

도로설계편람 - 포장편 작성 연구

Highway Design Manual - Pavement

권수안* · 김현욱** · 노관섭*** · 김연복****

1. 서론

1.1 연구배경 및 목적

전국 간선도로망 구축체계의 기본 방향에 부응하여 지역간의 균형적인 수송 및 교통소통의 원활화를 위해서는 도로의 주 기능인 이동성과 접근성이 각 도로의 등급에 맞게 적절히 계획, 설계, 시공되어야 하나 도로설계의 법적 규정인 “도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙”은 법규 형식상 도로의 구성요소별 정의와 최소 설치기준 위주로 기술되어 있고, 기타 도로설계 관련 제 기준(지침, 요령, 기준, 시방서 등)들도 주요 공종에 한하여 개별적으로 제시되어 기준 상호간의 일관성도 부족하고, 도로설계의 상위 개념(도로계획)의 정의와 설계의 단계별 과정, 시설물 설치관련 사항(포장, 교량, 교차 시설, 부대 시설 등), 안전시설물에 대한 설계기준 등도 미비 되어, 지형 및 교통조건 등 변화되는 설계조건에 적절히 대응하기가 어려워 설계의 내실화를 기할 수 없는 실정이다. 따라서, 본 과업에서는 도로포장과 관련된 제 규정 및 기준들의 미비 사항들을 보완하여 설계의 전과정을 체계적이고 일관되게 정리하여 표준화하고, 외국의 설계법과 국내 신기술의 소개와 도로설계 실무자 중심의 설계 편람을 작성하여 도로건설기술과 도로설계기술의 향상을 목적으로 하였다.

1.2 연구 내용

『도로포장』 편에서는 도로설계 실무자들이 포장설계 전반적인 내용을 쉽게 파악할 수 있도록 하였으며 도로 포장의 개념적인 이해와 설계 과정의 명확한 이해를 돕기 위해 도로포장의 정의 및 종류, 포장형식 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 하도록 하였다. 또한, 각 항목별로 가능한 설계 사례를 제시함으로써 설계방법에 대한 이해를 돕도록 하였다.

* 한국건설기술연구원 도로시설연구그룹 선임연구원 (031-910-0174) / sakwon@kict.re.kr

** 한국건설기술연구원 도로시설연구그룹 연구원 (031-910-0172) / hwkim@kict.re.kr

*** 한국건설기술연구원 도로시설연구그룹 수석연구원 (031-910-0163) / ksno@kict.re.kr

**** 한국건설기술연구원 토목연구부장 (031-910-0162) / ybkim@kict.re.kr



「부록」 부분에서는 여러 가지 포장설계법에 대한 내용을 검토하였고 도로포장분야의 신기술에 대한 소개도 함께 다루어 실무에서 특수한 공법에 대한 적용 시 도움이 되도록 하였다.

1.3 연구 방법

본 과업의 수행은 각 편별로 그림 1과 같이 자료 수집 단계와 세부 연구 및 편람 집필 단계의 두 단계로 나누어 실시하였다. 각종 도로 설계 관련 기준 및 지침, 외국의 설계 편람 그리고 최근 신기술 등의 내용을 수록하였으며, 도로 설계 전문가 및 실무자의 의견을 수렴함으로써 도로 설계 실무자 및 관리자 등 관계자들이 편리하게 사용할 수 있도록 하였다.

(1) 1 단계 : 자료 수집 단계

도로 설계와 관련된 국내의 기존 기준, 시방, 지침, 편람 등의 자료들을 수집하였으며, 현장 실험 자료 등의 자료들도 수집하였다. 국내의 자료들로서는 건설교통부 및 도로관련 기관에서 발행한 지침서, 시방서, 요령, 편람 등의 자료들을 우선적으로 수집하였으며, 기타 설계 자료, 시공 자료, 실험 자료 등을 수집하였다. 외국의 자료들로서는 미국의 경우 각 주별 설계 편람(Design Manual), 지침서(Guideline), 일본의 경우 도로설계요령, 분야별 시방서 등을 수집하고 비교하였다.

(2) 2 단계 : 세부 연구 및 편람 집필 단계

자료 조사 및 설문 조사를 통해 사용자 요구 사항들을 분석·정리하여 현행 기준의 보완 및 개선이 필요한 항목들을 선정하였으며, 선정된 항목들에 대해서는 국내·외 연구 성과와 관련 자료들을 검토하여 분석하였다.

편람은 도로의 계획 및 설계시 적용하여야 할 바람직한 기준 범위(상·하위 기준치, 표준치) 설정을 목표로 작성하였으며, 설계의 기본 지침과 세부 항목에 대한 설계 지침, 시공을 위한 설계도서의 작성 지침 등을 포함한다. 집필된 편람은 학술 및 실무 자문위원회의 자문과 심의를 받아 초안을 보완하고, 이에 대해 건설교통부 산하 5개 지방국토관리청 및 지방자치단체를 비롯한 도로설계 관련 기관의 자문회의와 10여개의 용역회사 도로설계 실무 책임자들의 검토회의를 거쳐 작성안을 최종 보완하였다. 최종적으로 보완하여 완성된 도로설계편람(안)은 평가심의위원회의 심의를 받아 확정하였다.

2. 본 론

2.1 편람의 정의 및 위계

도로 설계를 수행하기 위해서는 이와 관련된 설계 절차와 적용치에 대한 기준이 있어야 한다. 이들 관련 기준들은 내용의 기술적 수준, 범위 그리고 법적 효력 등에 따라 기준, 편람, 지침, 요령, 기술지 도서 등으로 구분할 수 있다. 이들 기준에 대한 정의를 “건설공사기준 운영 체계 구축 방안 연구(한국 건설기술연구원, 건설교통부, 1997)”에서는 다음과 같이 정의하였다.

- (1) 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.

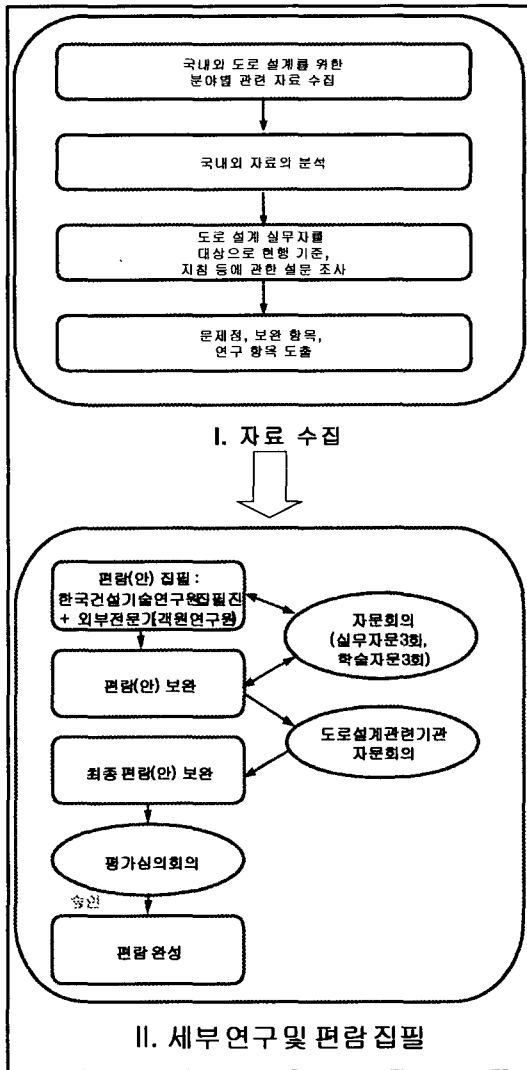


그림 1. 과업 수행 흐름도

근본이 되도록 한 것이다.

2.3 사용자 요구사항 분석

도로 포장의 설계 실무 절차를 반영하고 포장편 객원 연구원들과 협의하여 결정한 목차 내용 및 도로 포장의 설계 현황에 대하여 도로 설계 관련 기관 및 연구기관 등에 설문조사를 실시하였다. 포장편의 설문 조사 결과 전반적으로 국내 실정에 맞는 입력변수, 설계 방법 및 설계식 산정을 제시할 것을 요구하는 것으로 분석되었으며, 각 장별 항목 중에서 아래 항목들은 매우 자세하게 집필하기를 원하는 것으로 나타나 실무자 입장에서 요구하는 가장 필요한 부분이라고 판단된다.

(2) 지침 : 편람과 설계 기준의 중간적 성격을 띠고 있으며, 시방서 상에서 기술하기 곤란한 사항에 대해 분야별로 시공 방법 및 유지 관리에 관한 상세한 기술적 기준을 요소별로 정의하여 방침을 정하는 것을 의미함.

(3) 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.

(4) 기술지도서 : 기술 및 창의력의 향상을 위하여 새로운 설계 기법 및 시험 방법, 신개발 자재 등을 현장 실무자에게 활용할 수 있도록 제시된 것을 의미함.

(5) 요령 : 설계 및 시공의 재료 시험 방법 등에 대하여 현장 기술자가 능률적으로 업무를 수행할 수 있도록 시방서나 규격의 범위를 쉽게 풀이한 것을 의미함.

2.2 편람의 구성

도로설계편람은 그림 2와 같이 도로설계 관련 계획, 교통, 지형, 환경, 정책, 주민의견, 예산 등의 내용을 반영함으로써, 안전성, 소통성, 접근성, 편리성, 환경성, 경제성 등을 고려한 도로를 설계하는데

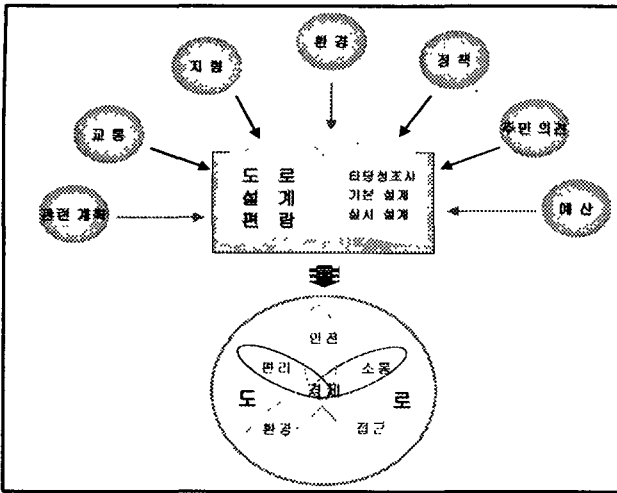


그림 2. 도로설계편람의 구성도

- (1) 설계기본사항 : 국내실정에 맞는 설계입력 변수, 동결심도 결정방법 등에 관한 항목
- (2) 아스팔트포장 : 서로 상이한 공법의 접속부 처리방안, 소성변형대책에 관한 항목
- (3) 콘크리트포장 : 터널내 포장설계방법, 확장부 및 접속부 처리방안에 대한 항목
- (4) 덧씌우기포장 : 국내 사용중인 덧씌우기 포장공법의 나열, 덧씌우기 방법의 정리
- (5) 간이포장 : 간이포장의 개념 및 적용범위 정립, 외국사례 기술

(6) 특수포장 : 종류별 적용 방법 및 설계 방법 제시

2.4 세부 연구 내용

세부연구는 사용자 요구사항을 바탕으로 자문의견과 평가심의의견을 모두 수렴하여 자료조사 및 자체연구, 그리고 객원 연구를 통하여 수행하였고 그 주요내용은 다음과 같다.

(1) 교통량을 이용한 콘크리트 포장 형식 선정 대안

국도의 경우 중차량이 많으므로 인해 소성변형이 자주 발생되므로 「국도의 노선 계획·설계지침」에서는 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 PMS의 D/B자료를 활용하여 연구를 수행한 결과 표 1과 같은 콘크리트 포장 선정 기준 대안을 추천하였다.

<표 1> 포장형식 선정을 위한 기준 교통량

신뢰도	10% 표준 축하중 교통량	8.2% 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

(2) 차로분배계수

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 고속



도로와 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.

(3) 하중전달계수

온도 보정을 거치지 않고 일부 자료를 바탕으로 적용하기는 하였으나 계산된 하중전달계수가 88고속도로의 경우 3.0~4.3, 중앙고속도로의 경우 2.85~3.0으로서 AASHTO 설계법에서 제시하는 JCP의 하중전달계수의 범위보다 그 값이 더 작음을 알 수 있다. 이는 기존의 국내 하중전달계수가 과하게 적용되어 포장단면이 과대하게 설계되고 있음을 말해주는 것이다.

(4) 동결심도

기존의 단면설계에서는 양질의 동상방지층으로 인한 지지력의 증가를 고려하지 못한 비경제적인 설계방법을 고수해왔는데 이러한 문제점을 개선하고자 설계 두께 보정 방법을 제안한다.

동상방지층 설치 후의 지지력 계산을 위해서 노상의 CBR과 동상방지층의 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_m : 그 지점의 CBR(%), CBR_n : n층의 CBR(%),
 h_n : n층의 두께(cm), h₁ + h₂ + ... + h_n = 100(cm)

그러나, 입상재료 보조기층의 CBR값은 30이지만 동상방지층의 경우 이러한 값을 그대로 쓸 수 없으므로 향후 연구를 통한 CBR 값의 산정이 필요하다.

(5) 개질 아스팔트의 상대강도계수는 잠정적으로 일반 아스팔트의 값을 그대로 적용하기로 한다. 또한, 아스팔트와 콘크리트 포장 설계시 공용식을 이용한 단면계산 예를 통하여 보다 합리적인 설계가 되도록 유도하였다. 또한, 실무자들을 위하여 구조물 상부 포장이나 확장구간 포장 그리고 절성 경계부 포장 등과 같은 특수개소 포장에 대한 내용을 소개하였다.

3. 결 론

본 편람은 국내 포장설계의 전과정을 체계적이고 일관되게 정리하여 표준화하고, 도로설계 실무자 중심의 설계 편람을 작성하고자 하였다. 하지만 포장설계의 각각의 입력변수에 대한 향후 지속적인 연구, 보완을 통하여 국내 환경에 적합한 계수를 산정해야 하며 개정되는 편람에 대한 홍보 및 교육을 통하여 실무에서 포장설계의 통일성과 일관성을 갖도록 해야할 것이다.

참고문헌

- 1) 건설교통부, 도로설계편람(II)(안), 2000
- 2) 건설교통부, 도로설계편람(II) 최종보고서(안), 2000