

포트홀 저감을 위한 도로포장의 품질관리 강화 대책



손 종철 | 국토교통부 간선도로과장

1. 머리말

우리나라의 아스팔트 포장은 1990년대 이후 물동량의 급증과 차량하중의 증량화 및 대형화, 여름철 이상고온과 집중호우와 같은 대기환경의 변화 등으로 소성변형과 균열, 포트홀 등 다양한 형태의 도로 파손이 급격히 증가하고 있어 교통사고 유발은 물론 유지보수로 인한 막대한 비용 손실을 초래하고 있다. 또한 부적절한 포장재료의 사용과 품질관리체계 미비 등은 도로의 조기파손을 더욱 가속화시켜 도로수명을 현저히 저하시키고 있다.

포트홀(Pot-Hole)은 그림 1과 같이 아스팔트 포장의 노면이 국부적으로 움푹 떨어져 나가 패어지는 항아리 모양의 노면 파손 형태이다. 여름 집중호우와



그림 1. 아스팔트 포장의 포트홀 발생 형태

겨울철 폭설 시 집중적으로 발생하며, 교통안전과 도로 손상에 큰 영향을 미치고 있다.

이에 따라 국토교통부에서는 형식적인 품질관리에서 탈피하여 체계적인 품질관리방안과 포트홀 저감 방안을 마련하여 교통사고 발생 예방 및 포장관리에 철저를 기하고 있다.

2. 포트홀 발생 현황

한국도로공사에서 1998년~2009년 조사한 바에 따르면 고속국도의 도로 파손에서 포트홀이 66%를 차지하며, 균열이 24%, 소성변형이 10%였다. 또한, 그림 2와 같이 신설 및 재포장 교면포장 그리고 덧씌우기 포장에서 특히 많이 발생하였다. 일반국도는 표 1과 같이 포트홀이 2009년도 25,231건에서 2012년 38,382건으로 1.5배 이상 증가하였고, 관련 소송도 지속적으로 증가추세이다. 또한, 서울시는 2009년 약 30,000건에서 2010년 약 78,000건으로 1년 만에 2.6배 증가하였다.

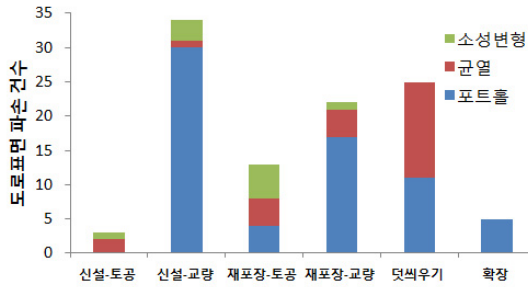


그림 2. 아스팔트 포장의 포트홀 발생 형태

표 1. 일반국도 포트홀 보수 및 소송현황

'09		'10		'11		'12	
포트홀	소송	포트홀	소송	포트홀	소송	포트홀	소송
25,231건	10건	44,378건	28건	42,424건	57건	38,382건	50건

3. 포트홀 발생원인

포트홀의 발생 메커니즘은 포장체 내부로 우수가 침투하여 아스팔트 혼합물의 결합력이 약해지고, 차량하중에 의해 발생한 내부 간극수압으로 취약한 부분을 중심으로 골재가 탈리되는 과정으로 이루어진다. 특히, 최근의 기후변화에 따라 오랜 집중호우기간 및 폭설 등으로 과도한 시간 동안 노면에 수분이 체류하여 아스팔트 포장의 포트홀 발생이 급격히 증가하고 있다.

계절별로 살펴보면 여름에는 집중호우 및 장기간인 강우로 인해 아스팔트 포장 내부로 빗물이 스며들고, 수분으로 포화된 시간이 증가된다. 이에 따라 포장체 내부에서 차량이 통행할 때마다 높은 간극수압이 작용하며, 골재에서 아스팔트를 박리시켜서 발생된다.

겨울에는 폭설 시 도로에 살포한 제설제로 인해 눈이 녹게 되며, 제설제로 인해 녹은 눈은 쉽게 결빙되지 않으므로 수분이 포장에 침투하여 여름과 같은 현상으로 포트홀이 발생한다. 또한 낮은 대기 온도로 인해 아스팔트 포장의 취성이 증가하여 더욱 심각한 파손이 발생된다.

봄철에는 포장 내부에 침투한 수분으로 인하여 겨울에 노상 등이 동결하며 포장체가 융기되고, 봄철 융해로 인해 공동현상 후 교통하중에 의해 포장 침하 및 포트홀이 발생된다.

이와 같은 발생 메커니즘과 포트홀 발생한 현장의 조사 및 분석한 결과 포트홀은 포장의 다짐도 부족에 의한 수분침투와 골재와 아스팔트 또는 상부층과 하부층의 박리현상 등이 주요 원인이다. 그림 3의 한국도로공사의 자료에서 포트홀 발생원인의 66%가 다짐도 부족이며, 그 외 교면포장에서 방수재나 배수문제 또는 하부층의 박리 등이었다.

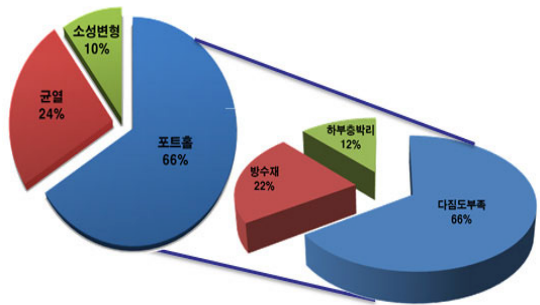


그림 3. 아스팔트 포장의 주요 파손 형태

4. 국내 아스팔트 포장의 품질관리 문제점

봄, 여름, 겨울 등의 계절에 따라 최근 반복적으로 발생하는 포트홀을 억제하기 위해서는 기후변화에 따라 변화된 환경요인을 반영하여 사용재료, 아스팔트 혼합물, 시공 등 아스팔트 포장 시공 전반에 대하여 품질관리방법을 개선하여야 한다.

국내 아스팔트 포장의 문제점은 다음과 같다.

4.1 아스팔트 포장 시공관리제도

미국은 국가 품질보증 프로그램 제도를 운영하여 엄격한 현장시공 품질관리 시스템을 적용하고 있으며, 체계적인 품질관리 프로그램 및 데이터베이스를

운영하고 있다. 또한, 그림 4와 같이 독립적인 품질 보증제도에 의한 조직을 운영할 뿐만 아니라 지불규정 및 성능기준 적용에 따라 포장 시공시 포장 시공 업체가 자발적으로 품질관리하도록 유도하고 있다.



그림 4. 미국 도로건설 시 사용하고 있는 품질보증 프로그램

국내에서는 아스팔트 플랜트의 정기점검, 품질관리, 시공품질검사 등을 대부분 감리사 또는 시공사에서 시행하고 있으나 아스팔트 혼합물의 품질관리를 납품하는 플랜트 업체에서 제출한 품질시험성적서로 대부분 대체하는 등 신뢰도가 낮다. 그리고, 시공사가 공사차질 등을 우려하여 플랜트에 강력한 품질관리를 요구하기 어렵고 아스팔트 혼합물은 물론 시공 결과에 대하여 형식적인 품질관리가 이루어지는 경우가 많다. 특히 책임감리가 해당 공사의 품질관리를 지속적으로 수행하고, 별도의 세부검증을 받지 않기 때문에 관리·감독기능이 약화되는 경우도 있다.

4.2 아스팔트 혼합물의 수분민감성 평가 및 박리 방지 재료

아스팔트 포장의 수분에 따른 파손을 저감하기 위하여 미국의 경우 아스팔트 혼합물의 인장강도비¹⁾ 기준을 70~85%로 적용하고, 영국은 인장강도비 보다 강화된 SATS²⁾ 기준 80% 이상을 적용하고 있다. 그

1) 인장강도비 시험(TSR: Tensile Strength Ratio) : 공시체를 포화시켜 60℃ 수조에 넣어 수분 처리를 한 후의 인장강도와 처리하지 않은 인장강도의 비
 2) SATS(Saturation Ageing Tensile Stiffness) : 공시체를 85℃, 2.1Mpa 압력으로 65시간 동안 수분처리 후 인장강도비

러나, 국내는 최근에 KS F 2349에서 인장강도비 기준이 도입되었으나, 이에 대한 교육과 홍보가 부족하여 배합설계 및 현장관리 시 적합한 평가가 잘 이루어지고 있지 않다.

그리고, 수분에 대한 저항성을 향상시키기 위하여 미국이나 유럽 등에서는 소석회나 액상박리방지제를 의무적으로 사용하고 있지만, 국내에서는 박리방지재료³⁾를 거의 사용하고 있지 않아 아스팔트 포장의 수분침투 시 골재에 피복된 아스팔트의 박리가 쉽게 발생할 수 있다.

4.3 아스팔트 혼합물 품질관리

국토교통부에서 올해 KS 인증을 받은 10개의 아스팔트 플랜트에서 동일한 아스팔트 혼합물을 이용하여 아스팔트 플랜트별 이론최대밀도를 시험하였다. 그 결과 그림 5와 같이 기준대비 최대 7.7% 까지 차이가 발생하였으며, 일부 아스팔트 플랜트는 이론최대밀도 시험이 불가능하였다. 이와 같은 결과의 원인은 아스팔트 플랜트의 시험장비가 부적합하거나, 품질관리 직원의 숙련도가 미흡하였기 때문이었다.

이와 같이 아스팔트 플랜트 등에서 보유한 아스팔트 혼합물 시험장비에 문제가 있거나 시험인력이 충분하지 않고 기술력이 부족할 경우 품질관리가 미흡

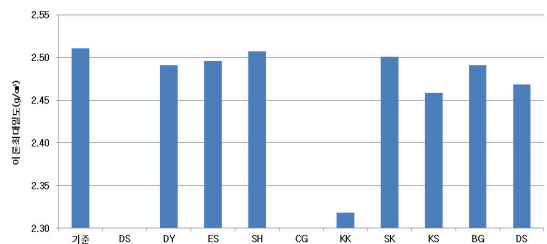


그림 5. 이론최대밀도 시험 결과

3) 박리방지재료 : 아스팔트 혼합물의 수분에 대한 저항성을 향상 시켜서 포트홀 발생을 저감하기 위한 재료로 소석회, 액상박리방지제 등이 있음

하여 아스팔트 혼합물의 품질변동이 커지게 된다.

그리고, 아스팔트 혼합물 생산 시 단립도골재를 사용하지 않고 혼합골재를 사용할 경우 아스팔트 혼합물의 골재입도 변동이 커지므로 배합설계와 다르게 아스팔트 혼합물이 생산되어 시공시 적합한 다짐밀도를 얻기 어려우며, 이에 따라 빗물 등이 포장에 쉽게 침투할 수 있다.

4.4 아스팔트 포장 시공

아스팔트 포장 시공 시 아스팔트 혼합물의 온도, 텍코팅, 장비중량, 콜드조인트의 다짐도, 부착방지제 등에 대한 품질관리가 필요하다. 특히, 포트홀 억제제를 위해 아스팔트 포장 내부에 수분침투를 최소화하기 위해서는 현장배합설계 결과의 기준밀도를 이용한 다짐도 관리뿐만 아니라 공극률에 대한 관리가 필요하지만 현재 아스팔트 포장의 공극률에 대한 관리기준이 없다. 이에 따라 아스팔트 포장의 공극률이 높아져 강우나 강설 시 아스팔트 포장에 수분이 과다하게 침투되어 포장의 파손이 발생할 수 있다.

5. 아스팔트 포장의 품질관리 강화대책

국토교통부에서는 상기 문제점을 해결하기 위하여 다음과 같이 아스팔트 포장 시공관리제도를 일부 개선하였으며, 관련 방침을 현장에 적용하고 있다.

5.1 아스팔트 포장 시공관리제도

아스팔트 포장의 성능검증을 위해 올해 하반기부터 도로포장품질관리점검단을 구성하여 아스팔트 포장 시공에 대하여 종합적인 점검을 수행 중이다. 아스팔트 플랜트의 시설, 아스팔트 혼합물 품질, 시공 품질 등을 점검하고 있으며, 부적합사항이 발견되면 이에 따른 조치를 발주처에서 시행할 예정이다.

또한, 2014년에는 아스팔트 포장 종합관리체계를 구축하기 위해 골재, 아스팔트 혼합물 생산, 시공 등의 자료관리 시스템을 시범운영하고 이후에 전국적으로 확대적용할 계획이다.

5.2 아스팔트 혼합물의 수분민감성 평가 및 바리 방지재료

아스팔트 혼합물의 공급원 승인 시 인장강도비 시험기준(0.75 이상) 만족여부 확인을 철저히 하며, 공사기간 중 1회 이상 및 반기별 1회 이상 인장강도비 시험을 공인품질검사 전문기관에 시험의뢰하여 시험성적서를 의무적으로 제출하여야 한다. 그리고, 아스팔트 혼합물 바리방지를 위한 소석회 사용을 권장하며, 인근 도로에서 포트홀이 다수 관측된 경우, 소석회를 표층용 아스팔트 혼합물의 골재중량 비율 대비 1~2%⁴⁾(채움재 일부 대체) 사용하는 것이 필요하다.

5.3 아스팔트 혼합물 품질관리

아스팔트 혼합물 공급원 승인 시 아스팔트 플랜트 생산 및 시험시설에 대하여 의무적으로 점검하여야 한다. 그리고, 기술자의 품질관리를 위한 기술력을 확보하기 위하여 아스팔트 혼합물 재료, 배합설계, 시공, 품질관리 등에 대하여 현재 마련된 포장시공(감리)전문화과정 교육을 아스팔트 혼합물 생산 및 시공 시 품질관리기술자가 반드시 이수하여야 한다.

아스팔트 혼합물에 사용하는 골재는 단립도인 골재의 사용여부를 확인하도록 하여 균일한 아스팔트 혼합물을 생산하도록 하고, 현장 시공 시 적합한 다짐밀도를 확보하기 위하여 배합설계 시 공극률이 표층 4%±0.3%, 기층 5%±0.3% 기준 만족여부를 확인하여야 한다.

4) 기존 채움재를 소석회로 대체 사용(골재중량비의 1%)할 경우, 아스팔트 혼합물 1톤당 약 807원 재료비 증가예상 (소석회 110,000원/ton, 석회석분 25,000원/ton)

5.4 아스팔트 포장 시공

아스팔트 혼합물 운반 시 차가운 공기가 트럭 적재함 내부에 혼입되어 표면의 온도가 크게 낮아질 경우 아스팔트 혼합물의 표면과 내부온도에 차이가 발생하여 포설 시 국부적인 포장 밀도의 차이를 발생시켜 포트홀 유발원인을 제공한다. 따라서 이를 방지하기 위하여 운반트럭의 적재함에 외기와 완전히 차단되는 덮개를 계절에 관계없이 적용하며, 현장 도착온도 및 다짐단계별 적정온도관리를 철저히 하여야 한다. 그리고, 포트홀 발생이 빈번한 지역은 도로공사표준시방서의 택코트 생략 조항을 적용하지 않고 택코트를 반드시 시공하며, 택코트 사용량은 시방서에 따라 결정하되(0.3~0.6L/m²), 현장시험을 통해 감독자 승인을 받아 정확한 살포량을 결정하고 택코트 시공 후 수분이 건조될 때까지 차량통행을 금지시켜야 한다.

아스팔트 포장 다짐장비 중량이 머캐덤롤러 12t 이상, 타이어롤러 12t 이상, 탄뎀롤러 8t 이상인지 확인하여야 하며, 표층 시공 시 콜드조인트 파손을 예방하기 위한 아스팔트 페이퍼 2대 및 다짐롤러 2세트 로 2차선을 함께 포장하는 기술인 동시포장(Echelon Pavement)공법을 적용하여야 한다.

포장 다짐밀도 확보를 위해 현재 배합설계 시 제작한 공시체의 최종밀도를 기준밀도로 적용하여 아스팔트 포장에서 채취한 코어의 밀도를 평가하여 다짐도 96% 이상 확보하도록 하고 있으며, 이에 추가하여 시공당일 생산한 아스팔트 혼합물의 이론최대밀도를 이용하여 포장의 공극률이 표층은 8%, 기층은 9% 이하인지 확인하여야 한다.

5.5 기타

교면 포장에서 발생하는 포트홀 발생을 효과적으로 억제하기 위하여 교면 포장 시공 및 유지보수 시 ‘교면포장 설계 및 시공 잠정지침’을 철저히 준수하고, 유지보수 시 현재 지침에 적합하지 않은 배수구조 등을 지침에 적합하게 보수하여야 한다. 그리고, 도로 포장 보수 패러다임을 전환하여 현재 반복되는 소규모 보수에 따른 문제점을 해결하기 위해 노후포장은 포장상태에 따라 장기통행 제한 후 전면보수 및 재포장 등을 집중개량하여야 한다.

6. 맺음말

아스팔트 포장의 포트홀을 억제할 경우 교통사고 유발요인을 줄임으로서 운전자의 안전하고 쾌적한 주행성을 보장할 수 있고, 포트홀 발생 30% 저감 시 도로유지보수 감소로 연간 약 250억 원의 예산을 절감할 수 있다.

따라서, 국토교통부에서는 아스팔트 포장의 포트홀을 억제하고, 품질향상을 위해 지속적으로 제도개선을 추진하고 있으며, 매년 지방국토관리청에서 실무기술자에 대한 개선된 기준 교육을 실시하여 시공 현장에 즉시 적용할 수 있도록 하고 있다. 국토교통부는 향후에도 아스팔트 포장의 포트홀 발생을 근원적으로 해결하여 국민의 안전과 행복을 향상시키기 위해 노력할 것이다.

회원의 신상변동사항(이사, 전근, 승진 등)이 있으면 학회 사무국으로 연락주시기 바랍니다.

현재 반송되는 우편물이 너무 많습니다.

- 전 화 : (02)3272-1992 • 전 송 : (02)3272-1994
- E-mail : ksre1999@hanmail.net