

21세기 아스팔트혼합물의 전망과 그 이후 (Hot Mix Asphalt Visions 2000 and Beyond)

이 석 홍*

1. 머리말

미래의 아스팔트 도로포장 분야를 어떻게 선도할 것인가를 돕기 위하여 미국아스팔트포장협회(National Asphalt Pavement Association, NAPA)와 아스팔트업계의 유명한 연구자들이 참여하여 "21세기 아스팔트혼합물의 전망과 그 이후"라는 제목의 프로젝트를 시작했다. 이 글은 위 제목의 보고서의 2장에서 중요한 부분을 발췌하여 정리한 것이다. 제목에서 사용된 전망(vision)이란 단어의 의미는 아스팔트업계와 미국의 아스팔트포장협회의 미래에 영향을 미칠 수 있는 도전과 변화를 의미하는 것이다. 이 자료는 아스팔트포장연합회의 주요임원들과 도로관련 공기업과 사기업에서 영향력 있는 인사들의 설문을 종합한 것이다.

21세기가 펼쳐짐에 따라, 아스팔트포장업계는 배합설계와 사용재료들에 관하여 중대한 노력을 시작해야만 한다. 재료라는 주제에 대하여 인터뷰한 전문가들은 21세기를 맞이하는 아스팔트포장업계의 진정한 출발점(추진력)은 가열아스팔트혼합물과 도로포장의 품질을 향상시키는 일이라고 일관되게 지적했다. 이제는 일반 국민들이 도로의 품질에 대하여 인식하고 있고 그들이 낸 세금만큼의 품질을 더욱 요구하고 있다. 더우기 시민들

은 도로건설에 사용되는 재료는 좋은 공용성을 갖는 것으로 사용하도록 요구하고 있다. 분명히 말해서 이러한 시민들로부터의 압력과 입법부 그리고 공공발주처로부터의 압력이 결합되어 아스팔트포장업계에게 21세기에 건설되는 도로포장의 지속적인 품질향상을 위하여 최선을 다하도록 요구하고 확인하게 될 것이다. 아스팔트혼합물의 생산업계에 대한 엄청난 요구는 최고의 품질의 혼합물을 요구하여, 그 혼합물들은 수명이 길어 오래가며, 우수한 성능과 내구성을 유지해야 하는 것도 아주 중요하지만 LCC(life cycle cost)개념으로 보아 경제적 측면에서 경쟁력을 갖추어야 한다. 골재나 아스팔트재료, 개질재들 그리고 이들의 특성평가기술과 가장 앞서 있어서 당장 적용이 가능한 배합설계기술들의 발달들을 종합적으로 활용하면 21세기에 대한 포장성능에 대한 기대는 포장수명을 상당히 연장할 수 있는 방향으로 급격히 바뀌게 될 것이다. 분명하게 말해서 아스팔트포장업계는 새로운 돌파구를 찾아야하며, 새로운 21세기의 포장을 위하여 포장재료와 배합설계기술에 일대 혁신을 가져와야 한다. 이러한 돌파구에는 많은 기회가 있음이 확인됐고, 그들 중에 일부를 소개한다.

* 정희원 · 현대 건설기술연구소 책임연구원/팀장



2. 아스팔트혼합물의 배합설계방법

그 동안 인터뷰한 대부분의 사람들 아스팔트혼합물의 배합설계와 공용성능을 향상시키려면 정확하고, 과학적이며 그리고 역학적인 개념의 배합설계시스템의 방향으로 중요한 진전이 있어야 한다고 의견을 모았다. 그러한 배합설계법은 기존의 경험에 의존하는 현재의 배합설계법과 대치되게 될 것이다. 경험적인 시스템이 나쁜 것은 아니지만, 이러한 시스템은 새로운 재료나 시공기술 그리고 새로운 시방규정이나 새로운 해석모델들이 배합과정 안에 사용될 경우에 이들을 쉽게 수용할 수 없게 된다.

지난 20세기동안의 아스팔트혼합물의 배합설계법의 진전은 구조성능의 모델링(해석, 모사)과 그로 인한 역학적인 거동예측과는 완전히 별개였다. 21세기에 들어온 이제는 이러한 개념은 완전히 바뀌어진 새로운 시스템설계방법으로 개편되어, 공용성 예측이 가능한 구조적설계와 재료적설계로 완전하게 통합되어야 한다. 아스팔트혼합물 생산업체는 업계에서 소개되는 어떠한 새로운 재료에 대해서도 정확한 구조적인 성능과 내구적인 성능예측의 기본자료를 제공할 수 있는 일련의 최신 아스팔트혼합물시험법을 개발하는 방향으로 나아가야 한다. 더우기 이러한 모델들은 현장시험(현장샘플)과의 연계성 등이 확인되어야 하며 그 값들이 안정적인지 확인해야 한다.

3. 수명주기비용 (Life Cycle Cost, LCC)

도로의 수명주기비용의 평가방법이 점차 일반화되는 커다란 변화에 따라, 모든 포장재료 및 구조물들은 평가될 것이고 도로의 발주자는 의문시되는 시공프로젝트에 대하여 이런 기법을 사용하게 될 것이다. 도로의 발주자(또는 소유자)는 점점 도로의 공용성과 수명을 증진시키기 위한 비용을 비교하여 최적화 하려는 인식을 갖고 있다.

이제부터는 아스팔트혼합물의 생산업체도 여러 가지 프로젝트에 관해서 자세한 수명주기비용의 연구를 수행하는데 필요한 조건들 및 방법론적인 것에 대한 기술적인 미묘한 차이들까지도 습득할 필요가 있다. 도로관련 커뮤니티가 도로시공에 있어서 과다설계하는 것뿐만 아니라 과소설계하는 것도 동등하게 잘못되었다는 것에 대하여 인식(그리고 현재의 생각이나 인식을 바꾸고자)하는 것이 중요해지고 있다. 그것은 경제적인 설계의 개념이 수명주기비용 해석방법의 가장 중심적인 기준이어야 한다는 것이다.

수명주기비용방법들의 다른 중요한 부분은 전략적으로 분석된 설계-보수(재시공)를 고려한 모든 종류의 사용(소비)자 가격이 포함되어야 한다는 것이다. 특별하게 고려되어야 하는 사용자비용의 항목들은 다음과 같다.

- 일반적으로 도로의 건설, 유지 및 보수에 관 계되는 지연시간
- 정해진 공용기간 동안에 도로의 요철에 의하여 야기되는 차량운용비용의 증가
- 도로의 시공지역 (특히 보수작업)에서 발생하는 차량사고에 의한 비용

수명주기비용 해석에 있어서 다른 중요한 점은 수명주기비용 해석방법은 일반적으로 도로포장에서 사용되는 과거기간 동안의 공용곡선에 근거를 두고 있지 않고 있다는 것이다. 결국 아스팔트포장(혼합물 생산)업체는 종합적인 마케팅프로그램을 개발해서, 아스팔트 포장도로의 표면은 여러 가지 공법(부분절삭+재포장)을 통하여 정기적으로 재포장되어 포장전체가 구조적인 파괴에 이르지 않기 때문에 전체적인 재시공의 부담이 없는 장점을 지닌 포장공법이란 사실을 일반 시민들에게 적극적으로 인식시켜야 한다. 그래서 아스팔트 포장공법이 장기적인 측면에서 기술적으로나 경제적으로 생산성이 있는 공법이란 점을 강조해야 한다. 바로 이런 점에서 아스팔트포장의 특징이



콘크리트포장과 구별된다고 보여진다.

4. 콘크리트포장의 보수공법

콘크리트 포장층 위에 덧씌우기로 사용되는 아스팔트포장공법이 점차적으로 시장을 형성하게 될 것이다. 1990년대에 주정부와 연방아스팔트포장협회에 의하여 추진되어진 이 보수공법은 업계의 개발기술로 계속 발전될 것이다. 파손된 콘크리트포장 슬래브를 그 자리에서 파쇄시켜 보수하는 공법은 의문의 여지없이 미래의 유망한 기술이 될 것이다. crack and seat 또는 break and seat라는 공법이 시장에서 점진적인 반응을 얻고 있는 것에 비하여, 콘크리트 슬래브 속의 철근의 유무에 상관없이 완전하게 콘크리트포장체를 완전하게 부수는 (total slab rubblization)공법이 상대적으로 급속도로 시장에 알려지고 있어 21세기의 콘크리트포장의 보수공법으로 많이 사용되리라 보인다. 이 공법이 시장에서 상당한 공감대를 형성하고는 있지만, 아스팔트포장업계는 반사균열에 저항할 수 있는 혼합물 및 해석방법을 반드시 개발하여야 한다.

5. 수퍼페이브 시스템

새로운 수퍼페이브 배합설계방법의 도래와 함께 아스팔트포장업계는 중요한 성장의 전기를 마련하게 될 것이다. 그러나 혼합물과 바인더 그리고 골재를 모두 포함한 전체의 시스템이 계속적으로 평가되고 개선될 필요가 있다. 필요하다면 적절치 못한 규정들은 삭제되어야 할 지도 모른다. 수퍼페이브의 도래와 함께 벌써 많은 이점들이 도출되고 있다. 분명히 수퍼페이브는 아스팔트 혼합물의 배합설계과정에 관하여 업계의 관심을 일으켰으며, 업계가 혼합물제품의 품질향상에 대한 기대를 갖도록 하였다. 또한 수퍼페이브의 기술은 공사입찰의 과정을 손쉽게 만들었는데 특히 공사현장이 여러 개의 주 정부에 걸쳐서 있을 경

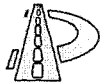
우에 가능한 시방규정을 숫자를 줄이는 결과를 가져다주었다. 미래의 수퍼페이브 설계시스템은 아마도 Open Grade Friction Course(OGFC)나 SMA공법을 반영하게 될 것으로 기대된다. SMA포장공법은 이미 소성변형에 가장 탁월한 저항성을 나타내고 있다.

현재 수퍼페이브 배합설계의 가장 심각한 제한 조건의 하나는 혼합물의 특성을 구별해 낼 수 있는 역학적인 시험방법이 개발되지 못했다는 점이다. FHWA(미국연방도로국)는 수퍼페이브 배합설계시스템의 이러한 제한조건을 해결하기 위해서 수퍼페이브 모델프로젝트 (처음에는 Maryland 대학에서 시작되었고, 현재는 Arizona 주립대학에서 수행 중)라는 연구과제를 통해서 현재 혼합물의 체적특성을 기본으로 설정되어 있는 수퍼페이브의 배합설계시스템의 보완시험으로 사용될 Simple Performance Test (단순공용성시험, SPT)를 개발하고 있다. 이 시험방법과 부수적으로 뒤따를 일련의 시행규정의 개발이야말로 현재 아스팔트포장업계에 대한 가장 중요한 관심사가 될 것이다. 이 시험방법은 간편하고, 실용적이고, 경제적이며 배합설계의 도구로서 뿐만 아니라 QA/QC의 관리 및 법적 효력을 갖는 검사시험의 도구로도 유용하게 쓰이도록 설계되었다. 21세기에는 진정으로 기본에 바탕을 둔 SPT시험법의 도래를 볼 수 있다고 생각한다.

6. 특수아스팔트 혼합물

21세기의 아스팔트포장업계 시장에서 가장 중요한 개발분야는 특수혼합물의 개발 및 사용이 될 것이다. 이러한 특수아스팔트 혼합물들은 주로 지역사회나 관련단체에서 제기한 도로포장의 특수한 기능적 문제점을 해결하기 위한 방법으로 설명된다. 이러한 특수아스팔트 포장은 다음과 같은 곳에 적용하기 위하여 개발되었다.

▶ 유지 및 보존차원의 얇은 표층



(thin surface layer)

- ▶ 교차로, 중차량의 정차부 또는 하중이 머무르고 있는 곳
- ▶ 철심타이어에 의한 마모가 심한 곳
- ▶ 소음감소를 위한 포장
- ▶ 물보라현상의 감소를 위한 곳

이러한 특수한 혼합물의 개발은 특허취득에 의한 독점적인 사용권을 부여할 가능성이 있다. 만일 이러한 경우가 발생하게되면 유일한 재료를 사용한 특별한 혼합물로의 사용에 관하여 법적이거나 행정적인 쟁점이 발생할 수 있으며, 이러한 문제는 작업성의 제한과 실제적인 현장적용에 제약 조건으로 작용될 수 있다. 반대의 개념에서 보면 특수아스팔트 혼합물의 시장은 개인업체나 중소기업체에 새롭고 생산성 있는 시장을 잠재적으로 형성할 수 있는 가능성도 있다.

7. 회수(재활용)골재 또는 재료

특수아스팔트 혼합물 시장과 마찬가지로 기존의 아스팔트포장의 회수된 재료(특히 재생아스팔트)를 새로운 포장재료로 사용하는 회수아스팔트 포장공법은 21세기의 각광받는 분야로 성장할 것으로 보인다. 이 공법의 보다 광범위한 적용은 주 정부 차원에서의 추진(허용)과 앞에서 언급한 바와 같이 보다 근본적이고 합리적인 아스팔트혼합물의 배합설계법의 개발에서 기인한 것이다. 회수아스팔트포장공법은 아스팔트혼합물업계의 재료공급과 사용적인 측면에서 21세기의 중요한 사업분야가 될 것이다.

8. 바인더

아스팔트혼합물업계는 환경관리의 측면에서 아주 우수한 업적을 쌓아왔다. 최근에는 매연이나 미세한 분진들의 방출문제가 잘 조절되었는데, 이러한 노력에 대해서는 혼합물생산업자나 혼합물 장비제조업자들이 각각 플랜트와 페이퍼의 기술

개발에 많은 투자를 아끼지 않은 사실에 감사한다. 미국의 아스팔트혼합물 생산량은 꾸준히 증가하여 1960년에 1억5천6백만 톤이었고, 1999년에는 253% 증가한 5억5천만 톤이었다. 동일한 기간동안에 아스팔트혼합물 생산플랜트의 배출가스방출량은 97%가 감소하였다.

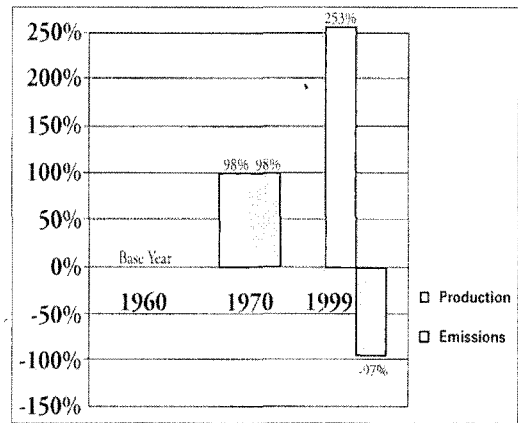


그림 1. 아스팔트 생산량과 배출가스량의 변화

이러한 진전의 대부분은 미세분진의 방출량을 감소시킨 이유에서 가능해졌는데, 이는 플랜트에서 아래와 같은 기술이 종합적으로 개발되어 이루어진 것으로 사용된 기술들은 아래와 같다 - 젖은 washer, 대기의 품질관리기술, 원심분리에 의한 집진장치, 고성능 브러시(scrubber)와 연속드럼플랜트기술. 도로포장현장에서 자주 문제시되던 페이퍼의 매연문제는 공학기술의 발달로 약 80%정도 감소되었다. 1960년 이후로 아스팔트포장업계는 보다 깨끗한 대기와 작업환경의 개선에 수 십억 달러(수 조원)을 투자하여 왔다. 현재 업계에서는 혼합물의 포설시 발생하는 매연과 냄새를 보다 효율적으로 제어하기 위하여 휘발성분은 적은 바인더의 개발과 혼합물의 포설 및 다짐 온도를 낮추기 위한 방안에 대하여 강력한 의지를



보이고 있다.

기본적으로 아스팔트혼합물업계의 추진방향은 환경적으로 친밀한 다시 말해서 'green' 아스팔트 바인더를 개발하는 것이어야 한다는 것이 일반적인 흐름이다. 이렇듯 업계는 계속된 혼합물의 성능개선을 위하여 노력하여야 한다. 도로포장시에 발생하는 연기 및 방출물질을 컨트롤하기 위한 프로그램의 가장 중요한 요소는 바인더에서 발생하는 방출가스의 정도를 평가할 수 있는 도구를 개발하는 것과 그로 인한 온도문제를 해결하는 것이다. 이러한 특성을 평가하는 방법은 바인더의 중량감소시험과 smoke point 시험을 포함하게 될 것이다. 결국 이러한 노력은 연기, 냄새 그리고 방출가스의 양을 더욱 줄이는데 공헌하게 된다.

개질재의 첨가는 대부분의 아스팔트바인더의 smoking point를 증가시키는 역할을 하지만, 개질재의 사용에 따른 가격대비 효용성이나 효과에 대해서는 아직 완전한 평가가 이루어지지 않은 상태이다. 어떤 개질재는 냄새를 감소시킬 가능성에 대하여 평가 중에 있으며, 이러한 문제에 관하여 계속적인 연구의 진행이 강력하게 요구되어지고 있다. 이러한 문제에 대하여 우리 업계는 책임감을 갖고 미래를 바라보며 노력해야 한다.

9. 바인더의 PG 규격

PG시스템에 의한 바인더규격은 업계에 이미 정착되었다. 아스팔트업계에서는 바인더관련 시방서가 아주 엄격하게 적용되어 다시는 불량한 제품이 도로현장에 사용될 수 없도록 하는 계기가 되도록 의견을 모으고 있다. 새로운 바인더 등급체계의 중요한 변화는 기존의 등급체계로는 PG시스템의 등급들은 완전히 만족시킬 수 없다는 점이다. 그래서 개질아스팔트의 사용이 요구될 수 있다. 업계의 입장에서는 발주기관에서 임의대로 여러 등급의 바인더를 요구할 가능성에 대하여

우려하고 있으며 개질아스팔트의 사용이 이런 우려를 현실화시킬 가능성이 있다고 여겨진다. 미국의 주요 석유 정제업체나 저장시설물들을 보유하고 있는 회사들은 여러 개의 주정부를 상대로 여러 등급의 아스팔트를 보유해야하며, 이러한 상황은 아스팔트업계에 중요한 문제점으로 부각되고 있다. 더우기 여러 가지 교통특성과 하중재하 특성을 고려하여 여러 종류의 아스팔트를 임의적으로 선정하는 것은 아주 주의해야하며, 특히 지속적인 재평가를 통하여 이러한 시방규정의 변화가 옳고 합리적이라는 사실을 입증할 수 있는 기본에 충실하면서도 역학적인 방법을 사용하여야 한다.

10. 최종블렌딩(Terminal Blending)과 정제과정(Refinery Operation)

21세기에는 대규모의 석유정제시설 보다는 특수기능의 소규모 석유정제시설 및 블렌딩시설의 운영이 보편화되리라 생각한다. 일반적으로 정유(제)업체는 원유로부터 여러 종류의 제품을 개발하도록 요구되며 동시에 여러 다른 종류의 원유를 다룰 수 있도록 요구되고 있다. 이러한 새로운 기술에 대한 욕구는 정제공장 보다는 오히려 중간자의 역할을 수행할 수 있는 (예를 들면 아스팔트혼합물 생산업체가 바인더의 블렌딩을 담당하는) 중견기업의 출현을 예고하고 있다. 이러한 이유로 점점 많은 아스팔트혼합물 생산업체가 그들의 플랜트에 직접 폴리머 개질재를 투입하고 운영할 수 있는 시설을 마련하고 있다. 석유업계는 재생혼합물등에 집적 사용될 수 있는 일련이 새로운 아스팔트바인더를 개발하여 특수도로포장 분야에 새로운 재료를 선보일 것으로 예상된다.

중/소규모의 지방에서는 여러 종류의 바인더를 구하기 힘든 경우도 생길 수 있겠지만, 전반적으로 가까운 장래에 바인더의 공급이 중대한 문제를 만들지는 않을 것으로 보인다.



11. 골재

현재 수퍼페이브 배합설계의 골재관련 시방규정에 따르면 대부분의 배합설계에서 고품질의 골재를 사용하도록 골재생산업계에 강력하게 요구하고 있다. 이러한 변화는 골재생산업계가 골재의 분쇄, 크기분류 및 세척과정 등 전반적인 부분에 관하여 새로운 도전을 하도록 요구하고 있다. 수퍼페이브의 시방규정을 만족하기 위하여 점점 더 쇄석을 많이 사용하는 방향으로 움직이는 것은 지방에서 생산하는 어떤 골재들은 특수포장이나 고내구성(공용성)포장에는 적합하지 않다는 그릇

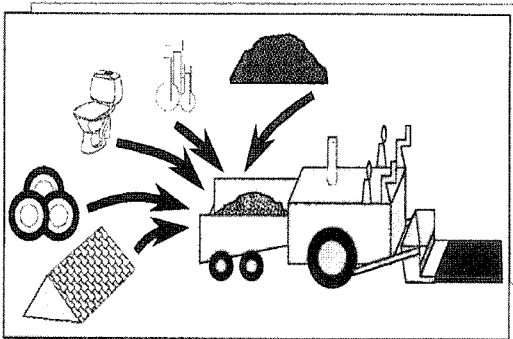


그림 2. 미래의 포장 골재 사용 개요도

된 인식 때문에 모래 및 자갈생산업계에 막대한 영향을 끼칠 수 있다.

12. 맺음말

역학적 개념을 기본으로 한 도로포장의 공용모델과 배합설계법의 개발은 골재업계가 정해진 교통량범위 또는 예상 공용성능을 만족하는 가장 정확한 골재의 기준들을 마련하는데 많은 도움을 줄 것으로 보인다. 또한 역학적 개념의 공용성 모델은 각 지방의 현장에서 바로 사용되는 재료들에 대한 적합한 공용범위를 정의할 수 있을 뿐 아니라 장거리 수송의 문제와 특수한 조건을 위하여 사용되는 고급품질의 골재사용에 대한 타당성을 정당화할 수 있다.

일단 합리적인 공용성 예측모델이 개발되면, 현재 사용되고 있는 경험적인 시방기준들은 철저히 재검토되어야 하고 공용성 예측모델로부터 제시된 새로운 시방규정으로 수정되어야 한다. 지금까지 사용되어온 저품질 골재는 고품질규격이 요구되지 않는 공사에만 사용되는 예상을 할 수 있다. 이러한 현실은 결국 고품질골재는 오직 공용성 설계의 경우에 사용되고 품질보증도 함께 책임져야 할 것이다.

회비 납입 안내

우리 학회의 정관에 의하여 3월부터 새로운 회계연도가 시작됩니다. 지난해에 입회한 정회원 및 특별회원은 연회비를 납부하여 주시기 바랍니다.

학회 정관(제9조)에 의하여 연회비를 1년 이상 납부하지 않은 회원은 회원자격이 정지되어 학회지의 발송을 중지합니다.

§ 납부할 곳 : 한빛은행 122-169621-02-101 한국도로포장공학회
(가입회원명으로 입금 요망)

- 학회 사무국 -