

# 수치해석과 현장시험을 통한 주행하중의 이격거리 영향 분석

## A Study on the Offset Influence of Wheel Position in Flexible Pavement

최준성<sup>1)</sup> · 신대영<sup>2)</sup> · 서주원<sup>3)</sup> · 김수일<sup>4)</sup>

Choi, Jun Seong · Shin, Dae-Young · Seo, Joo-Won · Kim, Soo Il

### 1. 서 론

최근 국내에서는 우리나라 실정에 맞는 포장설계법 개발의 필요성이 제기됨과 더불어 설계법 개발을 위한 기초 연구로써 시험도로가 건설되고 있다. 시험도로의 목적은 주행하중의 특성 및 주행하중이 포장체에 미치는 영향을 직접적으로 관측하는 것이다. 이를 위해서는 시험도로에 깊이별 처짐 측정장비와 같은 계측기를 매설하고 시험차량을 주행시켜 계측기로부터 얻어지는 측정자료를 통해 실제 교통하중에 대한 포장구조체의 영향을 분석해야 한다. 또한 주행하중은 항상 포장구조체 단면상의 일정한 위치를 통과하는 것은 아니므로 동일한 차륜이 주행할 경우에도 주행위치의 차이에 따라 포장구조체가 받는 영향이 변한다. 이와 같은 영향은 공항의 포장 설계시 이격거리의 영향을 정규분포로 고려하도록 추천하고 있으나, 도로포장에서는 아직까지 고려되지 않고 있는 실정이다. 따라서 추후 설계에 필요한 차륜의 횡단방향 위치분포에 관한 기초 연구로서, 또한 시험도로뿐만 아니라 포장가속시험기나 원형주행시험장 등에서 측정된 계측치를 이용하여 주행하중에 의한 포장구조체의 거동을 정밀하고 일관되게 분석하기 위해서는 실제로 주행차량이 지나간 지점과 계측기의 위치간의 차이에 의한 영향을 고려하여야 한다.

본 연구에서는 수치해석을 통해 주행하중의 위치에 따른 포장체의 거동변화를 고찰한 후, 주행하중과 계측기의 이격거리에 의해 발생하는 포장구조체의 거동변화를 분석하여 포장가속시험기나 원형주행시험장 또는 시험도로같은 현장시험시 주행하중 직하의 거동으로 일원화 시킬 수 있는 방법을 깊이별 처짐에 국한하여 제시하고 이를 현장시험을 통해 검증하였다.

### 2. 포장구조체의 수치모델 구성

도로 횡단면은 도로기능에 따라 표준적인 횡단구성 및 폭을 정하여 도로구분에 따라 그 기준을 적용하고 있으므로, 본 연구에서는 건설교통부에서 제시한 표준도로 횡단구성면 중에서 차로의 폭이 가장 넓은 3.6m 너비를 갖는 포장구조체를 대상으로 수치모델을 구성하였다(건설교통부, 2000). 또한 수치모델 주행하중은 우리나라의 도로 설계 및 해석에 주로 사용되고 있는 축중량 8.2 ton인 단축 표준 트럭을 기준으로 구성하였다(건설교통부, 1988).

해석대상인 아스팔트 콘크리트 포장구조체는 아스팔트층, 보조기층, 노상의 3층으로 구성하고 노상두께는 ABAQUS를 이용한 동해석시 동적영향이 미치지 않는 8m를 기준으로 그 아래에는 고정된 경계조건으로서 암반층을 구성하였다(최준성 등, 1998).

유한요소해석에 있어서 요소의 크기는 작을수록 정확한 해석이 가능하나 총 요소수의 증가를 가져오고 이는 해석시간의 증가를 초래한다. 따라서 본 연구에서는 경제적인 해석시간과 보다 정확한 해석값을 얻기

\*정회원 · 인덕대학 건설환경설계학과 교수 · 공학박사 · 02-901-7658(E-mail:soilpave@induk.ac.kr)

\*\*정회원 · 롯데건설 SOC사업부 사원 · 공학석사 · 02-3480-9179(E-mail:cannon93@hanmail.net)

\*\*\*정회원 · 연세대학교 토목공학과 · 박사과정 · 02-312-5101(E-mail:iamgon94@hanmail.net)

\*\*\*\*정회원 · 연세대학교 사회환경건축공학부 교수 · 공학박사 · 02-361-2800(E-mail:geotech@yonsei.ac.kr)

위하여 요소의 구성시 주 해석대상이 되는 부분을 더욱 세밀하게 설정하였다. 해석결과 유한요소망의 너비가 6m 이상일 경우에는 해석결과에 영향을 주지 않으므로 해석시간의 경제성을 고려하여 유한요소망의 너비를 6m로 구성하였다(이강진 등, 1999). 그림 1은 본 연구에서 해석시 설정한 3차원 유한요소 해석 모델이다. 여기서 x축 방향은 차량의 주행방향이고, y축 방향은 주행방향, 그리고 z축 방향은 깊이방향으로 설정하였다.

본 연구의 3차원 유한요소해석 모델을 주행 직교방향, 깊이방향으로 보면 각각 그림 2와 그림 3과 같다. 또한 깊이방향으로의 요소 분할은 포장구조체의 깊이별 처짐을 받는 MDD의 위치에 의하여 좌우된다. 본 연구에서의 MDD 설치위치는 아스팔트층은 하단, 보조기층은 상단을 제외한 지점에 설치하는 것이 포장구조체의 거동분석시 신뢰성 있는 처짐형상을 얻을 수 있다(서주원 등, 2001)는 기존의 연구결과를 바탕으로 아스팔트층과 보조기층의 하단과 노상의 상단에 설치하였다.

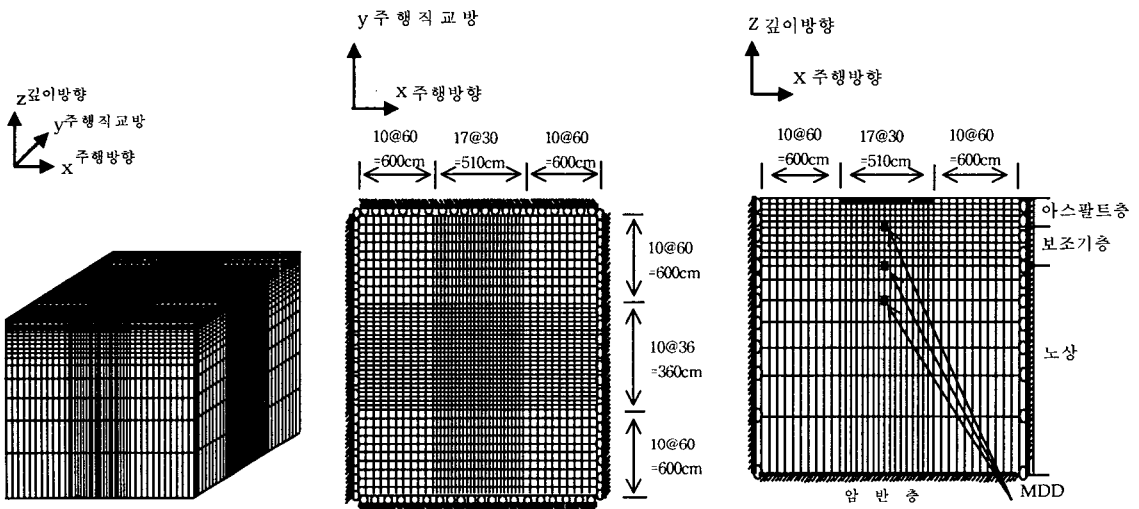


그림 1 3차원 유한요소망

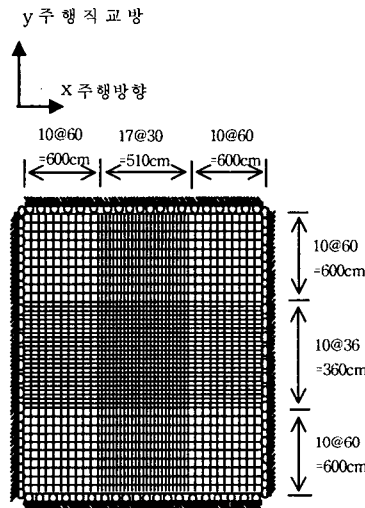


그림 2 유한요소망의 단면도

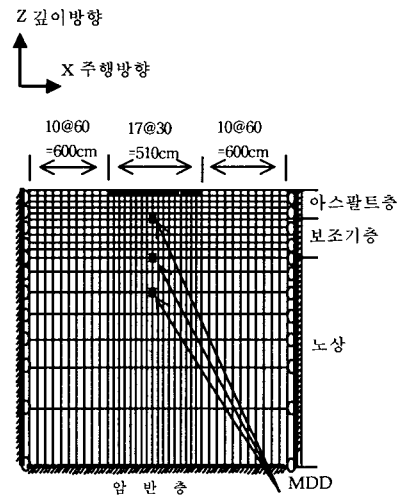


그림 3 유한요소망의 평면도

일정한 시험하중하에서 발생하는 다층탄성 구조체의 깊이별 처짐은 각 층의 두께 및 탄성계수에 의존하므로 동적영향을 고찰하기 위하여 각 층의 두께 및 탄성계수를 표 1과 같이 각각 상·중·하 3개의 수준으로 나누어 해석을 수행하였다. 아스팔트 표층은 대부분 5 cm 두께로 설계되었으나, 도로 보수시 실시한 덧씌우기층을 포함하면 현재 사용중인 도로는 이보다 두껍다. 또한 최근 아스팔트 표층의 경우는 10 cm 두께로 설계되는 경우도 많다. 아스팔트 안정처리기층의 두께는 10~20 cm의 범위이나 최근 수도권 외곽순환 고속도로의 경우 25 cm 두께로 설계되는 경우도 있으므로 아스팔트층의 범위를 넓게 설정하였다. 동상방지기층을 포함한 보조기층의 두께는 20~60 cm 이다. 또한 일반적으로 아스팔트 콘크리트 포장구조체에 사용되는 각 층의 재료에 대한 탄성계수의 범위는 표층의 경우  $10000 \sim 70000 \text{ kg/cm}^2$ , 아스팔트 안정처리기층의 경우  $4000 \sim 40000 \text{ kg/cm}^2$ , 보조기층의 경우  $1000 \sim 5000 \text{ kg/cm}^2$ , 노상의 경우  $500 \sim 3000 \text{ kg/cm}^2$ 이다. 본 연구에서는 감쇠를 고려하여 동해석을 수행하였으며 감쇠비는 포장체의 거동해석에 일반적으로 사용되는 값인 0.05를 적용하였다(최준성 등, 1999).

본 연구에서는 수치해석시 차선의 폭을 3.6m 로 설정하였고, 설계기준 자동차의 제원을 이용하여 차량 주행시 차선의 여유폭을 결정하였다. 그림 4 에서 보는 바와 같이 표준 주행하중인 8.2 ton 단축 차량의 경우 차폭이 2.5 m 이므로 3.6 m 폭을 가진 차로내에서 주행가능한 최대 여유폭은 1.1 m 이다. 그러나 실제 MDD 시험에서는 차로 단부의 영향을 줄이기 위하여 주행차량이 도로의 중앙으로 주행하는 것을 고려하여 MDD 를 설치하므로 본 연구에서는 여유폭을 80 cm 로 설정하였다. 주행하중은 순간하중의 결과를 중첩하는 형태로 하중 크기의 증·감이 선형적인 변화를 갖는 모델을 사용하였다(이강진 등, 1999).



표 1 해석모델의 입력값

물성	층	아스팔트층	보조기층	노상
		단면 두께 (cm)	하 15 중 30 상 45	20 40 60
탄성계수 (kg/cm <sup>2</sup> )	하	10000	1000	500
	중	40000	3000	1500
	상	70000	5000	3000
포아송비		0.3	0.35	0.4
단위중량 (kg/cm <sup>3</sup> )		0.00235	0.00230	0.00191

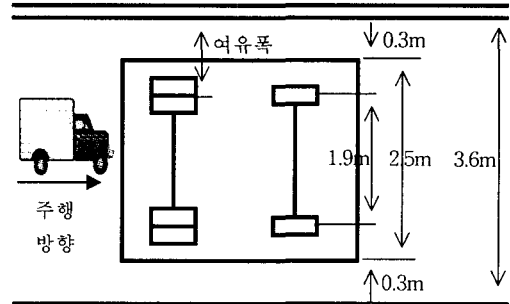


그림 4 주행하중의 위치가능한 여유폭

3. 수치해석을 이용한 포장구조체의 거동 분석

동적하중에 의해 발생하는 다층탄성 구조체의 거동은 층의 두께 및 탄성계수에 의존하므로 각 층의 두께 및 탄성계수를 각각 상·중·하 3개의 수준으로 나누어 수치해석을 수행하였다. 층의 두께에 의한 영향을 살펴보기 위하여 각 층의 탄성계수를 고정시키고 단면의 두께를 변화시켜 가면서 해석을 실시하였다. 포장구조체를 구성하는 단면은 아스팔트기층과 표층을 하나의 층으로 고려한 3층 아스팔트 콘크리트 포장구조체를 대상으로 하였고, 표 2 에서와 같이 수치해석결과인 탄성계수를 고정하고 9가지의 단면 조합을 가진 포장구조체를 대상으로 분석하였다.

그림 5는 포장구조체를 구성하고 있는 각 층의 깊이별 최대 처짐을 나타낸 것이고 여기서 x축인 이격거리(offset) 은 주행시 차륜하중의 중심이 수치모델된 MDD 로부터 떨어져 주행하는 거리를 나타낸다. 그림 5를 살펴보면 단면두께가 작아짐에 따라 이격거리에 비례하여 최대처짐의 감소가 크게 일어남을 알 수 있다.

또한 포장구조체를 구성하는 층의 탄성계수에 의한 영향을 살펴보기 위하여 각 층의 단면 두께를 고정시키고 단면의 탄성계수를 변화시켜 가면서 해석을 하였다. 포장구조체를 구성하는 단면은 아스팔트기층과 표층을 하나의 층으로 고려한 3층 아스팔트 콘크리트 포장구조체를 대상으로, 공용중인 아스팔트 콘크리트 포장구조체의 물성이 저하되는 것을 고려하여 표 3에 나타난 9가지 경우의 조합을 선정하였다. 수치해석 결과인 그림 6은 포장구조체를 구성하고 있는 각 층의 깊이별 최대 처짐을 나타낸 것으로 탄성계수에 의한 영향이 나타남을 알 수 있다.

표 2 해석모델의 단면 두께의 조합

Case	단면 두께의 수준	
	아스팔트층	보조기층
1	상 (45cm)	상 (60cm)
2	상 (45cm)	중 (40cm)
3	상 (45cm)	하 (20cm)
4	중 (30cm)	상 (60cm)
5	중 (30cm)	중 (40cm)
6	중 (30cm)	하 (20cm)
7	하 (15cm)	상 (60cm)
8	하 (15cm)	중 (40cm)
9	하 (15cm)	하 (20cm)

표 3 해석모델의 단면의 탄성계수 조합

Case	각 층의 탄성계수의 수준		
	아스팔트층	보조기층	노상
1	상 (70000kg/cm <sup>2</sup> )	상 (5000kg/cm <sup>2</sup> )	상 (3000kg/cm <sup>2</sup> )
2	상 (70000kg/cm <sup>2</sup> )	중 (3000kg/cm <sup>2</sup> )	중 (1500kg/cm <sup>2</sup> )
3	상 (70000kg/cm <sup>2</sup> )	하 (1000kg/cm <sup>2</sup> )	하 (500kg/cm <sup>2</sup> )
4	중 (40000kg/cm <sup>2</sup> )	상 (5000kg/cm <sup>2</sup> )	상 (3000kg/cm <sup>2</sup> )
5	중 (40000kg/cm <sup>2</sup> )	중 (3000kg/cm <sup>2</sup> )	중 (1500kg/cm <sup>2</sup> )
6	중 (40000kg/cm <sup>2</sup> )	하 (1000kg/cm <sup>2</sup> )	하 (500kg/cm <sup>2</sup> )
7	하 (10000kg/cm <sup>2</sup> )	상 (5000kg/cm <sup>2</sup> )	상 (3000kg/cm <sup>2</sup> )
8	하 (10000kg/cm <sup>2</sup> )	중 (3000kg/cm <sup>2</sup> )	중 (1500kg/cm <sup>2</sup> )
9	하 (10000kg/cm <sup>2</sup> )	하 (1000kg/cm <sup>2</sup> )	하 (500kg/cm <sup>2</sup> )

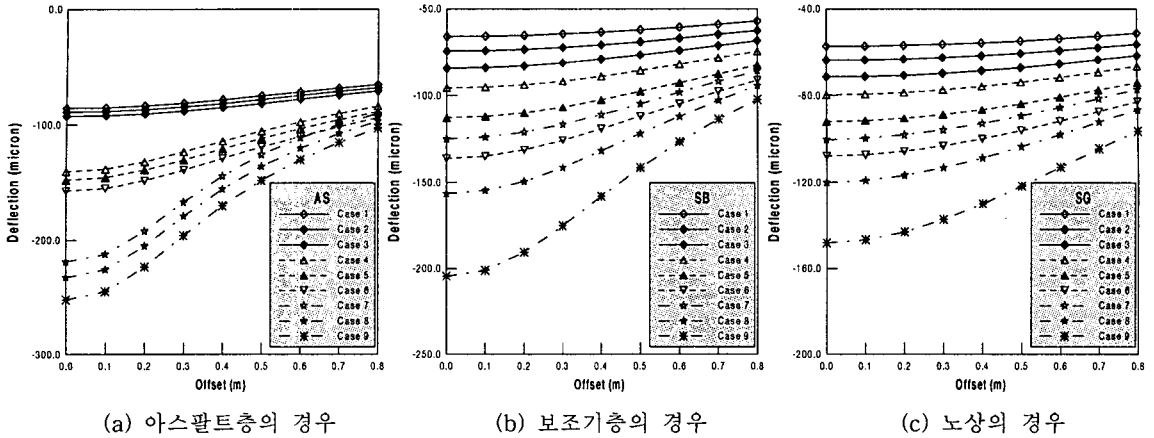


그림 5 단면 두께의 변화에 따른 포장구조체 층별 최대치짐

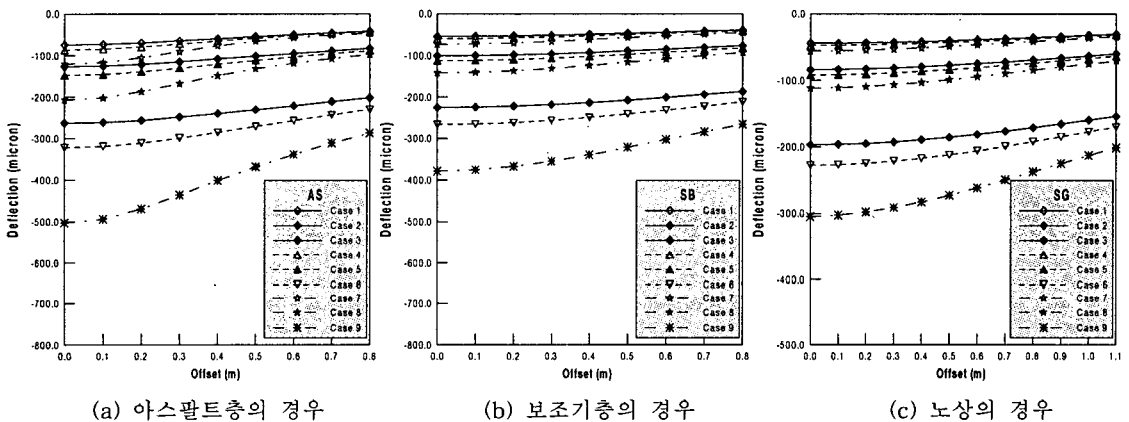


그림 6 탄성계수의 변화에 따른 포장구조체 층별 최대치짐

그림 5 에서의 층별 최대치짐을 이용하여 단면 두께의 변화에 따른 주행하중의 이격거리와 포장구조체의 거동의 관계를 살펴보기 위하여 식 (1)을 이용하여 치짐을 무차원 계수화 하였다. 식 (1)에서의 최대치짐 감소율은 주행하중위치가 이격거리의 발생에 따라 하중직하 위치에서의 최대치짐에 대해 줄어드는 비율을 나타낸다. 식 (1)을 신설도로 단면두께 수준인 상-상 단면을 기준으로 보정하면 식 (2)와 같이 표현할 수 있다. 식 (2) 에서의  $H_0$ 는 상-상 단면의 두께를 나타낸다.

또한 같은 방법으로 그림 6 에서의 층별 최대치짐을 이용하여 탄성계수의 변화에 따른 주행하중의 이격거리와 포장구조체의 거동의 관계를 살펴보기 위하여 식 (1)을 이용하여 치짐을 무차원 계수화 하였다. 식 (1)로 표현되어지는 무차원 계수에 탄성계수의 변화를 고려하기 위하여 신설도로의 탄성계수 수준인 상-상-상 단면을 기준으로 보정하면 식 (3)과 같이 표현할 수 있다. 식 (3)에서의  $E_0$ 는 상-상-상 단면의 탄성계수를 나타낸다.

$$f = 1 - w_d / w_{max} \tag{1}$$

$$f' = (1 - w_{max} / w_d) \times (H / H_0) \tag{2}$$

$$f'' = (1 - w_d / w_{max}) \times \left( \frac{E_i / E'_i}{E_0 / E'_0} \right)^{1/3} \tag{3}$$

여기서,  $w_{max}$  : 하중직하 위치에서의 최대치짐

$w_d$  : 이격거리 d (m) 에서의 최대치짐

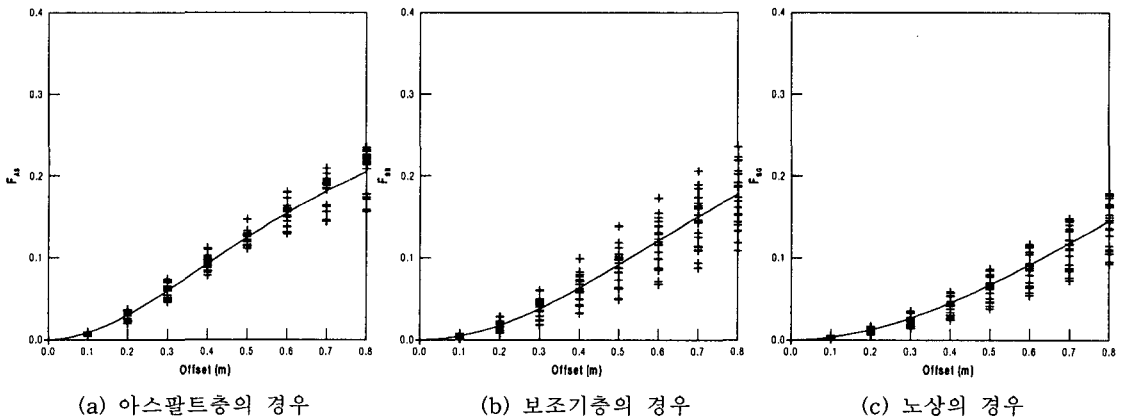


- |  |  |
|--|--|
| H : 해석대상의 두께   | H <sub>0</sub> : 기준 두께                               |
| E <sub>i</sub> /E' <sub>i</sub> : 해석대상의 인접한 층의 탄성계수의 비 | E <sub>0</sub> /E' <sub>0</sub> : 기준의 인접한 층의 탄성계수의 비 |
| f : 최대처짐 감소계수  | f' : 단면 두께의 비로 보정한 최대처짐 감소                           |
| f'' : 탄성계수의 비로 보정한 최대처짐 감소                             | F : 주행하중의 이격거리에 따른 최대처짐 감소율                          |

포장구조체에 작용하는 동하중에 의해 발생하는 다층탄성 구조체의 깊이별 처짐은 각 층의 두께 및 탄성 계수에 의존한다. 따라서, 본 연구에서는 표 2와 표 3과 같이 단면 두께의 조합과 각 층의 탄성계수 조합을 동시에 고려하기 위하여 총 81개의 포장구조체를 대상으로 수치해석을 실시하여, 차륜의 주행위치와 계측지점간의 이격거리에 따른 아스팔트 콘크리트 포장구조체의 거동을 분석하기 위한 식 (4)를 제안하였다.

$$F = (1 - w_d/w_{max}) \times \left( \frac{H}{H_0} \right) \times \left( \frac{E_i/E'_i}{E_0/E'_0} \right)^{1/3} \quad (4)$$

식 (4)의 단면 두께와 탄성계수 변화의 영향을 고찰하기 위하여 구성된 총 81개의 포장구조체를 대상으로 수치해석한 결과, 그림 7 에서와 같이 주행하중의 이격거리와 포장구조체의 거동은 일정한 경향을 보임을 알 수 있었다. 이를 통하여 본 연구에서는 주행하중 이격거리와 최대처짐 감소율을 회귀분석하여 식 (5) 를 제안하였다.



(a) 아스팔트층의 경우                      (b) 보조기층의 경우                      (c) 노상의 경우

그림 7 주행하중의 위치에 따른 최대처짐 감소율

$$F_{AS} = ( 0.37 d_{off}^{1.89} ) / ( 0.53 + d_{off}^{1.89} ) \quad (R^2 = 0.97) \quad (5a)$$

$$F_{SB} = ( 0.45 d_{off}^{1.99} ) / ( 0.98 + d_{off}^{1.99} ) \quad (R^2 = 0.88) \quad (5b)$$

$$F_{SG} = ( 0.65 d_{off}^{1.93} ) / ( 2.28 + d_{off}^{1.93} ) \quad (R^2 = 0.90) \quad (5c)$$

- 여기서, F<sub>AS</sub> : 아스팔트층에서의 최대처짐 감소율
- F<sub>SB</sub> : 보조기층에서의 최대처짐 감소율
- F<sub>SG</sub> : 노상에서의 최대처짐 감소율
- d<sub>off</sub> : 주행하중과 계측점사이의 이격거리 (m)

본 연구에서 설정된 차로내에서 주행하중이 주행가능한 여유폭인 80 cm 내의 포장구조체의 거동을 수치 해석하여 회귀분석한 결과를 살펴보면, 주행하중의 이격거리가 발생됨에 따라 아스팔트층, 보조기층, 노상의 순으로 처짐의 감소가 커짐을 알 수 있었다.



#### 4. MDD 현장시험 및 수치해석의 검증

본 연구에서는 깊이별 처짐장비(MDD)로부터 주행차량의 이격거리에 따른 포장체 거동분석을 위하여 영동고속도로 상행선 신갈기점 29.5 km에 위치한 경기도 덕평폐도 충돌 시험장을 시험구간으로 선정하여 현장 주행시험을 실시하였다.

##### 4.1 시험구간 및 시험위치

그림 8은 시험구간에 대한 MDD 설치위치 및 주행시험 개요도로써, 시험위치에서의 포장상태와 주행시험에 설치된 MDD와 주행하중의 거리별로 주행시험을 용이하게 실시하기 위해 MDD를 45cm 떨어진 위치에 설치하였다. 깊이별 처짐장비인 MDD는 각 포장층의 하단부와 노상에 각각 하나씩 설치하여 총 3개의 모듈을 설치하였으며, 각 모듈은 지표면으로부터 24 cm, 54 cm, 그리고 95 cm 위치, 앵커의 위치는 지표면으로부터 230 cm에 설치하였다. 트럭주행시험은 절토구간과 성토구간중 암반층의 영향이 상대적으로 적은 성토구간을 선정하였다. 또한, 시험구간의 포장 단면을 파악하기 위하여 보링시험을 실시하였다. 보링시험결과 아스팔트층과 보조기층의 두께는 표 4에서 보는바와 같이 각각 25cm와 30cm로 나타났다.

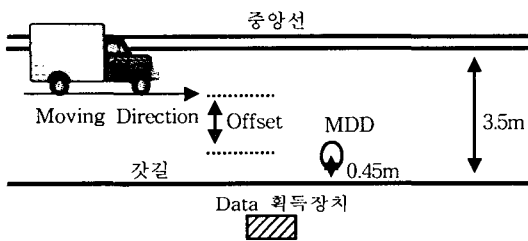


그림 8 시험구간의 개요도

표 4 시험위치에 대한 포장단면 자료

층	각 층의 두께 (cm)
아스팔트층	25
보조기층	30
노상	1300

##### 4.2 MDD 시험과 FWD 현장시험

주행차량은 시험구간의 길이제한과 갓길에 설치된 데이터 획득시스템의 안전성을 고려하여 60 km/h 속도까지 주행하였고, 20, 40, 60 km/h의 단계로 이격거리를 변화시켜가며 총 35회 시험을 실시하였다. 본 시험시에는 시험트럭 운전자의 시야를 확보하기 위하여 MDD가 매설된 바로 위 지점 전후에 페인트를 이용하여 유도표시를 하였다. 또한, 시험트럭이 MDD를 통과할 때의 이격거리를 측정하기 위하여 줄자를 차로의 횡방향으로 고정시켜 측정하였다.

시험구간 단면의 층별 탄성계수를 추정하기 위하여 Falling Weight Deflectometer (FWD) 시험을 실시한 결과를 이용하였다. FWD 시험은 최근 전세계적으로 가장 많이 사용되고 있는 비파괴시험장비로 시험하중을 실제 차량 하중 조건에 근접시킬 수 있으므로 비선형을 고려하지 않아도 되며, 측정된 표면처짐을 이용하여 역해석으로부터 각 층의 탄성계수를 추정한다. 시험구간의 포장단면에 대하여 FWD 현장시험 결과인 표면처짐자료를 이용하여 불성추정 역해석 프로그램인 DYN-BAL3(최준성 등, 1999)를 수행한 결과 아스팔트층, 보조기층, 노상의 탄성계수가 각각 28800, 1800, 1200 kg/cm<sup>2</sup>로 추정되었다.

##### 4.3 현장 주행시험 결과를 이용한 수치해석의 검증

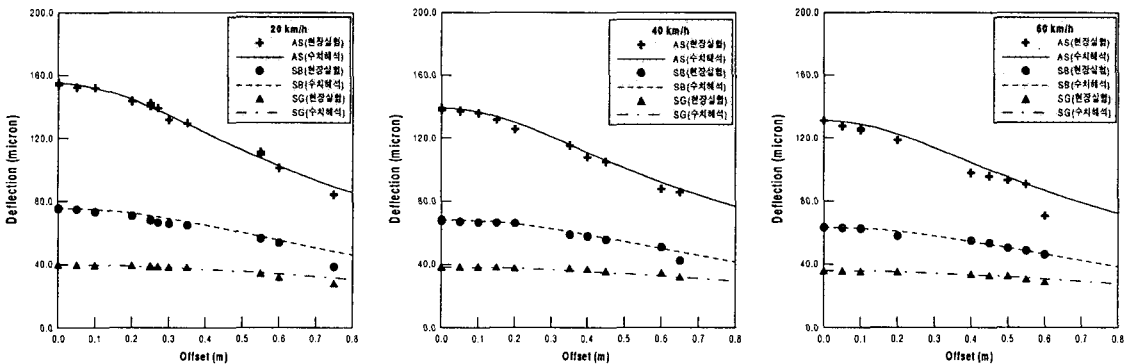
본 연구에서 수행된 트럭주행시험의 결과를 수치해석 결과와 비교하기 위해 식 (4)를 이용하여 주행시험의 하중직하위치에서의 최대처짐을 식 (6)과 같이 이격거리에서의 처짐으로 변환하였다.



$$w_d = w_{max} \times \left( 1 - \frac{F}{\left(\frac{H}{H_0}\right) \times \left(\frac{E_i/E'_i}{E_0/E'_0}\right)^{1/3}} \right) \quad (6)$$

여기서,  $w_{max}$  : 하중직하 위치에서의 최대처짐       $w_d$  : 이격거리 d (m) 에서의 처짐  
 $H/H_0$  : 주행시험 현장의 단면 두께와 기준 단면 두께의 비  
 $E_i/E'_i$  : FWD 시험을 이용해 역산된 인접한 층의 탄성계수의 비  
 $E_0/E'_0$  : 기준의 인접한 층의 탄성계수의 비  
 $F$  : 주행하중의 이격거리에 따른 최대처짐 감소율

그림 9는 수치해석을 통하여 얻은 회귀분석식과 실측 깊이별처짐을 도시한 것으로, 모든 MDD 설치위치에서 주행하중의 이격거리가 증가함에 따라 깊이별 처짐은 감소함을 알 수 있으나 설치위치가 깊어질수록 그 감소율은 작아짐을 알 수 있고, 이는 수치해석을 통하여 회귀분석한 결과와 같은 경향을 나타낸다. 표 5는 하중직하 위치에서의 최대처짐을 이용하여 주행하중의 이격거리가 있을 때 최대처짐을 예측한 결과를 실측한 현장주행결과와 비교한 자료이다. 실측 처짐자료와 예측결과를 살펴보면, 이격거리 80cm 변화에 대한 평균제곱근 오차가 아스팔트층에서 최대 7.82% 로 임의의 이격거리에서의 처짐과 하중직하에서의 처짐의 관계를 회귀분석한 결과는 신뢰성이 있음을 잘 반영하고 있다.



(a) 주행속도 20 km/h 인 경우      (b) 주행속도 40 km/h 인 경우      (c) 주행속도 60 km/h 인 경우  
 그림 9 현장시험결과와 수치해석결과와의 비교

표 5 현장시험과 수치해석 결과의 비교

주행속도 (km/h)	평균제곱근 오차 (%)		
	아스팔트층	보조기층	노상
20	1.52	3.29	2.30
40	2.84	4.25	2.14
60	7.82	2.10	2.33

### 5. 결론

본 연구에서는 주행하중의 이격거리가 아스팔트 콘크리트 포장구조체의 거동에 미치는 영향을 분석하고 자 3차원 범용 유한요소해석 프로그램인 ABAQUS를 이용하여 포장구조체의 단면두께 및 탄성계수의 영향



인자에 대한 분석을 실시하였고, 주행하중의 이격거리에 따른 포장구조체의 거동을 나타내는 회귀분석식을 제안하였다. 또한, 현장주행시험을 통해 얻은 실측 깊이별 처짐자료를 이용하여 본 연구에서 제시된 회귀분석식의 타당성을 검증하였다.

본 연구를 통하여 얻은 결론은 다음과 같다.

1. 주행하중의 주행위치와 아스팔트 콘크리트 포장구조체의 거동과의 관계를 살펴보기 위하여 이격거리에 따른 각 층의 최대처짐 감소율을 산정하여 비교 분석하는 방법을 제안하였다. 최대처짐 감소율은 주행하중의 이격거리가 발생됨에 따라 아스팔트층, 보조기층, 노상의 순으로 커짐을 알 수 있었다.
2. 주행하중에 의해 발생하는 다층탄성 구조체의 거동에 영향을 주는 요소인 층 두께 및 탄성계수를 변화시켜 총 81개의 단면에 대한 수치해석을 통하여 차륜의 주행위치에 따른 아스팔트 포장구조체 내부의 깊이별 처짐의 영향을 분석하였다. 단면 변화에 따른 최대처짐 감소율은 포장구조체를 구성하는 단면의 두께에 영향을 받고, 탄성계수의 변화에 따른 주행하중의 이격거리와 포장구조체의 거동은 인접한 층의 탄성계수의 비에 영향을 받음을 알 수 있었다. 이들 영향인자를 고려하여 임의의 이격거리에서의 처짐과 하중직하에서의 처짐의 관계를 회귀분석하여 주행하중과 계측기 사이의 이격거리에 따른 영향을 보정할 수 있는 관계식을 제안하였다.
3. 본 연구에서 제안된 주행하중의 이격거리에 따른 포장구조체의 깊이별 처짐의 변화를 나타내는 관계식의 타당성을 검증하기 위하여 현장주행시험의 MDD 를 통해 실측된 깊이별 처짐 자료를 이용하였다. 실측된 깊이별 처짐과 개발된 회귀분석식을 통해 예측된 처짐을 비교해 보면 이격거리 80cm 까지의 변화에 대한 평균제곱근 오차가 아스팔트층에서 최대 7.82% 로 임의의 이격거리에서의 처짐과 하중직하에서의 처짐의 관계를 회귀분석한 결과는 신뢰성이 있음을 알 수 있었다.

#### 참고문헌

1. 건설교통부 (1988), AASHTO 도로포장 구조설계 지침서.
2. 건설교통부 (2000), 도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙, pp.12-15.
3. 서주원, 최준성, 김수일, 김도형, 김형배 (2001), "주행차량의 내부거동을 통한 아스팔트 콘크리트 포장구조체의 물성 추정에 관한 연구", 한국도로포장공학회 학술발표회논문집, 한국도로포장공학회, pp. 33~38.
4. 이강진, 김수일, 최준성 (1999), "차량 주행속도에 따른 아스팔트 콘크리트 포장구조체의 거동분석", 대한토목학회논문집, 제19권, 제3-6호, 대한토목학회, pp.41-52.
5. 최준성, 이승훈, 김수일, 유지형 (1998), "FWD의 동적특성을 고려한 아스팔트 콘크리트 포장구조체의 물성추정에 관한 연구 I", 대한토목학회 논문집, 제18권, 제3-5호, 대한토목학회, pp. 623~634.
6. 최준성, 김수일 (1999), "아스팔트 콘크리트 포장구조체의 현장온도 조건을 고려한 의사정적 역해석기법에 관한 연구", 대한토목학회 논문집, 제19권, 제3-6호, 대한토목학회, pp. 1081~1092.