

# 아스팔트 포장의 다짐과 평탄성



박 대 옥 | 정회원 · 군산대학교 토목공학과 교수

## 1. 개요

아스팔트 포장 시공에 있어서 아스팔트 혼합물의 다짐과 다짐 후의 평탄성은 매우 중요한 품질 요소이다. 이러한 이유에서 아스팔트 포장 시공 후 다짐 밀도 측정과 평탄성 측정은 품질검사에 있어서 필수 항목이다. 품질검사 항목이 현장에서 지켜지는지의 여부를 떠나 두 요소는 아스팔트 포장의 성능에 매우 중요하기 때문이다. 또한 포장 평탄성과 다짐밀도는 아스팔트 포장의 시공성과 매우 밀접한 관계가 있는 것으로 나타나 있다.

본 고에서는 아스팔트 포장의 다짐에 영향을 주는 온도관리를 할 수 있는 다짐시간 예측 프로그램 개발과 평탄성에 관한 상황을 소개하고자 한다.

## 2. 아스팔트 혼합물 다짐

아스팔트 포장 시공에 있어서 원하는 다짐도를 얻는 것은 가장 중요한 요소이며, 다짐의 적정성에 따라 아스팔트 포장의 초기 공용성 뿐만 아니라 장기 공용성에 매우 큰 영향을 미쳐 경제적인 측면에 영향

을 주기도 한다. 일반적으로 시공직후 6~7%의 공극률을 유지하여야 하지만 7%에서 1% 공극률이 상승할 때 마다 10%의 공용성이 떨어지는 것으로 알려졌다. 밀입도 아스팔트 포장의 경우 8% 이상의 공극률에서는 강성이 떨어지고, 피로균열이 발생하게 되며, 내구성이 현저히 감소하게 된다. 반대로 아스팔트 포장의 공극률이 3% 이하로 떨어질 경우 소성변형이 두 가지 상이한 메커니즘으로 발생하는데 소성변형은 연직방향 다짐(vertical consolidation)과 수평방향 일그러짐(lateral distortion, shoving)으로 나타난다. 연직방향 다짐은 시공 후 교통에 의한 다짐에 의해 공극률의 감소로 인하여 발생하며, 수평방향 일그러짐 현상은 아스팔트 콘크리트 혼합물 설계의 문제에 의한 것으로 바퀴가 지나간 부분의 양방향으로 재료가 부풀어 오르는 현상이다. 시공의 적절한 다짐도에 영향을 줄 수 있는 인자로는 여러 가지가 있겠지만 다짐온도, 다짐기계, 아스팔트 콘크리트 혼합물 특성, 시공 줄눈 처리가 매우 중요한 문제로 인식되고 있다. 특히 다짐온도의 경우 항상 좋은 조건의 대기온도를 얻을 수 있는 것은 아니다. 많은 경우 추운조건에서 시공을 해야 하므로 환경조건 및 시공조건에 의해 적정 다짐도를 얻을 수 없다.

국내에서는 여러 신재료의 개발로 인하여 개질 아스팔트를 사용하고 있고, 다양한 기능성 아스팔트 포장재를 개발하여 사용하고 있으나 이에 대한 적정한 다짐온도, 장비조합 등에 대한 다짐규정이 없는 것이 현실이다. 이러한 이유에서 시험실에서 성능 시험을 하여 우수한 성능을 보이는 아스팔트 혼합물 재료 및 혼합물 설계 조건을 사용하더라도 시공성이 좋지 않으면 초기 및 장기 공용성을 확보할 수 없다. 이러한 시공성의 중요성으로 인하여 우리나라를 포함한 대부분의 나라에서 포장층의 다짐밀도를 가장 중요한 지불계수(Pay factor)로 고려하고 있는 실정이다.

아스팔트 혼합물의 온도는 아스팔트의 점도와 밀접한 관계가 있으며, 이러한 이유로 다짐도에 영향을 주는 가장 중요한 요소중의 하나이다. 혼합물의 온도가 적정수준 이하로 내려가면 점성이 증가하여 다짐에 대한 변형이 쉽게 이루어지지 않아 동일한 다짐도(compactive effort)에서 공극률 감소 효과는 현격히 감소하게 된다. 일반적으로 아스팔트 혼합물의 다짐중단온도(compactive cessation temperature) 이하에서 다짐을 계속하면 밀도에는 아무런 효과가 없는 것으로 나타나고 있다. 현재 아스팔트 혼합물 포설 현장에서 롤러운전자의 경험에 의한 다짐시간은 기온상태가 좋은 상태에서는 유용할 수 있으나 추운날씨, 바람이 심하게 부는 날씨 및 야간작업에서는 효율적으로 다짐을 할 수 없어 엄격한 다짐온도 조절이 필수적이다.

미국 등 선진국에서는 다짐온도 예측 프로그램을 개발하여 기상 조건이 좋지 않을 때 뿐만 아니라 기상조건이 이상적일 때도 다짐시간을 예측하여 다짐작업에 사용하고 있다.

국내에서도 국립군산대학교 도로시스템 연구실에서 열전달 이론(Heat transfer theory)에 유한차분법(Finite difference method)을 접목하여 다짐시간 예측 프로그램을 개발하였다. 다짐시간예측을 위하여 열전도율(Thermal conductivity)등 열역학 특성계수를 측정하였으며, 바람속도, 구름량, 대기 온도, 포설층 바닥 온도등을 입력변수로 사용하고

있다. 특히, 구름량에 따른 Solar radiation 영향을 고려하기 위하여 우리나라의 경위도 알고리즘을 사용하였다. 덧씌우기 층의 다짐온도를 예측하기 위하여 기존 층 종류인 콘크리트 포장층, 밀입도 아스팔트층, SMA층에 대한 열역학 계수를 측정하였다. 또한, 새로이 시공되는 다양한 포장층의 다짐시간을 예측하기 위하여 개질재 아스팔트 혼합물, 개질재 SMA, 일반 밀입도 아스팔트 혼합물, 배수성포장, 중온아스팔트의 열역학 특성계수를 측정하였다.

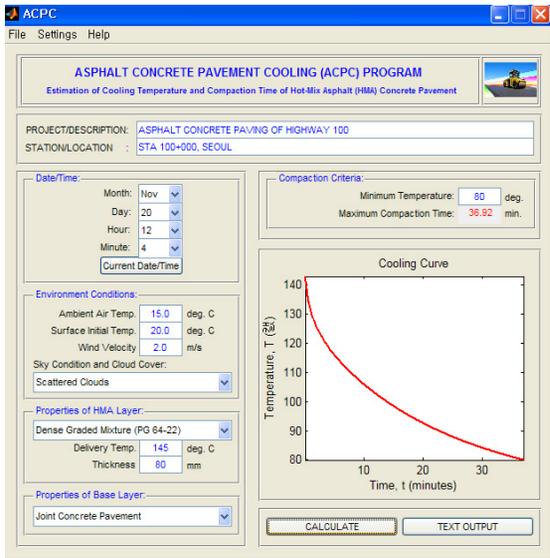


그림 1. 군산대학교 아스팔트 혼합물 다짐시간 예측 프로그램

개발한 프로그램의 검증 및 보정하기 위하여 현장에서 개질 SMA, 개질 밀입도, 일반 밀입도, 배수성 포장의 온도를 측정하고 비교 하였으며, 풍속, 날씨,

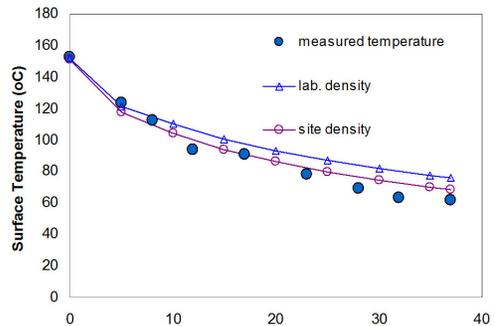


그림 2. 아스팔트 혼합물 다짐온도 예측값과 실측값 비교

대기온도, 포설전 바닥온도 등 다양한 입력 변수도 측정하였다. 그림 2는 예측한 온도 프로파일과 측정 온도 프로파일을 비교한 그림이다.

### 3. 아스팔트 포장 평탄성

현재 아스팔트 포장의 품질검사는 다짐도 측정 뿐만 아니라 평탄성 검사에 의하여 이루어지고 있다. 시공 후 현장 다짐도 측정은 반드시 수행하는 항목이나 평탄성 측정은 제대로 이루어지지 않고 있는 것이 현실이다. 현장에서 제3자가 평탄성을 측정하는 것은 그렇게 유쾌한 일은 아니다. 현장 인터뷰에 의하면 평탄성 측정은 시험을 보는 기분이라는 것이다. 일반적으로 포장 실무자 뿐만 아니라 연구자들까지도 평탄성은 평탄성일 뿐 시공과 직접적인 관련이 없는 것으로 인식하고 있다. 하지만 하나의 시공사가 연속적으로 시공한 도로포장 프로젝트에서 평탄성 변화를 조사 분석한 자료가 있어 발표하고자 한다. 그림 3은 구간별 평탄성 변화를 보여주고 있다. 1구간은 가장 먼저 시공을 하였으며, 9구간은 가장 늦게 시공을 하였다. 그림에서 보여주듯이 시공이 반복되면서 평탄성이 좋아지는 것을 알 수 있다. 따라서 제한적인 데이터로 결론을 내리기는 무리라고 생각하지만 도로 평탄성은 시공성능과 밀접한 관계가 있는 것으로 나타났다.

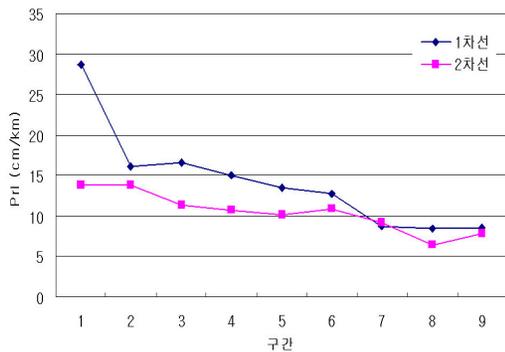


그림 3. 시공구간에 따른 평탄성 변화

국의 여러 문헌조사에 의하면 평탄성은 시공성과 밀접한 관계가 있으므로 평탄성을 중요한 지불계수로 사용하고 있다. 다음 표 1에 의하면 신설포장에 사용하고 있는 5mm 상하연선에 근거한 10cm/km 이하면 품질을 만족하는 것으로 기준이 되어 있으나 품질기준을 만족하더라도 IRI측면에서 도로포장의 평탄성은 좋지 않은 것을 알 수 있다. 이러한 문제로 인하여 미국 등에서는 0mm 상하연선에 근거한 PrI를 사용하거나 IRI를 사용하는 것으로 알려져 있다.

표 1. 신설 및 유지보수 포장에 대한 PrI와 IRI비교

연번	포장종류	측정 장비	측정 길이(m)	5mm PrI (cm/km)	0mm PrI (cm/km)	IRI (m/km)
1	덧씌우기	3.0m	148	12.2	60.1	2.34
2	덧씌우기	3.0m	97	43.30	96.9	3.53
3	덧씌우기	3.0m	98	13.3	98.5	2.53
4	덧씌우기	3.0m	96	12.5	59.4	2.60
5	덧씌우기	3.0m	150	10.0	100.0	2.37
6	덧씌우기	3.0m	100	4.0	43.0	1.79
7	덧씌우기	3.0m	98	12.3	92.3	1.73
8	신설	7.6m	150	10	39.3	1.88
9	신설	7.6m	150	0	20.0	1.49
10	신설	7.6m	150	0	15.3	1.42
11	신설	7.6m	150	1.3	20.7	1.56
12	신설	7.6m	150	0	15.3	1.54

### 4. 맺음말

전연한 바와 같이 아스팔트 포장 시공에 있어서 다짐밀도와 평탄성은 매우 중요한 품질요소로서 이 두 품질항목을 고려하지 않은 아스팔트 포장 시공은 초기 및 장기 공용성을 확보할 수 없다. 도로포장 현장 다짐도를 증진 시키기 위하여 온도관리를 철저히 수행하며, 장비성능을 분석하여 공학적 성능에 근거한 장비조합에 따른 다짐을 하여야 할 것이다. 현재 5mm 상하연선의 문제점을 분석하고 대체 평탄성 지수를 사용하여 품질검사를 하여야 할 것이다. 도로

평탄성을 필자의 경험과 현장 측정에 의하면 아스팔트 혼합물 종류별로 다짐온도가 상이하어 이에 적합한 품질관리가 필요한 것을 알 수 있었다. 따라서 새로운 재료에 따른 맞춤형 품질관리를 실시하여 다짐 밀도와 평탄성이 만족하는 도로포장이 건설되기를 바란다.

참고 문헌

1. Timm, D.H., Vaughan R. Voller, Eul-Bum Lee and John Harvey (2001), "CALCOOL: A Multi-Layer Asphalt Pavement Cooling Tool for Temperature Prediction During Construction," International Journal of Pavement Engineering.
2. Chadbourn, B. A., DeSombre, R. A., Newcomb, D. E., Luoma, J. A., Voller, V. R., and Timm, D. H. (1998), "An asphalt paving tool for adverse conditions", Final Report 1998-18, Minnesota Department of Transportation, St. Paul, Minnesota 55155.
3. Cooper, P. I. (1969), "The Absorption of Solar Radiation in Solar Stills." Solar Energy, Vol. 12, No. 3, p. 333-346.
4. Corlew, J. S. and Dickson, P. F. (1968), "Methods for Calculating Temperature Profiles of Hot-Mix Asphalt Concrete as Related to the Construction of Asphalt Pavements," Asphalt Paving Technology, Proceedings: Association of Asphalt Paving Technologists Technical Sessions, Vol. 37, pp. 101-140.
5. Karamihas, S. M. and T. D. Gillespie (2002), Assessment of Profiler Performance for Construction Quality Control: Phase I. Research Report UMTRI-2003-1, The University of Michigan Transportation Research Institute, Ann Arbor, Michigan, USA.
6. Karamihas, S. M. (2004), Assessment of Profiler Performance for Construction Quality Control with Simulated Profilograph Index, Annual Conference of Transportation Research Board, Washington, D. C., CD-Rom.
7. Karamihas, S. M. (2005), Critical Profiler Accuracy Requirements. Research Report UMTRI-2005-24, The University of Michigan Transportation Research Institute, Ann Arbor, Michigan, USA.
8. Baus, R. and W. Hong. (1999), Investigation and Evaluation of Roadway Rideability Equipment and Specifications, Research Report FHWA-SC-99-05, Turner-Fairbank Highway Research Center, Federal Highway Administration, McLean, VA, USA.
9. Smith, K. L., L. Titus-Glover, and L. D. Evans. (2002), Pavement Smoothness Index Relationships, Research Report FHWA-RD-02-057, Turner-Fairbank Highway Research Center, Federal Highway Administration, McLean, VA, USA.

### 회비 납입 안내

회원 여러분께서 납부하시는 회비는 학회 운영의 소중한 재원으로 쓰이고 있습니다. 회원 제위께서는 체납된 회비를 납부하시어 원활한 학회운영에 협조하여 주시기 바랍니다.

- 회비납부는 한국씨티은행 : 102-53510-243  
(예금주(사)/한국도로학회)
- 지로번호 : 6970529

〈학회사무국〉