

2차선 도로 공사구간 효율적 교통운영 및 작업자 안전 확보를 위한 기술 적용 국외 사례



문 재 필 | 한국건설기술연구원 도로연구소 수석연구원
양 충 현 | 한국건설기술연구원 도로연구소 수석연구원

1. 서론

최근 도로 유지·보수 구간이 지속적으로 증가하고 있는 추세이며, 이로 인해 도로를 점용하는 공사가 빈번하게 발생하고 있다. 일반적으로 도로 점용 공사는 교통 혼잡, 교통사고 및 환경 문제를 유발한다. 한국교통연구원의 비반복 혼잡비용 산출 결과에 의하면, 공사구간으로 인한 혼잡비용은 전체 비용의 약 15%인 779억 원인 것으로 추정되었다. 이러한 사회적·경제적으로 부정적인 영향이외에 해당구간의 부적절한 교통관리로 인한 소송 건수도 증가하는 것으로 나타났다.

현재 국내에서는 도로 공사구간에 설치·운영하는 임시교통통제시설은 오직 도로 작업자에 의존하고 있는 반면, 해외에서는 도로 작업자 보호 및 작업 효율성 증진을 위해 자동·신속 처리하는 도로작업 지원 장비를 개발·활용하고 있다. 특히, 미국의 도로 공사장에서 발생한 전체 사망사고 중 약 18%가 2차로도로에서 자동차를 통제(정지/진행)하는 신호수

와 관련된 사고이다.¹⁾ 일반적으로 2차선 도로 중 한 차로에 점용 공사로 인해 다른 차로로 양방향 교통량을 교대 통행시키는 경우 도로 공사구간의 양쪽 끝단에 신호수를 배치한다. 도로 우측에 위치한 신호수는 접근하는 차량을 인지하지 못해 사고가 발생하는 경우가 많은 것으로 나타났다. 또한 신호수 통제에 순응하지 않는 차량으로 인한 사고가 발생하는 것으로 나타났다. 이렇게 위협에 노출된 신호수를 보호하기 위해 미국에서는 자동 신호수 지원 장비(Automated Flagger Assistance Device ; AFAD)를 개발·운영하고 있다.

비록 국내에서 신호수와 관련된 사고통계를 파악할 수는 없지만, 신호수의 위치 자체가 분명히 차량으로부터 노출된 위협이 상당히 높은 것은 분명하며, 부족한 도로 작업자를 고려하면 신호수로 인원을 배치하는 것은 비효율적이다. 또한, 그림 1과 같이 신호수 배치·운영이 어려운 환경에서 표준 교통신호기를 설치·운영하는 경우가 있다. 이러한 작업자 안전 확보, 효율적 교통운영 및 경제적 비용 확보

를 위해 AFAD와 같은 자동 교대통행 운영 시스템이 국내에서도 필요할 것으로 판단된다.



그림 1. 2차도로의 교대통행 시 일반 신호기 운영 사례

본 기사는 미국에서 적용·운영되고 있는 AFAD의 개념과 현황을 소개하기 위하여 작성되었다.

2. AFADS 개념

자동 신호수 지원 장비(AFAD)는 2차로도로에서 한 차로 점용 공사 시 다른 차로로 양방향 교통량을 교대로 통행시키기 위한 신호수 대체 시스템이다. 이 시스템의 요구조건은 운영자가 원격제어기로 AFAD를 운영하며 교대통행을 위해 '정지' 표지와 '진행' 표지 혹은 '적색'과 '황색' 신호등이 교대로 표출하는 것이다. 표지판으로 운영되는 시스템의 경우는 약 전방 300m 거리에서 운전자가 인지할 수 있는 경고등 설치를 요구한다. 차단기의 재료는 강화 열가소성 물질 혹은 알루미늄관을 요구하며, 차단기의 높이는 도로상으로부터 약 0.6~1.2m 위치하도록 요구한다. 또한 차단기의 길이는 중앙선의 중심선 전까지 도달하는 것이 최소 조건이다. 전력 장치와 통제 장치는 NEMA Standard 250 Enclosure 3R의 조건을 만족하도록 한다. AFAD의 교대 통행 방식은 고정식보다는 감응식 기반으로 운영하도록 요구하고 있다. 그 밖에 배터리는 2일 동안 재충전 없이 운영이 가능해야 하며, 풍속은 60mph에서도

전복이 안 되는 트레일러를 설계하도록 요구하고 있다. 그림 2는 '정지' 표지와 '진행' 표지로 구성된 AFAD, 그림 3은 '적색'과 '황색' 신호기로 구성된 AFAD를 각각 보여주고 있다.



그림 2. '정지'와 '진행' 표지로 구성된 AFADS¹⁾



그림 3. '적색/황색' 신호기로 구성된 AFADS²⁾

그림 3은 AFAD 설치·운영 시 2차로도로의 교대 통행 교통관리 방안을 보여주고 있다. 이러한 교통관리 방안은 'Manual on Uniform Traffic Control Devices(MUTCD, 2009)' 매뉴얼과 FHWA(Federal Highway Administration)에서도 AFAD를 사용을 권장하고 있다.

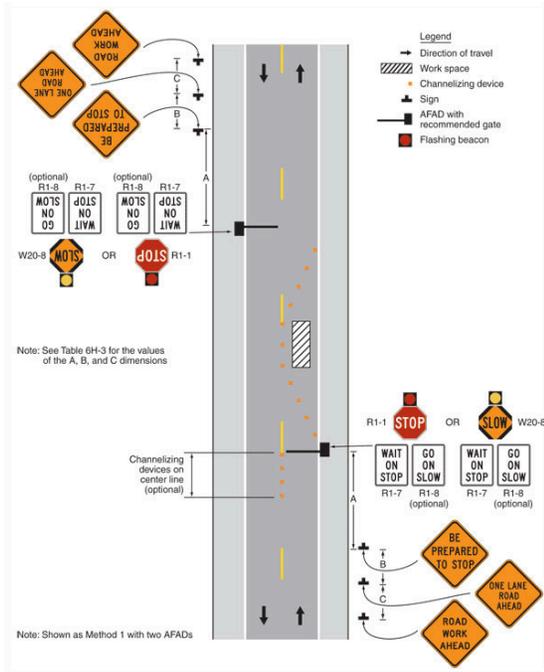


그림 4. 2차로도로 AFAD 적용 시 교대통행 관리 방안 (MUTCD, 2009)

외에 청각적 정보도 필요할 경우가 있다는 것이다. 또한 '정지'와 '진행' 표지로 운영되는 AFAD는 '정지'와 '진행'의 의미를 운전자가 잘못 이해할 수 있다는 것이다.



그림 5. AFADS 적용사례(미국, 텍사스 주)³⁾

3. AFAD 운영 한계점 및 선호도

3.1 운영 및 기능 한계점

그림 5는 미국 텍사스 주에서 교대통행 시 AFAD 적용사례를 나타낸다. 미국의 전체 주에서 AFAD를 적용한 사례를 통해 몇 가지 한계점을 제시하였다.

먼저, 운영 측면에서는 AFAD는 2차선 도로의 교대통행 시 적용해야 하며 교통통제 신호기를 대신할 수 없다는 것이다. 또한 AFAD는 신호수의 안전을 향상시키는 방안이지만 반드시 시스템 운영자는 필요하다 고 지적하였다. 그 이유는 시스템 고장 등 비상 시 수동적으로 교통통제를 해야 하기 때문이다. 그 밖에 차량이 도로 작업장으로 침입 시 도로 작업자에게 위험 경고 장치를 AFAD에 부착·사용하기에 제한적이다.

운전자 측면에서는 시각적 경고 및 유도 정보 이

3.2 운전자 및 작업자 선호도

미국의 메인 주 교통부에서 도로 작업자를 대상으로 AFAD 선호도에 대한 설문조사를 수행하였다. 그 결과 설문조사에 참여한 모든 도로 작업자들은 AFAD를 사용하는 것을 선호하는 것으로 나타났다. 또한 미주리 교통부에서 AFAD 사용 경험이 있는 도로 작업자를 대상으로 한 설문조사 결과에서도 AFAD 사용을 선호하는 것으로 나타났다. 모든 도로 작업자들은 직접 차량을 통제하는 것보다 AFAD를 운영하는 것이 상당히 안전하다고 느끼는 견해를 말하였다. 이러한 도로 작업자 안전 확보 이외에 임금도 절감할 수 있는 것으로 나타났다.

도로 작업자 설문조사 이외에 운전자 대상 설문조사 결과도 AFAD를 신호수 안전을 확보할 수 있는 방안이라고 생각하며 긍정적인 것으로 보여주고 있다. 그러나 차단기를 명확하게 인지하기 힘들다는 극히 소수 운전자들의 의견도 존재한다.

4. 결론 및 제언

비록 AFAD 적용 범위가 제한적이며 운전자의 혼돈을 야기하거나 준수 여부 등 잠재적 문제점을 나타내고는 있으나, 이를 극복할 수 있는 방안도 함께 가지고 있기 때문에 우리나라에서도 AFAD의 적용성은 높다고 볼 수 있다. 특히 공공 도로 관리처의 도로 보수원 수가 감소하고 있는 상황에서 이러한 자동화 장비를 사용할 경우 작업효율성 극대화뿐만 아니라 인건비 절감 등 경제적 효과가 증대할 것으로 예상된다. 또한 우리나라에서 신호수와 관련된 사고 통계를 파악할 수는 없지만 신호수의 안전을 확보할 수 있다는 점은 명확하다.

따라서 국내 도로 공사장 및 도로·교통 조건 그리고 현 경찰청의 교통 신호기의 요구조건에 적합한 이동식 교대통행 운영시스템 개발이 필요하며, 도로 운영 및 안전 효과가 어느 정도 기여할 수 있는지와 이동식 교대통행 운행 시 운전자 준수 불이행에 따른 사고 발생 시 법적 책임에 대한 명확한 기준에 대한 검토 필요성이 대두되었다. 현재 국토교통과학기술진흥원에서 발주한 국가 R&D 과제인 「도로변 수

직구조물 충돌사고 및 도로작업자 위험도 경감기술 개발」에서 관련 연구가 진행 중에 있는데 이를 통해 도로공사 시 효율적인 교통운영과 작업자의 안전이 함께 고려되는 방안이 도출되기를 기대한다.

참고문헌

1. 정연식 외 4인 (2009), 비 반복적 발생 지·정체로 인한 혼잡비용 추정방안 연구.
2. Dave Jones (2007), Automated Flagger Assistance Devices(AFADs).
3. FHWA (2012), Guidance n the Use of Automated Flagger Assistance Devices.
4. Melisa D. Finley, Brooke R. Ullman, Nada D. Trout, and Eun Sug Park (2012), Studies to Determine the Effectiveness of Automated Flagger Assistance Devices and School Crossing Devices, Texas Transportation Institute.
5. 한국건설기술연구원 (2012), 도로이용자 교통사고 위험도 경감기술 개발, 기획보고서, 건설교통연구기획사업.

학회지 광고접수 안내

본 학회지에 게재할 광고를 모집합니다. 우리 학회지는 계간으로 매회 2,100부를 발간하여 회원과 건설관련 기관에 배포하고 있습니다. 회사 영업신장과 이미지 제고를 원하시는 업체는 우리 학회지에 광고를 실어주시기 바랍니다.

광고료 : 표2 · 표3 · 표4(300만원) · 간지(200만원)

※ 상기금액은 연간(4회)광고료임.

사단법인 **한국도로학회**

전화 (02) 3272-1992 전송 (02) 3272-1994