국내도로 상의 절삭 덧씌우기 공법의 보수부위 선정·결정의 문제점 및 대안

도 영 수[1] · 최 병 비[2]

1. 도로 유지관리

1.1 예방적 유지관리

예방적 유지관리는 포장의 효율적 관리를 위하여 가장 중요한 기능을 갖는다. 사소한 결함의 조기 발견과 적당한 보수는 도로 유지관리를 위해 소요되는 비용 지출을 감소시킬 뿐 아니라 도로 설비의 수명을 증가시킨다. 포장부분의 적은 균열, 길어깨 부분의 진흙 또는 물은 그들이 심각한 결함으로 발전되기 전에 교정되어야 하는 문제의 모든 징후이다. 이러한 이유 때문에, 적어도 연간 상시조사는 잠재적인 파괴 징후를 찾기 위한 자격이 있는 사람에 의해 이루어져야 한다. 또한 이에 대한 보수 작업은 기후, 교통, 기타 인자를 고려하여 발견 직후 가능한 한 빨리 수행하여야 한다. 종종 짧은 시간의 지연은 주요한 문제를 일으킬 수 있다.

예방적 유지관리는 최적의 도로를 보장할 것이다. 즉, 운전자를 위한 가장 안전한 도로와 교통을 위한 좋은 포장 표면을 제공할 것이다. 또한 예방적 유지관리는 결함은 사소하지만 교정되는데 필요한 유지관리 노력을 줄일 것이다.

1.2 일상적 유지관리

일상적 유지관리는 적절한 공정 상태에서 도로의 유지관리를 위해 요구되는 것이다. 이것은 잡초 제거, 쓰레기 반이 및 배수구의 청소, 잡동사니 제거, 다이크 청소 등을 포함한다. 이러한 형태의 작업은 성격상 보통 주기적으로 이루어지고, 빈도는 상태에 따라 결정된다. 이 작업은 철저한 계획에 의하여 수행되어야 한다.

일상적 유지관리의 문제는 종종 시간 소비적이고 비용이 많이 든다. 이러한 이유 때문에 인력과 자금이 한계에 도달할 때 수행되지 않는 첫 번째 활동 중의 하나이다. 필요한 일상적 유지관리 수행의 실패는 종종 더욱 심각한 결함을 초래하고 주변 도로 부분까지도 손상을 발생시킬 수 있다. 그러므로 일상적 유지관리는 더욱 심각한 결함이 발생하기 전에 문제를 해결하기 위한 계획으로 수행되어야 하는 것이 중요하다.

1.3 긴급 유지관리

긴급 유지관리는 관리 기관 또는 담당 부서가 스스로 찾아서 수행하여야 하는 상황이다. 적절한 조사의 부족은 결함들이 발견되기 전에 더욱 심

1) 정회원 · 고속도로관리공단 기술연구소 포장연구실장
2) 정회원 · 고속도로관리공단 기술연구소 소장

각한 손상을 일으킨다. 긴급 유지관리가 수행될 때, 손상의 교정 절차는 육안 결함 뿐 아니라 문제의 원인을 제거하는데 이용되는 것이 중요하다. 결함 상태가 일시적 보수가 이루어지는 것이 요구된다면, 그때에는 영구 교정을 위하여 가능한 한 빨리 수행되어야 한다. 그 이유는 일시적 보수 부위의 파괴는 같은 결함의 재발생을 초래할 수 있기 때문이다.

따라서 도로의 유지관리의 목적은 결함이 아주 심각한 손상으로 진전하기 전에 모든 결함을 교정하는데 있다.

2. 절삭 덧씌우기 및 패칭 보수부분의 선정시 유의사항

국내 도로에서 도로 포장의 유지보수 구간 선정은 도로를 담당하는 관리부서의 유지보수 담당자가 보수부위를 선정하고 결정하고 있다. 담당자들은 포장의 보수 부분의 구간을 결정할 때, 도로의 파손 부분보다 넓게 선정해야 하고 또한 손상 구간에 대한 문제의 실질적 원인을 조사·파악하여 그 손상의 실질적 원인이 제거되도록 보수 부분 선정을 결정하여야 한다.

또한 도로포장 보수 부분의 표면 절삭 후 절삭 하면에 손상 원인이 있거나 하면이 지지력 부족 같은 문제가 있을 때에는 그 절삭 하면보다 더 아래까지 절삭하여 보수된 표층이 충분히 지지될 수 있는 층으로 대치하여야 하며, 보수 후 표층에 재발될 수 있는 손상의 원인을 완전히 제거하여야 한다.

이러한 손상의 원인을 완전히 제거하지 않을 경우, 보수된 도로 표층은 빠른 기간 내에 보수된 부분에서 조기에 또다시 손상이 발생된다. 이것은 국가의 경제산업 발전의 초석인 도로에 대한 도로의 일시적 표면 보수일 뿐만 아니라 국민의 세금으로 충당되는 국가의 사회간접자본의 보호 차원에서 크나큰 예산 낭비라 할 수 있다.

3. 현행의 도로 보수 부위 선정의 문제점

국내 도로 상의 대부분의 유지보수 담당자들은 도로포장의 보수되어야 할 구간을 선정하여 결정함에 있어서 단지 가장 심각한 부분만을 보수 부분으로 선정하고, 그보다 손상이 작지만 그와 관련된 손상부분은 보수대상 부분의 선정에서 제외하고 있다. 이러한 보수 부위의 선정은 단지 심각한 부분의 일시적인 표면 보수가 될 뿐이다. 왜냐하면, 손상이 작은 구간이 보수가 되지 않아 이곳을 통하여 표면수 및 이물질의 침투 등으로 인하여 손상이 주변도로 부분(보수된 부분 포함)으로 더욱 확장되어 보다 심각한 손상이 빠르게 발생하게 된다.

이러한 문제를 해결하기 위하여 미국에서는 1979년부터 보수 부분 선정에 있어서 "노면 절삭기 또는 공기압 햄머로 손상된 부분에서 적어도 300mm 밖까지 연장·확장하여 절삭한다."는 것을 편람으로 만들어 사용하고 있다.

사진 1은 일반적으로 국내도로 상에서 보수 부분의 대표적인 선정 부분을 나타낸다. 사진에 나타났듯이, 보수 부분이 손상이 가장 심한 부분만 선정되고, 다소 작은 손상 부분이 제외되어 너무 작게 보수 부분이 선정됐음을 알 수 있다. 이것은 후에 보수 부분에 제외된 부위에서 손상이 발생하여 보수된 부분에 빠르게 확장된다. 따라서 보수 부위 선정 및 결정할 때는 보수 후에 이 부분에서 손상이 재발생되지 않도록 손상이 작은 부분도 함께 보수 부위로 선정해야 한다. 보수 부분을 확장하여 보수하는 것은 또다시 이 부분에서 차후에 발생될 여러 가지의 손상을 미연에 예방하는 것이 되며, 또한 차후에 소요되는 보수비용을 감소시키는 결과를 낳는다. 다시 말해서, 보수

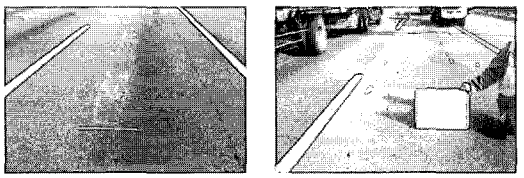

사진 1. 보수부위 선정 상태

부분의 확장은 차후의 도로의 유지관리 비용이 절약된다는 것을 의미한다.

사진 2는 보수 부위로 선정된 부분을 노면 절삭기로 절삭 후의 주변 표층 상태를 보여 주고 있다. 사진에 나타난 바와 같이 절삭면 이외의 주변 부분에서 많은 균열이 나타나 있음을 볼 수 있다. 그러나 도로의 유지보수 차원에서 반드시 이러한 부분도 보수 부분으로 선정되어야 한다.

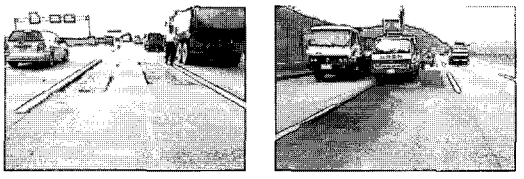

사진 2. 보수 부위 노면 절삭 후의
그 주변의 표층균열 상태

사진 3은 선정된 보수 부분에 아스팔트 콘크리트 혼합물을 붓고 다진 후에 그 보수 부위의 주변에 폭이 넓은 주 균열(main crack)이라고 판단되는 균열들이 보수 부분으로 선정되지 않고 어떠한 보수 조치도 취하지 않은 상태로 그대로 남아 있는 것을 볼 수 있다. 마찬가지로 이러한 균열도 앞서 언급했듯이 반드시 보수 구간으로 선정되어야 한다. 그렇지 않으면, 이 폭이 넓은 주 균열 사이로 표면수와 함께 이물질이 침투되어 기층역할을 하는 부분을 빠르게 손상시키고 보수된 부분까지 급속히 진전되어 또다시 손상이 빠르게 발생하게 된다. 이것은 보수된 부분 외에도 깨끗한 도로 부분도 손상이 확장되는 것을 의미한다. 다시 말하면, 폭넓은 주 균열로 인하여 이미 보수된 부분을 포함한 깨끗한 포장에 새로이 손상된 부분까지도 보수되어야 하므로, 빠른 기간 내에 보수될 부분이 더 커진다는 것을 의미한다. 일반적으로 국내 도로 상의 보수 부위를 살펴보면, 대부분 사진에 나타난 것과 같이 보수된 부분의 주위의 표면에서 폭이 넓은 주 균열들이 많이 나타나 있고, 그로 인한 보수된 부분이 손상된 것을 많이 볼 수 있다.

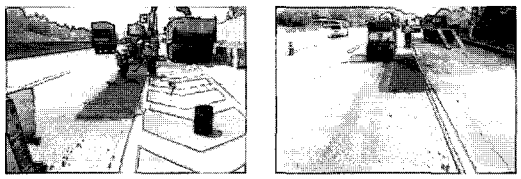

사진 3. 보수 부분의 아스팔트 콘크리트 혼합물
포설과 다짐 후의 주변 표층 상태

사진 4는 도로 손상부의 40mm 노면 절삭 후 절삭 하면의 상태를 보여 준다. 이 절삭 하면은 덧씌우기 보수 후에 덧씌우기 표층에 대하여 기층의 역할을 수행해야 하는 층이 된다. 그러나 사진에서 볼 수 있듯이, 절삭 하면이 수분의 영향으로 인하여 하면의 혼합물의 흐트러짐 및 골재의 탈락 그리고 수분이 여전히 존재하여 기층으로서의 제 역할을 수행치 못하는 노후된 상태인 것으로 나타나 있다. 이러한 하면 위에 바로 아스팔트 혼합물의 포설은 아스팔트 혼합물에 대한 수분 민감성을 전혀 고려하지 않는 것이고 또한 하면의 혼합물의 흐트러짐 및 골재 탈락에 대하여 전혀 고려하지 않는 것이다. 이런 상태로의 포설은 또다시 보수 후 빠른 시일 내에 보다 큰 보수될 구간으로 확장될 것이다. 따라서 절삭 하면의 이러한 것들은 혼합물의 부착을 저해하는 아주 큰 요인이므로 반드시 제거되어야 한다.

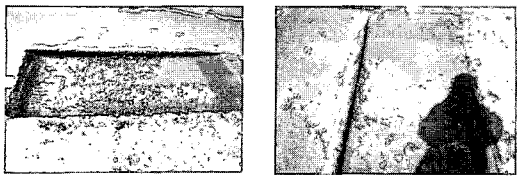

사진 4. 보수 부위 절삭 후 수분 영향에 의한 하면의 상태

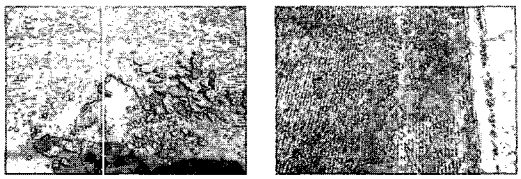

사진 5. 표층 40mm 절삭 후 남은 10mm 하면의 균열, 들뜸 및 흐트러짐

사진 5는 국내도로 상의 도로 표층 40mm 절삭 후 남은 있는 10mm 하면에서의 균열, 들뜸, 깨짐 및 흐트러짐 상태를 보여주고 있다. 사진에서 10mm의 잔류 표층 부분은 절삭 덧씌우기의 기층 역할을 수행하여야 하지만 이러한 하면의 들뜸, 깨짐 및 흐트러짐으로 인하여 제 기능의 역할을 수행하지 못한다. 특히 10mm 잔류 부분에서의 균열 부분은 이러한 들뜸, 깨짐 및 기층 흐트러짐 현상을 더욱 가속화시키고 있다. 현재 국내도로 상에 있는 도로의 절삭 덧씌우기 보수는 도로 보수 담당자에 의해 보수 부분이 선정되고 있고 보수 깊이에 대해서는 "절삭 덧씌우기 두께에 대하여 40mm로 하되 잔여 표층이 50mm 남아 있는 구간의 두께는 50mm로 하여 절삭 덧씌우기로 시공한다"는 일반적인 방침이 정해져 있지만 대부분의 도로 보수 담당자들은 일괄적으로 40mm를 절삭 덧씌우기 두께로 결정하여 그 아래 부분의 손상 문제는 전혀 고려하지 않고 있다. 그러나 40mm 절삭 후 잔류 10mm 부분에서 존재하는 위의 사진과 같은 현상을 완전한 제거하여 대체하지 않고 그 위에 바로 덧씌우기를 수행하면, 덧씌우기 아스팔트 콘크리트 혼합물과 잔류된 10mm의 부분과의 부착은 물론 그 아래 부분과의 부착도 잘 이루어지지 않아 차량의 반복하중 및 충격하중으로 덧씌워진 표층에 또다시 손상이 빠르게 재발생하여 나타난다. 그러므로 절삭 덧씌우기 두께는 반드시 50mm로 하되 그 50mm 절삭면 아래에 손상의 원인이 되는 문제가 발견되었다면 이를 완전히 제거하여 대치하여야 한다.

사진 6은 표층의 균열 사이로 표면수와 함께 이물질이 침투되어 절삭 하면에서 상당히 아래 부분까지 이물질이 퇴적되어 있는 것을 보여준다. 이러한 이물질의 퇴적은 덧씌우기 혼합물과 하면과의 부착을 방해하는 큰 저해 요인이다. 또한 퇴적된 이물질의 제거없이 그 위에 혼합물을 포설하면, 이물질 부분의 취약함 때문에 이 부분의 덧씌우기 표층 하면에서 손상이 발전하여 상면으로 진전되어 보다 큰 손상을 야기하게 된다. 그러므로 보수시 이러한 퇴적된 이물질의 부분은 완전히 제거하여 혼합물의 부착을 좋게 하여야 하고 포장 기층에서 부분적인 취약함을 제거하여 모든 부분에서 하중을 균일하게 분배되어야 한다.

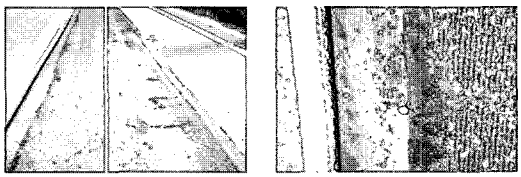

사진 6. 표층균열 사이로 침투된 절삭 하면의 이물질 퇴적

사진 7은 절삭 덧씌우기 보수 후 1년 내에 표층에 재발생된 손상을 보여주고 있다. 이 사진에서 볼 수 있듯이 길어깨 부분에 상당히 폭이 넓은 종·횡방향 균열이 나타나 있음을 알 수 있다. 절삭 덧씌우기 층의 손상 재발생의 원인을 분석하기 위하여 우선적으로 40mm를 절삭하였다. 그 결과 절삭 덧씌우기 층에서 재발생된 손상의 원인은 사진 8에 잘 나타나 있다. 사진 8은 절삭 덧

씌우기의 손상이 재발생된 부분 아래의 절삭 면이 길어깨 부분의 폭이 넓은 종·횡방향 균열 사이로 표면수가 침투되어 수분에 의하여 젖어 있는 것을 보여주고 있다. 따라서 절삭 덧씌우기 층의 손상 재발생 원인은 길어깨부의 많은 폭이 넓은 균열을 통하여 표면수가 침투되어 차로 방향으로 침투수가 흘러 들어가 기층 역할을 수행해야 하는 부분까지 수분의 영향에 의해 층의 혼합물이 흐트러져 제 역할을 수행하지 못하는 실정으로 나타나 있다.

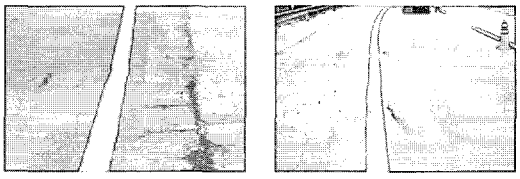

사진 7. 절삭 덧씌우기 후 1년 내에 발생한 표층 손상의 재발생

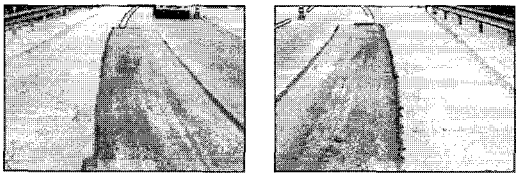

사진 8. 절삭 덧씌우기 후 1년 내에 손상 재발생된 덧씌우기 층의 절삭 하면

사진 9는 길어깨에서 침투된 수분의 영향으로 차로의 절삭 하면의 혼합물이 흐트러짐은 물론 기층과의 경계면에서 떨어지는 현상을 보여준다. 사진 10과 11은 길어깨의 균열을 통한 절삭 덧씌우기 층의 표면수 침투에 의한 영향을 살펴보기 위하여 100mm 절삭 후의 하면을 나타낸 것이다. 사진에서 볼 수 있듯이, 100mm 절삭 후의 경계면 하면도 수분에 의한 영향을 받은 것으로 나타났다. 이것은 고속도로 포장의 가열 역청 아스팔트 기층의 안정도가 500kgf 이상과 일반도로 포장의 가열 역청 아스팔트 기층의 안정도가 350kgf 이상임을 고려할 때, 이러한 수분의 영향을 받은 기층 부분은 전혀 제 기능의 역할을 수행치 못할 것이 분명하다. 따라서 선진외국의 "보수 구간의 절삭 아래 부분이 원 도로의 기층과 같이 강하거나 보다 더 강해야 하기 때문에 하부 층의 확실한 지지력을 얻기 위하여 절삭 후 하면의 균열, 혼합물의 흐트러짐, 부분적으로 손상된 부분을 통하여 토사의 침투로 인한 절삭 하면의 지지력 부족 및 이로 인한 덧씌우기 후의 손상의 재발생이 야기될 부분이 있는 깊이보다 더 깊게 포장 층을 절삭해야 한다."는 편람과 같이 국내에서도 이에 대한 편람을 만들어 수행하여야 한다.

따라서 절삭 덧씌우기의 깊이 결정은 반드시 이러한 손상 원인을 완전히 제거하는 것을 고려하여 결정하여야 한다. 그렇지 않으면 보수 후에도 계속적으로 이러한 절삭 덧씌우기 층의 재손상이 발생된다. 또한 사진 7에서 11까지의 절삭 덧씌우기 층의 손상 재발생의 주된 원인이 길어깨에 있는 것으로 판단된다. 또한 길어깨 부분이 다소 밖으로 밀려 나간 현상이 관찰되었는데, 길어깨의 이러한 현상은 지속적으로 일어나기 때문에 보수시 이러한 부분도 확실히 교정해야 한다. 따라서 우선적으로 길어깨의 이러한 손상의 보수가 선행되어진 후에 차로의 보수가 수행되어야 한다. 이러한 손상은 도로 상에서 특히 차로 방향으로 횡단면 편구배가 있는 도로에서 많이 나타난다.

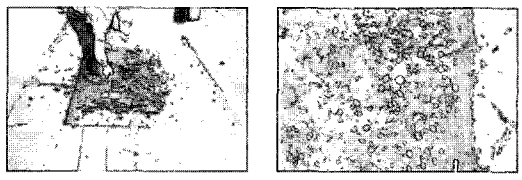

사진 9. 표면수 침투에 의한 절삭 하면 아래의 아스팔트 표층 손상

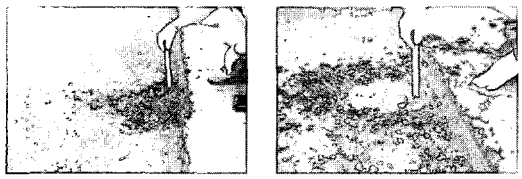

사진 10. 길어깨에서의 수분 침투로 인한 절삭 하부 층의 깨짐 및 흐트러짐

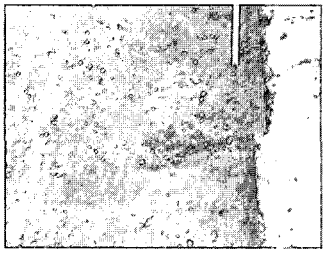

사진 11. 100mm 절삭 후 하면 상태

4. 고 찰

현 국내도로 상의 도로 유지보수 구간의 선정은 도로의 유지보수 담당자에 의하여 선정·결정되고 있다. 그러나 이들은 보수 구간의 선정에 있어서 같은 도로 구간에서 단지 손상이 가장 심한 부분만을 보수 부위로 선정하고 있다. 그러나 보수 구간 선정에 있어서, 그 보수 구간의 주변 균열 및 손상에 의한 보수 후의 손상 재발생을 감안하여 보수 부분을 보다 폭넓게 구간을 선정해야 하며, 또한 절삭 덧씌우기 손상의 재발생의 원인이 되는 절삭 하면의 문제도 완전히 제거하기 위하여 절삭 깊이에 대하여 고려되어야 한다.

이에 대하여 선진외국에서는 절삭 덧씌우기 및 패칭에 관한 작업 수행 절차의 편람을 만들어 수행하고 있다. 특히 미국에서는 이미 1979년도에 편람을 만들어 도로의 유지보수를 수행하고 있다. 이 편람은 "도로포장 보수부분의 선정시 손상된 부분에서 적어도 300mm 밖의 떨어진 곳까지 연장·확장하여 보수 부분을 절삭하고, 보수 구간의 절삭 아래 부분이 원 도로의 기층과 같이 강하거나 보다 더 강해야 하기 때문에 하부 층의 확실한 지지력을 얻기 위하여 절삭 후 하면의 균열, 혼합물의 흐트러짐, 부분적으로 손상된 부분을 통하여 토사의 침투로 인한 절삭 하면의 지지력 부족 및 이로 인한 덧씌우기 후의 손상의 재발생이 야기될 부분이 있는 깊이보다 더 깊게 포장 층을 절삭해야 한다"고 제시하였다. 게다가 이것은 "부분적으로 노상도 문제가 있다면 제거되어야 한다는 것을 의미한다."고 덧붙였다..

국내 도로의 유지보수를 위한 절삭 덧씌우기 공법은 특히 고속도로에서는 1997년에 화원과 서대구 구간을 처음으로 적용하여 수행되어 왔다. 1997년 당시의 절삭 덧씌우기의 두께는 50mm로 수행되었으나, 그 이후 절삭 두께가 50mm에서 40mm로 변경되어 수행되고 있다.

따라서 국내 도로의 절삭 덧씌우기 유지보수의 현 실정은 절삭 깊이를 40mm로 거의 한정하고 있으며, 또한 절삭 하면에서도 덧씌우기 후의 손상 재발생에 대한 많은 손상의 원인이 있는데도 불구하고 이 부분에 대해서는 전혀 고려하지 않는 실정이다.

5. 결 론

도로의 유지보수를 수행(보수구간 선정, 결정, 시공 수행)할 때, 즉 절삭 덧씌우기 또는 부분 패칭을 수행할 때 3절에서 언급된 문제들이 완전히 해결되어야 한다.

현행 국내 도로 상에서 수행되고 있는 절삭 덧씌우기 보수 및 부분 패칭 보수 부분 선정에 대한 검토 결과, 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 도로 상의 유지보수 구간의 선정이 아주 부

적당하고 보수 구간 주변의 폭이 넓은 주 균열들을 보수 구간에서 제외시키는 것으로 나타났다.

2. 보수 부분의 40mm 절삭 후 남아있는 10mm 절삭 하면의 손상을 어떠한 대책없이 그대로 방치하고 보수를 수행시키는 것으로 나타났다.
3. 위의 결론에 의하여, 절삭 덧씌우기를 수행한 보수 부분이 보수 후 2년 이내(빠르면 1년 이내)에 보수 부분에서 손상이 재발생되는 것으로 나타났다.
4. 특히 고속도로 상의 절삭 덧씌우기 두께가 유지보수 담당자에 의해 40mm로 결정되어 수행되는 것은 가열 아스팔트 콘크리트 포장의 신설도로 건설할 때, 시공단계에서 표층 100mm를 50mm 시공 후 그 위에 50mm를 시공한다는 점을 고려하지 않은 것으로 판단된다.

이렇게 수행된 국내도로 상의 도로 유지보수는 도로의 질을 더욱 떨어지게 만드는 요인이다. 또한 도로의 사용자 부담을 더욱 가중시키고 운전자의 안전성과 쾌적성을 악화시키는 결과를 초래한다. 또한 국가 경제산업의 초석이며 사회간접자본인 도로가 그의 공용수명을 완전히 수행치 못하고 보다 빠르게 악화될 수도 있다고 판단된다.

따라서 손상된 도로의 절삭 덧씌우기 및 부분 패칭 후에 또다시 손상의 재발생을 예방하기 위하여 보수 구간 선정에 대하여 다음과 같은 대안을 제안한다.

1. 현재 일반적으로 수행되는 40mm 절삭 덧씌우기 두께에 대하여 우선적으로 50mm로 변경하여 수행되어야 한다.
2. 같은 도로 구간의 보수 부위를 선정할 때, 손상이 가장 심각한 구간 외에도 폭이 넓은 주 균열 및 손상이 작은 부분 등에 의해 차후에 보수된 부분에 손상이 재발생될 수 있는 곳은 미연에 보수 부위에 포함시켜 선정해야 한다.
3. 또한 도로포장 보수 부분의 선정할 때, 손상된 부분에서 적어도 300mm 밖의 떨어진 곳까지 연장·확대하여 보수 부분을 절삭해야 한다.
4. 보수 부분의 절삭 아래 부분이 원 도로의 기층과 같이 강하거나 보다 더 강해야 한다. 따라서 하부 층의 확실한 지지력을 얻기 위하여, 절삭 후 하면의 균열 및 깨짐, 혼합물의 흐트러짐, 부분적으로 손상된 부분을 통하여 토사의 침투로 인한 절삭 하면의 지지력 부족 및 이로 인한 덧씌우기 후의 손상의 재발생이 야기될 부분이 있는 깊이보다 더 깊게 포장 층을 절삭해야 한다.
5. 특히 국내 고속도로에서는 길어깨의 취약함을 개선하고 우선적으로 길어깨부의 손상을 보수해야 한다. 그 이유는 길어깨부의 균열 및 부분 침하로 인하여 인접 차로에 빠르게 손상을 유발시키는 아주 큰 원인을 제공하고 있기 때문이다.

참 고 문 헌

1. 김주원 "도로 및 공항 포장의 유지보수 공법," 한국도로포장공학회지 Vol. 3, No. 3, pp.19~30, (2001).
2. 이경하, 유평준, 류명찬 "아스팔트포장의 유지관리 현황," 한국도로포장공학회지 Vol. 3, No. 3, pp.3~11,(2001).
3. 건설교통부 "아스팔트 포장 설계·시공요령," pp.249~291, (1997).
3. Asphalt Institute "Field Maintenance manual for Georgia Counties Local Roads and Streets," Asphalt Institute Construction Guide No. 5. CL-19, (1979).
4. Leonard Hartvigas "Patching Flexible and Rigid Pavement," Engineering Research and Development Bureau. New York State Department of Transpotation, (1979).