

국가 차원의 도로 정보 관리 및 활용 : 미국의 HPMS 관련 현황

김 광 호 국토연구원 부연구위원

최근 5년간 주요 선진국에서는 도로 건설 대비 유지관리에 대한 투자 비율이 증가하고 있다(국토연구원·한국종합기술, 2020). 이러한 추세에 부응하여 디지털 지도에 기반한 도로 정보를 통해 도로 유지관리에 대한 투자를 개선하려는 정책 사례가 증가하고 있다. 예를 들면, 최근 국내에서는 국토교통부가 디지털 도로 정보를 기반으로 하여 도로 유지관리시스템의 보급을 확대하는 정책을 추진하고 있다(국토교통부 보도자료, 2022). 한편, 미국에서는 Highway Performance Monitoring System(이하 HPMS)라는 도로 성능 모니터링 시스템을 통해 디지털 도로 정보를 국가 차원에서 취합·관리하고, 이 정보를 도로 성능의 유지 또는 향상을 위해 활용하고 있다. 이러한 맥락에서 본 고(稿)에서는 국내의 관련 정책 추진을 염두에 두고, 아래와 같이 HPMS에 관한 현황을 살펴보고자 한다.

도입 배경

미국 연방교통부 U.S. Department of Transportation(이하 DOT)는 의회에 2년에 한 번씩 국가 도로, 교량, 대중교통의 상태와 투자 요구사항을 조사하여 Condition and Performance Report(이하 C&P)라는 보고서를 작성·제출하도록 되어있다(FHWA 웹사이트, 2023년 1월 접속). 이 중에서 도로의 상태, 성능 등에 관한 정보는 연방도로청인 Federal Highway Administration(이하 FHWA)가 주(state) 정부와의 협력으로 제공하도록 되어있다. FHWA는 이러한 국가 차원의 도로 정보를 효율적으로 작성하여 제공하기 위해 1978년부터 HPMS를 도입하여 지금까지 운영하고 있다.

자료 및 시스템 개요

HPMS는 주지사들이 매년 인준하는 국가 공공 도로(public road)의 도로 인벤토리(시설물 종류, 소관 기관, 허용 속도 등), 경로(노선 번호, 노선 표시 등), 기하구조(차로 폭, 중앙 분리대 폭 등), 포장(포장 상태, 개량 이력 등), 교통량(연평균 일 교통량, 신호교차로 수 등)에 대한 정보를 취합하여 관리한다(FHWA, 2016). 여기서 말하는 공공 도로는 “공공기관의 권한으로 관리되며 공공의 통행을 위해 개방된 도로”(미국 연방

법규 23 CFR 460)로 정의되며 그 소관 기관은 연방, 주, 카운티, 시 등이 될 수 있다.

HPMS 자료는 수집 방식에 따라 크게 ‘전체 범위를 다루는 자료’(이하 ‘전수 자료’), ‘부분적인 범위를 다루는 자료’(이하 ‘표본 자료’), ‘요약 자료’로 구분된다(FHWA, 2016). 여기서 전수 자료는 해당 도로 시스템 전체에 대한 자료를, ‘표본 자료’는 연방 지원 도로(Federal-aid Highway)의 정해진 표본 구간에 대해서 상세하게 보고되는 자료를, 그리고, ‘요약 자료’는 지방부의 소규모 집산도로, 국지도로 등에 대해 집계된 형식으로 제공되는 자료를 말한다. 이 세 가지의 자료 수집 방식은 아래 표의 예시와 같이 HPMS 자료 항목, 그리고 해당 자료가 수집되는 도로의 등급 및 기능에 따라 적절하게 적용된다.

▶ 도로 등급 및 기능에 따른 HPMS 자료 수집 방식(도시부 도로 예시)

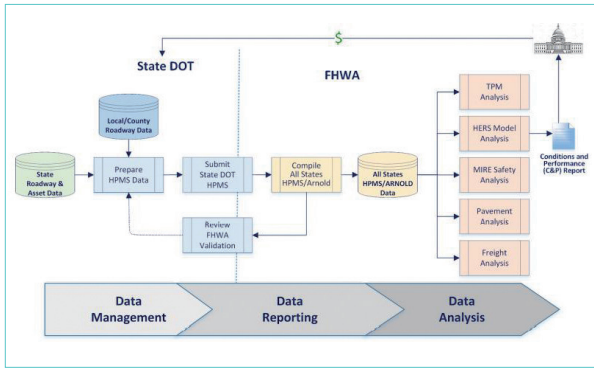
| HPMS 항목 | 연방 지원 도로 (Federal-aid) | | | | | 비(非) 연방지원 도로 |
|--------------------|----------------------------|------------------------|--------|----------|----------|--------------|
| | 국가 도로 시스템 (NHS) | 비(非) 국가도로시스템 (non-NHS) | | | | |
| | Interstate 비(非) Interstate | 기타 고속도로 및 주간선 도로 | 소규모 간선 | 대규모 집산도로 | 소규모 집산도로 | 국지도로 |
| 연장(Miles) | 전수 자료 | 전수 자료 | 전수 자료 | 전수 자료 | 전수 자료 | 요약 자료 |
| 차로-연장 (Lane-Miles) | 전수 자료 | 전수 자료 | 전수 자료 | 전수 자료 | 전수 자료 | 요약 자료 |
| 총 VMT | 전수 자료 | 전수 자료 | 전수 자료 | 전수 자료 | 전수 자료 | 요약 자료 |
| 트럭 VMT | 전수 자료 | 표본 자료 | 표본 자료 | 표본 자료 | 표본 자료 | 요약 자료 |
| 국제 평탄성 지수 | 전수 자료 | 전수 자료 | 선택 | 선택 | 선택 | |
| 총 공로 연장 | 총 승인연장 ----- | | | | | |

자료: Highway Performance Monitoring System Field Manual, Federal Highway Administration, 2016, p13, 표 저자 번역

HPMS는 다음의 그림에서 보는 바와 같이 ‘자료 수집’, ‘가공 및 보고’, ‘분석 및 적용’이라는 세 가지 기능을 수행할 수

있는 데이터베이스 시스템이다(FHWA, 2018). 주(state) 정부는 자체 수집 자료, 광역교통기구, 지자체 등의 수집 자료를 취합하여 소관 국가 도로에 대한 HPMS 자료를 User Profile Access Control System(UPACS)라는 전산 시스템에 접속해서 제출한다. 이렇게 제출된 각 주의 HPMS 자료는 FHWA의 지역 사무소(division office)의 검증을 거쳐 FHWA의 도로 정책정보 사무소인 Office of Highway Policy Information(이하 OHPI)가 관리하는 국가 HPMS 데이터베이스에서 가공되어 보고된다. FHWA, 의회, 주, 광역교통기구, 지자체 정부 등 다양한 주체들은 OHPI의 국가 도로 정보를 분석·적용하여 도로 관련 투자 및 정책에 활용하고 있다.

▶ HPMS의 관리 및 활용



자료: Highway Performance Monitoring System (HPMS) 2018 Reassessment Report, Federal Highway Administration, 2018, p11

관련 지침 및 법적 근거

FHWA는 각 주(state)가 HPMS의 자료 수집과 제출의 의무를 잘 이행할 수 있도록 안내하기 위해 ‘HPMS 현장 매뉴얼’이라는 지침을 개발하여 그 활용을 장려하고 있다. 이 현장 매뉴얼은 “HPMS 프로그램을 전반적으로 개괄하고, HPMS를 위한 자료 수집 및 보고 요구사항을 상세하게 다룬다.”(FHWA, 2016) 한편, 국가 차원에서 HPMS를 운영 및 관리하기 위한 요구사항을 결정하는 법적 권한은 연방 교통부장관에게 있으며, 이에 수반되는 FHWA의 권한, 주 정부의 자료 제공 의무 등을 다룬 행정 법규가 존재한다(아래 표 참조).

▶ HPMS의 주요 법적 근거

| 연방 법 및 규정 | 관련 내용 |
|-------------------|---|
| 23 U.S.C. 315 | 교통에 영향을 미치는 국가적인 관리 의사결정(management decisions)에 대한 권한이 교통부 장관에게 있음 |
| 23 CFR §1.5 | FHWA는 연방지원 도로 프로그램(Federal-aid Highway Program)을 시행하는데 필요한 정보를 해당 기관에 요청할 수 있는 권한을 가짐 |
| 23 CFR 420.105(b) | FHWA가 의회 및 국민을 위해 임무를 완수하기 위해 요구되는 자료를 주(state)에 요청할 경우, 해당 주는 관련 자료를 제공할 의무가 있음 |

자료: Highway Performance Monitoring System Field Manual, Federal Highway Administration, 2016, p1-1을 참조하여 저자 작성

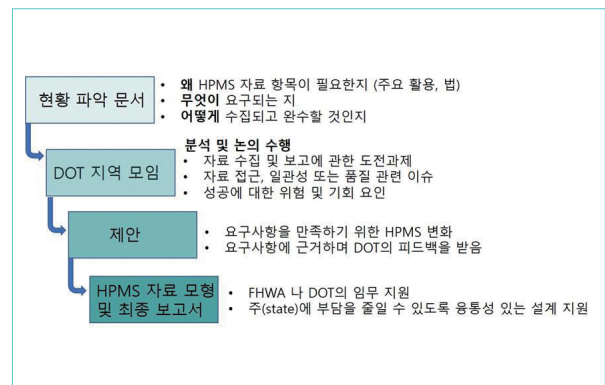
활용 현황

연방정부 차원에서 HPMS 정보는 도로 투자 의사결정, 해당 기관의 성과평가 등 다양한 목적으로 활용된다(FHWA 웹사이트, 2023년 1월 접속). 예를 들면, HPMS의 도로 상태 및 성능 정보는 C&P에 요약·정리되어 의회에 제출되는데, 이를 통해 도로 투자 소요에 대한 객관적인 근거가 확보된다. 또한, HPMS를 통해 관리되는 자료 중에서 ‘통행 거리를 반영한 차량 대수’인 Vehicle Miles Traveled(이하 VMT)는 각 주(state)에 대한 연방 지원 도로의 재원 배분 비율을 결정하는 기초자료가 된다. 더 나아가, HPMS 자료는 FHWA 등의 도로·교통 관련 연방 기관이 소관 전략 계획(strategic planning)을 수립하고, 성과 지표(performance measure)를 산정하는 데에도 활용된다. 연방정부뿐만 아니라, 주정부, 광역교통기구, 지자체 정부 등도 도로 상태 및 성능을 평가하고, 장래 투자 소요를 결정하기 위해 HPMS 정보를 활용하고 있다.

최근 개선 방향

FHWA는 도로·교통 관련 법 개정, FHWA의 정책방향 변화, 데이터 관리 기술의 개선 등을 반영하기 위해 HPMS에 대한 현황을 주기적으로 검토하고, 개선 요구사항을 파악하여 ‘HPMS 현장 매뉴얼’을 개정해 왔다. 이런 맥락에서 아래 그림과 같은 절차를 통해 ‘HPMS에 관한 재평가(reassessment) 보고서’가 최근에 작성되었다(FHWA, 2018). 이 보고서에 포함된 여러 제안 중에서 국내의 관련 정책 추진에 도움이 될 만한 개선 방향 세 가지를 아래에 소개하고자 한다.

▶ HPMS 9.0의 개선 요구사항 파악을 위한 단계적 절차



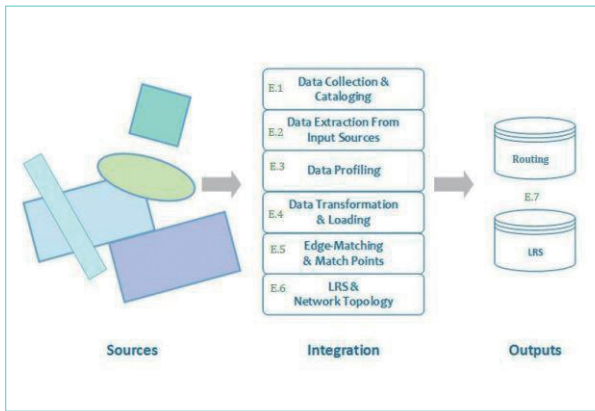
자료: Highway Performance Monitoring System (HPMS) 2018 Reassessment Report, Federal Highway Administration, 2018, p16 의 그림을 저자 번역

미국에서는 교통 부문의 핵심 평가지표를 설정하여 해당 목표 대비 현황을 모니터링하는 제도인 Transportation Performance Management(TPM)에 관한 법적 의무사항이 육상교통법 Surface Transportation Authorization Act(예:

MAP-21, FAST Act) 및 연방 법규 23 CFR §490에 명시되어 있다. 이를 고려하여, 각 주정부가 연방 법규에 명시한 평가지표를 산정하는데 HPMS를 기초자료로 활용하려면 개선이 필요하다. 예를 들면, 화물 이동에 관한 ‘통행시간 신뢰성 지표’가 신규로 의무화되어, 이를 산정하기 위해 관련 자료 항목이 HPMS에 추가되어야 하는 것이다.

다음으로 디지털 도로 지도의 활용을 확대하는 것과 관련하여 개선이 요구된다. FHWA는 2012년부터 각 주정부로 하여금 모든 소관 공공 도로에 대해서 LRS를 작성·관리하고, 이와 관련한 지리정보 자료인 All Road Network of Linear Reference Data(이하 ARNOLD)를 해당 도로 정보와 함께 HPMS를 통해 제출할 것을 요구하고 있다(FHWA, 2014). 이러한 FHWA의 요구는 도로 정보를 수집하는 기관뿐만 아니라 그 정보를 활용하는 모든 사용자가 호환성이 확보된 디지털 기본 지도(base map)의 틀 하에서 도로 정보를 분석할 수 있도록 하려는 비전을 반영하고 있다(FHWA, 2018). 이를 지원하기 위해서는 HPMS의 자료 항목, 구조 및 처리 과정을 개선할 필요가 있다.

▶ ARNOLD를 위한 도로 자료 통합의 개념



자료: All Road Network of Linear Reference Data (ARNOLD) Reference Manual, Federal Highway Administration, 2014, Appendix E

눈여겨 볼만한 또 다른 제안은 유사한 데이터베이스 간의 조정 및 통합에 관한 것이다. 미국의 FHWA 및 주정부는 2010년대 초반부터 도로 안전에 관한 상세 분석을 지원하기 위해 도로의 구성요소를 조사하여 Model Inventory of Roadway Elements(이하 MIRE)라는 데이터베이스를 구축하여 활용하고 있다. 문제는 MIRE와 HPMS에 중첩되는 자료 항목이 존재하고 있으며, MIRE에 존재하는 도로 정보 중에 절반 가량이 HPMS에 보고되지 않고 있다는 것이다. 이로 인해 발생할 수 있는 행정 업무의 불필요한 중복을 막기 위해, HPMS 데이터베이스를 확장 및 조정하는 개선 방안이 제안되었다.

맺음말

디지털 도로 지도를 기반으로 하여 도로의 상태 및 성능 정보를 구축하는 것은 효율적인 도로 유지관리를 위한 초석이다. 이러한 맥락에서 국내에서는 고속국도와 일반국도에 대해 포장, 교량 등 주요 도로 시설의 상세 정보를 기반으로 유지관리시스템을 운영하고 있다.

하지만, 대부분의 지자체 소관 도로에 대해서는 도로 정보의 수집 및 관리가 아직 미흡하여 유지관리시스템의 도입이 요원한 실정이다. 이러한 현실을 고려하면, 서두에서 언급한 디지털 도로 정보의 구축 확대에 관한 국토교통부의 정책이 시의적절하다고 판단된다.

이 정책이 결실을 보기 위해서는 도로 정보의 수집 의무, 품질관리, 보고 체계 등에 관한 구체적인 법 및 지침이 필요하다. 또한, 디지털 도로 정보가 도로 유지관리시스템뿐만 아니라, 도로 투자 의사결정, 성능 평가 등 다양한 측면에서 폭넓게 활용될 수 있도록 기관 간 협력을 지원하는 제도 및 정책도 요구된다. 이러한 관점에서 본 고에서 살펴본 미국의 HPMS 운영 사례는 우리에게 좋은 본보기가 될 수 있다. 🌱

김광호 . kwangkim@krihs.re.kr

참고문헌

1. 국토교통부 보도자료. 「전국 도로정보를 한 눈에, 도로대장의 디지털 대전환」(2022년 11월 18일).
2. 국토연구원·한국종합기술. 2020. 고속도로 서비스 등급 고도화 연구.
3. Code of Federal Regulations Title 23 (Highways) (2023년 1월 접속) <https://www.ecfr.gov/current/title-23>
4. FHWA. 2014. All Road Network of Linear Referenced Data (ARNOLD) Reference Manual, Federal Highway Administration.
5. FHWA. 2016. Highway Performance Monitoring System Field Manual, Federal Highway Administration.
6. FHWA. 2017. Model Inventory of Roadway Elements Mire 2.0, Federal Highway Administration.
7. FHWA. 2018. Highway Performance Monitoring System (HPMS) 2018 Reassessment Report, Federal Highway Administration.
8. FHWA 웹사이트 (2023년 1월 접속) <https://www.fhwa.dot.gov/policyinformation/hpms.cfm>.