JOURNAL of the Korean Asphalt Institute Vol. 13, No. 2, 295-305, 2023
https://doi.org/10.22702/jkai.2023.13.2.24

pISSN: 2234-0785
eISSN: 2635-9553

Scientific Paper

국내적용 온도보정처짐개발식을 통한 배수성포장 분석절차 제안

최준성[1]* · 오승훈[2] · 김장락[3] · 이종섭[4]
[1]인덕대학교 스마트건설방재학과 정교수(박사), [2]인덕대학교 도시기반시설공학과 학생(전문학사과정), [3](주)로드텍 전무,
[4](주)한국도로공사 도로교통연구원 수석연구원

Analysis procedure for porous pavement using advanced temperature - compensated deflection formula

Jun Seong Choi[1]*, Seung Hoon Oh[2], Jangrak Kim[3] and Jongseob Lee[4]
1Professor, Induk University (Ph.D.)
[2]Research assistant, Induk University (AS course)
[3]Executive Vice President, ROADTECH Corp
[4]Principle Research Engineer, KECRI

***Corresponding author:** Tel. +82-2-950-7565, E-mail. soilpave@induk.ac.kr

Received: December 3, 2023; **Revised:** December 21, 2023; **Accepted:** December 21, 2023

ABSTRACT

In this study, we reviewed the applicability of the existing Temperature-compensated deflection equation using a Representative temperature estimation method using existing research results, and improved and verified it to a domestically new temperature-compensated deflection equation that takes into account various asphalt thicknesses. In addition, based on the FWD test-data of porous asphalt pavement, we propose a analyzing process for the performance degradation of porous asphalt pavement, including a process of performing standard load and temperature correction on FWD data, and a conversion process of FWD Back-calculation elastic modulus to field dynamic elastic modulus. After proposing the process, a Excel program was developed for the evaluating the degradation of performance in the porous asphalt pavement using the concept of dynamic elastic modulus.

Keywords: Temperature-compensated deflection, Representative temperature estimation method, FWD test-data, Porous asphalt pavement, Degradation of performance

© 2023 by Korean Asphalt Institute. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

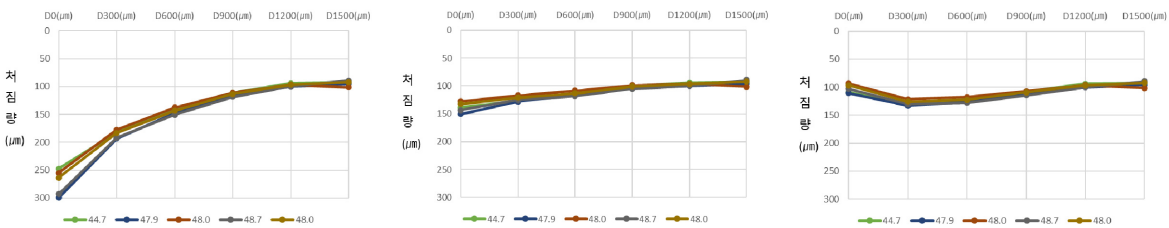
1. 서 론

배수성 아스팔트 포장 공법은 뛰어난 배수능력과 도로 소음을 줄여주는 장점으로 이미 해외 주요 국가에서 이 포장 공법을 사용하고 있다. 또한 지구의 온난화 현상으로 인해 우리나라 기후가 점점 아열대 기후로 바뀌고 있음에 따라 현재 국내의 도로가 배수성 포장공법을 적용하는 것은 선택이 아닌 필수로 여겨지고 있는 상황이다. 하지만 배수성포장 공법은 내구성이 약하다고 인식되어 이에 대한 평가절차가 필요한 현실이다. 또한 활발하게 적용되고 있는 해외에 비하여 국내에선 아직 도입기이므로, 국내에선 도로에 배수성 포장공법에 대한 유지관리시스템을 마련하지 못한 상황이다. 배수성 아스팔트포장의 공용성평가와 유지관리시스템 구축을 위해 본 연구에서는 유지관리와 도로 상태평가를 하는데 필요한 국내적용이 가능한 온도보정처짐 개발식을 개선하고, 아직 연구가 되어 있지 않은 역해석탄성계수를 문헌고찰하여 적용가능하도록 산출할 수 있도록 제시하여, 이후 실내동탄성계수 기준값과 비교하기 위하여 FWD 역해석 탄성계수를 자동으로 현장 동탄성계수로 환산해주는 프로그램 개발을 통하여 분석절차방법을 제안하고자 한다.

2. 국내적용 온도보정처짐개발식 개선

Oh et al.(2022)은 배수성 아스팔트포장에서의 FWD 처짐곡선은 일반 아스팔트포장에서의 처짐곡선과 다름을 제시하였고 이에 대한 공용성평가를 위해서는 온도보정에 의한 비교분석이 필요함을 제시하였다. 이에 Choi et al.(2022a)은 기존 연구에서 FWD처짐을 온도보정하기 위하여 대표온도 추정방법을 개발하였고, 국내에서는 배수성 아스팔트포장의 FWD 실제 데이터베이스가 아직 구축되어 있지 않으므로, 일반 아스팔트포장의 4계절 데이터를 이용하여 아스팔트층 30 cm 에서의 온도보정 처짐식을 개발하여 국외식과 비교하여 적용가능함을 제안하였다(Choi et al., 2022b). 그러나 기존 제안식은 아스팔트층의 두께를 고려하지 않고, 온도범위가 35°C이하에서 비교분석한 것으로 국내적용을 위한 국내 경우로서 FWD 데이터분석한 결과, Fig. 1과 같이 합리적인 환산이 되지 않음을 알 수 있다. 또한 Choi et al.(2023)은 배수성 아스팔트포장에서 두께에 대한 이론적 데이터베이스를 구축하여 아스팔트층 두께에 따른 차이가 있음을 제시하였다.

따라서 본 연구에서는 Choi 등이 제안한 아스팔트포장 층 두께를 고려한 온도보정처짐식을 활용하여 FWD조



(a) Raw data (b) Foreign eq. (c) existing eq.(Choi, etc.)

Fig. 1. Bridge 10 cm pavement <Representative temperature: 44.7~48.7°C>

사데이터의 20°C로 온도보정한 처짐값을 산정하기 위한 온도보정계수를 개발하고, 이를 다양한 현장에서의 비교검증을 수행하고자 한다.

이를 위하여 본 연구에서는 국내 어느 도로구간에 적용할 수 있도록 하며 사용자의 편의성을 높이기 위해 기존 온도보정처짐식을 개선하였다. 본 연구의 처짐식 개선을 위해 여러 두께의 공용성 변화없는 구간의 FWD 조사자료가 필요하지만 현재 데이터가 없으므로, Choi et al.(2023)이 제안한 방법과 동일하게 활용할 수 있는 폐도구간의 실측데이터를 활용한 이론적 데이터베이스를 구조해석적으로 구축하였다. 이론적 데이터베이스 구축을 위해 폐도구간의 대표온도별 실측데이터로부터 역해석탄성계수를 산정하고, 탄성계수는 두께에 따라 변하지 않는다는 가정하에 두께별 처짐데이터를 대표온도별로 구축하였다. 위와 같은 방법으로 다른 아스팔트포장 두께인 5~30 cm의 5 cm간격으로 총 6개의 층 두께별 다층탄성계산 프로그램을 통해 얻은 처짐값으로 회귀분석을 하여 기준 대표온도 20°C 처짐값을 추출하였다. 이를 통해 5~30 cm 두께에 따른 20°C처짐값대비 대표온도별처짐비를 Fig. 2와 같이 일례로 산정하고, 위 과정을 통해 Fig. 3과 같이 5~30 cm까지의 아스팔트 층의 두께별로 개선된 온도보정처짐식 식 (1)을 제안하였다. D900 이하에서는 D900과 같이 거의 변화가 없으므로 포장변형지수를 계산할 수 있도록 D900까지 제안하였다.

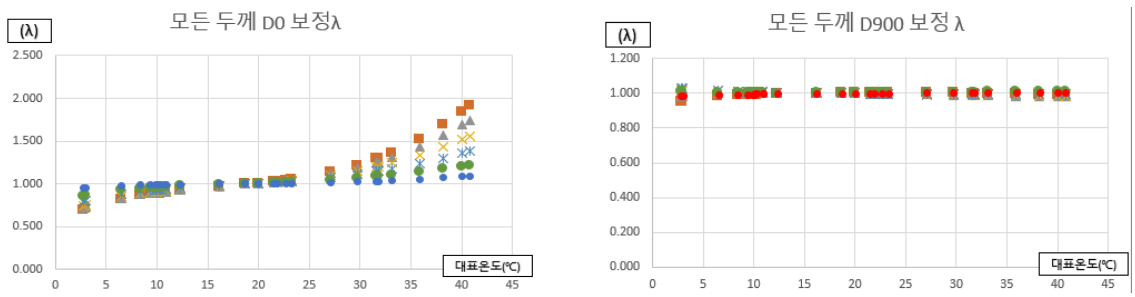


Fig. 2. Temperature correction coefficient λ graph example for all thicknesses D0, D900

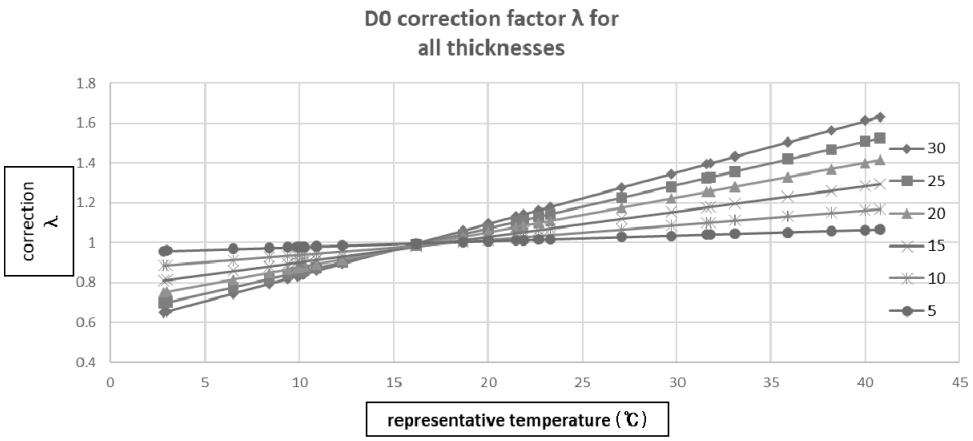


Fig. 3. D0 correction λ for all thicknesses

(30 cm)

$$d_{0,20} = d_{0,T}*(1+0.0259*(20-T))$$
$$d_{200,20} = d_{200,T}*(1+0.0235*(20-T))$$
$$d_{300,20} = d_{300,T}*(1+0.0172*(20-T))$$
$$d_{600,20} = d_{600,T}*(1+0.0044*(20-T))$$
$$d_{900,20} = d_{900,T}*(1+0.0005*(20-T))$$

(25 cm)

$$d_{0,20} = d_{0,T}*(1+0.0218*(20-T))$$
$$d_{200,20} = d_{200,T}*(1+0.0199*(20-T))$$
$$d_{300,20} = d_{300,T}*(1+0.0142*(20-T))$$
$$d_{600,20} = d_{600,T}*(1+0.0026*(20-T))$$
$$d_{900,20} = d_{900,T}*(1+0.0004*(20-T)) \quad (1)$$

(20 cm)

$$d_{0,20} = d_{0,T}*(1+0.0175*(20-T))$$
$$d_{200,20} = d_{200,T}*(1+0.0158*(20-T))$$
$$d_{300,20} = d_{300,T}*(1+0.011*(20-T))$$
$$d_{600,20} = d_{600,T}*(1+0.001*(20-T))$$
$$d_{900,20} = d_{900,T}*(1+0.0008*(20-T))$$

(15 cm)

$$d_{0,20} = d_{0,T}*(1+0.0127*(20-T))$$
$$d_{200,20} = d_{200,T}*(1+0.0118*(20-T))$$
$$d_{300,20} = d_{300,T}*(1+0.0077*(20-T))$$
$$d_{600,20} = d_{600,T}*(1-0.00008*(20-T))$$
$$d_{900,20} = d_{900,T}*(1+0.0006*(20-T))$$

(15 cm)

$$d_{0,20} = d_{0,T}*(1+0.0127*(20-T))$$
$$d_{200,20} = d_{200,T}*(1+0.0118*(20-T))$$
$$d_{300,20} = d_{300,T}*(1+0.0077*(20-T))$$
$$d_{600,20} = d_{600,T}*(1-0.00008*(20-T))$$
$$d_{900,20} = d_{900,T}*(1+0.0006*(20-T))$$

(10 cm)

$$d_{0,20} = d_{0,T}*(1+0.0075*(20-T))$$
$$d_{200,20} = d_{200,T}*(1+0.0075*(20-T))$$
$$d_{300,20} = d_{300,T}*(1+0.0046*(20-T))$$
$$d_{600,20} = d_{600,T}*(1+0.0001*(20-T))$$
$$d_{900,20} = d_{900,T}*(1+0.0002*(20-T))$$

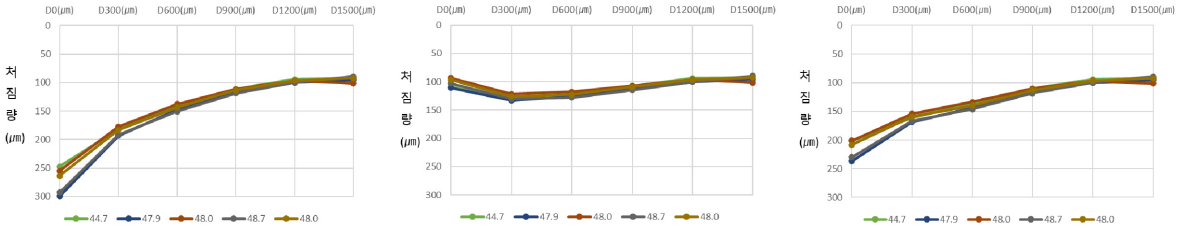
(5 cm)

$$d_{0,20} = d_{0,T}*(1+0.0028*(20-T))$$
$$d_{200,20} = d_{200,T}*(1+0.0035(20-T))$$
$$d_{300,20} = d_{300,T}*(1+0.0023*(20-T))$$
$$d_{600,20} = d_{600,T}*(1+0.0008*(20-T))$$
$$d_{900,20} = d_{900,T}*(1+0.0004*(20-T))$$

여기서, $d_{i,20}$: 하중 축 i에서부터의 20°C의 기준온도로 보정된 처짐값(μm)

T : 대표온도(°C)

식 (1)을 검증하기 위해 실제 FWD시험자료인 A구간의 배수성 아스팔트도로 자료에 적용시켜 원데이터의 처짐값과 20°C로 보정했을 때의 처짐값의 변화를 식 (1)을 참고하여 Fig. 4와 같이 살펴본 결과, 본 연구의 개선식이 Fig. 1을 개선하여 적정하게 처짐개형을 나타냄을 알 수 있었다. 또한 FWD데이타를 BELLs3식으로부터 대표온도를 산정하고, 아스팔트층 두께 300 mm와 100 mm에서 전환한 결과, 본 연구의 온도보정처짐식은 Fig. 5와 같이 적정하게 전환되는 것을 확인할 수 있다.



(a) Raw data (b) existing eq.(Choi, etc.) (c) proposal eq.

Fig. 4. Proposal eq. for Bridge 10 cm pavement (Representative temperature: 44.7~48.7°C)

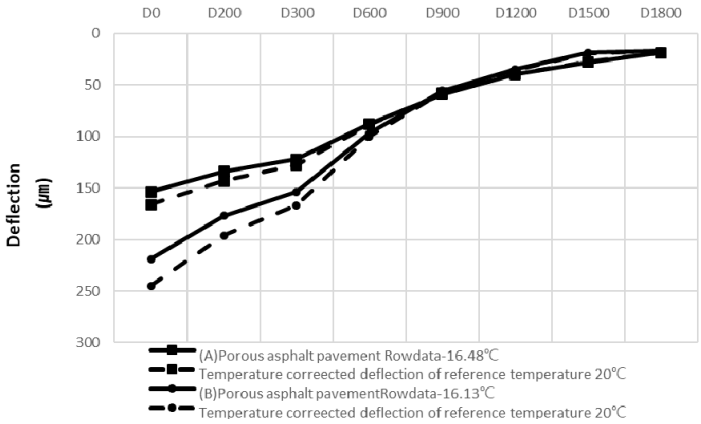


Fig. 5. Raw-data and Temperature corrected deflection of reference temperature 20°C

3. 국내 KPRP 동탄성계수 추정식과 해외 문헌 탄성계수 산정식 분석

본 과업에서 제시하는 공용성평가 방법론은 초기 공용성 저하가 시작되기 전 아스팔트 포장구조체의 초기 기준값은 다음과 같이 배수성 아스팔트포장용이 아닌 일반용 아스팔트포장 적용식이지만 AASHTO 2002에서 제시한 동탄성계수 예측식 그래프개형을 활용한 동탄성계수 예측 식 (2)을 활용한다. 식 (2)은 KPRP에서 제시한 국내 아스팔트 혼합물 기준을 통해 배합설계의 공극률, 최적 아스팔트함량 및 입도기준에서 제시한 각 체의 잔류량을 통해 아스팔트 재료의 동탄성계수를 예측할 수 있도록 제시되었다. 식 (3)는 Pellinen이 산정한 동탄성계수 Master curve의 기본 식으로, 식 (2)에 나타난 각종 수식을 식 (3)의 각 parameter에 대응되도록 변환한 식을 식 (4)에 나타내었다. 이는 재료특성이 다른 식을 활용하는 것으로서. 추후 실제 배수성 아스팔트포장 구간의 실험 데이터를 통한 동탄성계수의 추정방법의 적정성 평가와 배수성 아스팔트포장의 동탄성계수 추정방법이 필요하다.

또한 초기 교통개시 전 FWD 실험을 통해 동탄성계수 기준값 설정과 공용중 FWD 실험을 통해 현장 동탄성계수값을 산정하기 위하여 본 연구에서는 전환계수 산정논리를 개발하였다. 식 (5)는 현장에서 FWD 시험을 실시한 후, FWD 역해석 탄성계수를 이용하여 식 (6)를 이용하여 동탄성계수 파라메타를 구하는 방법이다. 이를 이용하여 식 (7)에서와 같이 현장 동탄성계수를 산정하여 설계 실험실 동탄성계수와 비교를 통해 공용성 저하를 분석해 낼 수 있다.

$$\log E^* = 1.588582 + 0.02932_{\rho_{200}} - 0.001767(\rho_{200})^2 - 0.002841\rho_4 - 0.058097\,V_a - 0.0802208\left(\frac{V_{beff}}{V_{beff} + Va}\right) + \frac{3.871977 - 0.0021\rho_4 + 0.003958\rho_{38} - 0.000017(\rho_{38})^2 + 0.005470\rho_{34}}{1 + e^{(-0.603313 - 0.313351\log(fq) - 0.393532\log(\eta))}} \tag{2}$$

$$\log(E^*) = \delta + \frac{a}{1 + e^{\beta + \gamma(\log fq_r)}} \tag{3}$$

$$\delta = 1.588582 + 0.02932_{\rho_{200}} - 0.001767(\rho_{200})^2 - 0.002841\rho_4 - 0.058097\,V_a - 0.0802208\left(\frac{V_{beff}}{V_{beff} + Va}\right) \tag{4}$$

$$a = 3.871977 - 0.0021\rho_4 + 0.003958\rho_{38} - 0.000017(\rho_{38})^2 + 0.005470\rho_{34}$$

$$\beta = -0.603313 - 0.393532\log(\eta_r)$$

$$\log(fq_r) = \log(fq) + c(\log(\eta) - \log(\eta))$$

여기서, δ, α, β, γ 는 동탄성계수 식의 각 parameter이고, η는 아스팔트의 점도(10^6 poise), f_q는 하중 주파수, Va는 공극률, Vbeff는 유효아스팔트 함량을 나타낸다. 또한 ρ4, ρ38, ρ34 는 각각 4번체, 3/8 inch 체, 3/4 inch 체에 남은 잔류량을 % 단위로 나타낸 것이고, ρ200은 200번체 통과량을 나타낸다.

$$\log(E_{FWD}) = \delta + \frac{\alpha'}{1 + e^{\theta_{FWD}}} \tag{5}$$

$$\alpha' = (\log(E_{FWD}) - \delta) \times (1 + e^{\theta_{FWD}}) \tag{6}$$

여기서 , $\theta_{FWD} = a_1 T^3 + a_2 T^2 + a_3 T + a_8 - 0.4758$

T=FWD 시험 시의 아스팔트 포장의 내부온도 (평균온도)

$$\log(E^*_{in-situ}) = \delta + \frac{a'}{1 + e^{\beta + \gamma(\log fq_r)}} \tag{7}$$

3.1 배합설계인자를 이용한 동탄성계수 추정

배합설계를 통한 기준값 실내 동탄성계수는 배합설계 데이터를 활용하여 동탄성계수 추정인자인 δ, α, γ, β, ά를 산정하여 배합설계 동탄성계수를 실제 10 mm 저소음 포장의 실내 동탄성계수 실험값과 비교하여 Fig. 6과

같이 산정하였다. 실제 동탄성계수값은 배합설계 추출한 값과 차이가 있음을 알 수 있다. 이는 배합설계시 사용한 입력변수들이 일반 아스팔트 포장을 대상으로 구축된 계수들로서, 추후 배수성 포장의 입력변수들 개발연구가 필요함을 알 수 있다.

3.2 국외 문헌의 탄성계수 산정식 분석 및 적용

국내에서는 Choi et al.(1999)이 제안한 일반아스팔트 포장의 도로상태를 평가하기 위해 역해석탄성계수를 산출해주는 프로그램은 있지만, 이를 배수성 포장도로에 적용하여 역해석탄성계수를 산출할 수 없다는 연구 결과(Choi, 2022)를 고려하여 본 연구에서는 배수성 아스팔트의 역해석탄성계수를 산정하기 위해 문헌을 조사하였다. 또한 배수성 포장의 기준 실내 동탄성계수를 선정하고자 배수성 아스팔트포장의 동탄성계수 파라메타를 문헌조사분석하였다.

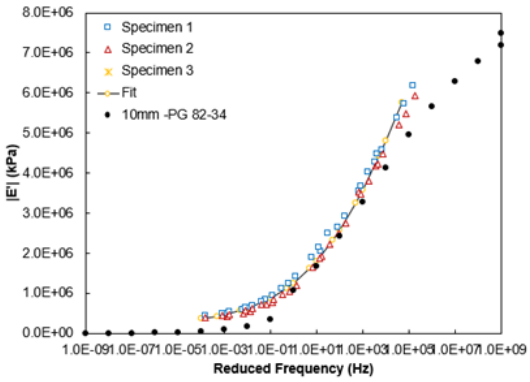
문헌조사를 통해 찾아본 결과 일본 토목연구소에서는 조사구간을 노면성 상태의 수준이 적당히 분산되도록 하여 1차로 100 m 단위로 하며, 밀입도 포장으로 4개 노선의 16개 구간, 배수성 포장으로 7개 노선의 14개 구간이며, 구간 내 노면 성상 조사 및 FWD 처짐값을 산정하였다. 데이터분석결과를 토대로 등가개념의 아스팔트콘크리트층 탄성계수는 다음과 같이 제안한다.

$$E=2{,}352\times(D0-D20)^{-1.25}/\,h \tag{8}$$

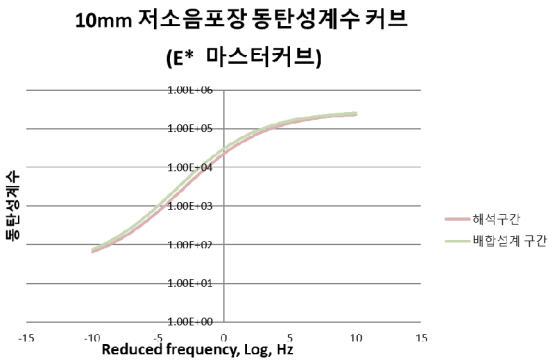
여기서, E : 아스팔트콘크리트 층 탄성계수(MPa)

h : 아스팔트콘크리트 층의 두께(cm)

D_i : 하중 축 I에서부터의 20°C의 기준온도로 보정된 처짐값(μm)



(a) Test Results of Dynamic elastic modulus



(b) Estimated dynamic elastic modulus from Mixture design factors

Fig. 6. Estimation results of dynamic elastic modulus of porous pavement through data analysis

조사한 문헌의 탄성계수산정 식 (8)을 A구간의 FWD 결과로부터 적용분석한 결과, 다음 Table 1과 같이 큰 차이를 보임을 알 수 있었다. Table 1에서 보는바와 같이 문헌조사식과 배합설계값과의 차이가 크므로, 추후 배수성 아스팔트포장의 FWD 역해석 프로그램 산정방법 연구가 시급함을 알 수 있다. 다만 본 연구에서는 추후 역해석탄성계수가 적정하게 추정된다고 가정하여, 공용성 분석절차를 제안하고자 한다.

3.3 현장 데이터 보정을 통한 배수성 아스팔트포장 동탄성계수 추정과정

본 연구를 위한 국내 배수성 아스팔트포장에서의 FWD 실험결과로부터 국외의 아스팔트층 탄성계수 추정식과 배합설계로부터 추정되는 동탄성계수를 Table 2를 비교한 결과, 일본의 문헌조사를 통한 역해석 식의 탄성계수와 배합설계로 추출된 탄성계수와는 괴리가 있어 적용하기에 적정하지 않음을 확인할 수 있었다. 또한 실내 실험으로 산정

Table 1. Comparison of elastic modulus estimates through d_0 and d_{20} data, around 20°C, a representative temperature of FWD data

Investigation material				Temperature quantification	Elastic modulus estimation	mix design extraction	Error
Cross-sectional composition	Pavement thickness (cm)	D0 (μm)	D200 (μm)	reference temperature (BELLS3)	Japanese (d0-d200) (Mpa)	elastic modulus (Mpa)	(%)
porous asphalt pavement (1)	30	154	135	16.48	11,114	26,672.4	58%
porous asphalt pavement (2)	30	219	177	16.13	4,123	32,900.8	87%

Table 2. Comparative analysis of Back-calculation elastic modulus and dynamic elastic modulus

pavement	Test location	Back-calculation elastic modulus (Mpa)	dynamic elastic modulus (Mpa) - FWD 33 Hz	
		$d_0 - d_{20}$ (Correction of representative temperature 20°C)	Mix Design	Test
13 mm porous	○○ case 1	8,170	22,500	
	△△ case1	15,230	24,370	
10 mm porous	○○ case 2	8,260	26,670	125,000
	△△ case 2	26,130	32,300	
	◇◇ case 1	11,950		
13 mm porous 2	○○ case 3	4,220	32,900	
	△△ case 3	26,130	26,030	
13 mm SMA	○○ case 4	6,330	23,920	
	△△ case 4	40,680		
10 mm SMA	○○ case 5	9,800	32,200	
	△△ case 5	79,590		
	△△ case 9	87,760		
HMA (MC-1)	○○ case 6	16,840	28,660~ 141,820	
HMA (WC-1)	△△ case 6	223,680		
HMA (WC-3)	○○ case 7	111,820		
	△△ case 7	17,640		
HMA (WC-5)	△△ case 8	93,290		

된 탄성계수는 실제 포장구간의 포장종류와 같더라도 2~3배 차이가 나며, 다른 구간에 포설한 포장종류는 배합설계과 차이가 있어 앞서 산정했던 탄성계수와 차이가 큼을 알 수 있다, 이에 추후, 시험포장구간의 실내 동탄성계수 실험결과분석이 필요하며, 이를 통해 배합설계 자료를 통한 추정방법의 보완이 필요하다. 그러나 본 연구에서는 상대적 비교분석을 위하여 공용성 분석절차 개발에 초점을 맞추어 분석흐름을 제시하는 목적으로만 사용하고자 한다.

4. 배수성아스팔트 포장 분석 절차안 제안

본 과업에서는 FWD 비파괴 장비의 시험결과을 이용한 배수성 포장 공용성저하평가 분석절차 엑셀프로그램을 Fig. 7과 같이 작성하였다. 엑셀프로그램은 FWD 실험 조사자료 파일을 열어 처짐 데이터를 추출한다. 전날평균대기온도는 '기상자료개방포털' 사이트의 [데이터]-[기상관측]-[지상] 순으로 클릭하여 전날대기온도 데이터를 추출한다. 엑셀프로그램의 온도보정식 자동계산프로그램을 열고 '조사자료 입력으로' 버튼을 클릭하여 조사자료들을 입력한다. FWD 데이터와 기상자료개방포털에서 추출한 데이터를 입력칸에 입력한 후, "하중보정 결과 시트로 이동" 버튼을 클릭하여 결과창으로 이동한다. 4번에서 입력한 데이터를 토대로 조사자료의 하중보정 및 대표온도 결과가 결과창에 Fig. 7과 같이 산정된다. 결과값이 적정하게 산정되었는지 확인 후, "결과창으로" 버튼을 눌러 최종 결과를 확인한다. 5번의 결과를 토대로 온도보정처짐결과 그래프와 손상지표인(Area, BLI,

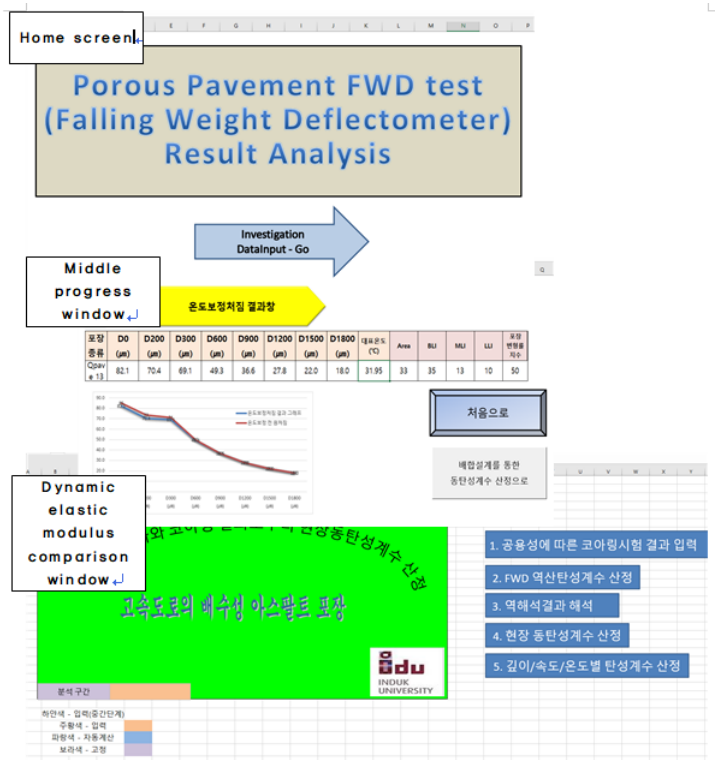


Fig. 7. Performance degradation analysis procedure of porous pavement using Excel program

MLI, LLI, 포장변형률지수)값이 자동 산정된다. 산정된 결과를 정리하여 배수성 아스팔트포장의 보수구간과 보수길이를 추정하므로써 시험결과 분석을 마무리한다. 온도보정된 처짐을 역해석한다면 다음 과정인 현장 FWD 동탄성계수를 Fig. 7과 같이 산정하여, 실내 동탄성계수값을 기점으로 하여 공용성 저하분석을 진행할 수 있도록 구성되어 있다. 이는 Trial Version으로서, 추후 사용자 편의성과 배수성 아스팔트 바인더와 혼합물 특성값이 정의된다면 공용성 저하를 적절하게 추정할 수 있도록 수정될 수 있을 것이다.

5. 결 론

본 연구에서는 기존 연구결과를 활용하여 대표온도 추정방법을 이용하여 기존 온도보정처짐식의 적용성을 검토하고, 다양한 아스팔트 두께를 고려한 국내 적용 온도보정처짐식으로 개선하였다. 또한 배수성 아스팔트 포장의 FWD시험 조사데이터를 토대로 배수성 아스팔트포장의 공용성저하분석과정을 제안하고, FWD 데이터를 표준하중, 온도보정등을 수행하는 과정 및 FWD 역해석탄성계수를 현장 동탄성계수로 전환하는 과정을 제안한 다음, 공용성저하를 동탄성계수 개념으로 평가할 수 있는 프로그램을 작성하였다.

본 연구를 통하여 얻은 결론은 다음과 같다.

1. 기존 제안된 온도보정식의 대안으로 공용성 변화없는 국내 사계절 FWD조사자료를 활용한 이론적 데이터베이스로부터 기존 연구에서 제시한 온도보정처짐식을 두께인자까지 고려한 온도보정처짐식으로 개선하였다. 개선한 온도보정처짐식들을 다양한 하부조건별 아스팔트 배수성포장에서 검증한 결과, 개선된 온도보정처짐식의 적정성을 확인하였다.
2. FWD시험을 실시하여 공용성 저하를 분석할 수 있는 개념과 공용성 저하특성 평가절차 과정을 제안하였고, 필요한 배수성포장의 역해석 탄성계수 산정을 위한 국외 문헌조사 결과, 제안된 식과 배합설계 및 동탄성계수 시험으로부터 얻은 값들이 차이가 큼을 알 수 있었다. 따라서 추후 배수성 아스팔트포장의 FWD 역해석 프로그램 산정방법 연구가 시급함을 알 수 있었다.
3. 평가방법론에서 역해석 탄성계수를 적정하게 구할 수 있다고 가정하면, 초기 공용성 저하가 시작되기 전 아스팔트 포장구조체의 초기 기준값은 개통 전 FWD 현장 동탄성계수값이나 배합설계 시 추정한 실내 동탄성계수가 될 것이다. 본 연구에서는 KPRP에서 제시한 국내 아스팔트 혼합물 추정식을 활용하여 배합설계 인자들로부터 배수성 아스팔트포장의 동탄성계수를 예측할 수 있는 과정과 FWD 실험결과로부터 FWD 현장 동탄성계수를 추출할 수 있는 과정을 제안하였다. 10 mm 배수성포장에서 제안한 절차를 통해 배합설계 결과의 동탄성계수 산정결과와 실내 동탄성계수 실험결과를 비교분석한 결과, 2~3배의 차이가 남을 알 수 있었다. 이는 배합설계 시 사용한 입력변수들이 일반 아스팔트 포장을 대상으로 구축된 계수들로서, 추후 배수성 포장의 입력변수 개발연구가 필요함을 알 수 있다.
4. 본 연구에서는 사용자의 편의성을 위해 FWD 조사자료 처짐값 입력 후 자동 하중/온도계산엑셀프로그램 매뉴얼을 작성하였고, 배합설계 인자들을 입력하면 실내 동탄성계수값이 자동 계산되는 엑셀프로그램을

개발하였다. 이후 FWD 실시현장의 역해석 탄성계수를 입력하면, 현장 FWD 현장 동탄성계수를 자동 추출 후 공용성 저하 분석이 가능하므로, 추후 사용자 편의성과 배수성 아스팔트 바인더와 혼합물 특성값이 정의된다면 공용성 저하를 적절하게 추정할 수 있도록 수정하여 사용 가능할 것이다.

참고문헌

Choi, J.S. and Kim, S.I. (1999). “A Study on Physical Property Estimation Considering Site Temperature Conditions of Asphalt Concrete Pavement Structure”, Journal of the Korean Society of Civil Engineers.

Choi, J.S., Oh, S.H., Kim, J.R. and Lee, J.S. (2022a). “A study on the Estimation of representative Temperature on the drainable Asphalt Pavement”, Journal of the Korean Asphalt Institute, 12(2), pp. 242-251. (in Korean)

Choi, J.S., Oh, S.H., Kim, S.J., Kim, J.R. and Lee, J.S. (2022b). “A preliminary study on the determination of the damage classification in the porous asphalt pavement sections using FWD test”, Journal of the Korean Asphalt Institute, 12(1), pp. 148-154. (in Korean)

Oh, S.H., Choi, J.S., Lee, K.I., Kim, J.R. and Lee, J.S. (2022). “A study on FWD deflection curve analysis of porous asphalt”, Abstracts of papers presented at the 2022 Korea Road Society Conference, p. 61. (in Korean)