

도로 교량 및 터널 현황정보의 조사방법 개선에 관한 연구

선종완*, 박경훈, 이용준
한국건설기술연구원 도로관리통합클러스터

A Study on the Improvement of Road Bridge and Tunnel Status Information Survey Method

Jongwan Sun*, Kyunghoon Park, Yongjun Lee
Integrated Road Management Research Cluster,
Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology

요약 시설물을 안전하고 효율적으로 관리하기 위해서는 시설물 현황정보 관리가 선행되어야 한다. 이를 위해 국내 교량과 터널 현황정보 관리와 관련된 법률적인 규정과 업무 프로세스, 관련된 시스템을 조사하였으며, 모든 도로 교량 및 터널의 현황정보 파악, 관리 담당자의 업무 경감, 통계자료의 신뢰성 확보를 위해 개선된 교량 및 터널 현황정보 수집 전략을 수립하였다. 시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법 대상 교량과 터널의 정보를 관리하는 시설물통합정보관리 시스템(FMS)을 연계 대상 시스템으로 선정하였다. 또한 FMS와 교량 및 터널 현황정보시스템(BTIS)의 현황정보 연계를 위해 각 단계별로 필요한 시스템 기능과 사용자 인터페이스 화면을 정의하고, 연계현황을 관리하기 위한 데이터베이스를 정의하였다. 개발된 시스템으로 연계한 결과 소요 시간이 기존 대비 약 47% 감소하는 것으로 조사되었으며, 이를 전체 미연계 시설물에 적용하면 약 130시간을 절약할 수 있을 것으로 판단된다. 향후 현황정보 연계가 완료된 후, 인터넷 지도에 현황 관리가 되는 시설물 전체를 표시하면 현재 현황관리가 되지 않고 있는 누락된 시설물을 지도상에서 용이하게 찾을 수 있을 것으로 기대된다.

Abstract Status information collection is needed to manage facilities safely and efficiently. For this purpose, legal regulations, business processes, and systems related to bridge and tunnel status information management were investigated. In addition, a bridge and tunnel status information survey strategy was established to determine the status of all road bridges and tunnels, reducing the work of facility management personnel and securing the reliability of statistical data. In accordance with the Special Act on Facility Safety and Maintenance, the FMS (Facility Management System) developed and operated was selected as the linkage target. In addition, the system functions and user interface screens necessary for linking status information between FMS and BTIS (Bridge and Tunnel Information System) were defined at each stage, and the table properties of the database were defined to manage linked information. After applying the developed system, the time required for linkage was reduced by approximately 47% compared to the previous one, and it was estimated that approximately 130 hours could be saved if this is applied to non-linked facilities. After completing the linking of status information in the future, it will be feasible to locate facilities currently unmanaged by exhibiting all managed facilities on the internet map and identifying those not displayed.

Keywords : BTI System, FMS, Bridge and Tunnel Status Information Survey Strategy, Bridge, Tunnel, Status Survey

본 논문은 2023년도 교량관리시스템 운영 위탁 과제로 수행되었음.

*Corresponding Author : Jongwan Sun(Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology)
email: jwsun@kict.re.kr

Received September 27, 2023

Revised October 23, 2023

Accepted November 3, 2023

Published November 30, 2023

1. 서론

도로의 구성요소인 교량과 터널은 시설물 안전 및 유지관리에 관한 특별법(이하 시설물안전법), 도로법, 지속 가능한 기반시설 관리 기본법(이하 기반시설관리법) 등 유지관리 관련 법령의 적용을 받으며, 관련 법에 따라 개발된 다양한 시스템에 의해 현황정보 등 정보관리가 이루어지고 있다.

현황정보가 관리되지 않으면 점검·진단 등을 통해 시공 중에 발생한 결함이나 공용 중에 발생한 손상이 발견되지 못하고, 보수보강 등 적절한 유지관리 조치가 취해지지 못하며, 이에 따라 갑작스러운 시설물 붕괴 등 위험사건이 발생할 가능성이 높아질 수 있으므로, 교량과 터널을 안전하게 관리하기 위해 관리주체는 담당하는 구역 내 모든 교량과 터널 현황정보를 빠짐없이 파악하여야 한다.

하지만, 국내 시설물 유지관리 관련 법령에 따라 개발 및 운영 중인 시스템은 모든 도로 교량과 터널 현황을 포괄하지 못하며, 유일하게 전체를 포괄할 수 있는 시스템이 통계법 18조 및 20조에 의해 국가승인통계로 지정된 교량 및 터널 현황조사서(최초 작성: 1970년, 행정간행물 등록: 1995년, 국가승인통계 지정: 2007년 제116050호) 발간을 위해 운영되는 교량 및 터널 현황정보시스템(이하 BTIS)이다.

교량 및 터널 현황조사서는 보고통계이기 때문에, 매년 초 통계 작성 담당자(이하 담당자)는 개별 관리주체에 BTIS에 정보 입력을 요청하는 공문을 보내면, 관리주체의 시설물 관리 담당자(이하 관리자)는 BTIS에 접속해 현황정보를 갱신하고, 담당자는 관리자가 입력한 정보를 검토 및 검증한 후, 공표하는 절차로 발간된다[1,2].

그러나 BTIS를 활용하여 전체 교량, 터널 현황정보를 수집하는 데 있어 3가지 문제점이 조사되었다.

첫 번째로 통계법 제35조 2항에 자료를 제출하지 아니한 경우 과태료 처분을 받는 등의 법률이 존재하긴 하나, 보고 의무가 있는 관리자 본인 외에는 시설물 전체 현황이 입력되었는지 확인 및 검증할 방법이 없다.

두 번째로 도로현황(승인통계 제116006호)도 교량 및 터널 현황과 같은 보고통계이나, 도로현황은 도로 면적이 보통교부세 기준재정소요액 산정의 인자(지방교부세법 제7조, 시행령 제5조)로 사용되기 때문에, 보고 의무가 있는 관리자는 현황정보를 철저히 관리하는 데 비해 도로 교량 및 터널 현황은 그렇지 않다. 즉, 관리자는 입력한 정보가 예산과 관련되어 활용되지 않기 때문에 현

황정보 입력의 필요성을 느끼지 못할 가능성이 높다.

마지막으로, 기존 관리시스템 등을 활용해 현황관리를 철저히 하는 관리자에게 승인통계 작성을 위해 BTIS에 교량 및 터널 현황을 입력하라고 요구하는 것은, 다른 시스템에 이미 입력한 정보와 동일한 정보를 BTIS에 다시 입력하는 것을 의미하며, 관리자 입장에서는 하지 않아도 되는 추가적인 업무라 생각되어 입력을 소홀히 할 수 있다.

이처럼 승인통계의 신뢰성 평가 방법 부재, 정보의 활용도 낮음, 관리자의 업무 가중 등과 같은 문제를 해결하는 방법으로, 현재 활용도가 높은 시스템과 연계를 통해 정보를 관리하는 방법을 들 수 있다.

연계 대상 시스템을 선정하기 위해 교량, 터널 유지관리와 관련된 다양한 시스템(시설물통합정보관리시스템(이하 FMS), 기반시설관리시스템, 교량 및 터널 관리시스템 등)을 검토하였으며, 시설물 관리 범위와 정보의 신뢰도 등을 고려하여 FMS를 그 대상으로 선정하였다.

두 시스템의 현황정보를 연계하는 데 있어, FMS에 입력된 속성정보와 BTIS에 입력된 속성정보가 일치하지 않거나, FMS에 입력된 시설물 위치정보가 세밀(지번 수준)하지 못하여 시스템적인 방법으로 연계할 수 없는 시설물이 존재한다.

따라서, 본 논문에서는 전체 교량 및 터널 현황정보를 조사하기 위한 전략을 제시하고, 그 목적으로 FMS와 BTIS의 연계를 위한 절차와 각 단계에서 수행해야 할 기능과 연계정보 관리를 위한 데이터베이스를 정의하였으며, 연계기능 개발 전후 연계 절차의 변화와 소요 시간을 비교하는 방식으로 개발 효과를 확인하였다.

2. 본론

2.1 교량 및 터널 현황관리 관련 동향분석

교량과 터널의 현황 관련 문헌을 살펴보면, 대부분 정보의 수집 항목을 정의하고, 현황통계를 분석하거나, 모바일기기, 3차원 모델 등을 활용해 교량 등 시설물 관리 시스템의 개발 방안을 제시하는 연구가 대부분으로, 본 연구와 같이 실제 유지관리 주체가 관리 지역 내 모든 교량, 터널 등 시설물 현황을 확보하고 있지 못한 경우 어떻게 파악되고 있지 못한 현황을 수집할 것에 관한 방법 및 전략 수립에 관한 연구는 존재하지 않는 것으로 조사되었다[4-9].

2.2 교량 및 터널 현황정보 관리 제도

국내 교량과 터널의 관리를 위해 제정된 각각의 법률에서, 각 법의 적용 대상 시설물과 현황정보 등의 관리를 위한 시스템에 관한 사항을 규정하고 있다.

시설물안전법 대상 교량, 터널은 법 7조에 따른 1, 2, 3종 시설물이며, 현황정보 관리와 관해서는 관리주체가 법 제90조 및 시행령 제6조에 따라 시설물관리대장(현황정보) 등을 법 제55조에 따라 개발 및 운영 중인 FMS에 제출하도록 규정하고 있다는 부분에서 확인할 수 있다.

도로법 대상 교량, 터널은 법 제2조 1호 및 제10조에 따른 도로(고속국도, 일반국도, 특별시도, 광역시도, 지방도, 시도, 군도, 구도)에 건설된 시설물이다. 현황정보에 관해서는 법 제50조에 따라 제정된 '도로의 유지·보수 등에 관한 규칙' 제3조 '도로관리청은 매년 1회 이상 도로에 관한 현황을 조사'와 제14조 '관할 도로에 대해 교량관리대장, 터널관리대장 등을 갖춰야 한다'에 규정되어 있다. 시스템 개발에 관한 법적 근거는 도로법 59조(도로 계획 등의 정보화) 규정에서 확인할 수 있다. 현재 국토교통부가 관리하는 일반국도상 교량, 터널의 유지관리 의사결정 지원을 위한 시스템(교량 및 터널 관리 시스템)은 존재하나, 도로법상 도로 전체를 대상으로 하는 시스템은 개발되지 않았다. 다만, 전체 도로법상 도로 내 교량, 터널의 현황정보는 BTIS를 통해 관리되고 있다.

기반시설관리법 대상 시설물은 법 제4조 및 시행령 제2조, 시행규칙 제2조에 정의되어 있으며, 도로법 대상 시설물과 같다. 현황정보에 관해서는 법 제14조 및 시행령 제7조에서 기반시설의 유형, 제원, 규모 및 형식 등의 현황자료를 조사 및 관리하도록 규정하고 있으며, 법 제16조 및 시행규칙 제4조에 따라 기반시설 관리시스템을 2024년까지 구축할 예정인 것으로 조사되었다[3].

도시·군계획시설 도로는 도로법을 준용(도로법 제108조)하여 도로관리청이 유지관리(제31조 준용)를 해야 하고, 도로에 관한 조사(제102조 준용)를 할 수 있다고 규정되어 있으나, 부책이나 시스템을 통한 현황정보 관리에 관한 법적 근거(도로법 제50조, 제59조는 준용되지 않음)는 명확하지 않다. 하지만, 국토교통부는 2021년 교량 및 터널 현황조사 승인통계 변경을 통해 도로법상 도로 외 공공과 민간이 관리하는 모든 교량과 터널까지 현황정보 수집 범위를 확대(통계청 고시 제2021-165호)하였기 때문에, 현재 도시·군계획도로내 교량, 터널 현황도 정보관리는 가능한 실정이다.

2.3 교량 및 터널 현황정보 관리 현황

모든 도로상의 교량, 터널의 현황정보가 법령에 따라 관리되고 있는지 확인하기 위해 도로법에 따른 도로와 도로법 외 도로(군계획도로, 도시계획도로)를 구분하고, 시설물안전법 기준에 따라 1, 2, 3종 및 기타로 종별을 구분하여 관리여부를 Table 1에 나타내었다.

Table 1. Bridges and Tunnels subject to management in accordance with maintenance laws

Type	Roads based on Road Act	Roads not based on Road Act	
		Rural road	Urban road
Bridge	1	0	-
	2	0	-
	3	0	0
	Other	1), 2)	3)
Tunnel	1	0	-
	2	0	-
	3	0	-
	Other	4)	6)

- 1) Bridges other than Type 1 or 2, 20m or more in length, and not in use for more than 10 years.
- 2) Bridges that are not Type 1 or 2 and less than 20m in length.
- 3) Bridges on roads that are not based on the Road Act and that are less than 10 years old or less than 20m in length.
- 4) Tunnels on roads at provincial, municipal, county or district level that are less than 10 years old and less than 300 m in length.
- 5) Tunnels on rural roads which are less than 10 years old.
- 6) Tunnels on urban roads are not subject to the Facility Safety Act.

시설물안전법의 적용 범위에 포함되지 않은 시설물을 정리하면, 먼저 교량의 경우 도로법상 도로 중 1) 1, 2종이 아니고 연장 20m 이상이면서 공용년수가 10년을 경과하지 않았거나, 2) 1, 2종이 아니고 연장 20m 미만 교량은 관리되지 않으며, 3) 도로법 외 도로에 존재하는 공용년수 10년이 경과하지 않았거나 연장 20m 미만 교량은 법령에 따른 관리대상 시설물이 아니다. 터널의 경우에도 4) 지방도, 시도, 군도, 구도에 있는 준공 후 10년이 경과하지 않고 연장이 300m 미만인 터널과 5) 농어촌도로(면도, 이도, 농도)의 터널 중 준공 후 10년이 경과하지 않은 터널, 6) 도로법상 도로와 농어촌도로를 제외한 도로에 존재하는 터널은 시설물안전법 대상시설물이 아니다.

교량과 터널이 도로법과 기반시설관리법의 적용 대상 인지는 오직 도로법상 도로에 시설물이 존재하는지로 판단되므로, 앞서 시설물안전법에서 관리되고 있지 못한 1), 2), 4)는 도로법 및 기반시설관리법의 대상 시설물이

라 할 수 있다. 또한 도로법 준용 규정에 따라 도시·군계획도로 내 교량, 터널 중 시설물안전법의 관리대상이 아닌 3), 5), 6)도 도로법에 준해 유지관리는 되고 있으나, 별도의 관리시스템이 없으므로 다양한 유지관리 정보 중 오직 현황정보만 BTIS를 통해 관리되고 있다.

2.4 연계 대상 시스템 선정

모든 도로법 내 교량, 터널의 정보관리를 위한 관리시스템은 현재까지 존재하지 않고, 기반시설관리시스템은 현재 개발 중이기 때문에, 현재 유일하게 연계가 가능한 시스템은 FMS인 것으로 조사되었다.

또한 시설물안전법 제9조에 따라 사업주체 및 관리주체는 준공성과품 등을 FMS에 제출하도록 규정되어 있고, 관리주체는 시설물안전법 11조에 따라 안전점검 또는 정밀안전진단을 주기적으로 실시하여야 하는데 그 과정 중 하나인 사전조사 절차에서 현황정보를 검토하는 과정이 포함되어 있으므로, FMS에서 보유하고 있는 현황 및 속성 정보는 타 시스템에 비해 신뢰도가 높다고 판단된다.

따라서 현재 연계가 가능한 유일한 시스템이며, 정보의 신뢰도가 높다고 판단되는 FMS를 연계 대상시스템으로 선정하였다.

3. BTIS에 FMS 정보 연계 방법

3.1 현황정보 수집 전략 및 정보 연계 방법

2021년 통계청 고시 변경을 통해 BTIS의 현황정보 수집 범위를 도로법상 도로 내 교량, 터널에서 모든 도로의 도로시설물(교량, 터널, 보도육교 등)로 변경하였으나 공표범위를 변경하지는 않았다. 즉, 현재 BTIS에 모든 도로 교량, 터널 현황이 수집되었다고 볼 수 없다. 그리고 앞서 조사한 것처럼 FMS도 모든 교량, 터널을 대상으로 하지 않는다.

두 시스템 모두 전체 현황을 확보하고 있지 못하다는 점, BTIS가 FMS의 관리대상 범위를 포함하고 있다는 점, FMS가 시설물 위치를 대부분 지번 수준으로만 관리하고 있어 지도상에 정확한 시설물 위치를 표시할 수 없다는 점, 현재 두 시스템에서 관리하는 현황정보를 한 웹 지도에 표시하는 시스템이 없다는 점, 현재 관리되고 있는 모든 시설물을 하나의 웹 지도에 표시하면 지도상에서 로드뷰(거리뷰)나 위성지도, 국가관심지점정보(Places of interest, 이하 POI)를 통해 교량, 터널의 관리여부를 직관적으로 판단할 수 있다는 점을 고려하여, 현황정보

수집 전략을 Fig. 1과 같이 수립하였다.

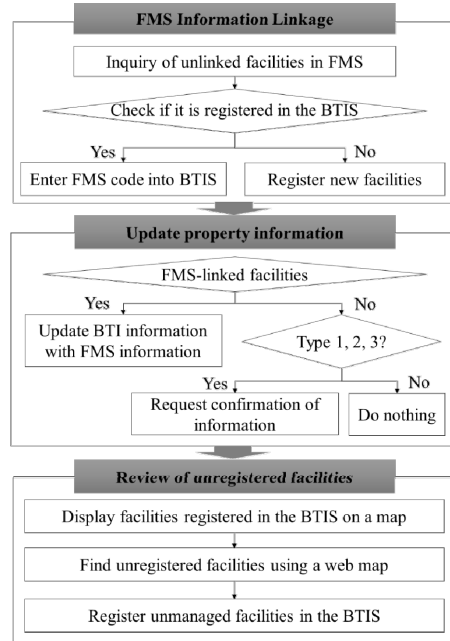


Fig. 1. Strategies for Collecting Bridge and Tunnel Status Information Considering Information Mapping between FMS and BTIS

Fig. 1의 수집 전략은 두 시스템의 현황정보 연계하고, 현황 및 속성정보 검토를 통해 정보의 신뢰성 확보한 후 관리되지 않은 시설물을 찾는 과정으로 간략히 정의할 수 있다.

첫 번째로 BTIS와 FMS의 시설물 현황을 일치시키는 과정을 세부적으로 정리하면 FMS에 존재하는 시설물(미연계 시설물)이 BTIS에 이미 등록된 시설물인지 확인하고, 등록된 시설물이면 BTIS에 FMS의 시설물 번호를 입력(연계)하고, 등록되지 않은 시설물이면 새롭게 등록하는 과정으로 정의할 수 있다.

두 번째로 수집된 정보의 신뢰성 확보 방안은 연계된 시설물과 연계되지 않은 시설물을 구분해 정의할 수 있다. 먼저 BTIS에만 등록된 시설물(FMS 기준 중외시설물) 중 1, 2, 3종 기준에 부합한 시설물은 관리자에게 통보하여 입력된 제원(교량: 준공년도, 교장, 경간장, 경간수, 상부구조형식 등, 터널: 도로종류, 준공년도, 연장, 차선수 등)의 신뢰도를 조사 및 갱신하도록 요청한다. 이는 제원이나 경과년수가 1, 2, 3종에 부합하는 시설물은 철거예정 등 특별한 사유가 없는 한 FMS에서 관리되어야 하나, 그렇지 않다는 것은 입력된 현황 및 속성 정보

에 오류가 있을 가능성이 크다는 것을 의미하기 때문이다. 그리고 두 시스템에 모두 입력된 시설물은 FMS에 입력된 속성정보를 기준으로 갱신한다. FMS에 입력된 속성정보는 점검진단 등 유지관리 과정을 통해 계속 검토되고 갱신되는 과정을 거치는 반면, BTIS에 입력된 속성정보의 대부분은 제원정보로 변동되는 값이 아니기 때문에 최초 시설물을 등록한 관리자가 잘못 입력했다라도 갱신되지 않을 가능성이 높기 때문이다.

세 번째로 첫 번째, 두 번째 과정을 통해 두 시스템 간 현황정보 및 속성정보 연계가 완료되고 나면, BTIS의 교량, 터널 현황을 Fig. 2와 같이 인터넷 지도에 표시하고, 인터넷 지도의 로드뷰(거리뷰), 위성지도, POI 등을 이용해 미등록된 시설물을 찾고, 시설물 위치, 도로 종류에 따라 예상되는 관리주체를 정의하고, 해당 관리주체에 미등록 시설물의 관리 여부를 확인하는 방식으로 미관리되는 시설물 현황을 수집할 수 있다. 여기서 도로형상과 시설물 위치정보는 국가교통데이터베이스[10]의 도로망도 정보를 활용할 수 있다.

Fig. 2는 세 번째 단계에서 제시한 방법으로 미등록된 시설물을 찾은 사례이다. 여기서 A, B, 양호 등 안전등급으로 위치가 표시되어 있는 것은 관리되고 있는 교량이며, ①~⑩으로 위치가 표시된 것은 미등록된 교량이다.

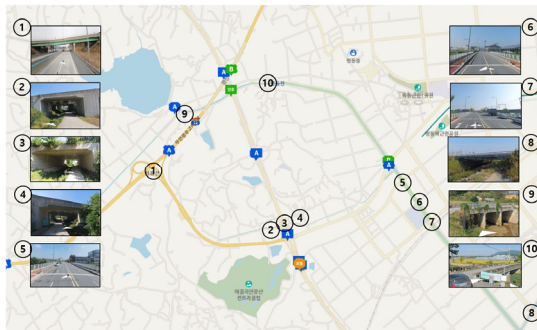


Fig. 2. Examples of unmanaged bridges in FMS and BTIS

3.2 FMS와 연계를 위한 BTIS 기능정의 및 화면 구성

FMS와 BTIS의 연계 기능 개발을 위해 업무절차에 따라 세부기능을 다음과 같이 정의하였다.

첫 번째 연계대상 시설물을 찾는 기능은 FMS에 시설물이 존재하나 BTIS에 미입력 또는 미연계되어 존재하지 않은 시설물을 검색하는 것으로 정의할 수 있다. 이를 시스템적으로는 FMS의 시설물번호가 BTIS의 연계코드에 입력되었는지 확인해, 입력되어 있지 않았으면 출력

하는 것으로 정의할 수 있다.

두 번째로 연계 대상 시설물인 FMS의 미연계 시설물이 BTIS에 등록되어 있는지 확인하는 기능은 시스템적으로는 사용자가 FMS 미연계 시설물 중 하나를 선택하고, BTIS의 미연계 시설물(FMS 시설물 번호가 입력되지 않은 시설물) 중 시설물명, 준공년도, 주소로 조회하고, 조회된 시설물의 공통정보, 제원정보, 위치정보를 검토하여 동일한 시설물이 존재하는지 여부 확인하는 것으로 정의할 수 있다.

세 번째로 동일한 시설물이 존재하는 경우 BTIS에 FMS 시설물 번호 입력하는 기능은 시스템적으로는 연계 버튼을 선택하는 것으로 정의할 수 있다.

네 번째로 동일한 시설물이 존재하지 않는 경우 BTIS에 신규 시설물 등록하는 기능은 시스템적으로는 시설물 구분(종류) 선택, 추가 버튼 클릭하고 정보입력창에, FMS에 조회된 정보 참고하여 공통정보, 제원정보, 위치정보 등을 입력하는 것으로 정의할 수 있다.

앞서 정의한 시스템 기능정의 사항을 구현하기 위한 화면에서 시설물 검색, 속성, 위치 정보 비교가 가능하도록 Fig. 3과 같이 시스템 화면을 구성하였다.

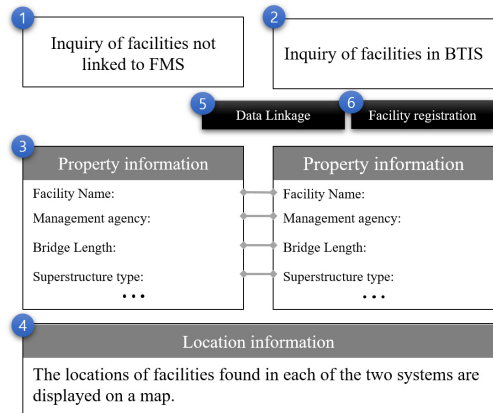


Fig. 3. BTIS user interface layout for implementation of linked functions

FMS와 BTIS를 좌우로 배치해 ①, ② 각각의 시스템에서 시설물을 별도로 검색하는 기능과, ③ 선택한 시설물의 현황정보, 제원정보를 조회/수정하는 화면, ④ 두 시스템에서 보유하고 있는 위치정보를 한 지도에 표시하는 화면, ⑤ 두 시스템에서 검색된 시설물이 동일한 경우 연계를 위한 버튼, ⑥ FMS 미연계 시설물이 BTIS에 존재하지 않는 경우 신규 등록을 위한 버튼으로 시스템을 구성하였으며, 실제 개발된 시스템 화면은 Fig. 4와 같다.

1 FMS 비교

1 FMS

기관구분1 선택 기관구분2 선택 기관구분3 선택 검색

시설물구분 3종 미연계 선택

시설명

검색결과 : 218항목 (1/44) 페이지 5개씩 보기

시설물번호	시설물명	준공년도	위치
BR1977-0000189	한천지류제1교	1977	제주특별자치도 제주시 오라이동 34
BR1977-0000190	한천지류제2교	1977	제주특별자치도 제주시 오라이동 ...
BR1994-0000316	만중JCT2육교	1994	강원특별자치도 원주시 만중리 산...
BR1995-0000310	석사교	1995	강원특별자치도 춘천시 신촌리 6...
BR1995-0000315	홍천IC1교(부산)	1995	강원특별자치도 홍천군 홍천읍 하...

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

2 BTI

기관구분1 선택 기관구분2 선택 기관구분3 선택 검색

시설물구분 중별 선택 미연계 이름

시설명

검색결과 : 1항목 (1/1) 페이지 5개씩 보기

시설물번호	시설물명	준공년도	위치
301975	석사교	1995	강원특별자치도 춘천시 동내면 산...

제외처리 6 시설물구분 선택 추가 FMS 번호 적용 5

3 공동정보

시설물구분	교량	시설물명	석사교
FMS번호	BR1995-0000310		
주소	강원특별자치도 춘천시 신촌리 681-37		
노선			
관리주체	한국도로공사 홍천지사		
시설물종류	준공 후 10년이 경과된 교량으로 「도로법」 상 도로교량 연장 20미터 이상 ~ 100미터 미만 교량		

3 제원정보

연장(m)	80.2	높이(m)	
총폭(m)		중구분	3종
준공년도	1995	차도폭(m)	7.2
보도폭(m)		상행차로수	0
하행차로수	2	최대경간장(m)	18
경간수	5	대표상부구조	RC슬래브교(RCS)
대표하부구조		설계활하중	DB-24/DL-24
허용통행하중(ton)	40	내진설계적용여부	Y

3 공동정보

시설물구분	교량	시설물명	석사교
FMS번호	BR2006-0000456	위임구분	직접관리
주소	강원특별자치도 춘천시 동내면 신촌리		
노선	도로법도로	고속국도	고속도로55호선
소유기관	전문관리기관	한국도로공사	홍천지사
관리기관	전문관리기관	한국도로공사	홍천지사

3 제원정보

연장(m)	80.2	높이(m)	
총폭(m)	12	중구분	3종
준공년도	1995	차도폭(m)	11.2
보도폭(m)	0	상하행분리여부	미분리
상/하행구분	상하행	상행차로수	1
하행차로수	1	최대경간장(m)	18
경간수	5	대표상부구조	RC슬래브교
대표하부구조	미상	설계활하중	DB-24
허용통행하중(ton)	43.2	내진설계적용여부	내진설계적용여부

4 연계시스템정보

연계기관 도로공사 관리번호 F2410030114 HMS관리번호

4 위치정보

Fig. 4. Screenshot of BTIS system

3.3 FMS와 연계를 위한 BTI DB 구성

FMS의 전체 시설물 현황이 BTIS와 연계되었는지는 FMS의 모든 1, 2, 3종 교량, 터널의 관리번호가 BTIS에 입력되어 있는지 조회하는 과정을 통해 확인된다.

하지만, FMS를 사용하는 관리주체도 FMS에 시설물 현황을 100% 정확하게 관리하고 있지는 못하고 있다. 예를 들어 1) FMS 관리자가 테스트를 위해 입력한 시설물(test교 등)이나, 2)개축 사업을 통해 기존 관리했던 교량을 철거하고 FMS에 신규 교량을 등록하였으나 FMS에 기존 교량을 철거로 처리하지 않아 현재까지 존재하는 시설물, 3) 기존 관리하는 시설물을 다른 관리주체에 이관하기 위한 행정절차 후 시설물을 이관하는 관리주체에서 이관받은 관리주체로 관리주체 정보를 변경하지 않고 방치하고 이관받은 관리주체는 FMS에 이관받은 시설물을 신규로 등록하는 경우(중복관리), 4) 최초 교량, 터널이 3종 기준에 부합하지 않아 기타 시설물로 등록하고, 3종 기준에 도달한 이후 동일한 시설물의 종별을 기타에서 3종으로 변경하지 않고 3종시설물을 추가로 입력하는 경우(중복관리), 5) 관리자가 시설물의 종류를 잘못 판단해 입력한 시설물(생태통로, 통로암거를 터널, 교량으로 등록, 피암터널을 터널로 등록, 수로암거를 교량으로 등록 등)(오류입력) 등이 존재한다.

이와 같은 사례들은 관리주체에 통보해 현황정보 수정을 요구해야 하는 사항이지 연계가 필요한 시설물이라고는 할 수 없다. 따라서, BTIS의 연계 기능에서 이와 같은 시설물이 미연계 시설물로 조회되지 않도록, Table 2와 같이 시설물번호, 제외여부, 제외사유를 속성으로 하는 별도의 데이터베이스를 정의하였다.

Table 2. Defining Database Tables for FMS linkage

Column ID	Column Name	Type	Length	Key
Facil_NO	Facility ID Number	CHAR	14	Key
Exct_YN	Management status	CHAR	1	-
Exct_RSN	Reasons for exclusion	VARCHAR2	512	-

4. 연계 지원 기능 개발 효과

4.1 연계 프로세스 측면의 개선 효과

업무 프로세스 측면에서 연계 기능의 효과를 검토하기 위해 기존 프로세스와 개선된 프로세스를 비교하였다. 만약 연계시스템이 없다면 4단계 과정을 거쳐 연계할 수

있다. 첫 번째로 FMS에서 미연계(미등록) 시설물을 이름 또는 시설물 번호로 조회하고, 검색된 시설을 선택하여 정보를 확인하고, FMS에 입력된 주소를 웹지도에서 검색해 시설물 위치를 확인한다. 두 번째로 BTIS에서 FMS의 미연계(미등록) 시설물 명, 주소정보, 준공년도, 연장 등을 이용해 시설물 찾고, 시설물의 제원과 위치가 FMS에 조회한 미연계 시설물과 일치하는지 확인한다. 세 번째로 두 시설물이 일치하는 경우 기존 BTIS에 FMS의 시설물번호를 연계코드 입력란에 입력한다. 네 번째로 동일한 시설물이 없는 경우 관리자가 직접 FMS 시설물 정보를 참고하여 BTIS의 신규시설물 등록한다.

이를 새롭게 개발된 연계시스템과 비교하면, 첫 번째 단계와 관련하여 미연계(미등록) 시설물 조회 및 관리하는 기능과, 별도의 검색 없이 FMS의 시설물 정보와 위치 정보를 한 화면에서 조회하는 기능을 통해 업무효율 증진(업무 절차 및 검색 소요 시간 감소)할 수 있다. 두 번째 단계에서도 기존에는 두 시스템을 별도의 창에 표출하고 각기 다른 위치에 있는 동일 항목을 찾아 그 값을 비교해야 하는 데 비해, 개선 후 한 창에서 동일한 위치에 있는 정보를 비교한다는 점에서 업무효율이 증진할 수 있다. 세 번째 단계에서 관리주체가 시설물번호를 직접 입력하는 것보다는 FMS번호 입력 버튼만 클릭하면 코드 정보가 입력된다는 점에서 정보입력 오류의 발생 가능성과 소요 시간을 줄일 수 있다. 네 번째 단계에서 관리자가 각각의 항목을 FMS에서 찾아 입력하는 것보다 연계를 통해 동일한 항목이 자동으로 입력되고, 교량상부형식처럼 코드화되어 있지 못해 자동으로 연계가 되지 못하는 정보의 경우 동일한 위치에 있는 정보를 확인하고 입력한다는 점에서 정보입력 오류의 발생 가능성과 소요 시간을 줄일 수 있다.

이처럼 새롭게 개발한 BTIS와 FMS의 연계 지원 기능을 사용함으로써 프로세스 측면에서 관리자 업무가 감소하고, 입력정보의 오류 발생 가능성을 줄이며, 소요 시간을 절감할 수 있다.

4.2 연계 기능 적용에 따른 정량적 효과

정량적인 효과를 검증하기 위해 만약 동일한 사람이 동일한 시설물을 연계시스템 개발 전 방법과 개발 후 방법을 사용해 두 번 입력하는 경우 먼저 입력하는 과정을 통해 획득되는 정보로 인해 두 번째 입력하는 시간이 절약될 수 있으므로 적절하지 않다. 다른 방식으로 각기 다른 사람이 동일한 시설물을 다른 방법으로 연계할 때 담당자의 업무 처리 속도가 영향을 줄 수 있으므로 적절

하지 않다. 그리고 교량, 터널 등 시설물의 현황관리 업무는 대부분 초급 관리자가 담당하는 업무이며, 정보 연계 업무는 담당자가 수행해야 하는 업무이기 때문에 개선 효과를 측정하기 위한 목적으로 연계 시설물의 수를 크게 늘릴 수는 없다.

이와 같은 이유로 본 논문에서는 랜덤으로 선택된 10개의 시설물을 초급 시스템 운영자에게 기존 방식을 통한 시설물 연계하는 데 필요한 소요 시간과 개선된 시스템을 활용하여 연계하는데 소요 시간을 측정함으로써 개선 효과를 확인하였다.

연계시스템 사용 전에는 한 시설물을 연계하는 데 평균 3.331분이 소요되지만, 개선된 시스템을 사용하는 경우 평균 1.764분이 소요되었으며 시간 절감 효과는 47%로 분석되었다. 실제 미연계 시설물이 5,004개소인 점을 고려하면 기존 방법은 277.8시간이 소요되는 것으로 예측되는 반면, 개선된 방법은 147.1시간이 소요되는 것으로 예측된다.

Table 3. Time required to link the codes of the facilities

Facility Name	Time (Existing method)	Facility Name	Time (New method)
B01	3.35	B11	3.02
B02	3.12	B12	2.03
B03	4.53	B13	1.37
B04	3.38	B14	1.24
B05	2.59	B15	1.50
B06	3.31	B16	1.46
B07	2.47	B17	2.15
B08	3.11	B18	1.44
B09	3.40	B19	2.10
B10	4.05	B20	1.33
Sum	33.31	Sum	17.64
Average	3.331	Average	1.764

5. 결론

시설물을 합리적이고 효율적으로 관리하기 위해서는 시설물의 정확한 현황 관리가 선행되어야 한다. 현재 유지관리 단계에서 주로 사용되고 있는 FMS가 1, 2, 3종 교량과 터널만을 관리 대상으로 하므로, 본 논문에서는 국내 도로 상 모든 교량 및 터널의 현황 파악, 시설물 관리 담당자의 업무 경감, 통계자료의 신뢰성 확보를 위해 교량, 터널의 현황정보 수집 전략을 정의하고 이를 용이하게 하기 위한 도구로 FMS와 BTIS의 연계시스템을 개발하였다.

기존 FMS와 연계 여부가 관리되지 않아 담당자가 변경될 때마다 근무 기간 내 수행했던 업무에 대해 인수인계가 필요했던 것에서 시스템을 통해 체계적으로 관리되기 때문에 더 이상 인수인계를 하지 않아도 되므로 업무 경감이 가능하다. 또한 연계를 위해 소요되는 시간을 절약할 수 있고, 연계하는 과정에서 오류 발생 가능성을 줄일 수 있으며, 시설물 현황이 변동하기 때문에 매년 주기적으로 검토가 필요하다는 것 등을 종합적으로 고려했을 때 연계시스템 개발은 충분한 업무 개선 및 정보 신뢰성 증진 효과가 있는 것으로 판단된다.

향후 FMS와 연계가 완료된 후에는 BTIS에 입력된 교량 및 터널의 위치를 웹지도에 표시함으로써, 시설물이 존재하는지와 관리가 되고 있는지를 지도상에서 시각적으로 확인할 수 있으므로, 미 관리된 시설물을 손쉽게 찾을 수 있을 것이다.

또한 본 논문에서 제안한 연계 기능은 현재의 시설물 관리와 관련된 법률 및 체계가 유지되는 한 계속 사용될 것이므로, 시스템의 활용도를 높이기 위해 업무 담당자 교육이나 시스템 만족도 조사 등을 통해 사용자 요구 사항을 조사하고 지속적으로 보완 및 고도화해 나가야 할 것으로 판단된다.

References

- [1] K. H. Park and J. W. Sun, "Development of Road Bridge Information Management System based on Internet", *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol. 17, No. 11. pp.716-723, Nov. 2016. DOI: <https://doi.org/10.5762/kais.2016.17.11.716>
- [2] J. W. Sun, K. H. Park, Y. J. Lee, "A Study on the Improvement of Road Bridge and Tunnel Status Survey Method", *KSCCE 2022 Convention Conference & Civil Expo*, Korean Society of Civil Engineering, Pusan, Korea, pp.406-407, Oct. 2022.
- [3] Korea Authority of Land & Infrastructure Safety, Establishment and Operation of Infrastructure Management System, www.kalis.or.kr/wpge/m_683/business/busi3110.do, (accessed Jul. 20, 2023)
- [4] S. J. An, H. K. Kim, H. B. Lee, J. H. Bae, "Railway Facility Management Information Standardization and Statistical Analysis for Integrated Infrastructure Management", *Spring Geosynthetics Conference 2023*, Korea Geosynthetics Society, Seoul, Korea, pp. 155-156, Mar. 2023.
- [5] J. J. Song, K. H. Park, J. W. Sun, Y. J. Lee, "2021 the

State of Road Bridges and Tunnels in Korea”, *Korean Society of Civil Engineers 2022 Convention*, Korea Society of Civil Engineers, Pusan, Korea, pp. 406-407, Oct. 2022

- [6] K. S. Kyung, S. C. Kwon, S. Y. Lee, J. H. Choi, and J. E. Park, "Learned Lesson from a current condition survey of domestic and foreign bridges," *Magazine and Journal of Korean Society of Steel Construction*, Vol. 29, No. 6, pp. 8-19, Dec. 2017.
- [7] S. S. Roh, S. H. Sohn, D. N. Kim, "Effective Maintenance of Urban Facilities via Smart Phones", *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol. 18, No. 1. pp.513-522, Jan. 2017.
DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2017.18.1.513>
- [8] S. C. Hong, T. W. Kang, C. H. Hong, H. S. Moon, "Derivation of System Requirements and Scenario for Smart Bridge Facility Management System Development", *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol. 16, No. 11. pp.7902-7909, Nov. 2015.
DOI: <http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2015.16.11.7902>
- [9] W. J. Oh, C. Y. Cho, M. J. Lee, "Develop Methodology for Preventive Maintenance of Infrastructure", *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol. 24, No. 7. pp.63-72, Jul. 2023.
DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2023.24.7.63>
- [10] Korea Transport Institute, Korea Transport Database, www.ktdb.go.kr. (accessed Jul. 20, 2023)

선 종 완(Jong-Wan Sun)

[정회원]



- 2004년 2월 : 한양대학교 대학원 토목환경공학과 (구조공학석사)
- 2010년 8월 : 한양대학교 토목공학과 (구조공학박사)
- 2008년 8월 ~ 현재 : 한국건설기술연구원 구조연구본부/도로관리 통합클러스터 수석연구원

<관심분야>

기반시설생애주기관리, 교량관리시스템, 자산관리

박 경 훈(Kyung-Hoon Park)

[정회원]



- 1998년 8월 : 한양대학교 대학원 토목공학과 (구조공학석사)
- 2006년 2월 : 한양대학교 대학원 토목환경공학과 (구조공학박사)
- 2000년 3월 ~ 현재 : 한국건설기술연구원 구조연구본부/도로관리 통합클러스터 연구위원

<관심분야>

교량공학, 기반시설생애주기관리, 교량관리시스템

이 용 준(Yong-Jun Lee)

[정회원]



- 2013년 2월 : 한밭대학교 산업대학원 도시공학과 (교통공학석사)
- 2019년 9월 : 충남대학교 공대학원 토목공학과 (건설관리학박사)
- 2019년 6월 ~ 현재 : 한국건설기술연구원 구조연구본부/도로관리 통합클러스터 박사후연구원

<관심분야>

SOC 자산관리, 데이터 분석