

소성변형의 발생원인 및 영향인자

김 남 호*

1. 머리말

최근 들어 아스팔트 포장에 소성변형이 자주 발생하면서 소성변형의 방지 및 보수대책이 아스팔트 혼합물 생산 업자 및 도로 유지보수 실무부서의 중요한 현안으로 제기되고 있다. 소성변형은 여름철의 이상 고온, 과적차량 등과 같은 외부적 요인 뿐 아니라, 아스팔트 및 아스팔트 혼합물과 관련된 여러 내부적 인자가 주요한 발생원인으로 알려져 있다. 아스팔트 포장의 소성변형은 영문으로 permanent deformation, rutting, plastic deformation, 국내에서는 소성변형을 포함하여 영구변형, 러팅, 바퀴자국패임 등 다양한 표현이 사용되고 있으나, 본 고에서는 이를 소성변형으로 통일하여 사용하고자 한다. 본 고에서는 소성변형의 발생 원인을 아스팔트 및 아스팔트 혼합물과 관련된 내부요인을 중심으로 고찰하고, 이러한 고찰을 바탕으로 소성변형을 막을 수 있는 방안에 대하여 총체적으로 살펴보고자 한다.

2. 소성변형의 발생원인

소성변형은 지속적인 차량하중에 의하여 서서히 발생하며, 일반적으로 바퀴가 접촉하는 양

쪽 측면이 밀려 올라와 종 방향으로 포장이 손상되는 형태로 나타난다. 이러한 소성변형은 크게 두 가지로 발생되는데, 먼저 반복되는 차량하중에 의한 아스팔트 혼합물의 압밀로 인하여 아스팔트 혼합물의 공극이 감소하면서 발생하는 경우와 반복되는 차량하중에 의하여 아스팔트 혼합물이 전단 변형함으로써 발생하는 경우이다. 이들 두 가지 원인의 근본적 차이점은 전자는 포장체가 압밀됨에 따라 체적변화를 수반하는 반면, 전단변형은 그림 1에 나타난 것과 같이 포장체의 체적이 그대로 유지되면서 차량하중에 의해 유발된 전단력에 의해 포장재료가 횡 방향으로 전단 파괴면을 따라 변형하는 것을 말한다.

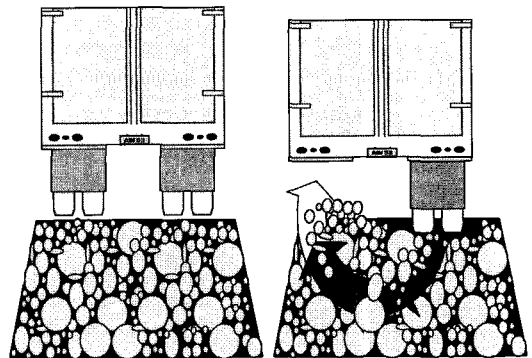


그림 1. 전단파괴에 의한 아스팔트 포장의 소성변형

* 한국기술교육대학교 건축공학과 조교수
mhkim@kut.ac.kr

이러한 소성변형의 두 가지 원인 중, 여러 학자들에 의해 소성변형의 주된 원인은 아스팔트 혼합물의 전단변형으로 인식되고 있으며, 이러한 전단변형을 최소화 하기 위하여 혼합물의 포설에 있어 아스팔트 혼합물의 철저한 다짐이 강조되고 있다. 앞서 언급한 소성변형에 대한 두 가지 원인은 모두 아스팔트 혼합물의 구성요소인 골재의 입도 및 아스팔트의 물성과 밀접한 관계를 갖고 있어, 이 두 가지 원인을 분리하여 각각의 원인을 해결 시키지 않더라도, 아스팔트 혼합물의 전단력에 대한 저항특성을 개선시키면, 자연히 그 아스팔트 혼합물의 압밀에 대한 저항 특성도 개선된다는 특징이 있다. 이와 반대의 경우로서, 어떤 아스팔트 혼합물이 반복되는 차량하중에 의해 공용기간 동안 상당한 양의 압밀이 일어났다면, 그 혼합물의 전단 저항성도 상당히 저하하기 때문에 소성변형이 발생되기도 한다.

소성변형의 발생 부위는 노상, 보조기층, 기층, 포장층 등 포장체의 모든 층에서 발생될 수 있다. 즉, 아스팔트 포장에서 발생하는 소성변형은 그림 2에 나타난 것과 같이 발생하는 위치에 따라서 두 가지 종류로 분류된다. 즉 소성변형은 아스팔트 혼합물층에서 발생하거나 또는 그 이하의 입상재료층에서 발생할 수 있으며, 이러

한 소성변형의 발생위치에 따라 그 대처방안이 달라져야 한다. 아직 국내의 경우 정확한 통계 자료는 없지만, 국내에서 시공하는 노상재료, 즉 주로 화강풍화토(미사토)의 다짐으로 인한 특성이 상당히 양호하기 때문에 문제시 되고 있는 소성변형의 많은 경우가 아스팔트 혼합물층에서 발생된다고 알려져 있다.

이러한 아스팔트 포장층에서 발생하는 소성변형의 메카니즘에 관련된 연구는 최근까지 여러 연구자들에 의해 활발히 이루어지고 있으며, 이들의 연구결과를 소성변형의 영향인자별로 정리하면 다음과 같다.

표 1. 아스팔트 포장의 소성변형에 영향을 미치는 인자(Sousa et al, 1991)

구 분	영향인자	변화 방향	소성변형 저항성
골재	표면 상태	매끈함 거칠	증가함
	형태	둥근 모양 각진 모양	증가함
	크기	최대 골재치수가 클수록	증가함
아스팔트	Stiffness	증가함	증가함
아스팔트 혼합물	AP 함량	증가	감소함
	공극률*	증가	감소함
	VMA	증가	감소함**
기타 현장여건	온도	증가	감소
	응력분포 상태	타이어압이 높을 수록	감소
	교통량 수분	증가 건조상태 습윤상태	감소 감소***

* 아스팔트 혼합물의 공극률이 3%이하로 감소하면 소성변형 저항성은 감소함
 ** VMA를 너무 낮게, 즉 10%이하 수준으로 유지하는 것은 좋지 않다는 견해가 있음
 *** 아스팔트 혼합물의 수분에 대한 민감도에 따라 정도의 차이가 있음

위의 표에 나타난 바와 같이, 아스팔트 포장에 발생하는 소성변형의 원인은 크게 아스팔트 혼합물을 구성하는 성분 요소, 즉 아스팔트, 골재, 아스팔트 혼합물, 및 기타 현장여건 등과 같이 다양한 인자들이 있으며, 다음에서는 이들 영향인자에 대하여 살펴보고자 한다.

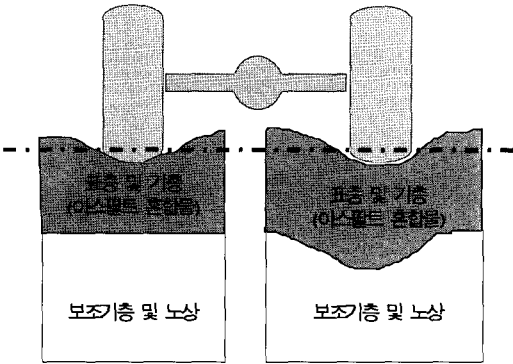


그림 2. 발생위치에 따른 소성변형의 분류

3. 소성변형의 영향인자

3.1 골재

아스팔트 포장체의 거동은 크게 두 가지의 상태로 나누어 생각해야 한다. 그 하나는 고온에서의 포장체 거동으로서, 이 상태에서는 아스팔트가 주로 점성체의 거동을 하기 때문에 차량하중은 주로 골재의 맞물림에 의해 지반으로 전달되며, 따라서 포장체의 거동은 아스팔트 보다는 주로 골재의 특성에 의해 영향을 받게 된다. 또 하나는 저온에서의 포장체 거동으로, 이때에는 아스팔트가 탄성거동을 하기 때문에 골재보다는 아스팔트의 특성이 포장 파손의 주요 영향인자로 나타난다. 따라서 고온에서의 포장체 파손의 대표적 유형인 소성변형 또한 그 주요 영향인자가 아스팔트 보다는 골재에 있다는 사실을 주지하여야 한다.

3.1.1 골재의 표면상태 및 형태

골재의 표면상태는 소성변형의 발생과 밀접한 관계가 있다. 특히, 아스팔트층의 두께가 크고 더운 기후 지역의 경우에는 골재의 표면상태가 거칠수록 유리하다. 또한 골재형태에 있어서는 자연골재보다는 쉐석골재가 소성변형에 대한 저항성이 우수한 것으로 보고되고 있다. 이와 관련된 연구들을 살펴보면, Uge와 Loo(1974)는 실험을 통하여 쉐석골재를 사용한 아스팔트 혼합물이 강자갈을 사용한 경우보다 같은 공극률 조건에서 소성변형에 대한 저항성이 크다고 보고하였다. 그림 3은 Uge의 시험결과로 각각 쉐석골재, 강자갈 골재 및 이들의 혼합 골재를 사용한 아스팔트 혼합물에 대한 전단 탄성계수와 아스팔트의 강성도와의 관계를 나타낸 것이다. 그림과 같이, 오직 잔입자 부분 (2mm 이하)을 부순모래로 사용한 혼합물이 2mm이상의 쉐석 골재만을 사용한 혼합물보다, 쉐석 골재의 함량은

훨씬 적지만(각각 30% 및 75%), 소성변형에 대한 저항성은 훨씬 우수한 것으로 나타났다. 이러한 결과는 아스팔트 혼합물의 소성 변형에 대한 저항성이 쉐석 골재의 양보다는 골재 입자와 입자끼리의 전체적 맞물림효과에 의해 좌우되기 때문인 것이다. 이러한 이유로 현재 국내에서 시도되고 있는 부순모래(스크리닝스)의 사용은 이러한 면에서 긍정적으로 평가할 수 있는 것이다.

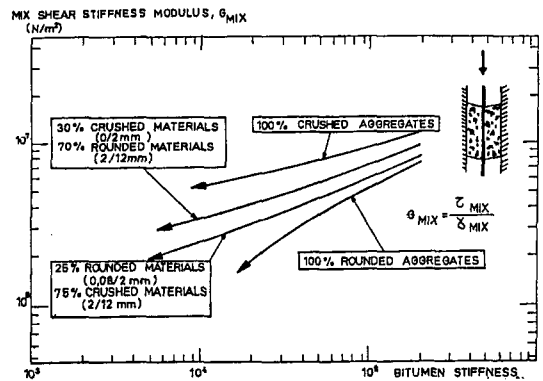


그림 3. 골재 종류에 따른 아스팔트 혼합물의 전단강도 특성 변화(Uge & Loo, 1974)

3.1.2 골재의 크기

아스팔트 혼합물의 골재의 크기가 클수록 소성변형에 유리한 것으로 평가된다. 많은 연구자들에 의하여 골재 입자의 최대치수를 크게 할수록 혼합물의 내유동성이 우수한 것으로 밝혀지고 있음에도 불구하고, 혼합물 시공시의 품질관리나 배합설계의 어려움 등의 이유로 무한정 큰 입径의 골재를 사용하는 것은 적절치 않다. 국내에서 발생하는 아스팔트 포장층의 소성변형의 대부분도 최대골재치수 25mm의 기층에서보다 그 이하 치수의 골재를 사용하는 표층에서 발생하는 것으로 보고되고 있다. 이러한 이유로 국내에서는 수 년전부터 13mm 보다는 19mm

골재를 표층용으로 사용하는 것이 권장되고 있으며⁽³⁾, 더 나아가 25mm이상의 대입경 아스팔트 혼합물을 표층에 사용하기 위한 노력도 진행 중이다.⁽⁴⁾

3.1.3 골재의 입도

일반적으로 아스팔트 혼합물의 소성변형 저항성에 대한 골재입도와와의 관계를 단정적으로 결론을 내리기는 어렵지만, 국내에서 수행된 많은 시험시공들을 종합해 볼 때, 밀입도보다는 특화된 개립도(open grade)성향의 입도를 가진 혼합물, 즉 SUP- ERPAVE입도, SMA입도, 및 개립도(배수성 포장)등의 입도가 소성변형 저항성이 우수한 것으로 알려져 있다. 그림 3은 이러한 특화된 몇가지 골재입도에 대한 사례를 나타낸 것으로 국내에서 사용되는 13mm 밀입도 아스팔트 골재입도에 비하여 0.3mm 4.75mm사이의 입자가 대폭 감소된 것을 알 수 있다. 이러한 특화된 혼합물들의 특성 및 공용성 등에 대해서는 제3장에서 보다 자세히 언급하고자 한다.

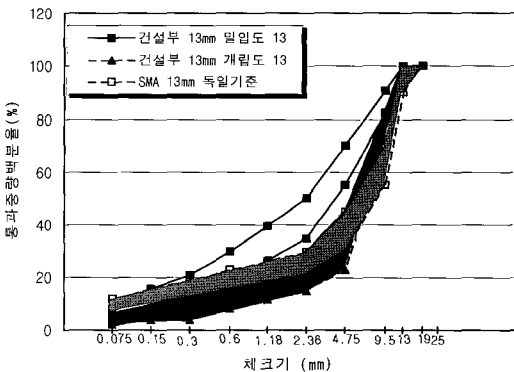


그림 4. 아스팔트 혼합물 종류에 따른 골재입도비교

반면, 이러한 특화된 개립도 골재입도(즉 특정한 개질아스팔트를 사용하거나 강화된 골재입도형기준이 적용된) 이외의 경우에 있어서는, 많

은 연구결과가 소성변형을 감소시키기 위해서는 골재의 입도분포를 밀입도로 하는것이 유리한 것으로 알려져 있다. 밀입도 또는 연속입도로 만들어진 아스팔트 혼합물에 다짐이 충실이 되었다면, 개립도나 갭입도 혼합물보다 공극이 가장 작게 나타나며, 입자와 입자 사이의 맞물림 효과가 커진다. 1979년 Brown과 Bell은 연속입도 혼합물 보다 갭입도 분포의 혼합물이 변형에 취약함을 밝힌 바 있다.

3.2 아스팔트

3.2.1 아스팔트의 점도

아스팔트의 점도가 낮을 수록 혼합물이 덜 단단하게 되며, 따라서 소성변형이 쉽게 일어날 수 있다는 사실은 Mahboub과 Little(1988), Monismith 등(1985)에 의해 확인된 사실이다. 아스팔트 층이 두꺼운 경우나, 고온 조건에서는 점도가 높은 아스팔트의 사용을 추천하고 있다. 그러나 우리나라의 경우와 같이 4계절이 뚜렷한 기후 조건에서는 높은 점도의 아스팔트를 사용하는 경우, 겨울철 추운 온도에서 아스팔트가 필요 이상으로 단단해질 가능성이 많기 때문에, 포장의 저온균열을 발생시킬 가능성을 간과할 수 없다. 따라서 아스팔트의 선정은 포장체가 실제 공용기간동안에 겪는 온도범위에서의 거동을 기준으로 평가되어야 하며, 이에 대한 구체적인 논의는 4장에서 다루도록 한다.

3.2.2 아스팔트 개질재의 사용

이와 같은 문제점을 해결하기 위하여 고온 조건뿐만 아니라 저온 조건에서도 아스팔트의 물성을 개선 할 수 있는 아스팔트 개질재를 사용할 수 있다. 최근 국내에서는 소성변형 억제제의 일환으로 다양한 종류의 개질재가 사용되고 있다. 이러한 개질재로는 고무계열의 SBS, SBR,

CRM을 비롯하여 길소나이트, 잼크리트, 및 LDPE 등이 사용되고 있는데, 이러한 개질재들의 소성변형과의 관계는 본 특집논단의 세 번째 주제인 '아스팔트 및 아스팔트 개질재'에서 다루도록 한다.

또한 최근에는 친화적 환경문제 해결을 위한 기술의 일환으로 산업부산물의 재활용을 도모하기 위한 시도로서 페타이어 분말(CRM), 폐 유리가루, 및 다양한 산업부산물 분말 등을 필러로서 아스팔트 혼합물의 제조원료로 이용하는 시도가 이루어 지고 있으나, 소성변형 저항성을 포함하여 전체적인 포장공용성과의 관계는 지속적으로 조사되어야 할 과제로 남아있다.

3.3 아스팔트 혼합물

3.3.1 아스팔트 함량

아스팔트 함량은 혼합물의 소성변형 및 균열 뿐 아니라 아스팔트 혼합물의 거동 특성에 매우 큰 영향을 미친다. 아스팔트 함량을 결정하는 방법에는 마샬 배합설계법, 빔 배합설계법 및 수퍼패이브 배합설계법 등이 사용되고 있는데, 이러한 배합설계 기준에 관련하여, Monismith 등(1985)은 공극률이 4%정도 되게 하는 아스팔트 함량을 추천한바 있다. 1988년 Mahboub와 Little은 실험을 통해 아스팔트 함량이 높을 경우 공기 공극률이 감소되고 소성변형의 발생 가능성이 높다는 것을 실험을 통하여 입증하였다. 아스팔트 함량이 높을 경우, 아스팔트는 골재 입자 사이에서 결합재로서의 기능을 넘어 오히려 윤활재 역할을 하기 때문에 소성변형의 발생 가능성은 증대되는 것이다. 그림 5는 이들의 실험 결과로 아스팔트 함량이 높을수록 공기 공극률이 감소되고 소성변형의 발생 정도가 커짐을 보여주고 있다.

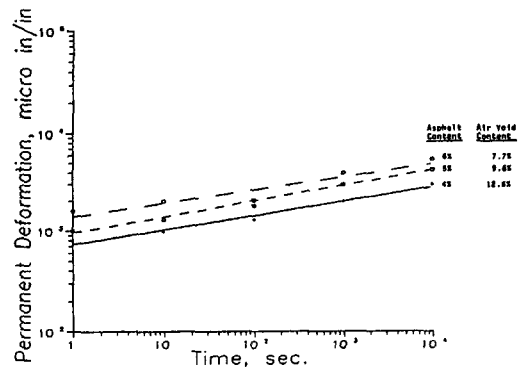


그림 5. 아스팔트 함량에 따른 소성변형 발생 추이의 일례(Monismith et al, 1985)

3.3.2 VMA(Voids in Mineral Aggregate, 골재 간극율)

VMA는 아스팔트 혼합물에서 골재에 의해 만들어지는 공극, 즉 혼합물내에서 코팅된 아스팔트와 공기가 차지하는 비율을 의미한다. 따라서 VMA는 골재의 입형 및 입도에 의해 결정되는 요소이며, 아스팔트 함량과 함께 혼합물내의 공극률에 직접적인 영향을 주는 주요한 요소이다. Cooper등(1985)은 소성변형에 대한 저항성을 높이기 위해서는 VMA를 낮추어야 하며, 최소 VMA에 대한 바람직한 입도 분포는 건조 골재에 대한 시험으로부터 결정할 수 있음을 밝혔다. 그러나 VMA를 너무 낮게 유지할 경우, 아스팔트가 스며나오고 충분한 다짐이 되지 않는 경우가 생길 수 있기 때문에 충분한 주의를 요한다.

3.3.3 아스팔트 혼합물의 공극률

아스팔트 혼합물의 공극률은 혼합물의 밀도와 직접적으로 관련있는 요소이기 때문에, 아스팔트 혼합물의 공극률을 규정된 범위로 유지하기 위해서는 시공 당시의 혼합물의 밀도를 잘 관리하여야 한다. 아스팔트 혼합물은 일정한 공용기

간이 지나면 차륜에 의해 압축되어 시공 초기의 공극률에 비해 줄어들기 시작한다. 그림 6은 다짐정도 및 교통량이 비슷한 4개의 실제 아스팔트 포장에 대한 재령에 따른 공극률(VIM)의 변화를 나타내고 있다. 그림에 나타난 바와 같이, 실제 아스팔트 포장에서의 공극률은 초기재령 150~250일 사이에서 2~4%로 급속히 감소하였으며, 그 이후의 재령에서는 완만한 변화 추세를 나타내었다. Harun과 Morosuik(1995)는 이러한 공극률의 감소추세는 아스팔트의 종류나 개질재의 사용여부와는 관계없이 공통적으로 발생한다고 보고하였다. 중요한 것은 이렇게 감소된 아스팔트 혼합물의 최종 공극률이 아스팔트 포장의 소성변형 저항성에 관계되는 매우 중요한 영향인자이라는 점이다.

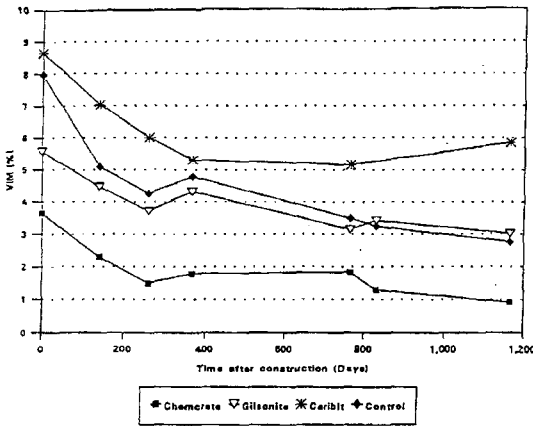


그림 6. 재령에 따른 아스팔트 표층 공극률의 변화 (Harun & Morosuik, 1995)

아스팔트 포장의 소성변형을 방지하기 위해서는, 밀입도의 혼합물에서 공용 전 공극률은 약 8%를 초과하지 말아야 하며, 포장의 수명 기간 동안 혼합물의 최종 공극률은 약 3% 이하로 떨어지서는 안된다. 아스팔트 표층의 최종 공극률이 높게 되면, 구조물내로 물과 공기가 침입하

게 되고, 이에 따라 라벨링, 균열, 물에 의한 파손, 포장재의 산화 등을 초래한다. 반면, 최종 공극률이 낮게 되면 아스팔트 표층에서 소성변형과 밀림현상이 발생하게 된다. 위에서 언급한 아스팔트 혼합물의 공극률 범위는 밀입도 아스팔트 혼합물에 적용되는 것이며, 다른 혼합물, 특히 높거나 낮은 공극률을 가지도록 설계된 새롭도나 개립도 혼합물에는 적용되지 않는다.

이러한 아스팔트의 공용후기 공극률과 아스팔트 포장의 소성변형과의 관계는 외국의 많은 학자에 의해서 연구된 결과이다. 그중 일부를 소개하면, Ford와 Hensley(1988)는 아칸사스 주에서 아스팔트 콘크리트 혼합물의 최종 공극률과 소성변형과의 관계를 연구하여 그림 7와 같은 관계식을 개발하였다. 그는 이 관계식을 이용하여 아스팔트 혼합물의 최종 공극률이 2.5% 이상일때 예측되는 소성변형 깊이는 0.8cm 이하라고 주장하면서, 아스팔트 혼합물의 소성변형 저항성을 향상시키기 위해서는 밀입도 아스팔트 혼합물의 최종 공극률이 2.5% 이상이 되도록 배합하여 시공해야 한다고 주장하였다.

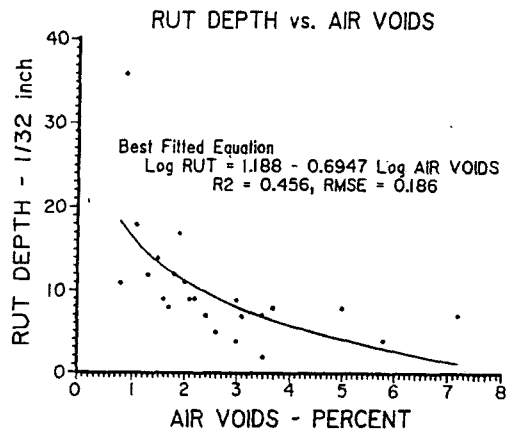


그림 7. 아스팔트 혼합물의 최종 공극률과 발생한 소성 변형과의 관계(Ford & Hensley, 1988)

Harun과 Morosiuk도 최종 공극률이 2% 이상이고, VMA가 15% 이상이면, 그 혼합물은 소성변형에 대하여 안전하다고 주장하였으며, 실제로 3년간의 현장 공용성 평가 실험을 통하여 최종 공극률이 3%이하로 저하된 포장의 40%가 5mm이상의 소성변형을 나타냄을 보였다.(그림 8 참조)

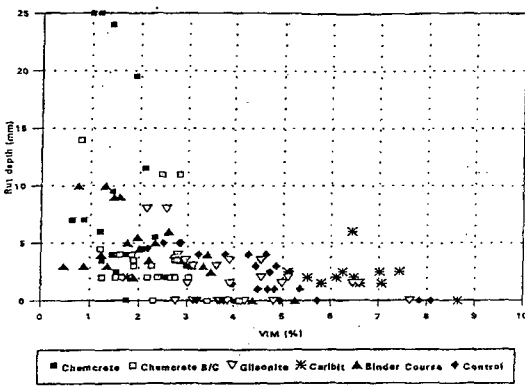


그림 8. 최종 공극률과 소성변형과의 관계 (Ford & Hensley, 1988)

이와 유사한 연구로서 Brown과 Cross는 실험을 통하여, 아스팔트 혼합물의 최종 공극률이 3% 또는 그 이하로 압밀되는 경우에는 소성변형이 발생했지만, 혼합물에 적절한 배합비를 사용하여 최종 공극률을 3% 이상으로 유지한 경우에는 거의 소성변형이 발생하지 않았다고 보고하였다. 또한 Huber도 소성변형의 주요 발행 원인이 3% 이하의 최종 공극률 이라고 주장하였다.

3.4 기타 현장 여건

온도는 아스팔트 콘크리트 포장의 소성변형에 가장 중요한 영향을 주는 요인으로, 온도가 올라가면 아스팔트의 점도가 낮아져 혼합물의 전단강도가 저하되며 온도가 내려가면 아스팔트의

점도가 높아져 혼합물의 전단강도가 증가한다. 따라서, 아스팔트 혼합물은 지역 및 환경조건에 적합하도록 고려되어야 하며, 포장 설계시에도 이러한 조건이 반영되어야 한다. 특히 우리나라와 같이 한 여름철의 대기온도가 35° 이상까지 올라가면 검은색의 아스팔트는 열을 더 받아서 약 65° 까지 올라간다. 또한 밤에도 기온이 25° 이상을 유지하는 열대야가 장기간 계속되는 경우에는 아스팔트가 식을 틈이 없어 아스팔트 표층 내부의 온도도 상층과 같이 매우 높게 된다. 아스팔트 포설후 마무리 다짐시의 온도가 60~70° 인 것을 감안한다면, 이러한 온도조건에서는 차량 하중은 다짐기에 의한 다짐효과와 거의 비슷한 것으로 추정된다.

아스팔트 포장의 소성변형의 직접적인 발생요인은 아스팔트 표층에 전달되는 차량하중에 의한 운동 에너지이다. 따라서 소성변형에 대한 취약지역은 차량의 가속도가 변화하는 구역, 즉 차량의 출발 정지가 반복되는 교차로 지점, 오르막이나 내리막 구간, 저속으로 가야 하는 도로나 상습 정체구간 등이 소성변형의 취약지점이며, 특히 과적 중차량들은 아스팔트 표층에 과도한 응력을 유발시키기 때문에 소성변형에 나쁜 영향을 미치는 요소이다. 또한 축 하중 및 타이어압의 정도가 소성변형의 진전에 매우 중요한 요인이기 때문에 소성변형의 최소화를 위해서는 기존의 차량에 관한 특성을 정확히 반영하여 아스팔트 혼합물의 시험조건을 강화하는 방안도 고려해 볼 필요가 있다고 판단된다.

아스팔트의 양을 조절하여 아스팔트 혼합물의 소성변형 저항성을 증가시킬 수도 있겠지만 우리나라처럼 여름철의 기온은 30° 이상까지 올라가고 겨울철의 기온은 20° 까지 떨어지는 경우, 아스팔트 함량이 부족한 혼합물은 균열이 발생될 우려가 많기 때문에, 즉 계절별 기온차가 큰 경우에는 어느 한쪽만 반영할 수 없는 형편이

다. 이것은 아스팔트가 여름에는 물러지고 늘어나기 쉽지만 겨울에는 딱딱해져 깨지기 쉬운 성질을 가지고 있기 때문이다.

이러한 외적요인 외에 아스팔트 질이나 배합, 시공상의 문제점 등과 같은 소성변형의 내적원인도 있다. 즉 아스팔트 혼합물을 배합 할 때 아스팔트의 함량이 높고 잔골재의 혼합비율이 높을 경우 소성변형이 발생하며, 시공관리 때에 택코팅이 많거나 양생이 부족하다거나 포설 전 압시 다짐온도 관리를 잘못했을 때도 소성변형이 발생하므로 주의해야 한다.

지금까지 소성변형의 원인 및 영향인자에 대하여 살펴보았다. 보통 국내 여름철에 이러한 열대야 현상이 보통 2주 이상 지속되는 환경, 그리고 높은 교통량 및 과적차량이 빈번한 현실을 감안할 때, 우리나라는 소성변형에 매우 취약한 환경적 요건을 갖고 있으며, 이에 대한 대처방안이 시급한 실정이라 하겠다. 또한 매우 춥고 밤낮의 온도차가 극심한 국내의 겨울은 포장의 균열에도 매우 취약한 환경이어서, 소성변형 및 저온균열을 동시에 대비해야 하는 어려움이 있다. 이러한 상황에 효과적으로 대처하기 위해서는 아스팔트, 골재 및 아스팔트 혼합물에 대한 각각의 품질기준 및 설계기준이 근본적으로 재 구성되어야 할 것이며, 그 구체적인 문제들은 본 특집논단의 두 번째 주제인 '국내 아스팔트 포장의 원인 및 대책'에 언급되었다. 또한 네 번째 주제에서는 현재 국내에서 사용되고 있는 이러한 품질기준 및 설계기준에 대한 기술적 대안으로 여겨지고 있는 미국의 SHRP(Strategic Highway Research Program)에 대한 내용을 소개하였다.

4. 맺음말

지금까지 아스팔트 포장에서의 소성변형에 대하여 그 발생원인 및 영향인자에 대하여 검토해

보았다. 이러한 검토를 바탕으로 소성변형을 방지하기 위한 구체적인 노력은 다음과 같은 세 가지의 측면에서 이루어져야 할 것으로 판단된다.

먼저, 현재 사용되고 있는 아스팔트 혼합물 관련 기술들의 기술적 충실도를 높이는 방안이다. 먼저 밀입도 아스팔트 혼합물의 제조 및 시공에 대해서는 혼합물의 품질개선을 위해 재료별 품질관리 기준 및 시공 관리 기준이 보완되어야 할 것이다. 또한 현재 많이 사용되고 있는 다양한 아스팔트 개질재 및 내유동 아스팔트 혼합물들을 객관적으로 선정하기 위한 기준이 마련되어야 한다. 이를 위해서는 기 수행된 시험 포장들을 장기적으로 관측하고 데이터베이스화 함으로서 이들 새로운 공법들의 효과 검증 및 공용성 분석이 이루어 질 수 있는 체계가 활성화되어야 할 것이다.

다음으로는 하절기 소성변형 및 동절기의 균열을 동시에 대비할 수 있는 보다 근본적인 방안이 마련되어야 한다. 이를 위하여 아스팔트 포장과 관련된 재료, 배합설계 및 시공에 이르는 새로운 품질관리 기준이 필요하며, 공용성에 근거한(Performance based)시방 기준이 필요할 것으로 판단된다. 이를 위하여 과학적 선진 기법들의 도입이 필수적이며, 최근 미국에서 수행된 SHRP(Strategic Highway Research Program)의 과학적 연구 결과를 국내 실정에 맞도록 도입하는 방안을 비롯하여 기타 외국 및 국내 연구 결과를 적극 활용하는 방안을 검토해야 한다.

마지막으로 아스팔트 포장업체의 영세성 등의 문제로 인하여 도로 포장에 대한 교육 활동이 미비하여 현장에서의 품질관리 및 기술 전이 등에 어려움을 겪고 있으므로 이를 위한 제도적 개선 방안이 필요하다.

도로의 건설에 투자되는 막대한 비용에 반해 포장 연구는 매우 미흡한 실정이며, 최근 들어 이상 고온 현상 및 중차량의 증가로 인해 소성

변형이 폭증하여 도로이용자의 불만이 제기되어 있는 상태이다. 이러한 문제를 해결하기 위하여, 최근 건설교통부에서는 도로포장과 관련한 다양한 문제를 해결하기 위해 한국도로포장설계법 개발과 포장성능개선연구를 위한 중장기 연구과제를 추진하고 있다. 이러한 연구노력을 통하여 포장 연구자 및 일반 도로이용자로서 소성변형 및 기타 포장 문제가 해결될 수 있기를 기대해 본다.

참고문헌

1. Sousa, Jorge B., Joseph Craus, Carl L. Monismith, Summary Report on Permanent Deformation in Asphalt Concrete, SHRP-A/IR-91-104, Strategic Highway Research Program, National Research Council, Washington, D.C. 1991
2. Uge, P., and P.J. van de Loo. Permanent Deformation in Asphalt Mixes, Koninklijke/Shell-Laboratorium, Amsterdam, November 1974.
3. 건설교통부, 소성변형 방지방안, 건설교통부 도로관리과, 1998. 7
4. 김주원, 박태순, 대입경 아스팔트 혼합물 연구, (주) 내경엔지니어링, 1999.12
5. Brown, S.F. and C.A. Bell, The Prediction of Permanent Deformation in Asphalt Pavements, Proceedings, The Association of Asphalt Paving Technologists, Vol. 48., 1977
6. Monismith, C.L., J.A. Epps, and F.N. Finn, Improved Asphalt Mix Design, Proceedings, The Association of Asphalt Paving Technologists, Vol. 54., 1985
7. Mahboub, K. and D.N. Little., Improved Asphalt Concrete Design Procedure, Research Report 474-1F, Texas Transportation Institute, 1988
8. Ford Jr., M.C. and M.J. Hensley, Asphalt Mixture Characteristics and Related pavement Performance, Proceedings, The Association of Asphalt Paving Technologists, Vol. 57., 1988
9. Harun, M Hizam and G Morosiuk (1995). A Study on the Performance of Various Bituminous Surfacing for Use on Climbing Lanes. Eighth REAAA Conference, Taipei, 17-21 April, 1995.

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

접수처 : 한국도로포장공학회 편집위원회