

## ITS 장비 성능시험장 선정기준 및 구축결과

### Results of Developing an ITS Device Performance Test-Bed and Criteria of Its Selection

이상협\* · 이미영\*\* · 백남철\*\*\*

Lee, Sang Hyup · Lee, Mi Young · Baik, Nam Cheol

#### Abstract

In the United States and Japan ITS device performance test-beds have been widely developed to enhance the reliability of traffic information and to expedite the standardization of components for securing the compatibility of device. In this study the selection criteria for developing ITS device performance test-bed are investigated by analyzing the cases and studies of overseas. Based on the criteria, a test-bed is developed and test-run. The importance of developing ITS device performance test-bed was identified as the result of reviewing the test run of each selection.

**Keywords** : ITS, device, performance test-bed, selection criteria

#### 요 지

미국, 일본 등에서는 ITS 장비 성능시험장을 구축하여 정보의 신뢰성 강화, 표준화 및 호환성 확보 등에 활용하고 있다. 본 연구에서는 이러한 외국사례를 검토하여 시험장 선정기준을 제시하고 그에 부합하는 성능시험장을 구축하였으며 ITS 장비 성능시험장의 시범운영을 실시하고 그 시험결과를 분석함으로써 ITS 장비 성능시험장 구축의 중요성을 확인하였다.

**핵심용어** : ITS, 장비, 성능시험장, 선정기준

#### 1. 서 론

ITS 장비 성능시험장(test-bed)을 설계·구축하기 위해서는 교통 및 환경적 조건, 장비별 운영특성에 대한 파악이 우선 되어야 한다. 이에 따라 시험장을 설계하고, 가급적 동일한 평가조건 아래에서 성능시험이 수행되도록 하여야 하며, 또한 장비 성능시험 결과의 이해성을 높이기 위해서 성능시험 조건에 대한 구체적인 조건을 제시할 필요가 있다. 미국, 일본 등에서는 ITS 장비 성능시험장을 구축하여 신규 ITS 사업의 계획 및 기존 시스템의 운영을 위한 정보의 신뢰성 강화, 표준화 및 호환성 확보 등에 활용하고 있다.

따라서 본 연구에서는 외국사례를 그 이론적인 배경으로 하여 시험장 선정기준을 제시하고 그에 부합하는 성능시험장을 구축하며, 실제로 각각의 평가 시스템 및 기준장비의 운영 상태를 검사하기 위해 시험 장비를 이용하여 ITS 장비 성능시험장의 시범운영을 실시하고 그 시험결과를 분석함으로써 ITS 장비 성능시험장 구축의 중요성을 확인하였다.

#### 2. 외국사례

##### 2.1 미국

텍사스 교통부는 기존에 사용되었던 루프 검지기의 설치 또는 유지 관리시 교통장애를 유발하고, 포장상태에 따라 기능이 현저히 감소하는 단점을 가지고 있었다. 따라서 효율적인 교통관리를 위해서 다양한 종류의 차량검지기를 도입하고자 한 텍사스 교통부에서는 TTI(Texas Transportation Institute)에 의뢰하여 이러한 루프 검지기의 단점을 보완할 수 있는 대안 검지기의 모색을 위해 2000년과 2002년 두 번에 걸쳐 다양한 검지기에 대해 성능평가를 실시하였다. 평가지표로서 백분비오차(%)를 사용했으며, 자료수집 단위는 15분 주기를 사용하였다(Texas DOT, 2002a; Texas DOT, 2002b).

미네소타 교통부는 2001년과 2002년에 비매설형 차량검지기(Non-Intrusive Vehicle Detector)를 기존의 매설형 차량검지기의 대체용으로 활용 가능한가에 대한 현장 평가를 실시하였다. 평가방법에 있어서 비매설형 차량검지기 평가는 교통량과 속도에 대해 이루어졌는데, 평가지표는 절대백분비오차(Absolute Percent Error, APE)를 사용했고 평가를 위한

\*정회원 · 교신처지 · 감사원 평가연구원 (E-mail : infohi2@hanmail.net)

\*\*정회원 · 한국건설기술연구원 도로연구부 신진연구원 (E-mail : mylee@kict.re.kr)

\*\*\*한국건설기술연구원 도로연구부 선임연구원 (E-mail : nc100@kict.re.kr)

자료 수집은 1일(24시간)간 이루어졌으며 최소자료수집 단위는 15분으로 하며 교통량에 대한 참값을 구하기 위해 비디오 녹화를 통한 프레임 분석기법을 사용하였고, 속도는 레이더 속도 측정기와 시험차량(probe car)을 이용하였다(Minnesota DOT, 2002).

플로리다 교통부는 DMS(Dynamic Message Sign - 미국에서는 성능에 따라 BOS, CMS, DMS로 나누지만 우리나라에서 일반적으로 말하는 VMS는 DMS와 동일함) 장비 및 시스템의 성능을 평가하여 구축 시스템의 신뢰성, 내구성 및 호환성을 확보하며, 나아가 DMS 관련 기술개발 촉진에 기여하고자 하였다. ITE(Institute of Traffic Engineers) Standards와 Florida DMS MIB Compliance를 평가 지침으로 하며, 광도(intensity), 색도(chromaticity), 시야각 측정(viewing angle)등 주로 시인성에 관한 것들을 주로 평가하였다(Florida DOT, 2003).

### 2.2 일본

일본 건설성은 1979년 도로이용자, 차량 및 환경 조건에 부합한 도로시설 기준을 개선하기 위해 토목연구소 내에 도로상 안전과 소통 문제를 해결하고 환경개선을 도모할 수 있는 규모가 약 38만평 정도인 도로교통 시험장을 건설하여 ITS 장비·시스템의 기준 개발 및 신기술·신제품에 대한 시험·검사 작업을 함으로써 신뢰성 있는 시설이 설치될 수 있도록 다양한 실증연구를 수행할 수 있는 기반시설을 마련하였다.

도로교통 시험장에서는 각종 도로부대시설을 평가할 수 있으며 시설물로는 타원형 시험주로 6.2km, 원형 무인지동차 주행 실험장(870m 및 628m), 충돌실험시설, 포장실험장, 첨단교통정보제공 등의 시인성 실험을 위한 도로표지 실험 설비, 도로주행 시뮬레이터, 미끄럼저항 실험 설비, 터널·구조물·하천 등 종합 토목시설물 실험장들이 설치 운영되었다. 1996년 일본의 한신고속도로에서는 자동차량인식장치(AVI)를 도입하여 차량검지기에 근거하여 소요 시간 예측 값 검증을 목적으로 인식률을 평가하였다(한국건설기술연구원, 2004).

### 2.3 유럽 prEN

유럽 prEN은 유럽 규격의 초안으로서 도로 이용자들을 위한 VMS의 최소 성능 요구사항의 평가와 다양한 종류의 표지판 및 요구성능 사항을 명확히 하기 위해 제정되어 시각, 안전, 환경과 관련한 다양한 시험을 수행하도록 하고 있다.

연속형 VMS(Continuous Variable Message Sign - 일정한 문자 또는 표지정보제공)와 비연속형 VMS(Discontinuous Variable Message Sign - 다양한 문자 또는 표지정보 제공)로 구분하여 평가하고 있다. 평가항목으로는 크기(dimension) 및 허용치(tolerances), 디자인(design), 재질(material), 물리

적 성능(physical performance), 성능요구조건(performance requirement) 등의 세부적 사항이 있다(BSI, 2002).

## 3. ITS 장비 성능시험장 선정 기준

성능시험장 선정기준으로 제시되는 사항으로는 도로 및 교통상태 조건의 경우 직선 도로이면서 방향별 다차로(왕복 4차로 이상)이고, 차로 변경이 최소로 일어나며, 다양한 교통류가 공존해야 한다. 장비설치 조건의 경우는 40ft(12.2m) 폴 또는 구조물이 존재하거나 설치가 가능하며, 기준값 측정 장비 설치 역시 가능해야 하며 일사각과 날씨가 시험에 지장을 주지 않아야 하며, 그리고 전원·통신이 구비됨을 요구한다. 이 조건을 표 1과 같이 정리할 수 있다.

## 4. ITS 장비 성능시험장 선정 및 구축효과

### 4.1 성능시험장 선정

일반국도 3호선 곤지암 LC(Local Center, 무인지역센터) 인근 도로에서는 1997년 “수도권 도로교통정보 관리체계 구축 기본설계 및 평가연구”의 일환으로 차량 검지기 성능평가를 수행한 바 있으며(한국건설기술연구원, 1997), 현재 일반국도 3호선의 LC의 역할을 수행하고 있으므로 도로조건, 교통조건, 기상조건 등이 ITS 장비 성능시험장으로서 무리가 없고 장비를 설치할 수 있도록 구조물이 기 설치되어 있으며 또한 기 설치되어 있는 전원·통신시설을 이용할 수 있으므로 최소의 비용으로 효율적인 시험장을 구성할 수 있다.

#### 4.1.1 도로조건

일반국도 3호선 곤지암 LC 인근도로는 그림 1과 같이 일정구간 이상 직선도로가 존재하며 편도 2차로(왕복 4차로)의 중앙분리대가 설치된 분리도로이다.

#### 4.1.2 교통조건

일반국도 3호선 곤지암 LC 인근도로 시험장(test site) 구간 전·후에 신호교차로가 존재하며 이에 대한 영향으로 차

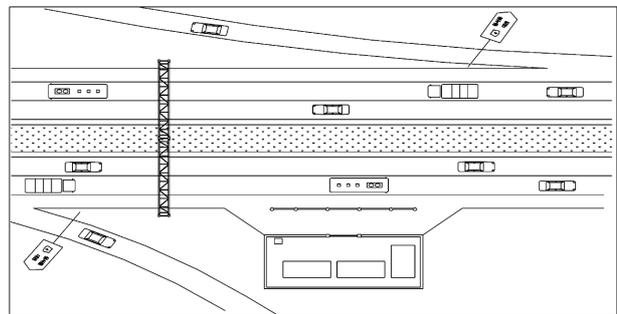
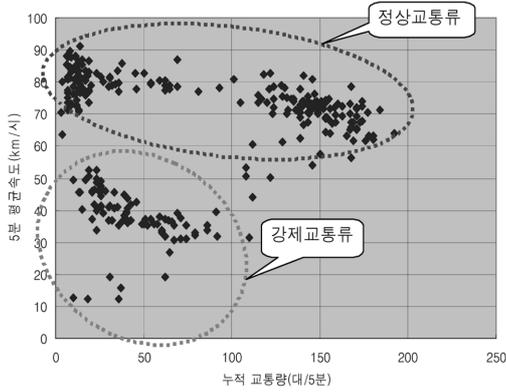


그림 1. 곤지암 LC 인근 도로구간

표 1. 성능시험장 선정기준

도로조건	교통조건	장비설치조건	기상조건
· 직선도로 · 방향별 2차로 이상	· 차로변경 최소로 발생 · 다양한 교통류 공존	· 기준값 측정장비 · 구조물 설치가능 · 전원·통신공급 가능	· 일사각과 날씨가 시험에 지장을 주지 않음

누적 교통량-속도 관계(상행)\_20040112



누적 교통량-속도 관계(하행)\_20040112

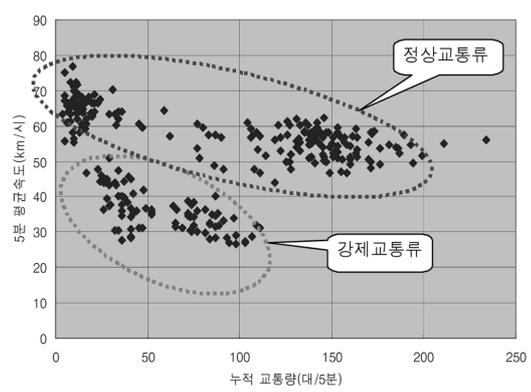


그림 2. 일반국도 3호선 곤지암 LC구간 교통상태

선변경은 최소한으로 유지될 수 있다. 이곳의 24시간 방향별 5분 교통량 및 5분 평균속도 조사결과 정상 교통류와 강제 교통류가 공존한다는 것을 확인할 수 있었다.

4.1.3 장비 설치를 위한 기반조건

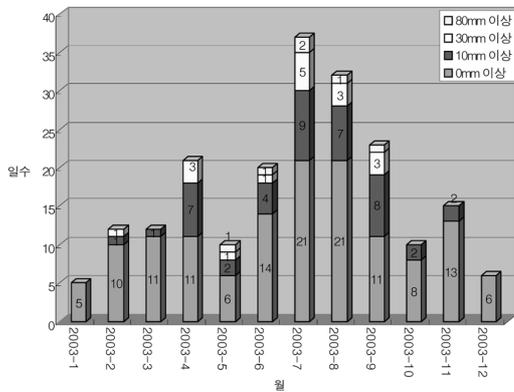
장비를 설치하기 위한 기반조건은 전원·통신 공급의 용이성과 평가기준장비와 시험장비가 설치 가능한 구조물 여부를 확인하는 것으로 정의된다. 전원·통신부문은 국도교통관리체계 구축의 일환으로서 무인지역센터가 설치·운영되고 있으므로 매우 양호한 조건이며, 기준장비는 기존의 시험장비의 설치 구조물로 활용한 문형식 지주(전원·통신 등 제

반 시설이 완비)를 활용하여 설치한다.

4.1.4 기상조건

기상상황은 1년 이상 수행하면 다양한 기상상황에 대한 장비의 성능을 평가할 수 있으나, 1년 이내의 시험기간을 선정한다면 기상상황을 제어하지 않는 한 동일조건 하의 평가를 기대할 수 없다. 그러나 단기간의 시험기간을 선정할 때 이전 연도 기상상황을 고려하여 시험기간을 선정할 수 있을 것으로 판단된다. 강우(강설)일수의 경우 2003년 강우 및 강설이 발생한 날은 연간 112일로 연중 1/3 이상이 강우 또는 강설이 기록과 장마철인 7, 8월은 2/3 이상이 강우량을

월별 강우량 분포



월별 풍속현황

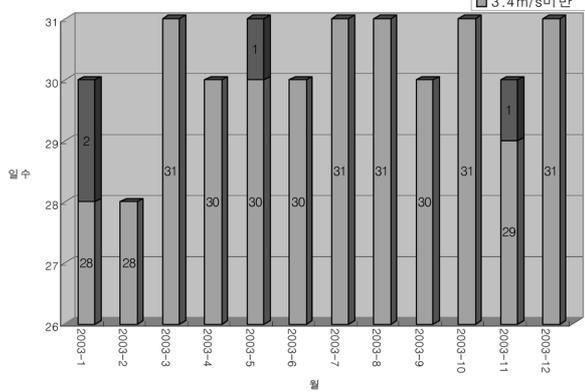
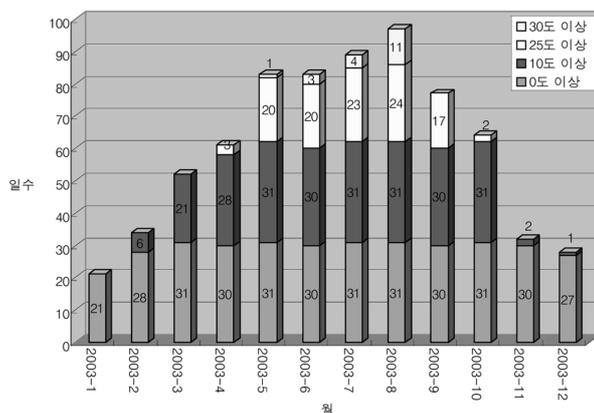


그림 3. 2003년 이천지역 월별 강우량/풍속 현황

월별 최고기온 분포



월별 최저기온 분포

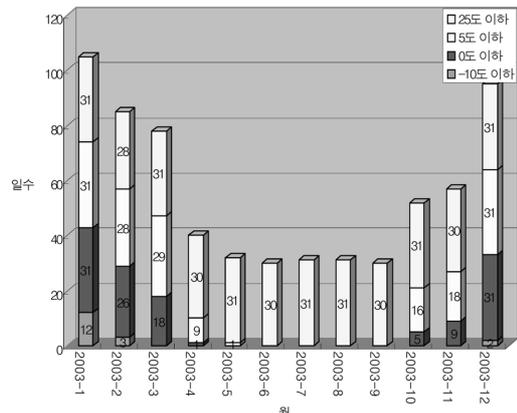


그림 4. 2003년 이천지역 월별 최고/최저기온 분포 현황

기록하고 있고 장비의 수집정확성과 강우의 관계를 규명하고자할 때는 7, 8월이 적절한 시기로 보인다. 월별 풍속분포 현황의 경우 깃발이 펄럭일 정도의 풍속(3.4m/s 이상)은 연 중 1월, 5월, 11월에 발생하며, 연 중 풍속은 3.4m/s 이하로 일정하다.

일중 최고, 최저기온분포 현황으로 연중 최고기온이 30도 이상 나타나는 월은 6, 7, 8월이며 8월은 11일로 고온과 검지성능과의 관계를 규명하기 위해 적절한 시기이며, 연중 최저기온이 -10도 이하가 발생하는 월은 1, 2, 12월이며 1월은 12일로 저온과 검지성능과의 관계를 규명하기 위해 적절한 시기이다.

4.1.5 검토결과

시험장으로서의 요구조건을 검토한 결과 일반국도 3호선 곤지암 LC 인근 도로구간은 인위적으로 제어가 불가능한 기상상황을 제외한 다른 요구조건에 대해 만족하므로 시험장으로서 타당하다고 판단된다.

기준장비의 경우 차량 검지기 및 AVI 성능시험의 정확성을

고려한 Overhead 방식의 기존 문형식 구조물에 설치하되 시험장비의 차량검지에 영향이 미치지 않도록 선정한다. 차량검지기 시험장비는 일반적으로 영상검지기의 경우 노견의 구조물에 설치하며, 위치는 기준장비 센서설치를 위한 Arm과 문형식 구조물에 의한 영향을 최소화하기 위해 문형식 구조물에서 20m 이격하여 결정하며, 영상검지기 설치조건에 적합하도록 12m~16m까지 1m간격으로 설치가 가능하도록 설계한다. 보완시스템은 기준장비 검증 및 평가상황에 대한 검증용으로 차로별 통과차량에 대한 영상정보를 취득하기 위한 시스템으로 방향별 1식(총 2식), 번호판 인식용 1식을 설치한다.

4.2 성능시험장 운영 결과 분석

4.2.1 VDS 시험장비 및 시험결과

고속국도 및 일반국도 교통정보제공시스템을 위해 가장 많이 설치된 영상검지기를 시험장비로 설정한다.

4.2.2 AVI 시험장비와 그 시험결과

AVI 평가시스템 시범운영을 위해 접촉식(루프식) AVI를

표 2. 시험장 요구조건 검토결과

도로조건	교통조건	장비설치조건
· 직선도로 · 방향별 2차로	· 인근 교차로 영향으로 인한 차선변경 최소화 · 정상교통류와 강제교통류가 공존	· 기존 구조물 확보, 시험장비 설치 구조물 신설 · 전원 및 통신은 기 확보
만족	만족	만족

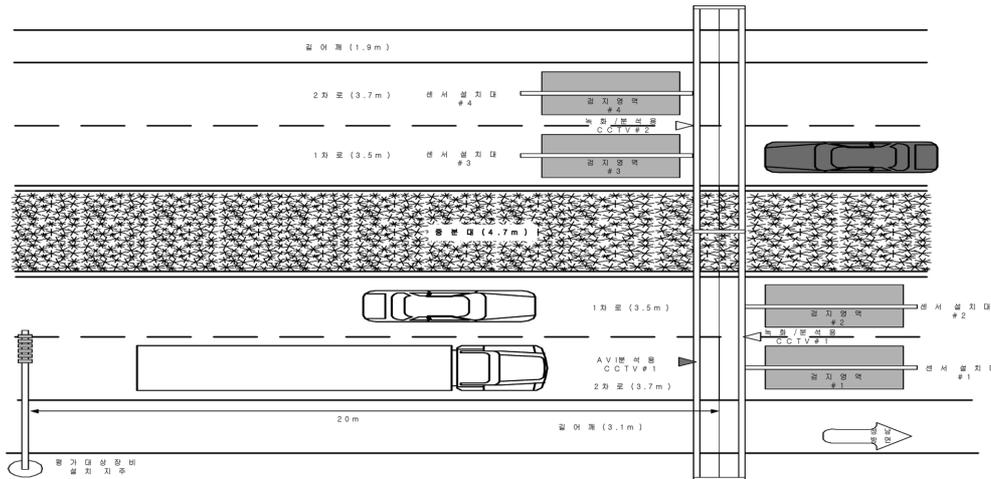
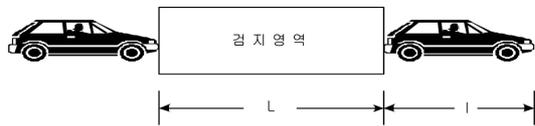


그림 5. 시험장 설계(장비 설치지점 포함)

표 3. 교통량과 속도의 시험결과

구분	날짜	교통량/속도(1-MAPE)				
		일출	주간	일몰	야간	전체
1	6월 1일	0.977/0.968	0.992/0.965	0.973/0.978	0.985/0.997	0.982/0.977
2	6월 2일	0.979/0.969	0.996/0.972	0.978/0.971	0.982/0.987	0.984/0.975
3	6월 3일	0.954/0.947	0.990/0.964	0.987/0.971	0.966/0.968	0.974/0.963
4	6월 4일	0.955/0.958	0.979/0.953	0.967/0.979	0.972/0.993	0.968/0.971
5	6월 5일	0.980/0.975	0.991/0.963	0.967/0.966	0.915/0.988	0.963/0.973
6	6월 6일	0.985/0.968	0.979/0.962	0.988/0.968	0.994/0.967	0.986/0.966
7	6월 7일	0.980/0.971	0.970/0.986	0.993/0.983	0.994/0.971	0.984/0.978
8	6월 8일	0.854/0.955	0.846/0.945	0.853/0.963	0.887/0.962	0.860/0.956
9	6월 9일	0.963/0.981	0.994/0.960	0.952/0.971	0.987/0.948	0.974/0.965
10	6월 10일	0.977/0.982	0.956/0.936	0.963/0.983	0.978/0.974	0.968/0.968



$$O_i = \left( \frac{L}{v_i} * + \frac{l_i}{v_i} \right) / (5 \times 60)$$

여기서,  $O_i$ : 4개 차로를 통과한 개별 차량의 점유율  
 $L$ : 기준장비 검지영역(m)  
 $v_i$ : 개별 차량의 속도(m/sec)  
 $l_i$ : 개별 차량의 길이(m)  
 $a$ : 검지영역(차로별 검지영역을 제출함)

그림 6. 검지율 산정방법

표 4. 점유율의 시험결과

구분	날짜	점유율(1-MAPE)				
		일출	주간	일몰	야간	전체
1	6월 1일	0.846	0.974	0.923	0.920	0.916
2	6월 2일	0.902	0.949	0.939	0.941	0.933
3	6월 3일	0.922	0.974	0.984	0.959	0.960
4	6월 4일	0.964	0.984	0.991	0.985	0.981
5	6월 5일	0.953	0.954	0.952	0.951	0.952
6	6월 6일	0.871	0.932	0.890	0.955	0.912
7	6월 7일	0.890	0.954	0.955	0.926	0.931
8	6월 8일	0.641	0.907	0.851	0.954	0.838
9	6월 9일	0.950	0.964	0.957	0.929	0.950
10	6월 10일	0.976	0.884	0.959	0.933	0.938

시험장비로 설정하여 검지율과 인식율을 평가한다. 점검용 프로그램을 사용하여 통과하는 차량을 촬영하고, 루프신호분석을 이용하여 교통량 검수를 실시하고 검지율을 비교 분석한다.

검지율은 유효검지율을 의미하며 설치구간의 통과차량에 대하여 검지율을 보장, 이에 준하여 평가하며 다음 식과 같이 정의한다. 인식율은 육안식별불능, 외교·군사, 임시, 특수 번호판을 제외하고는 인식율 80% 이상을 요구하므로 이에 준하여 평가하며 점검용 프로그램을 사용하여 통과하는 차량을 촬영하고 저장된 영상을 비교하여 번호판 인식결과를 비교하여 인식율을 비교 분석한다.

표 5. 검지율/인식율의 평가결과

구분	날짜	검지율/인식율(%)			
		일출	주간	일몰	야간
1	6월 1일	99.00/95.95	100.00/98.95	100.00/92.47	99.00/100.00
2	6월 2일	99.00/98.70	99.00/96.96	98.00/98.88	100.00/100.00
3	6월 3일	100.00/98.91	99.00/96.93	100.00/94.73	100.00/94.56
4	6월 4일	99.00/98.85	99.00/96.93	100.00/93.75	100.00/94.84
5	6월 5일	100.00/95.74	100.00/100.00	100.00/97.93	100.00/94.62
6	6월 6일	100.00/100.00	100.00/91.75	100.00/91.83	100.00/87.87
7	6월 7일	100.00/90.69	100.00/92.85	100.00/96.84	100.00/95.40
8	6월 8일	100.00/95.60	100.00/92.00	100.00/94.94	100.00/92.63
9	6월 9일	95.00/94.25	95.00/95.69	97.00/96.66	99.00/95.91
10	6월 10일	100.00/94.68	96.00/92.47	96.00/94.68	98.00/90.62

$$\text{유효검지율}(\%) = \left( 1 - \frac{Nr - Nt}{Nr} \right) \times 100$$

여기서,

$Nr$ : 유효감지차량수로서 CCTV 영상녹화자료를 근거

$Nt$ : 평가설비가 촬영한 유효영상 file 개수를 근거

인식율

$$= \frac{\text{정인식수}}{\text{수집된 총영상수} - \text{인식 불가능영상수} - \text{특수번호판수}} \times 100$$

## 5. 결 론

미국에서는 성능평가센터를 구축하여 VDS의 성능평가를 시행중에 있으며, AVI의 경우는 일본에서 검지율과 인식률에 대해 성능평가를 시행 중이고, 유럽에서는 VMS에 대한 성능평가를 시행 중이다.

외국사례를 통하여 보면 ITS장비 시험장을 구축하여 운영하고 있으며 도시교통의 운영관리에 진보된 기술과 구축의 합체인 시험장(test-bed)은 실시간 위주의 컴퓨터 기술에 근거한 작업을 통하여 교통관리 및 커뮤니케이션을 다루는 기능을 수행하고 있다. 장비시험장(test-bed)의 기반 축으로 볼 수 있는 교통운영체계는 실제적이고 전반적인 교통정보의 통합된 구조로서 교통관리의 인적인 부분에 대해 기술적이고 첨단화된 의사결정을 지원하는 데 그 역할을 다한다. 따라서 현시점의 교통의 요구에 부응할 수 있는 실질적으로 구축된 물리적 체계인 시험장(test-bed)을 근거로 하여 그 장비의 성능을 평가하고 이를 통하여 얻어지는 교통정보의 신뢰도뿐만 아니라 연구차원에서의 교통 분야의 장애 지향적인 움직임이 필요하다.

## 참고문헌

- 한국건설기술연구원(1997) 수도권 도로교통정보관리체계 구축 기본설계 및 평가연구, 최종보고서.
- 한국건설기술연구원(2004) ITS 장비시스템 성능평가 및 신기술 지정보호 체계구축연구, 최종보고서.
- BSI (2002) Vertical Road Traffic Signs, pr-EN 12966-1.

Florida DOT (2003) *Dynamic Message Sign(DMS) Manufacturer  
Pre-Qualification Program Guidelines.*  
Minnesota DOT (2002) *Evaluation of Non-Intrusive Technologies  
for Traffic Detection, Final Report.*  
Texas DOT (2002a) *Initial Evaluation of Selected Detectors to*

*Replace Inductive Loops on Freeways.*  
Texas DOT (2002b) *Vehicle Detector Evaluation.*

(접수일: 2005.1.13/심사일: 2005.3.11/심사완료일: 2005.3.11)