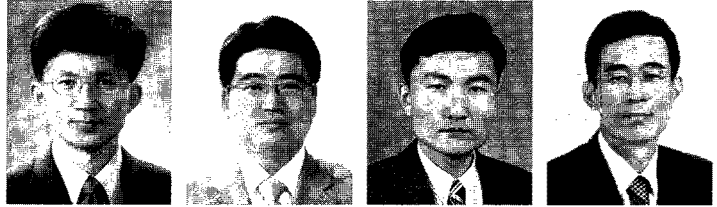


한국형 포장설계법에서의 하부구조 특성 정량화



임 유 진 | 배재대학교 건설환경공학과 교수
 최 준 성 | 인덕대학 건설환경공학과 교수
 권 기 철 | 동의대학교 토목환경공학과 교수
 김 상 규 | 국토해양부 간선도로과 담당주무관

1. 서론

과거의 포장설계법(AASHTO, 1972, 1986, 1993)은 대부분 경험적 모형을 기본으로 하여 개발되었으며 국내에서 현재 사용되는 포장설계법 또한 이 범주를 벗어나지 못하고 있다. 최근 개발된 AASHTO 2002 설계법(MEPDG)은 역학적-경험적(Mechanic-Empirical) 포장설계법으로서 보완작업을 진행중에 있으며 유럽 대부분의 국가에서는 자체적으로 역학적-경험적 설계법을 개발하여 사용하고 있고 최근 이들을 통일하여 단일화하기 위한 다각적인 노력이 진행되고 있다.

국내 도로 포장은 교통량 및 중차량 비율증가 등으로 포장파손이 심화되고 있으나, 국내 도로조건(환경, 재료특성, 교통조건)을 효과적으로 고려하지 않은 외국의 경험적인 설계법의 사용은 실제 공용수명 저하의 주요 원인이 되고 있으며, 빈번한 보수 등에 따른 건설비용의 낭비를 초래하고 있다.

한국형 포장설계법은 역학적-경험적 설계개념을

도입하여 개발되었다. 포장구조체의 역학적 분석을 행하여 포장체의 거동(응력 및 변형률)을 분석한 후, 포장거동과 포장 공용성(균열, 평탄성, 소성변형 등) 간의 경험적인 예측방정식을 수립하여 포장의 공용성을 예측한다. 따라서 포장의 역학적인 분석을 위해서는 하부구조를 이루는 각 층의 재료물성을 정확히 파악할 필요가 있으며 아울러 국내 하부구조층 재료를 사용하는 설계입력변수의 정량화가 선행되어야 한다. 또한 이와 같은 하부구조층 재료의 물성을 파악하기 위한 시험법의 표준화가 이루어져야 하며 시험된 결과의 해석방법도 표준화하여야 한다.

2. 한국형 포장설계법에서 사용하는 설계 입력물성치

2.1 한국형 포장설계법의 설계입력변수

한국형 포장설계법에서는 설계입력변수에 미치는

다양한 영향(배수조건, 함수비, 응력조건 등)을 고려하여 콘크리트 포장 및 아스팔트 포장의 설계에 각각 필요한 설계입력값인 복합 K 와 각 층재료의 탄성계수(노상, 보조기층 및 기층, 입상재료의 탄성계수 E_{sur}, E_{sub}, E_{bs}) 및 영구변형 결정모델에 필요한 모델계수를 결정하는 구조를 채택하였다(그림 1).

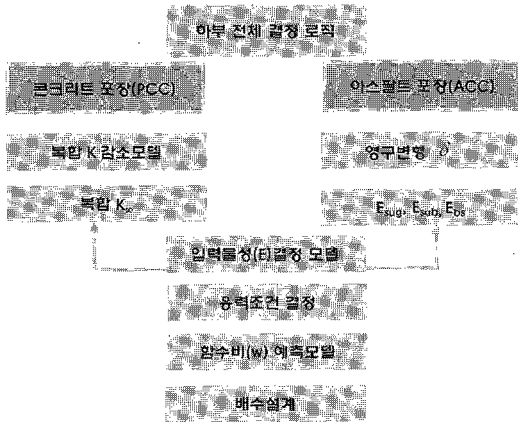


그림 1. 하부구조 전체 설계로직

한국형 포장설계법에서는 하부구조층(노상층, 입상의 보조기층 및 기층)재료의 기본 설계입력물성치로서 탄성계수(E)를 선택하였다. 탄성계수는 매우 다양한 요소에 의해 영향 받는데 한국형 포장설계법에서는 노상토의 경우 체적응력(θ), 축차응력(σ_d), 함수비(w)를, 입상 보조기층에 대해서는 체적응력(θ)을 영향요소로 고려한 탄성계수 결정모델을 사용한다. 결정된 탄성계수는 직접 설계입력변수로 사용(아스팔트 콘크리트 포장; 이하 아스팔트 포장)하거나 복합 K 를 결정하기 위한 하부층의 재료물성값으로 채용된다(시멘트 콘크리트 포장; 이하 콘크리트 포장).

한국형 포장설계법에서는 응력수준과 함수비 등의 환경영향을 고려하여 탄성계수 결정모델로부터 탄성계수를 구할 수 있도록 재료에 대한 직접시험을 실시(설계수준 1) 하거나 재료의 기본물성치로부터 상관경험모형을 이용하여 설계입력변수인 탄성계수를 결정하는 방법(설계수준 2)을 채택하도록 하였다

(그림 2).

통상 도로의 하부층을 이루는 노상토는 선형에 따라 다양한 특성 변화를 경험한다. 따라서 도로 노선에 따른 노상토의 변화를 조사하고 이를 설계에 반영하기 위해서는 설계기간 결정후 각 구간별 대표 시료를 채취하여 설계입력변수를 결정하게 된다. 하부구조의 설계입력변수는 구조해석에 필요한 물성치인 탄성계수 및 포아송 비로 크게 구분된다.

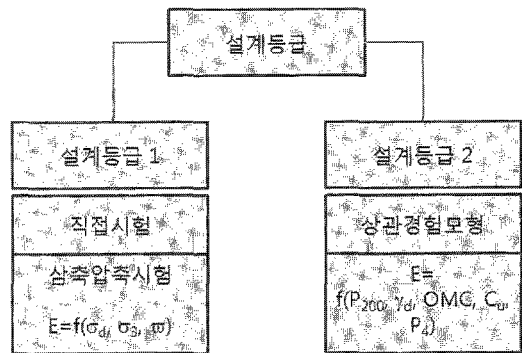


그림 2. 설계등급에 따른 하부물성(탄성계수)의 결정방법

2.2 국내 하부구조층 재료의 역학적 특성과 결정 모델

우리나라 도로 포장에 사용하는 노상토는 성토의 경우 대부분 모래 또는 실트질 모래로 파악된다. 또한 #200체 통과량(P_{200})이 10% 이하인 경우가 50% 이상이며 70% 이상이 비소성(NP)으로 나타난다. 아울러 CBR과 노상지지력계수(k)도 대단히 우수한 것으로 보고된 바 있다. 이와 같은 우수한 재료특성을 보이는 국내의 노상토는 대부분 화강암 또는 화강편마암 계열의 암반이 풍화되어 조성된 흙재료로서 AASHTO 설계법을 개발한 미국의 점성이 많은 노상토 특성과는 상이한 것이다. 따라서 국내 노상토는 보조기층과 같이 입상재료의 특성을 보다 많이 가진 것으로 판단되지만 국내 화강풍화토는 포화시 물(함수비)에 의한 강성의 저하가 큰 것으로 알려져 있다. 반면 절취된 원지반 노상의 경우 풍화도

와 불연속면의 발달상태에 따라 강성의 변화가 심하여 이를 고려한 강성의 파악이 중요하다.

우리나라 도로현장에서 사용되는 보조기층 재료는 GP 또는 GW계열로 분류되며 비소성(NP)이고 #200체 통과량(P_{200})이 5% 미만으로 나타난다. 또한 CBR의 변화는 20~80정도로 넓게 분포하지만 지지력계수와 보조기층 재료의 특성 변화폭이 작다. 이는 국내에서 사용하는 보조기층 재료가 대부분 석산에서 채석, 파쇄된 후 일반 모래와 섞어 입도조정하여 사용하는 매우 양질의 재료이기 때문이다.

하부구조층의 설계입력변수중 탄성계수는 매우 다양한 요소에 의해 영향을 받는다. 대표적인 영향요소로는 함수비, 건조단위중량 등의 재료적 요인과 응력수준, 하중반복횟수, 변형률크기, 하중주파수 등의 구조적 측면으로 구별된다. 한국형 포장설계법에서는 하부구조의 설계입력변수인 탄성계수에 영향을 미치는 요소로서 함수비, 응력수준(축차응력 및 구속응력)을 주요한 인자로 설정하여 직접 탄성계수를 획득하는 방법을 제시하였으며 아울러 탄성계수와 기본적인 토질특성(#200체 통과량(P_{200}), #4체 통과량(P_4), 함수비, 최대건조단위중량, 균등계수 등)과의 상호 연관성에 착안하여 기본적인 토질특성 시험결과로부터도 탄성계수를 획득(그림 2)할 수 있는 방법을 별도로 제시하였다.

2.2.1 함수비 조건의 고려

함수비는 노상의 탄성계수에 매우 큰 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 함수비의 경우 건조층의 경우에 비하여 습윤층으로 함수비가 증가하는 경우를 보다 심도있게 고려할 필요가 있다. 이는 함수비의 증가가 재료의 탄성계수를 감소시키는 원인이 되기 때문이다. 통상 도로 현장에서는 노상 및 보조기층 재료의 다짐시 최적함수비 또는 약간의 건조층에서 다짐이 이루어지도록 한다. 국내 국도의 LTPP구간에서 측정된 장기간 함수비 측정결과는 시공시의 다짐함수비와 비교하여 크게 증가된 함수특성을 보인다(그림 3). 이는 다양한 경로를 통하여 포장 하부로 침입하는 수

량이 증가하는 경향을 보여주는 것으로서 특히, 양면 절토 또는 편절편성부에서 이와 같은 현상이 급증하는 경향을 보인다. 주로 기존 절취된 원지반의 수맥을 따라 흐르던 용출수의 영향으로 판단되는 이와 같은 현상을 방지하기 위하여 적절한 배수설계의 도입이 필요하며 이를 한국형 포장설계법에서 반영하도록 하였다. 특히 노상의 경우 지하수위 아래에 놓여 완전 포화되는 경우가 많고 최초 시공시의 최적함수비에 비하여 함수비가 증가하는 경향을 효과적으로 고려할 수 있도록 함수비 예측모델을 탑재하였다(표 1). 함수비 예측모델은 해당 지역의 월평균온도(Temp), 강수량(Prec.) 및 노상토의 #200체 통과량(P_{200})을 이용하여 노상의 함수비를 계산한다.

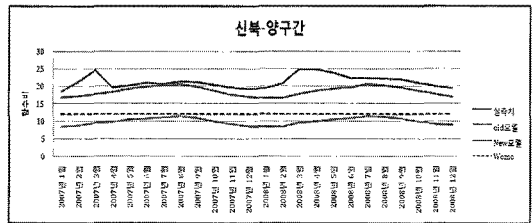


그림 3. 국도 LTPP구간의 전형적인 실측함수비 변화추세와 최적함수비의 비교

표 1. 함수비 예측식

지역	함수비 예측식(%)
남부지방	$\omega = 21.84699 + 0.09598 \times Temp + 0.00064287 \times Prec + 0.29130 + P_{200}$
북부지방	$\omega = 23.54759 + 0.15216 \times Temp + 0.00070721 \times Prec + 0.17990 + P_{200}$

2.2.2 응력조건의 고려

도로의 단면구성에 따라 하부구조 각층에 발생하는 응력수준 즉, 구속응력(σ_3) 및 축차응력(σ_d)은 그 발생크기를 달리한다. 이러한 응력수준의 발생차이는 영구변형과 평탄성 및 균열 등 해당 재료의 공용특성과 탄성계수의 변화에 매우 큰 영향을 미치게 된다. 따라서 국내 포장 단면의 구성에 따른 하부구

조 내 발생 응력수준을 분석하고 이를 이용한 탄성계수 및 영구변형 결정모델을 설정하는 것은 매우 중요하다. 또한 이와 같은 응력수준은 각 결정모델을 설정하는데 필요한 시험법을 구성하기 위해서도 필요하다. 국내 포장 단면구성에서 보조기층과 노상에 발생하는 구속응력과 축차응력 모두 AASHTO T294-92I 및 AASHTO T307-99 하중조합 이내에 있지만 제시 값보다 작은 경향을 보였다. 따라서 탄성계수 및 영구변형 등을 평가하는 응력수준은 역학시험과 설계입력변수 결정에 사용하는 시험 등에 낮은 구속응력 단계의 시험이 필요한 것으로 판정되었다.

2.2.3 배수조건외 고려

도로하부층에 침투된 물은 재료강성과 강도의 감소를 초래하며 이로 인해 포장 표층의 조기손상과 내구수명의 단축을 불러온다. 따라서 도로포장 하부구조체 내로 침입된 물은 속히 체외로 배출되어야 한다. 한국형 포장설계법에서는 이러한 포장하부층으로 침투된 물을 배수시키는데 필요한 설계요건을 제시하며 침투수원과 침투수량의 결정방법 및 배수설계에 필요한 기하구조의 설정(그림 4(a))과 배수층 또는 지오텍스타일 차단층(필터) 등 재료의 결정, 각 배수층의 시간경과에 따른 배수도(degree of drainage) 확인절차를 포함(그림 4(b))한다.

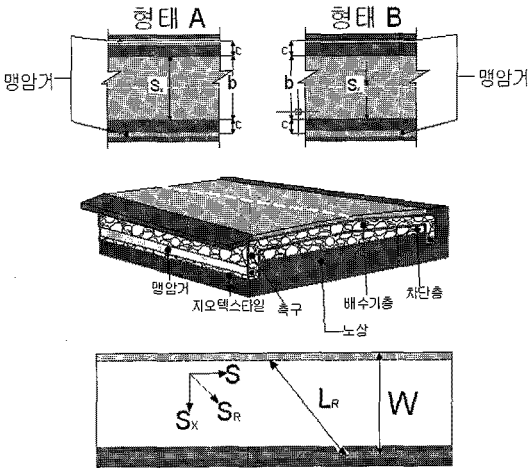


그림 4(a). 배수설계를 위한 기하형상 정의

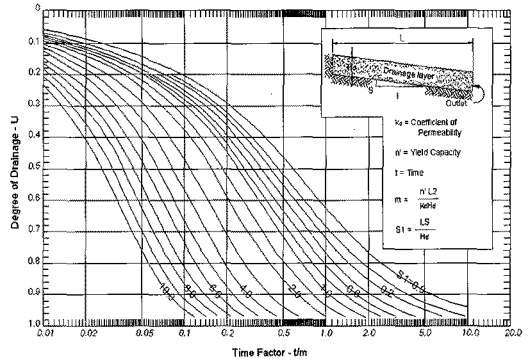


그림 4(b). 포화배수층의 배수도와 시간계수의 관계

3. 설계입력변수 결정모델 및 결정방법

3.1 설계입력변수 결정모델

한국형 포장설계법에서는 설계입력변수로서 하부구조층재료의 탄성계수를 사용한다. 노상토와 보조기층 또는 기층 입상재료의 탄성계수 모델은 각각 식 (1) 및 식 (2)와 같이 제시되었으며 응력수준과 함수비의 영향을 받는다.

$$E = k_1 \theta^{k_2} \sigma^{k_3} 10^{k_4 (\omega - \omega_{opt})} \quad (1)$$

$$E = k_1 + k_2 \theta \quad (2)$$

여기서, E =탄성계수(MPa), θ =체적응력($\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3$)(kPa), σ_d =축차응력(kPa), ω_{opt} =최적함수비(%), ω = 함수비 (%), $k_1 \sim k_4$ =각 재료의 모델계수로서 층재료별로 결정함.

국내 LTPP자료와 이를 이용한 함수비 예측모델을 이용하면(표 1) 노상토 지반에서의 적정수준 함수비의 최대 변화폭은 최적함수비(OMC) 대비 $\pm 5\%$ 내외로 제한되어야 한다. 또한 AASHTO 2002 설계지침의 경우에도 함수비 변화에 따른 탄성계수의 변화 정도를 일정수준에서 제한하는 모델을 채택하였다.

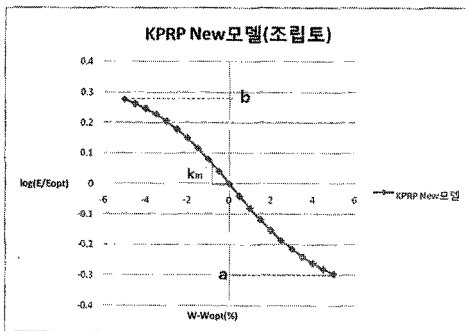
탄성계수 결정모델에 의해 산정되는 탄성계수의 상·하한계 값은 식 (3)과 같이 제한된다.

$$\frac{E}{E_{opt}} = 10^{a + \frac{b-a}{1 + \text{EXP}(\ln \frac{b}{a} + k_m (\omega - \omega_{opt}))}} \quad (3)$$

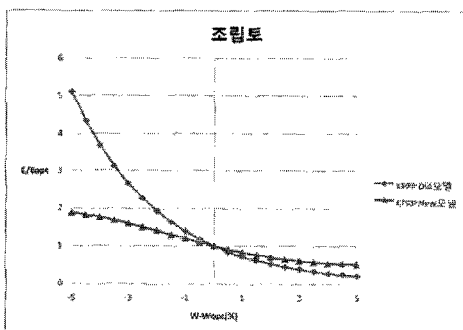
여기서 a =탄성계수의 하한계 값, b =탄성계수의 상한계 값, k_m =탄성계수 예측 모델 직선부의 기울기(또는 감쇄율), ω =합수비, ω_{opt} =최적합수비. 노상 흙재료에 따라 a , b 및 k_m 은 표 2와 같이 제안되었다. 이와 같은 방법에 의해 노상재료의 탄성계

표 2. 수정 탄성계수 결정모형식의 상하한 값 결정을 위한 파라미터

파라미터	조립토	세립토
a	-0.36	-0.615
b	0.33	0.42
k_m	0.4718	0.4245



(a)



(b)

그림 5. 수정 탄성계수 결정모형식의 상하한 값 결정 로직(a) 및 탄성계수 변화 영역 계산 예(b)

수는 그림 5와 같은 영역에서 값이 선택되어 프로그램 내에서 기동한다.

3.2 설계입력변수 결정방법

식 (1) 및 식 (2)에 제시한 노상토와 입상 보조기층 또는 기층 재료의 결정모델을 이용하여 포장구조 해석을 실시하고 이를 설계에 적용하기 위해서는 응력수준(구속응력 및 축차응력)에 따른 탄성계수의 평가가 선행되어야 한다. 한국형포장설계법에서는 설계의 수준에 따라, 하부층 재료에 대한 직접 시험이 필요한 경우(설계수준 1)와 재료의 기본 물성시험으로부터 얻어지는 지수물성치가 필요한 경우(설계수준 2)로 나누어 각각 탄성계수를 결정한다(그림 2).

설계수준 1의 경우 AASHTO 2002 설계법에서 채택한 시험법과는 달리 일반적인 반복재하가 가능한 삼축시험으로부터 탄성계수를 획득할 수 있는 시험법과 탄성계수 결정절차를 제시하였다. AASHTO 2002 설계법에서는 회복탄성계수시험(AASHTO T307-99)법을 제시하지만, 이는 매우 복잡한 시험 절차와 고가의 시험장비 및 숙련된 시험원이 필요한 단점이 있다. 한국형포장설계법에서 채택한 노상토 시료에 대한 반복삼축압축시험의 하중조합은 표 3과 같고 보조기층 및 기층 입상재료에 대한 하중조합은 표 4와 같다.

표 3. 노상토 시료에 대한 삼축압축시험의 하중조합

구속응력 (kPa)	하중반복횟수	축차응력 (kPa)	
		재하	역재하
41	2	0 → 69	69 → 0
21	2	0 → 69	69 → 0
10	2	0 → 69	69 → 0
0	2	0 → 69	69 → 0

안정응력 : 6.9 kPa, 축변형속도 : 0.04%/분

표 4 보조기층 시료에 대한 삼축압축시험의 하중조합

구속응력 (kPa)	하중반복횟수	축차응력 (kPa)	
		재하	역재하
104	2	0 ~ 104	104 ~ 0
21	2	0 ~ 69	69 ~ 0
35	2	0 ~ 104	104 ~ 0
69	2	0 ~ 207	207 ~ 0
104	2	0 ~ 207	207 ~ 0
138	2	0 ~ 276	276 ~ 0

안정응력 : 13.8 kPa, 축변형속도 : 0.04%/분

반복재하시험시 구속응력 단계별 응력-변형을 곡선을 획득하며 응력-변형을 곡선의 기울기로부터 재하 단계의 할선탄성계수를 결정한다. 폭넓게 보급되어 있는 삼축시험기를 사용하는 본 시험의 자세한 시험기구와 시험방법에 대한 것은 설계법에서 별도로 지정한다. 설계수준 2의 경우 AASHTO 2002 설계법에서와 마찬가지로 간단한 기본 물성시험에서 얻는 시험결과를 이용하여 탄성계수를 결정토록 하였다. 기본 물성시험에서 추출되는 시험결과는 표 5의 최대 및 최소영역에 속하며 프로그램 내에서 자동적으로 탄성계수가 결정되도록 하였다.

표 5. 입력 기초물성치(p)의 최대치 및 최소치 계수

구 분	항목	최소값 (Min.)	최대값 (Max.)
노상토	최적함수비(OMC, %)	6.2	19.0
	최대건조단위중량(kN/m ³)	1.65	2.34
	균등계수(Cu)	0	40.74
	#200체 통과량 (%)	1.28	29.5
	구속응력 (kPa)	0	41
	축차응력 (kPa)	14	69
보조기층 재료	최대건조단위중량(kN/m ³)	2.04	2.423
	균등계수(Cu)	9.8	63.7
	#4체 통과량 (%)	26.2	54.4
	구속응력 (kPa)	21	138
	체적응력 (kPa)	84	690

기본 물성치와 설계입력변수인 탄성계수와와의 상관성은 국내 하부층 재료에 대한 폭넓은 시험결과를 분석하여 설정되었으며 상관관계 설정을 위하여 인공 신경망 이론이 사용되었다. 이와 같은 상관경험모형은 (설계수준 1)과 같은 정밀성을 확보할 수는 없지만 어느 정도의 시험오차를 감수하면서 설계입력변수인 탄성계수를 간단한 시험으로부터 결정하기 위함이다. (설계수준 2)에서 얻는 국내 하부층 재료 탄성계수의 최대 및 최소영역은 표 6과 같다.

표 6. 상관경험모형 탄성계수의 최대값 및 최소값의 범위

(단위, MPa)

구 분	E_{min}	E_{max}
노상 토	39.0	276.0
보조기층	60.0	422.0

3.3 콘크리트 포장설계에서의 설계입력변수 활용

한국형포장설계법에서는 콘크리트 포장의 설계입력변수로 복합 K 값을 사용한다. 복합 K 값은 콘크리트 표층으로 간주되는 가상의 재하판이 하부구조층 위에 놓인 경우를 상정하여 일정 크기의 침하량 (δ)이 발생하는데 소요되는 압력(P)의 비로 정의된다. 따라서 복합 K 는 노상의 지지력비(k)와 유사한 개념이지만 다층으로 구성되는 하부구조 전체에 대한 지지력비(그림 6 참조)의 개념이라는 측면에서 콘크리트 포장구조해석에 보다 유리하다고 할 수 있다. 콘크리트 포장의 설계입력변수로서 복합 K 를 산정하기 위한 결정모델을 개발하였으며 결정모델에 필요한 주요 입력요소는 노상의 탄성계수(E_{SG}), 노상의 두께 또는 기반암까지의 깊이(D_{SG}), 보조기층의 탄성계수(E_{SB}), 보조기층의 두께(t_{SB}), 린콘크리트 기층의 탄성계수(E_{Lean}), 린 콘크리트 기층의 두께(t_{Lean}) 등이다. 복합 K 값은 콘크리트 포장의 설계단면 구성에 따라 각각 별도의 결정 모델식으로부터 구한다. 복합 K 값 산정을 위한 콘크리트 포장단

면은 국내 포장 설계여건을 고려하여 다음과 같이 4개의 대표 단면으로 설정하였다.

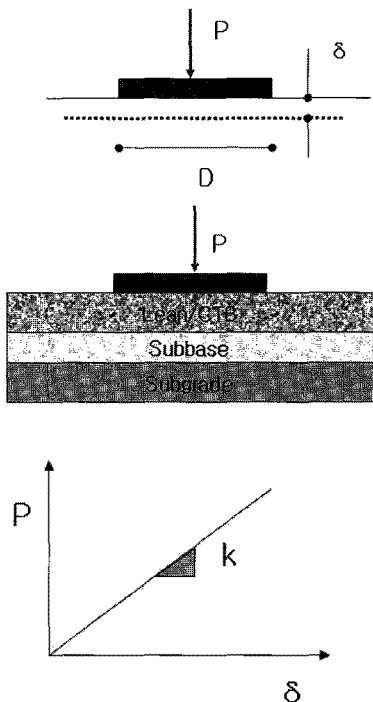


그림 6. 복합 K의 설정 개념

- ① 노상+보조기층+PCC
- ② 노상+린 콘크리트 기층+PCC
- ③ 노상+입상보조기층+린 콘크리트 기층+PCC
- ④ 노상+입상보조기층+BB+PCC

포장 단면구성별로 식 (4)와 같은 각각의 복합 K 결정식을 사용하여 복합 K값을 결정하며 그 값은 주 설계프로그램을 구동하여 프로그램 내에서 자동으로 계산된다.

$$\begin{aligned}
 \text{Log}K = & 0.00951 + 0.85105\text{Log}(E_{sg}) - 0.92038\text{Log}(t_{sg}) \\
 & + 0.15314\text{Log}(E_{agg}) - 0.02810\text{Log}(t_{agg}) \quad (4) \\
 & + 0.47855\text{Log}(E_{lean}) + 0.06484\text{Log}(t_{lean}) \\
 & + 0.358[\text{Log}(E_{sg})\text{Log}(t_{sg})] + 0.366[\text{Log}(E_{agg})\text{Log}(t_{agg})] \\
 & + 0.3[\text{Log}(E_{lean})(t_{lean})] - 0.27[\text{Log}(E_{agg})\text{Log}(t_{lean})]
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & - 0.379[\text{Log}(E_{sg})\text{Log}(t_{agg})] - 9.66 \times 10^{-2}[\text{Log}(t_{sg})]^2 \\
 & - 0.18[\text{Log}(E_{sg})]^2
 \end{aligned}$$

여기서, K : 복합 지지력계수(MPa/m), E_{sg} : 노상층의 탄성계수(MPa), E_{lean} : 린 콘크리트 기층의 탄성계수(MPa), E_{agg} : 입상(보조)기층의 탄성계수(MPa), t_{sg} : 노상도의 깊이 (m), 단, 원지반 절토의 경우 기반암까지의 거리이며 성토의 경우 최대 4.0m 사용, t_{lean} : 린 콘크리트 기층의 두께 (m), t_{agg} : 입상(보조)기층의 두께 (m)

이와 같은 복합 결정식에서 필요한 하부층의 물성값(탄성계수)은 아스팔트 포장에서와 마찬가지로 (설계수준 1)과 (설계수준 2)에 따라 각각 직접시험 또는 기본 물성시험에 의해 경험식으로부터 결정할 수 있다. 콘크리트 포장설계의 기본 입력물성치로 사용되는 복합 K 값은 시간경과에 따라 다양한 원인으로 인하여 지지력의 감소가 발생한다. 이와 같은 지지력 감소효과(Loss of Support: LS)를 설계에 반영할 수 있도록 지지력 감소모델을 개발하여 채택하였다(그림 7).

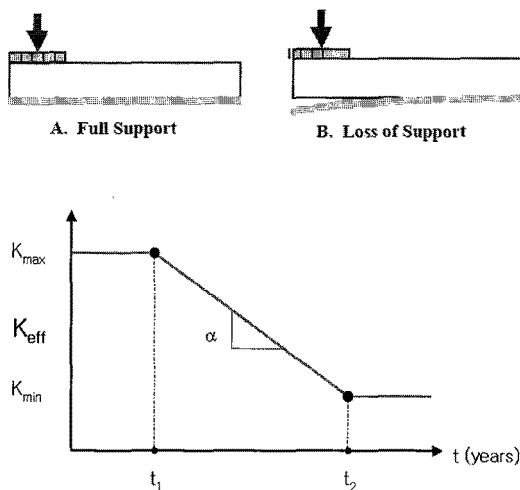


그림 7. 지지력 저하 개념 및 복합 K저하함수의 개념

4. 영구변형 및 동상방지층의 고려

4.1 영구변형의 고려

설계입력물성치로서의 탄성계수 이외에 아스팔트 포장의 공용성 평가를 위하여 사용되는 설계변수는 영구변형 모델의 수립에 필요한 모델 파라미터이다. 한국형포장설계법에서는 아스팔트 하부구조 층재료의 영구변형을 고려한다. 영구변형 결정모델에 필요한 모델 매개변수는 반복동삼축시험에 의한 국내 하부층 재료의 영구변형 시험으로부터 결정하였으며 모델이 안정적인 VESYS 모델(식 5)을 사용한다.

$$\epsilon_p(N) = \mu \epsilon N^{-\alpha} \quad (5)$$

여기서, $\epsilon_p(N)$: N번째 하중 재하시 발생하는 소성 변형률, μ : 소성 변형률과 회복탄성변형률 사이의 비례상수, ϵ : 200번째 하중 재하시 발생하는 회복탄성변형률, N : 반복재하횟수, α : 재하회수에 따른 영구변형 증가량의 감소율

미국 AASHTO 2002 설계법에서 채택한 영구변형 예측모델은 작은 함수비 변화에도 너무 민감하게 반응하는 단점이 있으며 모델에 사용되는 파라미터의 수가 지나치게 많아 고려대상에서 제외하였다.

4.2 동상방지층의 고려

한국형 포장설계법에서는 동상방지층의 두께를 노상 동결관입 허용법을 사용하여 결정한다. 결정된 수평 동결지수를 바탕으로 동결관입깊이(동결심도)를 구한후 동결관입깊이와 표층 두께와의 차이와 노상토와 보조기층의 함수비 비율을 구한다. 이를 바탕으로 노상동결 관입허용법에 의한 설계 비동상 재료층 두께를 구해 표층 두께와 합산하여 동결심도를 산정한다. 아울러 동상방지층의 생략기준을 설정하였으며 성토고가 노상 최종면을 기준으로 2m 이상인 성

토구간에서는 노상토의 품질기준 중 #200체 통과량이 25% 이하이고 소성지수가 10 이하인 경우 동상방지층을 생략할 수 있도록 하였다. 다만 적용하기 애매한 부분은 대상에 따라 별도 지침을 제시하였다.

5. 결론

최종 완성된 한국형 포장설계법에서 채택하는 국내 하부구조 재료의 특성을 고려하는 방법과 이에 기초한 잠정 설계입력변수 결정법을 정리하였다. 국내에서 사용되는 노상토는 입상(사질)특성을 갖고 있지만, 함수비의 증가에 따라 강성의 저감이 급격히 이루어지는 특성을 갖고 있어 이와 같은 특성이 충분히 고려될 수 있도록 설계입력변수 결정모델을 제안하였다. 특히 국내 노상토에서의 함수비 추적조사 결과 편질편성부와 양면절토부에서 최적함수비 대비 함수비의 급격한 증가가 관측되었으며, 이와 같은 국내 노상토의 함수비 변화에 따른 변형특성이 설계입력변수 결정모델에 적용되도록 하기 위하여 함수비 예측모델이 별도로 개발되었으며 국내의 환경특성(강수량, 온도, 노상토의 재료특성)이 반영되도록 하였다.

콘크리트 포장의 경우 복합 K값을 설계입력변수로 사용하며 복합 K결정을 위한 결정식을 제시하였으며, 포장단면별 결정식에 필요한 기본 물성은 설계수준에 따라서 결정토록 하였다.

국내 하부구조 재료의 다양한 변형특성을 기반으로 한국형 포장설계법에서 사용될 탄성계수 결정모델과 결정모델에 필요한 시험절차 및 탄성계수 획득 절차를 체계적으로 확정하였다.

포장하부층에 침투된 물을 체외로 배출시키기 위해 효율적인 배수구조 설계로직을 완성하였으며, 이를 한국형 포장설계법 프로그램에 병행, 탑재할 예정이다. 또한 하부층 재료의 영구변형 특성이 한국형 포장설계법에서 반영되도록 하기 위하여 국내 하부층재료에 대한 영구변형 시험을 통하여 영구변형 결정모델을 확정하였다.

감사의 글

본 기술기사는 국토해양부 “한국형 포장설계법(KPRP)의 개발 및 성능개선연구” 결과의 일부로서 지원에 감사드립니다.

참고 문헌

1. 건설교통부 “한국형포장설계법 개발과 포장성능 개선 방안 연구”, KPRP 보고서(2002~2008)
2. 권기철, 김동수, 박성완 “하부물성의 포장 설계 적용 방안”, 대한토목학회 정기학술대회 전문학회 세미나 논문집, (2006.10)
3. 임유진, 조윤희, 권기철 “한국형포장설계법에서 콘크리트 포장설계를 위한 복합 K값 산정 및 현장검증”, 한국도로학회 학술발표회 논문집, (2007.10)
4. AASHTO (1982), “Standard Method of Test for Resilient Modulus of Subgrade Soils, AASHTO T-294-82,” 5. AASHTO, Washington D.C.
5. AASHTO (1986), “AASHTO Guide for Design of PavementStructure,” AASHTO, Washington, D.C.
6. AASHTO (1992), “Resilient Modulus of Unbounded Granular Base/Subbase Materials and Subgrade Soils-SHRP Protocol P-46 AASHTO, T-294-92I,” AASHTO, Washington D.C.
7. AASHTO (1993), “AASHTO Guide for Design of Pavement Structure,” AASHTO, Washington, D.C
8. AASHTO (2002), “Determining the Resilient Modulus of Soils and Aggregate Materials AASHTO T 307-99”, AASHTO, Washington D.C.

학회지 광고접수 안내

본 학회지에 게재할 광고를 모집합니다. 우리 학회지는 계간으로 매회 2,100부를 발간하여 회원과 건설관련 기관에 배포하고 있습니다. 회사 영업신장과 이미지 제고를 원하시는 업체는 우리 학회지를 이용하시기 바랍니다.

광고료 : 표2 · 표3 · 표4(300만원) · 간 지(200만원)

※ 상기금액은 연간(4회)광고료임.

사단법인 **한국도로학회**

전화 (02) 3272-1992 전송 (02) 3272-1994