

도로정보 수집을 위한 도로조사장비 소개



박재홍 | 한국건설기술연구원 전임연구원
윤덕근 | 한국건설기술연구원 수석연구원

1. 서론

최근 5년(09→13)동안 발생한 국내 교통사고 발생 건수는 '09년 231,900건에서 '13년 215,354건, 사망자수는 '09년 5,838명에서 '13년 5,092명으로 평균적으로 감소추세이다. 그러나, 국내 1일 평균 사망자수는 OECD 1일 평균 사망자 수보다 높으며, OECD 국가 중에서 순위로는 하위권에 위치하고 있다. 또한, 각 국가의 교통사고 비용을 대상 국가의 GDP에 대비하여 비교했을 때, 영국에 비해 2배 이상의 교통사고 비용이 나타나는 것으로 보고되었다(도로교통공단, 2014).

이러한 교통사고 현황 및 도로교통사고 비용을 고려 할 때, 국내의 교통사고 발생 유발요인을 개선하기 위해서는 많은 노력이 필요하다는 것을 알 수 있다. 교통사고를 예방하기 위한 노력으로 2017년까지 OECD 수준 달성을 위한 국정과제(교통안전 선진화 대책 - 선진교통문화 정착, 대중교통 안전도 향상, 스마트 안전도로, 도로안전인프라 확충 등)를 정

부에서 추진 중에 있으며, 교통안전분야의 다양한 사업('교통사고 잦은 곳 개선 사업', '위험도로 개선 사업', '시설물 개량 사업' 등)을 추진하여 교통사고 감소에 기여하고 있다. 또한, 도로의 안전도를 점검/진단하는 도로안전점검, 도로안전진단도 수행되고 있으나, 이 경우, 조사원이 직접 현장에서 조사하는 형태를 취함에 따라, 조사 시 비용과 시간이 높게 나타난다. 특히, 이러한 사업의 수행을 위해서는 도로 정보가 필수적으로 대부분 도면을 통해 수집되고 있으나, 언제나 필요한 구간에 도면을 손쉽게 활용하기가 어렵고, 포장정보, 시설물 정보 등과 같이 도면을 통해 정보를 수집하지 못하는 경우도 존재한다. 이러한 한계 개선을 위해 국내·외에서는 MMS(Mobile Mapping System)를 사용하여 도로의 정보를 수집하는 기술이 개발되어 활용 중이며, MMS 시스템이 적용된 차량을 그림 1에 제시하였다.

특히, 본 고에서는 MMS 시스템을 적용한 도로조사차량 중에서 도로기하구조 정보, 도로시설물 정보, 도로노면 정보의 수집이 가능하고 수집된 정보



그림 1. 국내·외 도로조사장비 사례

를 이용하여 도로의 잠재적 위험요소를 판단할 수 있는 도로안전점검 차량인 ‘아라서’ (ARASEO, Automate Road Analysis and Safety Evaluation TOOl)의 플랫폼 형태를(이하 ‘센서 플랫폼 형태의 아라서’, 그림 2) 소개하고자 한다. ‘센서 플랫폼 형태의 아라서’는 기존 ‘아라서’와 같은 기능을 가지면서도 사용자의 요구 및 조사특성에 따라 각각의 기능을 모듈화 및 재구성하는 형태로 개선된 도로조사장비를 칭한다.



그림 2. 도로조사장비 차량

2. 장비 구성 및 기능

‘센서 플랫폼 형태의 아라서’는 기존 ‘아라서’와 동일하게 도로 기하구조 취득용 시스템, 도로 시설물 취득용 시스템, 노면정보 취득용 시스템으로 크게 구성되어있다. 교통 및 도로 분야와 더불어 자동차, 센서 등을 전공한 다양한 전문가의 의견을 수렴하여 장비를 구성하고 설계함으로써, 도로의 정보가 효과적으로 수집될 수 있다. GPS(Global Positioning System)-IMU(Inertial Measurement Unit) 통합시스템, DMI(Distance Measurement Instrument), CCD(Charge Coupled Device) 카메라, 레이저 스캐

너, 컴퓨터 등이 '아라서' 및 '센서 플랫폼 형태의 아라서' 를 구성하는 주요 장비이다.

'센서 플랫폼 형태의 아라서' 에서 수집되는 항목은 선형, 도로시설, 도로노면으로 크게 구분할 수 있으며, 평면선형, 종단선형, 횡단경사, 차로 폭, 도로 폭, 도로시설물, 물고임 예상구간, 노면상태, 마찰계수 등을 취득하며, 취득항목에 대한 취득방법을 표 1에 제시하였다.

특히, 도로 폭 측정과 관련하여, 차량이 주행하는 동안 레이저 스캐너에서 취득되는 데이터를 그림 3(a)와 같이 실시간으로 계측하여 도로 폭을 산출하

였다. 그러나, '아라서' 및 '센서 플랫폼 형태의 아라서' 의 운영을 통해 도로 폭을 측정하는 기준점이 명확하지 않은 구간에서는 도로 폭 측정에 대한 한계가 발생하였다. 따라서, 이러한 문제점에 대하여 영상정보를 후처리로 활용하는 방안을 사용하여 도로 폭 측정의 한계를 보완했으며, 그림 3(b)에 도로 폭 측정 화면 일부를 보여주고 있다.

표 1. '센서 플랫폼 형태의 아라서' 의 주요 취득항목 (KICT zine, 2015)

대분류	중분류	취득항목	취득방법
일반 사항	속도	조사차량 속도	위치취득센서로 시간·거리 계산
선형	평면 선형	평면 직선/곡선 구분, 원곡선/완화곡선 구분, 원곡선 반지름(m)	자체 개발 선형분석 알고리즘개발
	종단 선형	종단 직선/곡선 구분, 종단경사(%)	
	횡단 선형	횡단경사(%)	
도로 시설	차로 폭	차로 폭	카메라 이용 자체 개발 차로폭 계산 알고리즘
	도로 폭	도로 폭	레이저, 카메라 이용한 자체 개발 도로 폭 계산 알고리즘
	중앙분리대 가드레일	중앙분리대, 가드레일 등 인식	레이저 이용 가드레일 /중앙분리대 설치 판단 알고리즘
	교통안전시설	교통안전표지 종류 및 위치 인식	카메라, 레이저 이용 자체개발 표지 인식 알고리즘
노면	물고임	물고임 예상구간 (배수문제 구간)	카메라, 레이저 이용 물고임분석 알고리즘
		노면마찰	노면마찰 측정 센서
	노면 상태	노면온도, 노면상태 (건조, 습윤, 결빙 등) 및 결빙예상 구간	노면상태 센서



(a) 레이저 스캐너를 이용한 도로 폭 측정



(b) 영상을 이용한 도로 폭 측정

그림 3. 도로폭 측정 화면

또한, '센서 플랫폼 형태의 아라서' 에서는 노면상태에 대한 측정이 가능한 센서를 장착하였다. 6가지 (건조(Dry), 약간 습윤(Moist), 습윤(Wet), 눈이 젖은(Slush), 눈(Snowy), 결빙(Icy))로 구분된 노면상태 정보의 취득이 가능하며, 노면상태 측정결과를 그림 4와 표 2에 제시하였다.



그림 4. 장비 캘리브레이션 및 노면상태 측정화면

표 2. 노면상태 측정결과

구분	포장상태	노면상태	Friction(μ TEC)
Case 1	아스팔트	건조 (Dry)	0.79~0.81
Case 2	아스팔트	약간 습윤(Moist)	0.75~0.80
Case 3	아스팔트	습윤(Wet)	0.68~0.74

3. 현장 주행 결과

‘센서 플랫폼 형태의 아라서’를 이용하여 도로기하구조 정보를 취득하고 이를 기존의 도면에 제시된 수치와 비교하여 도로조사장비의 성능을 검증하였다. 적용대상 구간은 국도 36호선과 37호선의 약 7km 구간(왕복 4차로)을 대상으로 하였다. ‘센서 플랫폼 형태의 아라서’에서 취득한 도로정보를 자체 개발한 소프트웨어의 입력자료로 활용하면, 도로기하구조 정보를 자동으로 취득할 수 있으며, 표 3에는 도로조사장비에서 취득되는 선형정보 및 데이터 취득 샘플을 제시하였다. 제한속도를 제외한 주행속도, 기하구조 형태, 곡선 반지름, 편경사, 횡/종방향 가속도는 자체 개발한 소프트웨어를 통해 분석되며, 자동으로 취득되지 못하는 제한속도의 경우는 현장 조사 시 설정하여 취득할 수 있다.

또한, 자동으로 분석된 결과 중 평면선형은 곡선 반지름, 종단선형은 종단경사를 중심으로 비교하였

표 3. ‘센서 플랫폼 형태의 아라서’를 이용한 데이터 취득 예

STA	주행속도	제한속도	곡선 반지름	편경사	횡방향 가속도	종방향 가속도
0	51.406882	80	618	4.45	-0.41	-0.12
20	53.458876	80	618	4.17	-0.97	0.17
40	55.663864	80	618	3.76	-0.61	-0.24
60	57.379612	80	618	3.35	-0.65	0.16
80	59.016912	80	618	2.93	-0.44	0.31
...

표 4. 곡선 반지름 및 종단선형 비교 결과

곡선 반지름	도면(m)	취득 값(m)
국도 37호선	440	437.8
	680	668.9
	530	542.3
	420	425.8
	420	428.2
	420	423.4
국도 36호선	1005	1011.8
	1500	1522.2
	1500	1620.0
	2000	2242.7
	1500	1460.3
	700	698.7
600	607.4	

종단선형	도면(%)	취득 값(%)
국도 37호선	0.59	0.58
	1.62	1.59
	2.18	2.20
	3.14	3.16
	3.96	3.96
	1.60	1.68
	2.20	2.17
	-0.54	-0.58
국도 36호선	2.02	1.93
	2.91	3.12
	1.33	1.29
	1.9	1.92
	-2.71	-3.10
	-0.92	-1.04
	1.72	1.62
2.96	3.00	

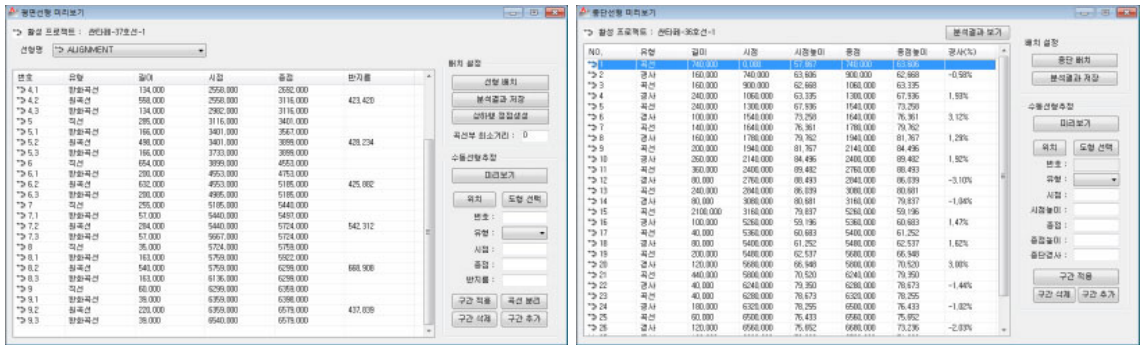


그림 5. 평면선형 및 종단선형 분석 사례

으며 각 구간에 대한 분석결과를 표 4와 그림 5에 제시하였다.

4. 결론

본 고에서는 도로안전점검 및 도로안전진단에 활용되고 있는 ‘아라서’와 ‘센서 플랫폼 형태의 아라서’의 기능을 소개하고, 취득된 결과를 이용하여 도로정보를 분석한 사례를 제시하였다. 또한, 현 시점까지 ‘아라서’와 ‘센서 플랫폼 형태의 아라서’를 통해 3,000km 이상의 일반국도 및 국지도의 도로정보를 수집하였으며, 도로관리기관(국토교통부, 대전지방국토관리청, 교통안전공단 등)의 활용 요청에 따라 도로안전성 분석기법 개발연구, 사고발생 원인분석 및 개선방안 도출, 도로·교통안전점검 등의 목적에 활용되었다. 또한, ‘아라서’와 ‘센서 플랫폼 형태의 아라서’를 통해 교통통신기술 제16호(‘자동으로 도로정보를 조사 분석하여 도면화하고, 도로의 안전을 점검할 수 있는 기술’)를 취득하였으며, 관련 기술은 민간으로 기술이전이 완료되었고, 이를 기반으로 장비의 성과 및 시장에서의 기술활용도를 높이도록 새로운 사업이 추진되고 있다. 향후, 자율주행자동차, V2I 등의 분야에서 도로정보의 요구가 더욱 증가하고 있다. 이러한 추세에서는 ‘아라서’ 및 ‘센서 플랫폼

형태의 아라서’와 같은 도로조사차량을 이용하여 디지털 형태의 도로 지도와 시설물 정보(Highway Inventory) 구축에 활용될 가능성이 높을 것으로 예상되므로, ‘아라서’ 및 ‘센서 플랫폼 형태의 아라서’와 같은 도로조사장비에 대한 수요는 더욱 높아질 것으로 기대한다.

참고문헌

- 1) 경찰청(2014), 2014년(2013년 통계) 교통사고 통계
- 2) 국토교통부(2012), ‘도로교통 안전점검을 위한 차세대 장비 개발’
- 3) 도로교통공단(2012), ‘2011년 도로교통 사고비용의 추계와 평가’
- 4) 도로교통공단(2014), ‘2014년판 교통사고통계 요약’
- 5) 이준석, 윤덕근, 박재홍(2014), ‘도로교통안전점검차량을 이용한 도로의 자동 도면화 생성 연구’, 한국도로학회, 제16권 제6호, pp. 91~98
- 6) 한국건설기술연구원(2014), ‘도로정보 수집을 위한 도로조사장비 성능 향상 및 성과확산 방안 연구’
- 7) 한국건설기술연구원(2015), ‘KICT zine’