

요약

노면 물고임 해소, 신속대응 중심으로 하되
발생 가능성이 높은 구간은 중점관리 필요

교통사고 사망률은 비가 올 때 1.4배, 노면이 젖어있을 때 1.6배 높아

비가 내리거나 눈이 녹아 발생하는 도로의 물고임(puddle) 현상은 물튀김과 같은 시민불편은 물론 차량 고속주행 시 교통사고 위험이 커지는 등 안전을 위협한다. 예컨대, 2015년에서 2017년까지 3년간 서울에서 발생한 교통사고를 살펴보면, 전체 교통사고 중 비가 올 때 발생한 교통사고는 6.2%, 사망자는 8.9%를 차지하고, 노면이 젖어있을 때 발생한 교통사고는 8.2%, 사망자는 12.2%를 차지한다. 같은 기간 중 교통사고 발생 건당 사망자 수를 보면, 비가 올 때는 그렇지 않은 때에 비해 1.4배, 노면이 젖어있을 때는 그렇지 않은 때에 비해 1.6배 사망률이 높은 것으로 나타났다. 기상조건과 노면상태는 노면 물고임과 관련성은 있지만 간접적인 지표에 불과하고, 이러한 교통사고의 차이가 반드시 물고임만의 영향이라고 할 수는 없지만, 노면 물고임이 치명적인 교통사고로 이어질 수 있음을 간접적으로 시사하고 있다.

[표 1] 서울시 교통사고의 기상조건 및 노면상태에 따른 천 건당 사망자 수 비교(2015~2017년)

(단위: 사망자 수/천 건)

기상조건			노면상태		
비 (A)	비 제외 (B)	A/B	습윤(젖음·습기·침수) (A)	습윤 제외 (B)	A/B
12.7	8.6	1.4	13.2	8.5	1.6

노면 물고임은 도로포장, 배수시설, 주변지형·도로구조 요인으로 발생

노면 물고임은 크게 도로포장 요인, 배수시설 요인, 주변지형 및 도로구조 요인에 의해 발생한다. 몇 가지 서울시 자료를 이용하여 GIS 공간분석 및 현장조사를 통해 노면 물고임의 실태를

분석하였다.

「서울시 도로포장 유지관리 기본계획 수립」(2017) 과정에서 2016년 조사된 도로포장상태 불량 구간 479개소에 대한 분석 결과, 노면 물고임의 가장 흔한 형태는 포장도로의 포트홀, 소성변형, 맨홀 단차(높낮이 차) 등에 의해 노면수가 제대로 배수되지 않아 발생하는 것이었다. 빗물받이 부족 또는 위치 부적절, 도로측구의 배수경사 미흡 등 도로배수시설에 의한 것도 많이 관찰되었다. 지하철역 주변, 상업업무밀집지역 등 유동인구가 많은 지역에서는 빗물받이가 덮개, 담배꽂초, 쓰레기 등에 의해 막혀서 발생하는 경우도 있었다. 또한 산지관통도로를 비롯하여 주변지형 여건에 의해 위요된 도로구간, 경사도로 저점부, 편경사 변화구간에서는 빗물받이가 적절하게 설치되어 있더라도 비가 많이 내릴 때 노면수, 토사, 낙엽 등이 도로로 몰려들어 물고임이 발생하는 경우가 있었다.

2016년 서울시 ‘응답소(<http://eungdapso.seoul.go.kr/>)’에 접수된 민원 중 노면 물고임 관련 민원발생지역 30개 지점에 대한 분석 결과, 이들 지역의 물고임은 도로포장 측면에서는 포장면의 소성변형, 도로파손(포트홀 등), 도로측구와 보도의 단차지점에서의 배수불량, 지형적 여건이 오목하거나 경사부와 평지가 만나는 지점 등에 의한 것이었다. 배수시설 측면에서는 빗물받이가 파손되었거나 도로와의 연결부위가 파손(시공불량)된 경우, 빗물받이에 이물질이 있어 강우 시 배수가 곤란한 경우 등에 의한 것이었다.

서울시는 2018년 7~8월 중 강우에 대비하여 가로변 버스정류장 일대 523개소에 대해 물고임 현장조사를 실시하였다. 물고임 점검내용을 살펴보면, 도로침하 및 소성변형에 의한 것이 35.2%(207개)로 가장 많았으며, 다음으로 측구파손에 의한 것 31.3%(184개), 측구 배수불량에 의한 것 15%(88개) 등의 순으로 많았다.

“포장도로 소성변형·침하, 측구경사·포장불량이 물고임의 주요 원인”

2018년 11월 서울시(본청 도로관리과, 도로사업소) 및 25개 자치구 도로관리부서 담당공무원을 대상으로 설문조사를 실시하여 분석한 결과, 응답자 21명이 서울의 노면 물고임 원인으로 포장도로의 소성변형 및 침하(26건), 도로측구 부분의 측구경사 및 포장불량(12건)을 가장 많이 지적하였다.

중점적으로 관리해야 할 도로구간에 대해서는 민원발생 정도와 보행자 안전 및 편의를 고려하여 버스정류장을 비롯하여 유동인구가 많은 지점을 가장 많이 언급하였다. 그 외에 자동차전용도로 또는 주요 간선도로, 공사장 주변 도로, 급격한 경사지형 및 오목지형의 저지대 등을 지목하였다.

서울시 빗물받이 48만여곳 중 63%가 30년 이상 경과 ‘노후도 심화’

빗물받이는 도로의 빗물을 모아 하수도로 유출시키는 배수시설로서, 빗물받이의 위치, 간격, 크기, 단차, 유지관리상태 등에 따라 노면 물고임에 영향을 미칠 수 있다. 2018년 1월 현재 서울시에 소재하는 빗물받이는 총 487,364개소에 이른다. 도로연장당 빗물받이 수는 중구가 132.2개소/km로 가장 많고, 성북구가 36.7개소/km로 가장 적다. 도로면적당 빗물받이 수는 강북구가 8,200개소/km²로 가장 많고, 노원구가 3,933개소/km²로 가장 적어 자치구 간 빗물받이 설치 수준에 상당한 차이를 보였다. 빗물받이가 적다고 하여 반드시 물고임이 많이 발생한다고 볼 수는 없지만, 이렇게 빗물받이 설치가 지역적으로 차이가 나는 것은 지형, 도로여건, 토지이용, 자치구 재정력 등의 차이에 의한 것으로 추정된다.

또한 전체 빗물받이 중 30년 이상(1988년 이전) 경과된 것이 63.2%를 차지하여 노후화가 상당히 진행된 상황이다. 빗물받이 노후화가 반드시 물고임의 직접적인 원인이라고 할 수는 없지만, 노후화로 인한 파손이나 성능저하는 물고임에 영향을 미칠 수 있다.

노면 물고임이 발생하는 강남구 소재 사례지역 한 곳을 선정하여 빗물받이 설치간격을 수문학적으로 분석한 결과, 부족한 빗물받이를 추가 설치함에 따라 물고임이 상당부분 해소됨을 확인할 수 있었다. 빗물받이에 더하여 침투트렌치, 투수성포장 등 LID(Low Impact Development) 시설 설치 시 물고임 해소효과가 더 큰 것으로 확인되어 경제적·환경적 편익 등 종합적인 평가를 통해 적절한 설계방안을 도출할 필요가 있음을 시사하였다.

유동인구 많고 민원 가능성이 큰 지역 중심으로 중점관리구간 설정

강우량에 따라 크고 작은 물고임이 도처에 발생할 수 있는 한편 행정적으로 모든 물고임을 관리대상으로 삼을 수 없기 때문에 일정규모 이상 노면 물고임에 대해서는 중점관리구간을 설정하여 관리할 필요가 있다.

첫째, 보행자 등 유동인구가 많아 시민불편이 크고 물고임이 안전에 위협이 될 수 있는 버스정류장 주변, 지하철역 주변, 상업업무밀집지역의 간선도로변 등에 대해 시민편의와 안전 측면에서 각별한 관리가 필요하다.

둘째, 대규모 공사장 및 공사가 진행 중인 정비사업지구(재개발, 재건축 등) 주변도로, 굴착공사가 진행 중인 도로구간 등은 중차량, 화물차량 등의 통행이 잦은 구간으로, 도로의 침하, 파손 등으로 물고임 지점 발생가능성이 높기 때문에 중점적인 관리가 필요하다.

셋째, 자동차전용도로, 주요 간선도로(광로 및 대로), 차도 내 버스전용차로 등은 차량주행속도가 높고 교통량이 많아 노면 물고임이 대형사고로 이어질 수 있기 때문에 중점적인 관리가 필요하다.

넷째, 저지대, 위요된 오목지형, 편경사 변화구간, 산지인접도로, 지하도로 등은 양호한 포장상태와 배수체계를 갖추었다하더라도 지형적인 여건에 의해 주변지역으로부터 빗물, 토사 등이 도로에 집중되거나 도로의 기하학적인 구조로 인해 노면수가 측구 주변에 집중될 수 있으므로 주의를 요한다.

다섯째, 과거 침수지역 또는 침수예상지역 내의 도로구간은 적은 강우량에 의해서도 물고임이 발생할 수 있기 때문에 각별한 관심을 두어야 한다.

노면 물고임 해결 관점에서 이원화된 현행 도로포장 관리체계 일원화

현재의 도로관리 업무체계와 절차에서 노면 물고임이 발생할 수밖에 없는 요인을 과학적인 근거를 바탕으로 검토하여 적극적인 개선이 필요하다.

도로포장 유지보수에 있어 도로포장 자체뿐만 아니라 물고임 해소를 보다 적극적으로 고려하고 기회로 활용하는 관리기법의 보완이 필요하다. 도로포장 시 잠재적으로 물고임 해소를 위한 배수경사 및 캠버(camber) 처리가 적절히 이루어질 수 있도록 시공에 유의한다.

현재의 도로포장관리는, 도로포장은 도로부서에서 관리하고, 측구부는 자치구의 도로부서 또는 치수부서(빗물받이)에서 관리하는 이원화된 구조인데, 도로부와 측구부를 연속선상에서 살펴봐야 하므로 일원화하여 관리할 수 있도록 관리체계 개선이 필요하다.

현재 보행량과 통행량이 많은 지역, 특수지역에 대해서는 당일 굴착 및 복구를 요구하고 있어 제대로 된 작업수행이 어려운 것이 현실이다. 다짐불량 등 복구가 제대로 이루어지지 않아 도로가 침하되고 물고임이 발생하는 문제를 해소하기 위해서는 준공검사 및 사후 모니터링을 강화하여 포장에 대한 시공품질과 함께 물고임 가능성을 검토하도록 한다.

교통진정화(traffic calming) 및 무장애(Barrier-free) 대책이 고려된 횡단보도, 속도방지턱, 교통섬(traffic island) 등 도로시설물은 주변에 물고임이 발생하지 않도록 설치하고, 오히려 물고임 해소를 위한 기회로 활용한다.

도로침하가 없는 콘크리트류 포장(PC 콘크리트 패널 등), 차량통행이 적은 소로(국지도로 등)에 투수성 포장 및 배수성 포장 도입 등 새로운 도로포장방식을 적극적으로 도입한다.

도로배수 시설기준 강화하고 투수성포장·침투측구 등 다양한 대책 적용

물고임 해소를 위해 도로배수에 대한 보다 구체적이고 강화된 시설기준을 마련할 필요가 있다. 특히, 도로기하구조에 영향을 미치는 지형관련 요인은 유출특성에 큰 영향을 미치지만 배수대책에 제대로 반영되지 못하여 물고임이 발생하는 경우가 있으므로 개선이 필요하다. 현행 도시부 도로배수시설 설계기준에서는 경사면 상·하부, 도로 곡면부 내·외측에 대한 별도의 설계기준은 없고, 설계 시 도로 곡면부의 노면수 집중, 종단경사부의 유속증가에 따른 유출증가에 대해 검토하라는 수준의 언급만 있다.

현재의 빗물받이 보수공사는 파손, 막힘 등의 문제가 있는 빗물받이에 대해서만 공사를 시행하는데, 당해 빗물받이 보수 이후에 물고임 지점이 인접 빗물받이로 전이되어 나타나는 경우가

있으므로 인접 빗물받이에 대한 영향과 전이 가능성을 검토하여 필요시 주변의 빗물받이도 동시에 정비한다.

횡단보도 턱낮춤 구간에서의 측구 경사불량으로 인한 물고임 문제를 해소할 필요가 있다. 현재 측구구간은 4% 경사를 원칙으로 하며 보행약자를 위해 횡단보도 턱의 단차를 0cm로 규정하고 있는데, 이로 인해 물고임이 자주 발생하므로 보행에 지장이 거의 없는 수준에서 최소한의 단차를 두어 측구배수가 원활하도록 유도한다.

노면 물고임이 광범위하게 반복적으로 나타나는 도로구간에 대해서는 해당 물고임 지점에 영향을 주는 상류부 도로 및 주변지역에 빗물유출경로 차단·변경, 투수성포장(국지·집산도로, 보도), 침투측구, 저류형 화단, 물데시스템 등 유역 관점의 다양한 LID 유출저감대책을 적극 적용한다. 또한 선배수시설, 횡단배수시설 등 다양한 배수방식을 적극적으로 도입한다.

현장조사 정례화·물고임 사전진단제 도입 포함해 예방대책 선제적 보강

크고 작은 물고임이 도처에 발생할 수 있는 상황에서 이를 사전에 파악하여 예방하기는 어렵기 때문에 신속대응 및 해소에 중점을 두되 예방적 대책들을 일부 보강하도록 한다.

첫째, 노면 물고임 지점을 신속하게 파악하고 대응능력을 높인다. 현재의 필요에 따라 간헐적으로 실시되는 현장조사를 정례화할 필요가 있다. 시민 신고체계 강화를 위해 현재 운영되고 있는 택시 및 버스 운전자를 활용한 실시간 포트홀 신고시스템에 노면 물고임 신고체계를 추가하는 등 시민과 지역주민단체를 적극 활용하는 방안을 강구한다.

둘째, 현재의 사후적 물고임 대응체계에서 예방적 관리체계를 보강하기 위해 노면 물고임 가능성을 사전에 파악하여 해소대책을 마련할 수 있도록 도로포장공사 준공단계에 포장품질뿐만 아니라 포장면의 경사 및 요철, 주변의 지형적인 여건에 의한 물고임 가능성, 측구부 배수체계에 대한 영향 등 검토항목을 마련하여 시행하는 물고임 ‘사전진단제’를 도입한다.

물고임 예상지점 식별을 위한 조사 및 분석방법을 마련할 필요가 있는데, 고해상 정밀 GIS자료(예: LiDAR영상 등), 서울시 ‘포장도로관리시스템’ 내 도로면 조사자료(2018년부터 시도(市道)를 대상으로 전수조사 실시), 드론(drone) 조사자료 등을 통해 노면조사 및 물고임 취약지점

분석 방법론을 마련한다.

셋째, 물고임에 대한 시민홍보는 보행자(물튀김 주의, 안전보행, 신고요령 등), 운전자(차량관리, 안전운전, 물튀김 시 과태료·배상 등), 주민(내 집·가게 앞 빗물받이 자가점검 및 청소 독려, 신고요령 등)으로 구분하여 강우 시 노면 물고임에 대한 대처요령을 마련하여 홍보한다.

끝으로, 현재 차량 물튀김에 대한 단속 및 처벌규정은 있으나 증거확보 등이 어려워 실제 법집행이 쉽지 않은 상황인데, 보행자가 많은 지역 등 중점관리지역을 중심으로 시범적으로 시행한 후 점차 확대하는 방안을 강구하고, 휴대폰, 차량블랙박스 등을 활용한 시민신고체계 도입 등을 검토한다.

