

## 포장 하부구조의 탄성계수 평가기법(2)

- 현장시험을 위주로 -

최 준 성\* · 권 기 철\*\*

### 1. 머리말

본 고에서는 지난호에 이어서 포장 하부구조의 역학적 특성을 대표하는 물성치인 회복탄성계수(MR)를 구하기 위한 현장시험에 대해 소개하고자 한다. 회복탄성계수는 차량하중의 반복재하 조건에서 유발되는 포장재료의 응력-변형 상태를 반영한 특성치로서, 이론적인 포장 설계 및 해석에 기본이 되는 입력 물성치이며, 포장재료의 특성을 가장 합리적으로 반영할 수 있는 물성치로 평가되고 있다.

지난호에서 언급한 바와 같이 과거에는 정적시험, 동적시험, 또는 반복재하시험에서 결정되는 탄성계수가 서로 다른 것으로 인식하여, 각각의 시험에서 결정되는 탄성계수를 동탄성계수(Dynamic Modulus), 정탄성계수(Static Modulus), 회복탄성계수(Resilient Modulus) 등으로 서로 다른 명칭, 서로 다른 역학적 특성치로 사용하였다. 그러나, 현재의 많은 연구성과에 의하면 탄성계수에 대한 다양한 영향요소를 합리적으로 고려한다면 동일한 탄성계수를 얻을 수 있음이 밝혀지고 있다. 이러한 탄성계수를 결정하는 시험법은 설계단계에서 입력변수 결정에 주로 사용되는 실내시험과, 다짐시공의 품질관리 또는 유지관리(포장의 구조적 평가)에 사용되는 현장시험 기법으로 나누어진다. 포

장하부구조의 탄성계수의 개념과 실내시험은 지난호에서 설명한 바 본 고에서는 현장시험에서 사용되는 시험방법들에 대해 소개하고자 한다.

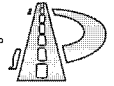
### 2. 현장시험

탄성계수를 결정하는 현장시험은 주로 절토 노상의 평가, 다짐시공의 품질관리, 또는 유지관리(포장의 구조적 평가)에 적용되며, FWD(충격하중에 의한 비파괴시험), MDD(깊이별처짐장비), PBT(평판재하시험), 탄성파시험(P, S파, SASW(표면파기법)), 정규진동시험, CH(공내수평 탄성파시험), DH(공내하향 탄성파시험), PMT(공내재하시험) 등이 적용된다. 앞서도 언급했듯이 각 시험의 조건이 서로 다르므로 여러 시험에서 결정된 탄성계수를 직접적으로 비교한다면 많은 차이가 나타날 것이다. 따라서, 시험조건을 특성 고려하여 각 시험에서 결정된 값을 비교해야 하고, 시험조건과 해석조건 차이가 고려된 탄성계수를 해석에 사용해야 한다.

FWD 시험은 실제 포장체에 작용하는 응력조건을 가장 잘 고려(완벽히 일치하는 것은 아님)하고 있는 것으로 알려져 있으나 탄성계수 결정

\* 정희원 · 인덕대학 건설환경계열 전임강사, soilpave@mail.induk.ac.kr

\*\* 정희원 · 동의대학교 토목공학과 조교수, gckweon@hyomin.donggeui.ac.kr



을 위한 역해석 과정이 필요하고 하고, MDD는 실제 포장체에 설치운영을 위해 포장체를 보링, 매설하여야 하며, PBT는 포장기술자에게 매우 친숙한 장점이 있으나 직접적으로 탄성계수를 결정하는 시험이 아니고, 탄성파를 이용한 체적파 및 CH 또는 SASW는 최대탄성계수를 신뢰성 있게 결정할 수 있지만 변형률 크기에 따른 비선형성의 평가가 어렵고, PMT는 절토 노상의 등가적인 탄성계수 평가에 대하여 적용 가능성이 일부 확인되었으나, 전체 변형률 영역의 탄성계수 결정 기법이 아직까지 완벽히 검증되지 못하고 있다.

이상에서 간략하게 검토한 바와 같이 각 현장 시험의 장·단점을 충분히 인식하고, 해석하고자 하는 포장체의 조건과 시험기의 가용 상태, 평가 신뢰도의 목표수준 등을 고려하여 합당한 시험법을 선택하여야 한다.

## 2.1 FWD

충격하중을 이용한 Falling Weight Deflectometer는 그림 1과 같이 포장체 표면에 재하하중을 자유낙하시켜 발생된 표면처짐을 재하지점으로부터 일정한 간격으로 배치된 속도계(Geophone)로부터 처짐을 측정하여 표면처짐곡선을 구하고 이를 역해석함으로써 포장층의 물성을 추정하여 포장 구조체의 구조적 평가를 수행하거나 처짐자료로부터 포장체 및 지반의 특성을 파악하게 된다.

그림 2는 load cell로부터 측정된 FWD 하중곡선과 각각의 속도계로부터 측정된 포장체 표면의 처짐곡선으로, FWD 시험시 하중 및 처짐의 최대값과 시간에 따른 변화값을 각각 저장한다. 이렇게 측정된 FWD 측정결과는 공항 및 도로의 포장층과 노상, 보조기층 등 포장하부구조 표면의 처짐량인 처짐곡선으로써, 두께·물성·노체지반의 재료 및 하중의 크기에 따라 변화하게 된다. 표면처짐곡선은 구성재료의 응력구속조건에 의하여 선형으로 나타나지 않는다. FWD를 이용하여

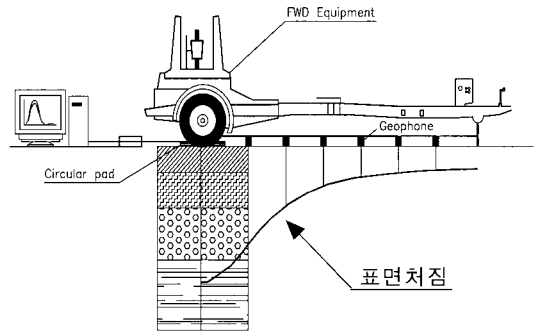


그림 1. FWD 비파괴시험을 통한 표면처짐 측정

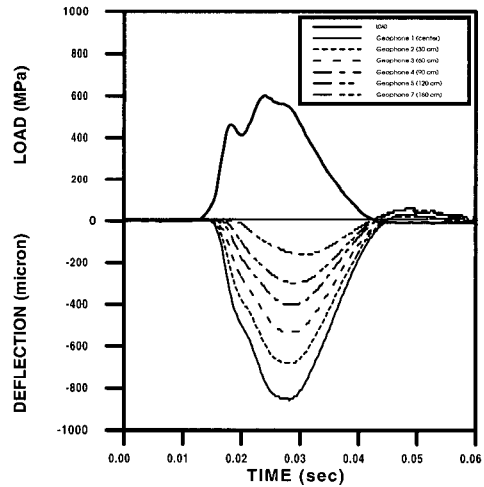


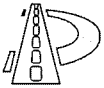
그림 2. FWD 하중곡선과 처짐곡선

측정된 표면처짐곡선은 그 때의 하중, 재하판의 직경, 재하판의 압력과 함께 동시에 측정되며, 이렇게 측정된 자료들을 이용하여 처짐평가지수와 역해석과정을 통한 물성추정값을 산정하여 구조적 평가, 진단, 유지관리정책을 수립하게 된다.

본 고에서는 FWD 비파괴시험장비의 원리 및 시험방법과 적용성은 특집논단의 “비파괴시험장비”에서 자세히 언급되어 있다.

## 2.2 MDD

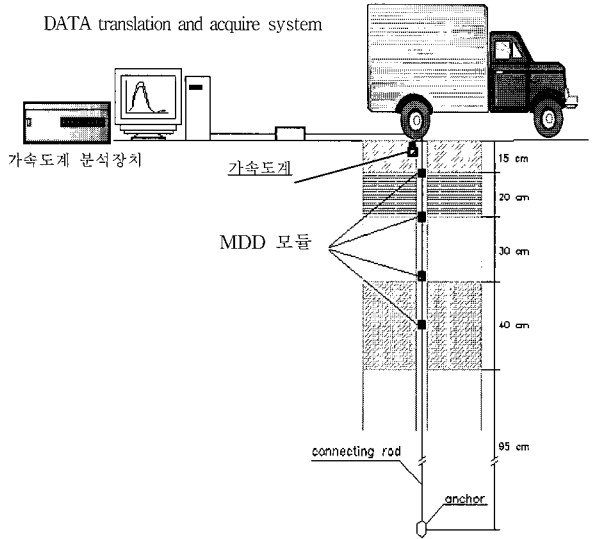
깊이별 처짐장비인 Multi-Depth Deflectometer



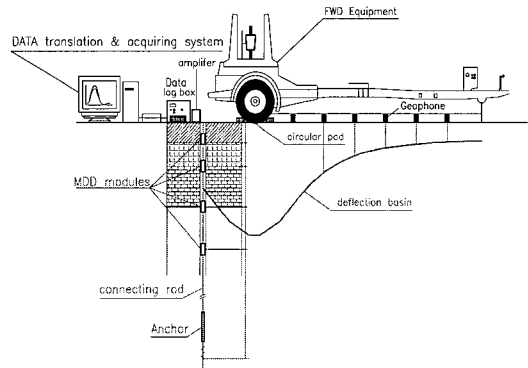
(MDD)는 포장구조체 각 층 내부의 깊이별 처짐을 직접 측정하도록 고안되어진 LVDT(Linear Variable Differential Transformer)의 일종이다. MDD는 비파괴시험장비(FWD등)나 트럭등 주행하중의 동하중이 MDD 상단에 가해졌을 때, 각 층의 내부 혹은 경계면에 위치하고 있는 각각의 MDD 모듈과 MDD 최하단에 설치된 앵커와의 상대적인 변위를 측정하여 깊이별 처짐량을 구할 수 있게 된다. MDD로부터 측정된 각 층의 처짐값들은 포장층에 가해지는 하중에 대한 내부 거동을 나타내며, 역해석한 물성의 검증과 주행하중으로부터 포장구조체 각 층의 물성을 산출하는데 쓰이는 입력값으로 사용된다. 또한 노상면에 설치되어 소성변형량을 측정하기도 한다.

MDD 는 최대 6개의 MDD 모듈을 하나의 시험공에 깊이별로 설치할 수 있도록 고안되었다. 일반적으로 앵커는 포장구조체 표면으로부터 2.4m 보다 아래에 설치하여 앵커와 각각의 모듈과의 상대변위를 측정한다. MDD는 시험이 끝난 후 앵커와 고무라이닝을 제외하고 기타 장비를 회수하여 재조정후 다시 설치할 수 있는 장점이 있다.

포장구조체 내부의 처짐을 측정할 수 있는 MDD 시험은 크게 하중을 가하기 위한 장비, 깊이별 처짐량 측정을 위한 MDD 모듈, MDD 매설 시험공 천공을 위한 보링장비, MDD로부터 읽음값을 기록하고 처리하기 위한 데이터 처리 시스템, 그리고 속도계(Geophone)를 이용하여 앵커처짐을 측정하는 앵커처짐 측정장비 등으로 구성된다. 그림 3은 재하하중과 MDD의 조합설치 개요도이다. 그림 3 (a)와 같이 주행하중에 의한 시험에서는 MDD 시험공 바로 위로 트럭이 주행할 때 포장구조체 내부 각 층의 경계면에 설치된 MDD로부터 깊이별 처짐을 측정한다. 그림 3 (b)와 같이 FWD 하중의 경우 방사방향으로 설치된 속도계로부터 표면처짐을 측정하고 동시에 MDD 깊이별 처짐을 측정한다.



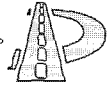
(a) 트럭주행하중



(b) FWD 충격하중

그림 3 재하하중 및 MDD의 조합설치 개요도

MDD 장비는 가해지는 하중에 의한 층 자체의 거동을 직접 대변할 수 있고, 주행하중에 대하여 LVDT 타입의 회수가 가능한 형태로서 타계측기보다 뛰어난 적용성으로 인천 국제신공항의 활주로 단면결정을 위한 내부거동값으로 사용된 적이 있으며, 개발된 신재료의 검증과 서로 다른 단면의 내부거동에 의한 비교분석 및 기타 포장층 해석이론



및 개발프로그램의 검증용으로 사용이 가능하다.

### 2.3 탄성파시험

탄성파를 이용한 지반탐사 및 물성추정은 토목 분야에서 전기비저항탐사나 지하레이더탐사보다 적용이 미흡하나 최근 굴절법을 이용하여 심도 및 암반분류 연구에 이용되고 있다. 탄성파는 체적파(Body Wave)와 표면파(Surface Wave)로 구분된다. 체적파는 지반의 내부 및 표면을 따라 고루 전파되는 탄성파로서 압축파(Compressional Wave)인 P-파와 전단파(Shear Wave)인 S-파가 이에 속한다. 현장에서 동적 물성인 동적 탄성계수와 포아송비는 체적파인 압축파와 전단파의 속도 및 표면파의 속도로부터 탄성론에 의하여 구할 수가 있다. 표면파 속도는 표면파 주파수해석(SASW: Spectral Analysis of Surface Wave) 시험에도 이용된다.

탄성파시험인 체적파와 표면파기법(SASW)에서의 깊이별 전단파속도는 공학적 물성치로서 저변형률에서의 탄성계수로 표현할 수 있으며 이를 다짐관리기준으로 적용할 수 있다. 표면파기법을 다짐관리 시험법으로 적용하고자 한다면 현장기술자가 사용할 수 있도록 시험장치를 단순화하고 시험의 절차를 표준화하여 시험자와 시험장치에 따른 오차요인을 최소화하여야 한다.

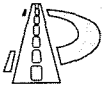
#### 2.3.1 체적파를 이용한 물성추정

압축파는 탄성파중에서 가장 빠른 속도로 전파되며, 따라서 1차파(Primary Wave), 또는 간단히 P-파라고도 부른다. 압축파는 파의 진행과 일치하는 방향으로 압축 및 팽창, 즉 체적 변형만을 유발하고 전단변형을 유발하지는 않는다. 이러한 압축파의 특성 때문에 팽창파(Dilatational Wave), 또는 비회전파(Irrotational Wave)라고도 불리운다. 압축파의 전파속도는 탄성론에 의하면 산정한다. 전단파는 압축

파 다음으로 빠른 속도를 가지며, 따라서 2차파(Secondary Wave), 또는 간단히 S-파라고도 부른다. 전단파는 전단변형만을 유발하고 체적변형을 유발하지는 않는다. 이러한 전단파의 특성 때문에 회전파(Rotational, 또는 Distortional Wave), 또는 등체적파(Equivoluminal Wave)라고도 불린다.

전단파 속도는 지반의 포화도와 무관하나 압축파 속도는 포화도에 따른 큰 차이를 나타낸다. 이러한 이유는 물은 전단변형을 유발할 수 없고, 압축변형만을 유발하기 때문이다. 즉 전단파는 토립자를 통해서만 전파되나 압축파는 토립자 뿐만 아니라 토체내 공극수를 통해서도 전파될 수 있기 때문이다. 그런데 흙의 압축성은 물에 비해 상대적으로 매우 크기 때문에 토립자를 통해서 전파되는 압축파의 속도보다 물을 통해서 전파되는 압축파의 속도가 더 빠르다. 토질공학적 측면에서는 지반의 포화도에 무관한 전단파가 압축파보다 중요시 된다. 일반적으로 포화도가 높은 지반에서 압축파 속도는 포아송비를 가정하여 전단파 속도로부터 추정하게 된다. 탄성파 속도의 계산에 사용되는 포아송비는 정적 시험인 삼축압축시험에 의하여 얻을 수 있으나 매우 낮은 변형률 상태에서의 포아송비는 압축파와 전단파 시험을 통해 추정하는 것이 효과적이다.

지반의 물성을 추정하기 위한 P-파 및 S-파 속도는 현장에서 검측공수평시험(Cross-hole 시험)을 통하여 측정하게 된다. 그러나 검측공수평시험은 지반 및 포장구조체에 파괴를 유발하므로 이를 변형하여 지표면에서 압축파 또는 전단파가 잘 유발되고 포착할 수 있도록 타격 또는 receiver를 배치하여 시험을 수행할 수 있다. 감지기는 충격하중의 주파수에 따라 속도계 또는 가속도계가 주로 사용된다. 감지기로부터 양질의 탄성파 신호를 얻기 위해서는 감지기와 지면과의 접촉상태에 완벽을 기해야 한다. 감지기에 의하여 포착된 하나의 탄성파 신호 기록은 압축파, 전단파, 표면파



인 R파 등 서로 다른 종류의 탄성파들에 의한 착란이 혼합되므로 측정의 대상이 되는 특정 탄성파의 도달 시간을 정확히 측정하려면 해당 탄성파 성분의 영향이 극대화될 수 있도록 조절해야 한다. 압축파의 경우에는 파의 진행 방향으로 압축, 팽창 변형을 유발하므로 충격 방향과 감지기의 감지 방향이 동일 직선상에 놓이도록 하면 압축파의 영향을 극대화할 수 있다. 전단파는 파의 진행 방향과 직교하는 방향으로 전단 변형을 일으키므로 충격 방향과 감지기의 감지 방향을 파의 진행과 직교하도록 하면 압축파의 영향을 최소화하고 전단파의 영향을 극대화시킬 수 있다.

일정 거리에 설치된 두 개의 감지기로부터 얻어지는 탄성과 신호 기록에서 압축파 및 전단파의 도달 시간차를 측정하면 각 파의 감지기간 거리를 통과하는데 소요된 시간을 측정할 수 있으며, 감지기간 거리를 통과 시간으로 나누면 각 파의 전파속도를 얻을 수 있다. 이로부터의 탄성론에 의하여 물성과 포아송비를 얻을 수 있다.

### 2.3.2 표면파 주파수해석(SASW)시험

현장에서 원위치 지반의 탄성과 속도를 측정하는 표면파 주파수 해석(SASW, Spectral Analysis of Surface Wave Technique) 시험은 검측공을 뚫을 필요가 없는 비파괴적인 시험방법일 뿐만 아니라 시험장비의 설치 및 조작이 간단하여 시험을 신속히 수행할 수 있으며, 또한 시험결과의 분석, 기록 등 일련의 해석작업을 자동화할 수 있는 장점이 있다.

SASW 시험은 탄성과 중에서 지표면을 따라 전파되는 Rayleigh파(R-파)를 이용한다. R-파는 주파수, 또는 파장의 변화에 따라 전파속도가 달라지는 분산(Dispersion) 특성을 갖게 되는데 SASW 시험에서는 이러한 R-파의 분산특성을 이용하여 지반특성을 파악한다. 표면파 주파수해석(SASW) 시험은 체적파시험의 그림 4와 같이

source와 감지기 모두를 지표면에 두고 시험하는 방법으로 표면파의 분산특성을 이용하여 지반 내부의 물성치를 추정하는 것이다. 시험은 지반 위에 측선을 설정하고 측선을 따라서 감지기간 거리를 적절히 변경하며 수행한다. 시험에 있어 가장 중요한 것은 충격지점 및 감지지점의 배열이라 할 수 있다. 일반적으로 측선상에 하나의 기준점을 정하고 이를 중심으로 두 개의 감지기를 좌우로 동일한 거리만큼 넓혀가거나, 좁혀가면서 시험을 수행한다. 이때 충격 지점과 첫번째 감지지점 간의 거리는 두 감지점 간의 거리와 동일하게 유지하는 방법이 양호한 시험 결과를 준다고 알려져 있다. 이러한 배열은 측선에 따른 지반 물성의 변화로 인한 영향을 최소화할 수 있는 장점이 있다.

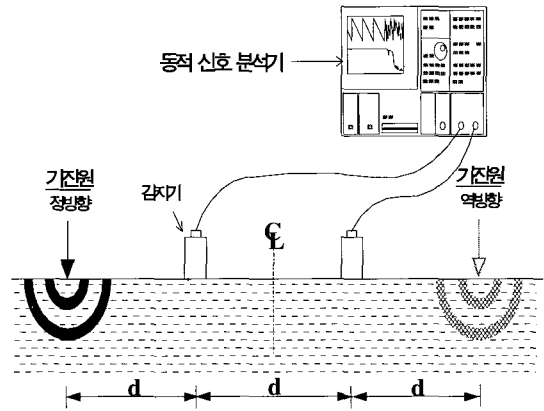
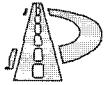


그림 4. SASW 시험

SASW 시험은 일정한 주기의 표면파를 사용하는 정상진동기법(Steady - State - Rayleigh method)을 수정, 보완한 시험방법으로 반무한층에서 표면파의 분산특성에 그 바탕을 두고 있다. 표면파의 분산특성은 층상구조의 매질에서 파의 전파 속도가 파의 주파수에 따라 변하는 것을 의미한다. 층상구조를 가지는 포장구조체에서 파장이 증가함에 따라 포장체 단면의 점점 깊은 곳에서 입자의 거동이 발생한다. 이 때, 표면파의 속도(위상속도)는 이러한 입자



의 거동이 나타나는 깊이까지의 재료의 강성도에 의해 대표된다. 위상속도는 깊이에 따라 강성도가 변하는 층상구조에서 파장(또는 주파수)의 크기에 따라 변한다. 그러므로 다양한 주파수 성분을 포함하는 표면파를 지표면에서 가하여 파장(또는 주파수)에 따른 표면파 속도의 변화인 분산곡선을 구한다. 분산곡선이 정해지면 이 곡선으로부터 역산에 의하여 전단파속도를 구하여 지반의 물성치를 추정하게 된다. 또는 간편법으로서는 분산곡선에서 파장의 1/2 또는 1/3 되는 깊이의 위상속도를 현장물성을 대표하는 표면파속도 VR로 간주하고 전단파속도로부터 물성을 추정하게 된다.

SASW시험으로부터 포착한 Cross-power spectrum을 분석하여 얻은 분산곡선 예는 그림 5와 같다. 각 층의 물성은 각각의 분산곡선으로부터 간편법인 1/2 Lr 방법에 의하여 추정된 R파 속도와 탄성론에 의하여 결정된다.

## 2.4 정규진동을 이용한 파해석

얕은 두께층에서 전단파속도로부터 탄성계수를 산정하는 방법들은 먼저 체적파의 경우 보조기층

의 얕은 깊이에서 고주파수의 파가 발생하여 표면파의 영향이 크게 발생하며, SASW 시험으로 구한 전단파속도 또한 노체 및 노상의 탄성계수를 산정할 수 있으나 데이터의 분산이 크게 나타난다.

충격하중에 의한 탄성과 유발이 아닌 기계기초에서 정형화된 이론을 응용하여 이동식 정규진동 발생기를 통한 파해석으로부터 그림 6과 같이 일정한 전단파속도를 구할 수 있다. 추후 현장에서 정규진동을 발생시키는 이동식 정규진동장비를 구축한다면 다짐두께에 해당하는 얕은 깊이에서

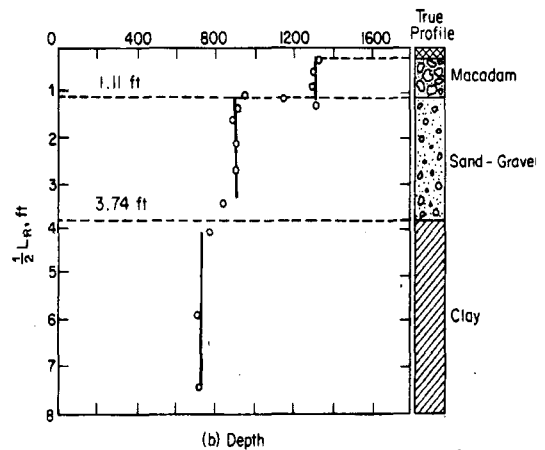
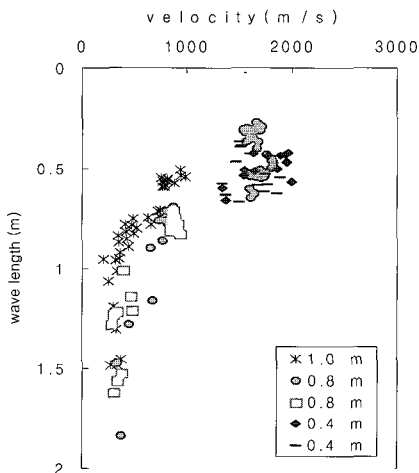
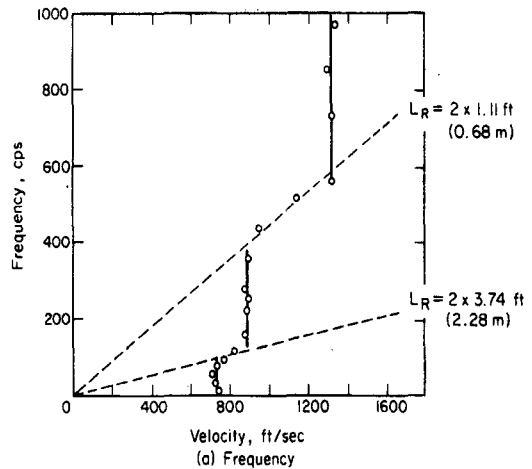
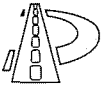


그림 6. Wave velocities observed on stratified soil as a function of frequency and depth(after Heukelom and Foster, 1960)

그림 5. 분산곡선 예



도 신뢰성 있는 전단파속도를 산정함으로써 전단 파속도를 이용한 탄성계수 개념의 관리를 수행할 수 있을 것으로 사료된다.

## 2.5 CH (공내수평 탄성파시험)

공내수평 탄성파시험은 포장체에 두 개 이상의 시추공을 뚫어 한쪽은 발진자(source)로, 나머지 시추공은 감지기(receiver)로 구성하여, 발진자에서 유발되는 진동이 지반을 통과하여 감지장치까지 도달되는 파의 전파속도를 깊이별로 측정하여, 깊이별 지반의 최대 탄성계수를 결정하는 시험방

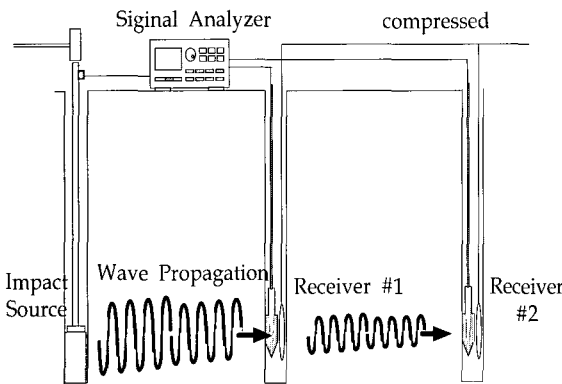


그림 7. 공내수평 탄성파시험의 개요도

법이다(그림 7). 본 시험법은 현장지반의 최대탄성계수를 가장 신뢰성 있게 평가할 수 있는 시험법으로 받아들여지고 있으며, 포장체에서도 하부구조재료의 최대탄성계수를 신뢰성 있게 결정할 수 있을 것으로 기대된다. 아울러, 한번 설치된 시추공은 계속적으로 사용이 가능하여 노상토 및 보조기층 재료의 장기간에 걸친 환경변화에 따른 탄성계수 변화 측정이 가능하다.

## 2.6 PBT (평판재하시험)

평판재하시험은 적당한 기구를 통하여 지반에

압력을 가하고, 그 때의 지반의 반응(침하)을 관찰, 측정하는 시험법이다. 먼저 재하판을 지반에 밀착 시키기 위하여 약간의 압력을 재하판에 가한 후 지반에 압력을 가하고, 그 때의 침하 특성을 측정하여 그 기울기인 지반반력계수를 구하는 것이다.

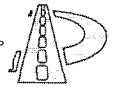
지반반력계수는 단위 단면적을 갖는 흙 기둥의 스프링상수에 해당하는데, 탄성계수 개념과 매우 유사하지만, 그 자체가 탄성계수를 의미하는 것은 아니다. 평판재하시험은 극히 제한된 시험결과에 의해 측정 구간의 전체를 나타낼 수 있는 시험위치 선정이 어렵다는 문제점이 있지만, 포장 기술자에게 매우 친숙하고, 연속적인 하중·변위 측정 자료로부터 등가의 탄성계수를 결정하는 기법이 개발되어 있다.

## 2.7 PMT (공내재하시험)

공내재하시험은 가해진 압력에 따른 공동변형률을 측정하는 시험으로, 공동변형율의 측정방식에 따라 크게 부피변화를 측정하는 방식과 원주방향 변형을 직접 측정하는 방식으로 나누어지고, 각각의 방식에 따른 시험기기 보정을 실시하여야 한다(Clarke, 1995). 최근에는 공내재하시험으로부터 지반의 변형률 크기에 따른 전단탄성계수를 구하기 위한 연구가 활발히 이루어지고 있다(Bellotti 등, 1989 ; Robertson 등, 1986). 포장 하부구조에 대해서는 절토 노상의 탄성계수를 평가하기 위해서 적용되면 이때는 PIP(Pushed-in Pressuremeter) 형태의 공내재하시험장치가 이용된다.

## 3. 맺음말

포장 하부구조의 탄성계수는 포장체의 응력-변형 상태를 반영한 특성치로서, 포장 설계 및 해석에 핵심이 되는 입력 물성치이다. 따라서 합리적인 설계·해석을 위해서는 하부구조 재료의 탄성



계수를 신뢰성 있게 평가하는 것이 무엇보다 중요하다. 아울러 설계-시공-유지관리에 사용되는 개념의 통일성 확보를 위하여, 다짐시공에서 탄성계수 개념에 근거한 다짐관리기법의 개발이 절실히 요구되고 있다.

현재의 많은 연구성과에 의하면 탄성계수에 대한 다양한 영향요소를 합리적으로 고려한다면 동일한 탄성계수를 얻을 수 있음이 밝혀지고 있어, 시험방법에 의한 동탄성계수, 정탄성계수, 또는 회복탄성계수의 차이는 무의미하고, 시험이 수행되는 조건(변형률 크기, 하중주파수, 하중 반복회수, 응력 조건 등)과 해석조건의 차이를 합리적으로 고려하는 것이 무엇보다 중요하게 부각되고 있다. 따라서, 수행 조건과 장단점이 서로 상이한 여러 시험법에서, 시험기의 가용 상태, 평가 신뢰

도의 목표수준 등과 시험장치의 특성을 고려하여 합당한 시험법을 선정하여야 하고, 경우에 따라서는 여러 시험법을 조합하여 적용하는 것도 검토할 필요가 있다.

향후에는, 지속적이며 급속한 계측 기술의 발전과 함께 하부구조의 탄성계수 평가의 여러 기법이 개발될 것으로 예상된다. 그러나 어떠한 시험법이 개발된다 하여도 완벽한 시험법(최소의 시험비용, 시험결과의 완벽한 신뢰도)의 개발이란 불가능하다. 따라서 특정한 시험으로부터 해석에 사용되는 물성치를 합리적으로 결정하기 위해서는 국내 포장하부구조 재료의 탄성계수에 대한 여러 영향요소를 충분히 결정해두는 것이 무엇보다 중요하다.

### 학회지 투고안내

한국도로포장공학회에서는 여러 회원의 원고를 모집하고 있습니다. 도로 및 공항포장과 관련된 사항(설계, 시공, 현장체험, 신기술 등) 및 수필, 시, 여행체험기 등 회원 여러분이 보고, 듣고, 느끼신 귀중한 체험을 학회지에 투고하여 주시기 바랍니다.

투고요령 : 원문 및 디스켓 1부 송부

접 수 처 : 한국도로포장공학회 편집위원회

☎137-862 서울시 서초구 서초동 1355-3

서초월드오피스텔 1512호

전화: 02-525-7147 / 전송: 02-525-7149