

해외학생 연구동향

University of Illinois at Urban-Champaign Civil Engineering 편

본 편집위원회에서는 외국에서 공부하고 있는 해외학생들의 학회에 대한 관심과 참여기회를 높이고 우리 회원들에게 최근 도로연구동향과 이슈를 소개하고자 본 회지부터 해외학생동향을 실기로 하였습니다. 이를 위해 먼저 일리노이 대학교 토목공학과에서 공부하고 있는 권재현 군과 김인태 군이 연구하고 있는 내용을 소개해 드리고, 범위를 차츰 넓혀 해외에서 직접 기사를 작성할 수 있도록 유도할 생각입니다. 많은 관심 부탁드립니다.

아래 글은 김인태 학생이 준비하는 박사학위 논문의 요약으로, 공항포장에서 골재 기층 및 보조기층의 소성변형 거동 연구에 관한 내용입니다. 김인태(In Tai Kim) 학생은 Department of Civil and Environmental Engineering University of Illinois at Urbana-Champaign에서 공부중입니다.

Permanent Deformation Behavior of Airport Pavement Base and Subbase Courses

대부분의 포장 형식은 상대적으로 강도가 약한 노상을 교통하중으로부터 경제적으로 보호하기 위한 목적에서 쇄석으로 이루어진 기층과 보조기층을 설치한다. 소성변형(Rutting)은 아스팔트포장이 준공된 후에 공용이 시작되면 통과 교통량이 누적되면서 발생하기 시작한다. 소성변형은 반복적인 교통하중의 재하에 의하여 발생하는데, 아스팔트 표층에도 영향을 미치지 만 쇄석골재 및 노상으로 이루어진 포장하부층에도 큰 영향을 미친다. 아스팔트포장에서 발생하는 소성변형은 포장을 구성하는 모든 층(아스팔트 표층 및 기층, 쇄석 기층 및 보조기층, 노상)들에서 발생하는 영구변형(Permanent Deformation)들의 조합으로 이루어

진다. 입상재료로서 자체적인 구속력이 없는 쇄석 및 토사로 이루어진 포장하부층에서, 소성변형은 파괴를 정의할 수 있는 유일한 기준이라 사료된다.

미국 연방항공청(FAA)이 뉴저지주 아틀랜틱 시티에 건설한 National Airport Pavement Test Facility(NAPTF)에서의 실험결과는 소성변형에 관하여 흥미로운 사례를 보여줬다. 일반 도로의 교통하중에 비하여 상대적으로 강도가 크며 동적으로 거동하는 항공기의 차륜하중은 아스팔트포장층에 먼저 전달되지만, 아스팔트포장층의 강성이 하부층에 비하여 크므로 대부분의 소성변형은 입상재료로 이루어진 포장하부층에서 발생했다. 공항포장 구조체에서 발생하는 이와 같은 소성변형의 거동을 종합적으로 규명하기 위해서는 지금까지 많은 연구가 진행되지 않은 입상재료로 구성된 포장하부층의 소성변형에 대한 거동 분석이 중요하다고 판단할 수 있다.

현재까지 입상재료의 소성변형 거동을 실험실에서 분석하기 위한 표준실험절차는 아직 결정된 바가 없다. AASHTO T307-99와 같이 실험실에서 회복탄성 계수를 구하는 실험절차는 입상재료로 이루어진 공항포장의 하부층에서 발생하는 소성변형 거동을 분석하기에는 부적합하다. 이는 소성변형을 모사하기 위하여

시편에 가할 수 있는 하중과 변형의 크기가 제한되어 있기 때문이다. 그러므로 공항포장에서 소성변형의 누적에 따른 거동을 실험적으로 모사하기 위해서는 항공기의 강도 높은 수직하중과 하중이 움직이면서 발생하는 응력 분포를 모사할 수 있는 새로운 실험 기법이 필요하다고 할 수 있다.

최근에 일리노이 대학에서는 UI-FastCell 이라고 명명된 새로운 삼축압축 실험장비를 개발했다. 이 장비는 시편에 주응력을 펄스형태로 가할 수 있는데, 이는 사용자가 정의한 방향으로 작동이 가능한 두개의 독립적인 응력발생 장치를 통하여 이루어진다. 이 장비를 사용하여 소성변형의 거동에서 하중 강도 변화 및 이동하중에 의한 주응력 각도의 회전에 따른 영향을 효과적으로 관찰할 수 있었다.

전체적인 연구의 목적은 입상재료 기층 및 보조기층의 소성변형에 대한 영향을 실내실험을 통하여 효과적으로 평가할 수 있는 기준을 설정하는 것이다. 상세한 연구의 목적들은 다음과 같다.

- (1) 미국 연방항공청의 공항포장 설계 기준(Advisory Circular, AC-150/5320-6D)에서 규정하는 P209와 P154 수준의 쇄석에 NAPTF에서 모사하는 수준의 30톤 바퀴 하중이 가해졌을 경우에 쇄석에서 발생하는 소성변형 거동이 모사 가능한 반복 삼축 하중 재하 실험 규정 개발.
- (2) NAPTF 실험결과에서 나타난 바와 같이 이동하중에 의하여 발생하는 응력 분포(구속압력의 변화에 의함)의 변화가 유발하는 P209 및 P154 재료의 소성변형 거동 분석
- (3) 현장에서 골재의 shakedown과 소성변형을 유발하여 포장을 파손상태로 가져갈 수 있는 응력 수준의 결정
- (4) 실험자료를 기초로 하여, 공항포장에 사용되는 입상재료들에 대한 새로운 소성변형 파손 예측 모델 개발
- (5) NAPTF에서 1단계로 건설된 시험포장 단면들에서 나타난 교통량 자료를 근거로 새롭게 개발된 소성변형 파손 예측 모델을 검증
- (6) 본 연구를 통하여 얻은 성과들을 활용하여, 입상재료층의 강도와 관련된 새로운 시방 기준 권고안 작성

아래 글은 권재현 학생이 연구중인 내용의 요약으로, 포장구조체에 사용되는 토목섬유 보강재에 관한 연구내용입니다. 권재현(Jayhyun Kwon) 학생은 Department of Civil and Environmental Engineering University of Illinois at Urbana-Champaign에서 공부중입니다.

Geosynthetic Reinforcement of Pavement Structure

토목섬유의 일종인 지오그리드는 아스팔트 포장의 보강재로서 사용됨으로서 포장의 수명 및 성능향상을 가져올 수 있다. 그러나, 보강재사용에 따른 경제성 분석이 되어있지 않고, 포장 보강 설계기법에 관한 연구도 미흡한 실정이다. 보강된 구조물의 역학적 거동 특성은 기존의 포장구조물보다 복잡하므로 아직까지 명확하게 밝혀져 있지 않았다. 따라서 본 연구에서는 지오그리드로 보강된 아스팔트 포장의 역학적 거동 특성 규명과 보다 체계적이고 효과적인 포장 설계를 위하여, 유한요소 구조해석 기법과 보강된 아스팔트 포장의 실험결과를 근거로 해석 및 설계 기법을 연구하고자 한다.

본 연구는 다음의 3단계로 구성되어 있으며 단계별 연구목적은 다음과 같다.

- 1단계 : 유한요소 구조해석 기법을 이용한 포장구조물의 역학모델 (Mechanistic model) 개발
 - 기층 및 보조기층 재료의 비선형 재료모델 이방성 거동을 고려한 선대칭 유한요소 해석 모델 개발
 - 포장구조물 내의 보강재의 최적 위치 규명
 - 위의 해석모델을 이용하여 보강된 포장구조물의 성능에 영향을 미치는 변수에 대한 연구
- 2단계 : 실험 및 해석결과 비교
- 3단계 : 지오그리드로 보강된 아스팔트 포장의 설계 기법 개발
 - 포장 파손 모델 제시