 계산된 하중전달계수가 88고속도로의 경우 3.0~4.3, 중앙고속도로의 경우 2.85~3.0으로서 미국 AASHTO 설계법에서 제시하는 줄눈부 포장(JCP)의 하중전달계수의 범위보다 그 값이 더 작음을 알 수 있다. 이는 기존의 국내 하중전달계수가 과하게 적용되어 포장단면이 과대하게 설계되고 있음을 반증하고 있다.

#### 5. 향후 연구 사항

향후 설계편람 포장편 개정작업을 위해서는 국



내의 포장설계법에 대한 전체적인 현황과 개선방향에 대한 기준 정립을 위한 연구가 필요하며, 이를 바탕으로 현장실무에서 적용을 용이하게 할 수 있는 토대를 마련할 수 있어야 한다. 한편 국내 포장설계에서 아직 수행하고 있지 않는 경제성 분석 및 수명주기비용분석 적용방안을 향후에 고려할 수 있도록 해야 한다. 또한, 포장하부층의 동결융해와 관련한 연구가 체계적으로 검증되어야 하며, 포장설계에서 단면 결정시 큰 변수로 작용하는 차로분배계수값의 검토 및 보완도 중요한 연구가 될 것이다. 편람 포장편 내용증 세부적으로 개선 및 보완되어야 할 사항들은 다음과 같다.

### 5.1 아스팔트 포장

- 미국 AASHTO 설계법 지침서에서는 노상 회복탄성계수( $M_R$ )를 기준으로 노상의 재료특성을 정의하고 있는데 실질적으로 국내에서  $M_R$ 값을 산정하기가 용이하지 않아 실무에서 적용할 수 있는 대안을 정립할 수 있는 연구가 수행되어야 한다.
- 국내 현장실무에 적용할 수 있도록 재료별 상대강도계수 값의 적용에 대한 검증 혹은 개선된 계수값 산정을 위한 연구가 필요하다.
- 포장 단면에서 동결심도를 고려하여 동결방지층을 적용하는 현행 설계를 검증할 수 있는 연구가 수행되어야 한다.

### 5.2 콘크리트 포장

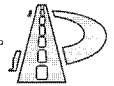
- 국내의 환경 조건에 대한 검증 없이 일괄적으로 적용되고 있는 콘크리트 포장의 하중전달계수 값 검토 및 보완을 위한 연구가 수행되어야 한다.
- 국내 포장설계에서 적용할 수 있는 콘크리트 포장의 노상지지력계수(K-Value) 산정방법을 위한 연구가 필요하다.

- 국내에서 일괄적으로 적용되고 있는 다웰바와 타이바의 설계방법론을 정립하여 현장에서 적용할 수 있도록 보다 효과적인 설계가 이루어지도록 해야 한다.

### 5.3 기타

- 재생 포장에서 국내의 지침 및 기준은 매우 미비한 실정인데 특히, 도로 포장분야에서 적용할 수 있는 재생 아스팔트와 폐콘크리트의 재활용에 대한 기준이 아직 국외의 기준을 적용하는 경우가 많은데 이에 대한 연구를 통하여 건설부산물을 최소화하고 재료의 경제적인 활용을 유도할 수 있는 방안을 정립하는 것이 필요하다. 또한 슬래그 등의 산업폐자원을 재활용할 수 있는 연구도 수행되어야 한다.
- 특수개소 포장에 대해서는 대부분 일본의 설계 기준을 바탕으로 적용하는 사례가 많은데 이에 대한 국내의 연구가 필요하며 특히 교면포장에서의 공용성 검토와 혼합물의 성능 및 재료의 기준을 국산화할 수 있는 연구가 필요할 것이다.
- 단지내 포장이나 주차장 등의 포장에서는 일본의  $T_A$ 설계법을 주로 적용하다가 최근에 중차량이 많거나 교통량이 많은 부분에서는 미국의 AASHTO 설계법을 고려하도록 되어있는데 최근에 적용이 활발해지고 있는 블록포장이나 유럽에서 많이 이루어지고 있는 Catalogue 설계법에 대한 검토도 필요할 것이다.

- SMA공법이나 폴리머등을 첨가한 개질재 아스팔트 혼합물의 성능에 대한 연구가 이루어져 설계 경우에 따라 실무자가 적절한 공법을 적용할 수 있는 기준을 정립할 수 있는 연구가 수행되어야 한다.



## 6. 맺음말

설계편람 포장편은 현재 국내에서 사용중인 포장설계의 전과정을 체계적이고 일관되게 정리하여 표준화하고, 도로설계 실무자 중심으로 작성되었다. 그러나 국내에서 사용중인 모든 도로포장설계법은 외국의 설계법을 도입하여 사용하고 있으며, 그 내용이 설계법 개발국의 지역과 환경조건들에 기초한 결과를 반영한 경험적인 방법을 사용하여 상이한 건설재료, 기후, 교통조건 등을 가진 국내에서 사용하기에는 근본적인 제한성을 가지고 있고 더욱이 기술수준의 상대적인 차이로 외국의 개발된 설계법을 제대로 원용하지 못하는 실정이다. 또한, 90년대 이후 폭발적인 증가를 보이는 교통량과 차량하중의 중량화, 환경적 영향 등의 복합적인 요인들로 인해 도로포장의 소성변형을 비롯한 포장파손이 전국에 광범위한 범위로 발생함으로써, 도로사용자에 대한 교통사고의 유발 증대 및 이에 따른 국가 도로포장 유지/보수 예산의 수요가 급증하고 있다.

따라서 도로포장설계에 대한 보다 지속적인 연구, 보완을 통하여 국내 현실에 적합한 포장설계법의 보완/개정이 필수적이며, 실무자 교육을 통해서 현장과 실무에서 도로포장 설계의 일관성을 유지해야 할 것이다. 아울러 도로설계편람 포장편은 국내 포장설계기술의 일관성 유지와 포장공학의 체계적인 실무교육에도 일조할 수 있으리라 기대한다.

## 참고문헌

- 1) 구재동등 7인, 건설공사기준 운영 체계 구축 방안 연구, 한국건설기술연구원, 1997
- 2) 서영찬, "중차량 증가에 따른 콘크리트포장 선정 기준 연구", 도로설계편람(II) 최종보고서, 한국건설기술연구원, 2000.
- 3) 이석근, "도로의 기능별 차로 및 방향 분배계수 결정 연구", 도로설계편람(II) 최종보고서, 한국건설기술연구원, 2000.
- 4) 일본도로협회, 아스팔트 포장요강, 1988.
- 5) 조윤호, "하중전달계수의 산정 연구", 도로설계편람(II) 최종보고서, 한국건설기술연구원, 2000.

### 회비 납입 안내

우리 학회의 정관에 의하여 3월부터 새로운 회계연도가 시작됩니다. 지난 해에 입회한 정회원 및 특별회원은 연회비를 납부하여 주시기 바랍니다.

학회 정관(제9조)에 의하여 연회비를 1년 이상 납부하지 않은 회원은 회원자격이 정지되어 학회지의 발송을 중지합니다.

§ 납부할 곳 : 하나은행 224-910004-51504 한국도로포장공학회  
(가입회원명으로 입금 요망)

- 학회 사무국 -