

공용성 확보를 위한 아스팔트 포장 현장 다짐관리 매뉴얼 개발

Development of Compaction Technologies for Better Performing Asphalt Pavements

황성도* · 김영민** · 정규동*** · 이석홍****

Hwang, Sung Do · Kim, Yeong Min · Jeong, Kyu Dong · Lee, Suk Hong

1. 서론

아스팔트 포장의 다짐작업은 포장체의 장기 공용성을 좌우하는 가장 중요한 시공 공정 중의 하나로서, 가열 아스팔트 혼합물의 특성이나 대기온도 등에 따라 현장조건을 고려하여 적절하게 이루어져야 한다. 따라서 다짐장비의 종류와 다짐횟수 및 다짐패턴은 사전에 일률적으로 결정하는 것이 아니라 반드시 도로포장 현장의 조건을 고려하여 시험 포장 등을 실시하여 그 결과를 바탕으로 결정되어야 한다. 그러나 현재 국내의 상황은 아스팔트 포장 시공의 다짐관리 부분에 대한 국가 기준이 미비하여, 현장 실무자가 아스팔트 포장의 공용성능을 확보하는데 많은 어려움을 겪고 있다. 따라서 아스팔트 포장의 현장 실무공정 중에서 포장의 공용수명에 가장 큰 영향을 미치는 아스팔트 포장의 현장 다짐관리 방법을 매뉴얼로 작성하였다. 본 매뉴얼은 아스팔트 포장 시공 현장의 다짐관리 실무에 필요한 기준을 정함으로써, 아스팔트 포장의 내구성 및 공용수명을 증진시키고 도로 이용자에게 쾌적한 도로 환경을 조성하는데 그 목적이 있다. 본 매뉴얼에서는 아스팔트 포장 시공시 현장 품질관리자 및 실무자가 숙지하여야 할 기본적인 다짐관리 방안을 제시하여 보다 체계적인 시공 기술의 보급을 도모하고자 한다.

본 매뉴얼은 한국건설기술연구원에서 제작하고, 한국도로공사를 포함한 6개 지방국토관리청에 배포되어 검토의견 수렴 후 시공 현장 실무관리자, 관계부처 공무원, 도로공학 교수진으로 구성된 자문위원의 자문을 통해 최종 수정되었다. 지속적인 현장 적용성 검증을 거쳐 보완·발전의 여지가 있는 부분과 새로운 기술 개발에 따른 매뉴얼의 개정이 필요한 경우, 연구 검토와 논의를 통하여 지속적인 보완이 이뤄질 수 있다.

2. 현장 다짐작업

가열 아스팔트 혼합물은 포설을 완료하는 즉시 소정의 밀도가 얻어지도록 충분히 다져야 하며, 다짐장비는 머캐덤 롤러, 탄뎀 롤러, 진동 롤러, 타이어 롤러 등을 사용한다. 다짐방법은 본포장 전에 시험포장을 통해 결정하는 것이 좋다. 현장에서의 다짐작업 이전에 일정구간의 시험포장 구간을 선정하여 포장 시공의 전 과정을 미리 검토하는 시험포장을 실시한다. 시험포장에서는 아스팔트 플랜트의 적절한 생산 품질관리 여부, 플랜트에서 현장까지의 혼합물의 운반과 분리현상(재료 및 온도) 방지를 위한 대책수립, 포설 작업시의 이음부 시공관리 문제, 다짐작업시 적정 다짐도 확보를 위한 다짐장비의 종류 및 다짐방법과 다짐횟수 결정을 위한 비파괴 현장밀도 측정장비의 사용 여부 등을 결정한다.

* 정회원 · 한국건설기술연구원 선임연구원 · 공학박사 · E-mail: sdhwang@kict.re.kr

** 정회원 · 한국건설기술연구원 연구원 · 공학석사 · E-mail: choozang@kict.re.kr

*** 정회원 · 한국건설기술연구원 연구원 · 공학석사 · E-mail: kdjeong@kict.re.kr

**** 정회원 · 현대건설기술연구소 · 공학박사 · E-mail: 2000hyundai@hanmail.net

2.1 다짐작업 순서

아스팔트 포장은 아스팔트 페이퍼를 이용하여 포설한 후에 일반적으로 3차에 걸쳐 다짐을 한다. 1차 다짐, 2차 다짐, 마무리 다짐으로 구분하며, 다짐 장비 및 다짐 횟수, 다짐 속도를 결정하는 가장 좋은 방법은 시험포장을 실시하고, 그 포장면에서 각 다짐횟수마다 비파괴 방식의 현장밀도 측정장비를 사용하여 밀도 측정 결과를 검토하여 다짐 장비별 다짐횟수를 결정하는 것이다.

2.2 다짐 방법

가. 1차 다짐

1차 다짐은 가열 아스팔트 혼합물이 변위를 일으키거나 미세균열(Hair crack)이 생기지 않는 한도에서 가능한 한 높은 온도에서 실시하며, 적정 다짐온도는 일반적으로 110~140℃ 정도의 범위이나 개질 아스팔트나 특수 아스팔트 포장 재료의 경우에는 다짐온도를 좀 더 상향할 수도 있다. 한 개 차로 시공 시에는 포장 시점의 바깥부분부터 다짐작업을 시작해야 하며, 기존포장면의 옆에 붙여서 포장하는 경우에는 세로 이음부로부터 먼저 다지고, 신규 포장부는 포장 시점부터 다져서 올라온다.

나. 2차 다짐

2차 다짐은 1차 다짐 완료 즉시 소정의 다짐도가 얻어지도록 연속해서 다지며, 다짐방법은 기본적으로 1차 다짐과 동일하다. 롤러의 종류와 다짐횟수는 현장에서의 적절한 다짐도 확보를 위하여 시험포장의 결과를 준용한다. 만일 2차 다짐에 타이어 롤러를 사용할 경우에는 타이어의 온도를 뜨겁게 유지하여 다짐 초기에 가열 아스팔트 혼합물이 타이어에 달라붙지 않도록 한다.

다. 3차 다짐

3차 다짐인 마무리 다짐은 포장면의 요철이나 롤러 자국 등을 없애기 위해 실시한다. 마무리 다짐은 탄뎀 롤러를 진동 없이 사용하며, 정해진 다짐횟수를 다지기 보다는 전체적인 포장체의 평탄성 확보를 고려한다.

라. 이음부 다짐

시공 이음이나 구조물과 접합부에서는 다짐이 불충분하게 되기 쉽고 불연속적으로 되어 취약부가 되기 쉬우므로, 소정의 다짐도를 얻을 때까지 충분히 다지고 상호 밀착시켜야 하며, 시공이음은 가능한 적게 되도록 한다. 이음의 방법에는 그림 1과 같이 맞댐방법, 겹침방법 등이 있다.

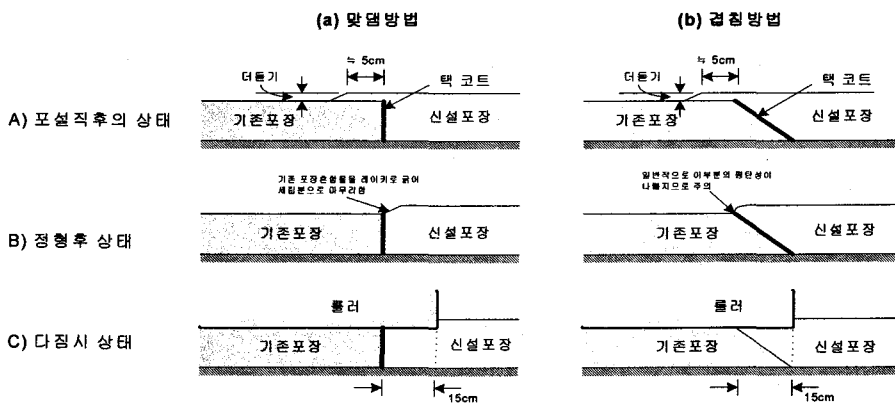


그림 1. 기존포장과 신규포장부의 이음 방법의 예

가로 이음은 도로의 진행방향에 수직방향으로 발생하는 이음으로서, 포장 작업 종료 시나 부득이 작업을



중단할 때 도로의 가로방향으로 설치한다. 가로 이음부의 시공 상태는 차량의 주행성(평탄성)에 직접 영향을 주므로 가능한 한 평탄하게 마무리하여야 한다. 포설 작업시에 페이퍼의 연속적인 작업을 유도하여 가로 이음의 숫자를 줄이도록 최대한 노력한다.

세로 이음은 도로의 폭을 다차로에 걸쳐 시공할 경우에 도로중심선에 평행하게 설치하는 이음으로서, 다짐이 불충분하면 이음부에 단차가 생기고, 균열이 발생하기 쉬우며, 우수(雨水)의 침투에 의하여 공용 초기에 박리(Stripping) 현상과 포트홀(Pothole) 등이 발생할 수 있다. 각 층의 세로 이음 위치가 중복되지 않도록 하여야 하며, 기존포장과 5cm 정도 겹치게 포설하여 다짐한다.

2.3 구조물과의 접속 부분 처리

연석, 측구, 맨홀 등 구조물과의 접속 부분은 가열 아스팔트 혼합물의 온도가 높을 때 탬퍼, 인두 등으로 단차가 발생되지 않도록 주의하여 시공하여야 한다. 구조물에 접하는 포장면이 낮으면 물이 고일 염려가 있으므로 접속면의 이물질을 제거한 후 택 코팅을 실시하고, 구조물 보다 높게 마무리 하는 것이 좋다. 특히, 구조물과의 접속부분은 벌어지기 쉬우므로 주의하여야한다.

2.4 이음부의 택 코트

세로 이음, 구조물과의 접속면은 깨끗이 청소한 후 적당한 아스팔트 재료(유화 아스팔트 RS(C)-4 등)로 택 코트를 실시하고, 가열 아스팔트 혼합물이 충분히 밀착되도록 하여야 한다. 이음부 택 코트는 일반적으로 인력으로 시공한다. 택 코트의 살포시 구조물이 아스팔트로 더럽혀지지 않도록 접속면 이외의 부분에 물과 석분을 희석한 것을 바르거나 시트 등으로 덮는 것이 좋다.

3. 현장 시료의 채취

시료의 채취 방법은 아스팔트 포장의 품질 평가 과정 중에 가장 중요한 요소로써 KS A 3151의 "랜덤 샘플링 방법"과 KS F 2350의 "아스팔트 포장 혼합물의 시료 채취 방법"에 따르며, 가열 아스팔트 혼합물 시료나 코어 시료채취에 적용한다. 일반적으로 아스팔트 포장의 가열 아스팔트 혼합물의 밀도 및 두께의 측정 은 1일 1회 이상, 포설 1층 당 최소 3,000m²(30a) 마다 실시하며, 이 단위 포장구간 안에서 20mm 밀립도 아스팔트 혼합물은 코어를 직경 150mm로 4개 이상 채취하여 시험한다.

가열 아스팔트 혼합물은 아스팔트 페이퍼로 포설한 후 즉시 포설면 위에서 채취하는 것이 좋다. 이와 같은 방법이 불가능할 경우, 운반 장비에 가열 아스팔트 혼합물이 상차되어 있는 상태 또는 쌓여 있는 상태에서 가열 아스팔트 혼합물의 시료를 채취할 수 있다. 또한, 포장 후 초기 아스팔트 혼합물 물성을 파악하기 위한 코어 채취는 양생 24시간 후 실시하는 것이 바람직하다.

4. 포장의 현장 다짐도 조사방법

가열 아스팔트 포장의 다짐도 조사방법은 채취된 시료나 현장에서 실시한 시험값을 이용하며, 포장 다짐의 관리에 적용한다.

4.1 다짐밀도의 측정

아스팔트 포장의 다짐밀도를 측정하기 위해서는 가열 아스팔트 혼합물의 이론최대밀도 또는 시험실에서 제작된 마샬 공시체의 겉보기 밀도를 기준밀도로 사용할 수 있다, 현장의 다짐밀도는 「3. 현장 시료의 채취」 방법에 따라 채취한 코어시료의 겉보기 밀도나, 비파괴 현장밀도 측정장비를 이용하여 측정한 밀도를 사용한다.

이론최대밀도는 KS F 2366의 '아스팔트 포장 혼합물의 이론적 최대 비중 및 밀도시험 방법'에 따라 구하며, 3회 시험한 값을 평균하여 적용한다. 도로에서 채취한 코어시료를 이용할 경우에는 코어 시료를 건조기에서 105±5℃로 가열하여 시료를 균일하게 분리하여, 105±5℃ 온도의 건조기에서 3시간 이상 건조시킨 후 이론최대밀도를 구한다.



공시체의 겉보기 밀도를 기준값으로 사용할 경우에는 시험실에서 기준밀도 시료로 제조된 마샬 공시체나 현장에서 채취한 코어시료를 이용하여 KS F 2446 「다져진 아스팔트 혼합물의 겉보기 비중 및 밀도 시험 방법」에 따라 내부에 공극이 포함된 다짐상태의 공시체 밀도인 겉보기 밀도를 구한다.

비파괴 현장밀도 측정장비는 아스팔트 포장의 다짐작업 중에 다짐의 정도와 다짐 후에 다짐밀도를 조사하기 위하여 사용할 수 있다. 이 경우에는 사용 전에 조사할 포장과 동일한 조건의 코어시료 또는 포장에서 보정작업을 반드시 수행한 후 밀도 측정을 하여야 하며, 코어시료에 의한 밀도 측정방법과 병행하는 것이 좋다.

4.2 현장 다짐도의 조사

아스팔트 포장의 현장 다짐도는 KS F 2366에 의한 이론최대밀도 또는 시험실에서 제작된 마샬 공시체의 겉보기 밀도를 기준 밀도로 하여 코어시료의 밀도로 조사한다. 일반적으로 코어시료의 겉보기 밀도나 현장밀도 측정장비에 의한 현장 다짐밀도 기준은, 표층용(WC-1~WC-5)의 경우 이론최대밀도의 94.0±2.0% 이고, 기층용(BB-1~BB-4)은 이론최대밀도의 93.0±2.0%이다. 시험실에서 제작된 마샬 공시체의 겉보기 밀도를 기준 밀도로 사용하는 경우에는 96% 이상이다.

5. 동절기 현장 다짐관리

동절기에 가열 아스팔트 혼합물을 포설하면, 시공 온도가 급격히 떨어져 소요 작업성을 잃게 되어 적정 수준의 포장 다짐도를 얻기 어렵다. 대기온도 5℃ 이하에서는 시공 품질에 악영향을 미칠 수도 있으므로 시공을 피하는 것이 바람직하다. 현장 여건에 의해 동절기에 시공하는 경우에는 특별히 다짐 등의 품질관리에 주의하여야 한다.

5.1 동절기 포장 시공의 품질관리 사항

동절기에 대기온도 5℃ 이하에서 시공 할 경우에는 각 현장의 상황에 따라 (1) 생산온도 관리대책, (2) 운반관리 대책, (3) 택 코트 포설 대책, (4) 가열 아스팔트 혼합물 포설 대책, (5) 다짐관리 대책 중에 선정하는 등 소정의 다짐 밀도를 얻을 수 있는지 확인하여야 한다. 5℃ 이상의 경우라도 바람이 강할 때에는 동일한 대책에 준하여 시행한다.

6. 결 론

현장 다짐작업이 성공적으로 이루어지기 위해서는 아스팔트 혼합물과 대기온도 등의 현장 조건에 다짐장비와 다짐횟수가 적합하여 최적의 공극률과 밀도가 구현되어야 한다. 아스팔트 포장의 공극률이 너무 낮은 경우에는 전단 압밀에 의한 소성변형에 의한 파손현상을 유발할 수 있고, 공극률이 너무 높은 경우에는 교통하중에 의한 추가 압밀로 소성변형과 노화축진에 의한 균열 및 박리현상과 포트홀 등을 발생시킬 수 있다.

따라서, 상기 다짐 방법에 따라 적합한 다짐관리를 할 경우 아스팔트 포장은 차량 하중 및 환경 조건에 의한 파손에 저항할 수 있고, 최상의 공용 특성을 나타낼 수 있을 것으로 기대한다.

감사의 글

본 논문은 건설교통부에서 지원한 “한국형 포장설계법 개발과 포장성능 개선방안 연구”의 일부 연구결과입니다.

참고문헌

1. 이석홍, 황성도, (2004), “아스팔트포장의 시공기술 개선방안,” 특집 논문, 한국도로학회지, 한국도로학회
2. 한국도로공사, (2004), “고속도로공사 전문시방서,” HS-04
3. US Army Corp of Engineers, (2000), “Hot-Mix Asphalt Paving Handbook 2000,” PartIII Hot-MIX Asphalt Laydown and Compaction.
4. NAPA(National Asphalt Pavement Association), Compaction Toolkit Series 001, Quality Control for Hot Mix Asphalt Operation and Roller Operation for Quality
5. Freddy L.Roberts.,(1996), “Hot Mix Asphalt Materials,Mixture Design,and Construction,” Second Edition, Chapter6.Equipment and Construction.