

□ 論 文 □

# 都市幹線道路上에서 交通信號制御를 爲한 超短波 檢知器(RTMS)의 適用性에 關한 研究

The Application of a Microwave Sensor for Traffic Signal Control on Urban Arterial

李 勝 煥

(아주대학교 교통공학과 교수)

吳 榮 泰

(아주대학교 교통공학과 교수)

## 目 次

- |                      |               |
|----------------------|---------------|
| I. 序論                | Ⅱ. 實驗 概要 및 環境 |
| Ⅰ. 實驗概要 및 環境         | 1. 實驗 概要      |
| 1. 研究背景 및 目的         | 2. 實驗 環境 및 方法 |
| 2. 研究範圍 및 方法         | Ⅳ. 分析 結果      |
| Ⅲ. RTMS의 理論的 考察      | 1. 特性 實驗      |
| 1. RTMS의 檢知原理 및 體系構成 | 2. 現場 實驗      |
| 2. RTMS 體系 및 適用事例    | V. 結論         |

## ABSTRACT

The collection of highly reliable traffic data is necessary for traffic signal control. This study is to test application of RTMS sensor to traffic signal control. In order to find out the possibility of its application to traffic signal control, 5 types of experiments were performed. The major findings are as follows;

- The detection area has been changing according to degree and gain.
- At the results of experiments for interference area measure, Degree 60 is stable condition.
- At the results of reliability test for volume and speed, the error rate decreases as speed increases and that of Zone 1 is lower than that of Zone 3.
- Two modes are set up for reliability test of traffic volume. It finds that the detection reliability of the stopped vehicles are higher than that of the passing vehicles at sidefire-intersection mode. It finds that the results are vice-versa at sidefire-highway mode. Conclusively, this sensor cannot directly apply to collection of traffic data for traffic signal control. However, this sensor can be substituted for a loop detector which is used popularly for signal control, and freeway traffic control if above faults are made up.

## I. 서론

### 1. 연구 배경 및 목적

현재 국내 및 전세계적으로 루프검지기는 여러가지 측면에서 많은 장점을 가지고 있기 때문에 널리 이용되고 있는 검지기이다. 특히 국내에서는 서울시 교통신호제어를 위한 검지기로 이미 결정된 상태이며 또한 고속도로 관제 시스템등에 현재 설치되어 운영되고 있다. 그러나 이러한 루프검지기는 여름철에 통과차량으로 인한 아스팔트의 밀림 현상으로 인한 루프코일의 단선, TSM 사업으로 인한 차선변경 및 아스팔트의 덧씌우기등으로 매설위치가 변경되어 오동작이 야기되는등, 특히 유지 관리상에 많은 문제점을 안고 있으므로 이에 관한 대책이 중요한 문제로 대두되고 있다. 이를 해결하기 위한 많은 노력이 있었지만 현재 실용화되어있는 루프 대체용 검지기가 아직까지 개발되어 있지 못한 실정이다. 이러한 추세에 부응하기 위하여 레이더의 원리를 이용한 다차선 초단파검지기가 캐나다에서 개발되어 신호제어시스템의 루프검지기의 대체용으로 부각되고 있다. 따라서 본 연구의 목적은 현재 개발 완료되어있는 초단파검지기(RTMS: Remote Traffic Microwave Sensor)에 대하여 그 성능을 파악하고, 특성 및 현장실험을 통하여 도시간선도로의 교통신호제어용으로 적용 할 수 있는지 여부를 분석하는데 있다.

### 2. 연구 범위 및 방법

초단파 검지기의 교통신호제어를 위한 적용성을 판단하기 위해서 차량통행이 제한된 지역에서 특성실험과 실제 도로상에서의 현장실험을 수행한다. 특성실험에서는 설치 및 운영방식

을 제시하여 사용법과 적정설치높이 및 적정각도를 실험을 통하여 제시하고, 민감도실험을 통하여 최대·최소 유효검지거리 및 검지간섭구간을 검토하며, 아울러 신뢰도실험을 실시하여 교통량과 속도의 신뢰도를 평가한다. 또한 현장 실험에서는 실제 차량통행이 있는 도로상에 초단파검지기를 설치하여 안정도실험을 통하여 기본기능 작동상태점검, 오동작 상태점검을 실시하며, 2가지 모드(SIDEFIRE INTERSECTION & SIDEFIRE HIGHWAY MODE)로서 교통량에 대한 신뢰도 실험을 실시한다.

## II. RTMS의 이론적 고찰

### 1. RTMS의 검지원리 및 체계구성

#### 1) 레이더의 정의

레이더(RADAR : radio detection ranging)는 전파를 물체에 照射하여, 그 물체로부터의 반사파, 또는 물체에서 재반사된 전파를 받아, 그 왕복시간, 안테나의 지향특성의 관계에서 물체의 위치를 결정하는 것이다. 이 레이더의 원리는 수MHZ 이상의 주파수에 걸쳐 응용되고 있다.

#### 2) 레이더의 방식

레이더는 전자파 에너지를 공간에 방사하여, 전파 반사체로부터 되돌아오는 지극히 미약한 에너지 성분을 감지하는 것이 기본원리인데, 이 경우에 장애가 되는 주요한 잡음원은 수신기에 발생하는 열잡음과 클러터(clutter)이다. 클러터란 레이더가 탐지의 대상으로 하는 목표물과는 별개의, 예컨대 지형이나 건물, 해면의 波浪, 비, 구름 등의 전파반사체로부터의 불필요한 반사파이다. 클러터의 抑壓기술의 기본원리는 도플러 효과의 추출이다. 항공기 등의 이동 레이더

목표는 레이다 전파에 도플러 효과를 유지시키므로, 그 도플러 주파수성분을 검지하면 목표와 클러터의 구별이 확실해진다. 용도에 따라서는 정지하고 있는 목표를 대상으로 하는 레이다가 있다. 이때에는 목표가 질점상인데 대하여 클러터가 공간적으로 확대되는 상인 것과의 차이를 증폭하는 처리를 가하는데, 도플러효과와 추출에 비하여 그 달성도는 낮다. 레이다의 전자파 신호기형으로서, 방사형상으로 펄스 변조된 전파를 사용하는 레이다를 펄스레이다라 한다. 펄스레이다에서는 펄스를 송신하고나서 반사예코를 수신하기까지의 시간  $t$ 에 의해 목표물까지의 거리를 측정한다. 예컨대  $t=2mSec$  경과후에 예코를 수신하였다고 하면, 전파가 목표까지 도달하는데 필요한 시간은  $t/2$ 이므로, 목표와 레이다의 거리  $R$ 은  $R=t \cdot c/2=2mSec \cdot 300km/s = 300km$ 가 된다. 여기서  $c$ 는 광속이다. 따라서 또 거리가 300km까지의 목표를 대상으로 하는 레이다는 2mSec 이상의 주기, 바꿔말하면 500Hz 이하의 펄스반복주파수(PRF: Pulse Repetition Frequency)로 선택하는 것이 보통이다. 펄스변조되지 않는 사인파를 송수신하는 레이다를 연속파(CW) 레이다라 한다. 순수한 사인파로는 거리를 측정하는 능력이 매우 불량하므로, 반복주파수변조를 가하는 수가 많으며, 이 방식을 주파수변조연속파(FM - CW)레이다라 한다. 이것은 펄스압축레이다와 동일한 방법으로, 신호의 정보량을 증가시키므로, 거리를 측정할 수 있게 된다. 연속파 레이다는 목표에 도플러 효과를 추출하는 것에 중점을 둔 용도에 쓰인다. 이 경우 도플러 주파수 필터의 성능을 얻기 쉽게 하기 위해서 변조의 반복 주파수를 비교적 높게하므로, 원거리를 대상으로한 레이다에는 적합하지 않지만, 도플러의 주파수가 고정주파수가 되도록 선택하면 인체나 차량의 움직임이 현장감이 있는 음으로 재생될 수 있

다. 연속파 레이다는 이 외에도 펄스 레이다로는 불가능한 초근거리를 측정한다든지, 높은 정도로 거리를 측정하는 용도, 예컨대 전파속도계에 쓰인다. 이 경우에는 주파수변조폭을 넓게하고 또 변조의 반복주파수를 낮게하여 거리의 구분단위를 잘게하는 사용방법이 많다. 또한 연속파 레이다에서는 송신전파와 수신이 미약한 전파가 중첩하므로, 강대한 송신전력을 사용하기 어렵다. 그러므로 안테나를 포함하여 송신계와 수신계를 분리하여 사용하는 수가 있다.

### 3) 레이다의 기본성능

레이다의 전기적인 기본성능은 (1)검출능력, (2)측정능력 및 (3)정보의 갱신속도(데이터레이트)로 크게 나눌 수 있다. 검출능력은 최대탐지거리, 최소탐지거리 및 클러터의 억압성능등으로 대표된다. 다음에 레이다로 측정할 수 있는 파라미터는 목표의 거리 및 방향(각도)이며, 속도나 각속도등은 직접적으로는 측정하지 않고, 정보의 갱신마다 그차이를 타누어서 구하는 것이 보통이다. 이러한 측정능력으로서 정도와 분해능이 정의되는데, 일반적으로 각도방향의 측정 쪽이 거리방향의 측정보다도 정도가 낮으며 분해능도 좋지 않다. 데이터레이트는 안테나빔이 목표를 조사하는 시간간격과 동일하며, 후속의 추적이나 관제처리의 성능과 밀접한 관련이 있다.

## 2. RTMS 체계 및 적용사례

차량 검지기는 오랫동안 교통제어시스템에 있어 가장 중요한 부분이었으나, 첨단도로교통시스템(IVHS)의 도래로 인해 최선 시스템의 중요한 구성요소가 되어가고 있다. 정확하고 적절한 교통류 정보는 개선된 교통운영 및 여행자 정보 시스템에 있어 필수적인 것이다. 사실,

오늘날 제안된 많은 시스템들은 도로 및 고속도로망으로 부터 정확한 교통류 정보에 접근할 수 없이는 결코 가능하지 못한다.

특히 실시간 교통제어, 동적 노선안내, 그리고 사고 감지시스템이 요구되고 있다. Ontario 교통성(MTO)와 Ontario 지방의 여러 자치체는 현재 IVHS에서 고려되고 있는 부분들에 오랫동안 관련되어왔다. 1960년에 중앙집중식 컴퓨터 교통제어를 개척한 토론토시는 현재 1500 개 신호교차로를 제어하는 시스템을 가지고 있으며, 현재 중심상업지역(CBD)내의 녹색시간분할(split), 주기(Cycle length), 오프셋(offset) 실시간 최적화 기법인 감응식 제어시스템(SCOOT)을 설치중에 있다. 게다가 고속도로 교통축 운영 시스템을 설치중이며, 통합교통운영센터를 설립하는 중이다. Ontario 지방의 다른 자치체에 설치함으로써 컴퓨터화된 교통제어시스템을 갖추게 된다.

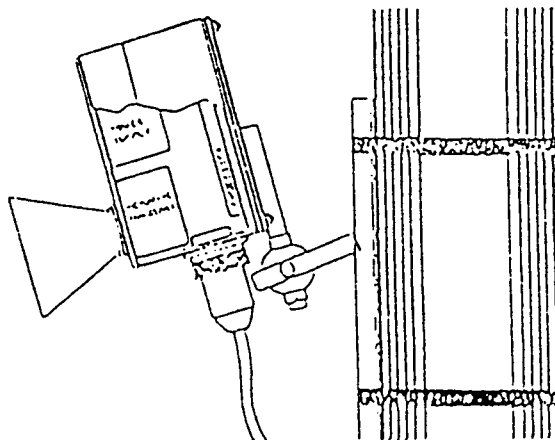
교통성 자체적으로 수도 토론토지역(GTA)내의 고속도로 200 km를 포함하며, 해당 지역을 24시간 연속 측정하도록 확장하는 2가지 주요 고속도로 교통운영시스템을 운영한다. 게다가, 향후 노선안내 및 통행자 정보 시스템의 적

용을 위한 GTA내의 모든 이용가능한 교통 자료원의 혼합을 포함하는 포괄적인 링크 통행시간 데이터베이스를 개발하려는 계획이 진행중에 있다.

위에서 제시한 모든 시스템들은 부수적인 문제점과 어려움을 감안하여 교통조건을 감시하기 위해 감응루프검지기(Inductive Loop Detector; IDL)에 근거한다. 이리하여 IDL에 대한 비용-효용은 해당 지역에 커다란 이익을 가져왔다. 이것은 가능한 대안을 검토한 후, 교통성이 본 논문의 주제인 도로교통 마이크로웨이브 센서(RTMS)의 개발과 현장평가에 착수하기로 결정한다는 전망으로 부터 나온 것이다.

#### 1) 시스템 구성

RTMS는 FMCW 레이더로서, 이것은 안테나를 통해 주파수 변조(FM; Frequency Modulation) 지속전파(CW; Continuous wave) 신호를 전송한다. 고정된 원뿔형 horn은 視界의 범위를 정의한다. 장치는 차량센서와 군사용(MIL-spec) 다중핀 연결자, 그리고 마이크로웨이브 horn과 함께 밀폐된 케이스내로 이루어져있다. <<그림 1> 참조.



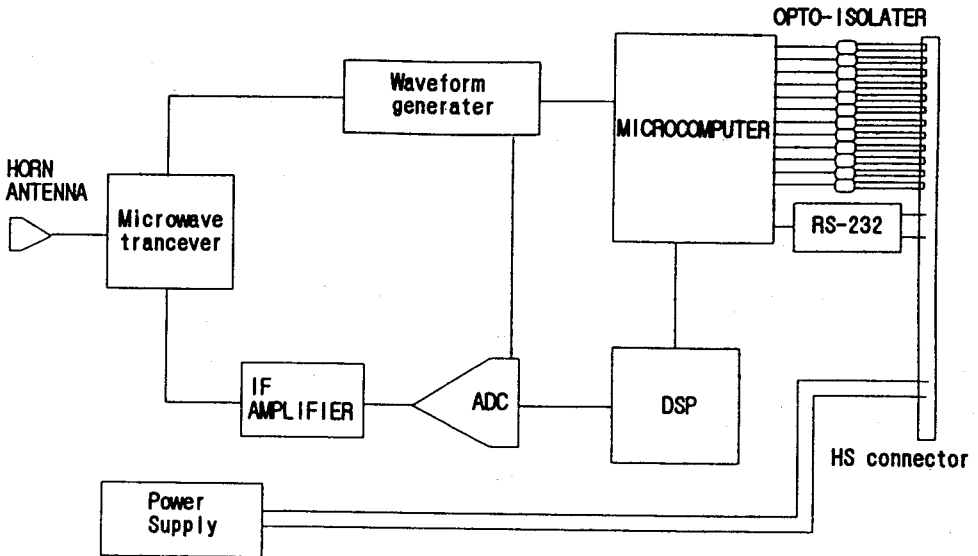
<그림 1> Pole-Mounted RTMS

마이크로웨이브 혼(horn)은 분리할 수 있으며, 넓고 적으며 좁은 방위 크기로 설치될 수 있다. 게다가, horn의 앞부분은 보호하는 평면층 또는 RADOME로 알려진 것에 의해 덮혀있다.

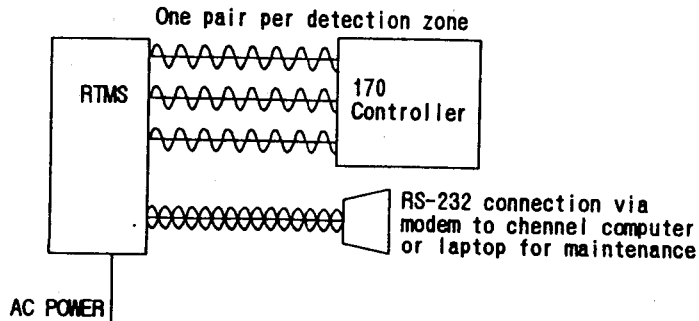
국내에는 시스템 운영, 디지털 신호처리, 그리고 프로그래밍화할 수 있는 외부통신을 담당하는 여러가지 고속, 저전력 프로세서가 있다. RTMS는 완벽하게 프로그래밍화할 수 있고, 도로변 "170"종류 또는 유사한 제어기<sup>2)</sup>에 대한 욕구를 앞서기 위해 재래식 직렬통신을 구성할 수 있다(그림 2).

RTMS의 설치 및 지정은 랩탑(Lap Top)형 PC를 이용하여 할 수 있다. 소프트웨어 개선 또는 재프로그래밍을 위해 밀폐된 케이스를 열거나 기둥으로 부터 장치를 제거하는 것은 불필요하다(그림 3).

- 1) RTMS내에 적재된 전력을 계산하는 예로서, 디지털 신호처리기(DSP)는 10+MIPS[컴퓨터 처리능력단위: 0.5 MIPS = 1초동안 50만번의 연산속도]이며, 3.39 milliseconds(1/1000초)내에 1024 point complex Fast Fourier Transform을 실행할 수 있다.
- 2) 광학섬유통신망으로 직접 연결하는 것에 대한 실험은 교통현장실험이 완료된 후 시작할 수 있다.

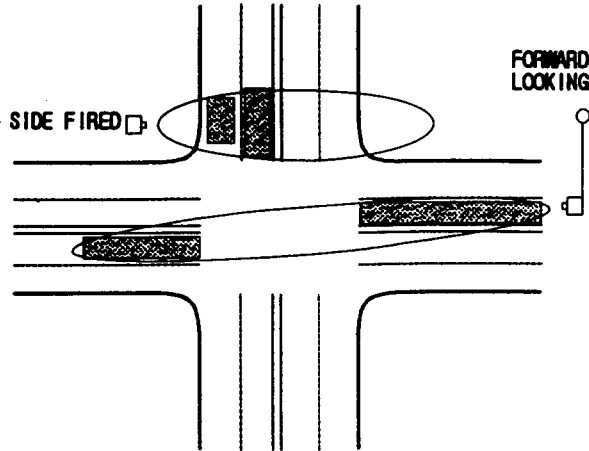


〈그림 2〉 RTMS Block Diagram



〈그림 3〉 Typical Interconnection Diagram

## 2) 운영 모드



〈그림 4〉 RTMS Modes of Development

## 3) 설치 방식

RTMS는 다음의 방식으로 운영된다.<sup>3)</sup>

가. 도로의 측면광(Side-fire Highway) 다차선 방식 : 하나의 RTMS는 동시에 12차선까지 교통량과 점유율 자료를 검지할 수 있다. 이 시스템은 교통류의 방향을 제공할 수 있으나, 이러한 운영방식은 속도 측정을 할 수 없다. 직렬식 RTMS는 동시에 12차선까지 교통량, 점유율, 속도, 그리고 차량길이 자료를 검지할 수 있다. 이러한 지정은 현재의 고속도로 교통 운영시스템내의 직렬식 감응식루프(ILD) 속도 검지기와 유사하다.

나. 도로의 정면(Head-On) 1개 차선 방식 : 높은 곳에 설치된 하나의 RTMS는 1개 차선에 대한 다차량 속도, 점유율, 차량길이를 측정할 수 있다. 운영의 원칙은 한개 차선에 존재하는 목표 범위를 제외하고는 십자광(Cross-fire) 방

식과 유사하다. 따라서 교통량, 점유율, 속도와 차량길이 결정된다.

다. 교차로의 측면광(Side-fire Intersection) 방식 : 1개 장치는 다차선의 차량존재유무(presence), 교통량, 그리고 점유율 자료를 산출한다. 이러한 배치 방식내의 RTMS는 좌회전 감지, 상 하류 교통량을 제공할 수 있으며, 대기행렬 길이에 관한 정보를 도출할 수 있다.

라. 교차로의 정면(Head-On Intersection) 방식 : 1개 RTMS는 대기행렬 길이 측정, 차량 속도, 그리고 좌회전 감지 입력 신호를 제공할 수 있다. 주/부 간선도로 설치안에 대해, 부도로에 대각선으로 가로질러 설치된 본 방식내의 1개 RTMS는 주도로 양쪽면에서 차량을 검지할 수 있어, 주도로에 대해 달리 100% 서비스내에서 "녹색"시간을 호출하도록 제공된다. 기대되는 다른 운영방식은 일반적 목적뿐만 아니라 안전목적을 위한 철도 건널목의 차량존재유무 검지와 주차시설제어를 위한 차량존재유무 검지를 할수있다.

3) 정면(Head-On)방식과 측면광(Side-fire) 방식의 설명을 위해 〈그림 4〉를 참조하라.

4) 외국적용사례

여러가지 교통 및 기후 조건에서의 RTMS 수행도를 평가하기 위해, Ontario 교통성(MTO)은 수도 토론토 교통성과 EIS 회사와 함께 Don Valley Parkway<sup>4)</sup>에 RTMS 연속측정소를 설치하였다.

이 측정소는 하류부 중심 앞뒤로 침두시간동안의 높은 교통량(약 2000 veh/hr/lane)을 전달하며, 예측할 수 있는 교통패턴을 나타내기 때문에 초기의 감시 단계에 매우 적합하다. 수도 토론토는 RTMS 설치 이전에 지속적인 측정소로서 수년동안 이 지점을 사용하여 왔으며, 루프검지기는 RTMS 지역의 정남쪽과 램프 차선에 이미 설치되었다.

이것은 RTMS와 루프검지기와 교통량의 1:1 비교를 하기 위함이다. RTMS는 환경실내의 극한 더위/추위 상태(-50℃/+80℃) 뿐만 아니라 광범위한 제어조건에서도 성공적으로 수행되었다.

Don Valley Parkway 지역은 여러가지 기후와 교통조건하에서 RTMS를 평가하는데 우수한 실험 기초를 제공하였다. 유출램프 차선은 RTMS로 부터 멀리 떨어져 있고 모든 차선중에서 가장 높은 통과 교통량을 가진다. RTMS는 교통량의 전범위에 대해 루프와 거의 동일한 자료를 산출하였다.

최근에 RTMS는 고속도로 교통운영시스템 단체에 의해 정규적인 유효성 절차의 일부분으로서 MTO에서 401번 도로에 설치하였다. 또한, 수도 토론토와 Mississauga 시내의 반영구적인 감응식 교차로 실험 지역에 설치된 RTMS는 활동적으로 감시하고 있다.

4) 수도 토론토내의 북/남 주고속도로

Ⅲ. 실험개요 및 환경

1. 실험 개요

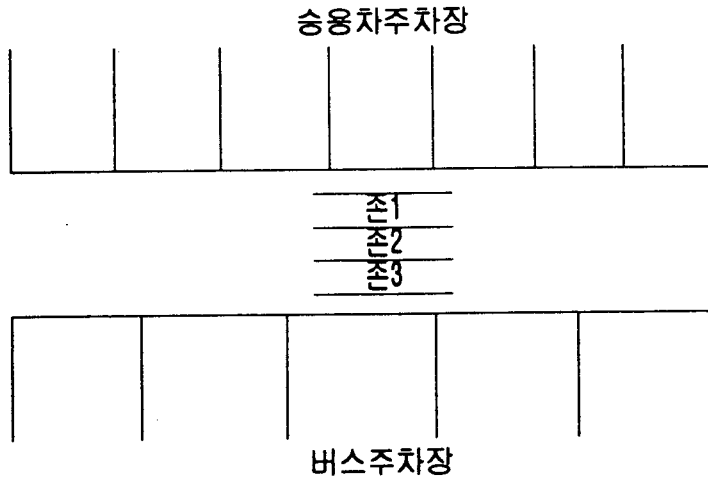
도시간선도로상에서 교통신호제어를 위한 교통자료수집용 루프검지기의 적용성을 분석하기 위하여 본 연구의 제1단계인 특성실험에서는 차량통행이 차단된 아스팔트 도로상에 초단파 검지기(RTMS : Remote Traffic Microwave Sensor)를 설치하여 첫째, 초단파 검지기의 설치 및 운영방식을 검토하였으며 둘째, 설치존을 달리하면서 적정각도를 검토하였으며 셋째, 기본기능 작동상태 점검과 오동작상태의 점검을 통한 안정도실험을 실시하며 넷째, 최대·최소 유효검지거리 및 검지간섭구간검토를 위한 민감도 실험을 실시하며 다섯째, 교통량과 속도에 대한 신뢰도 실험을 실시하였다. 제2단계인 현장실험에서는 초단파 검지기(RTMS)를 설치하여 첫째, 기본기능 작동상태 점검과 오동작상태의 점검을 통한 안정도실험을 실시하며 둘째, 2가지 모드(SIDEFIRE INTERSECTION & SIDEFIRE HIGHWAY MODE)로서 교통량에 대한 신뢰도 실험을 실시하였다.

2. 실험 환경 및 방법

본 연구를 위하여 실험은 2단계로 나누어 실시하며 그 내용을 정리하면 다음과 같다.

1) 특성 실험

본 실험은 차량통행이 차단된 아스팔트 도로상에 초단파 검지기를 설치하여 차량운행을 하면서 실시하였다. 현재 외국실험사례에서의 적정높이는 5m가 가장 적합한 것으로 나타나 본 연구에서는 설치높이를 5m로 택하였다. 다음 <그림 5>은 특성실험도이다.



〈그림 5〉 특성 실험도

(1) 안정도 실험

가. 기본기능 작동상태 점검

기본기능 작동상태는 설치기준을 따랐으며 본 실험을 준비하는 과정에서 조사하였다.

■ Setup :

① Laptop P.C에 디스켓을 넣고 〈RTMS〉

RTMS MAIN MENU					
VIEW	MODIFY	LOAD	SELF	TECH	EXIT
SETUP	SETUP	SETUP	SETUP	SETUP	SETUP
COUNT					OPER

② MODIFY SETUP 메뉴를 선택한후 〈ENTER〉

RTMS SOURCE MENU		
FROM RTMS	FROM DISK	EXIT

RTMS의 SETUP이 잘못되어 있을 경우엔 다음과 같은 \*\* SENSOR INACTIVE\*\* 라는 메시지가 나타난다.

③ RTMS를 조정하면서 센서의 검지영역내를 지나는 차량을 PC화면상에서 검은 사

각 영상이 나타나는가를 확인한다.

나. 오동작 상태검사 - 오동작진단 프로그램의 자가진단여부 조사

SELF TEST - 대부분의 오동작 진단은 여기서 이루어지는데 진단 유형은 다음과 같다.

■ "no signal"

RTMS가 어떠한 신호도 받지 않고 있을 때 또는 감도가 너무 낮을 때

■ "Saturation signal level"

감도가 너무 높을 때

■ "Gain port to low, ADC failure"

감도가 너무 낮아 AD-Convert가 되지 않을 때

■ "Logic failure"

감도가 낮아 데이터 처리가 되지 않을 때

■ "Sensitivity too high"

감도가 너무 높을 때

(2) 최대유효검지거리와 최소유효검지거리의 측정과 검지폭

RTMS에서 제시되고있는 각도에 대한 최대,



최소값의 범위는 50°~70°이고 50°로 설정하여 검지영역을 측정 한 결과 검지영역이 매우 작았고 또한 보도까지 검지가되었기 때문에 55°로 설정하여 노건부터 검지토록하였으며, 70°로 설정하였을때 최대검지한계인 12차선까지 검지가 가능하였기 때문에 실험대상각도로 선정하였으며 개략적인 중앙값인 60°를 추가로 선정하여 실험을 행하였다. 70°이상의 자료는 검지자료가 가로수등의 영향으로 불안정하였기 때문에 고려 대상에서 제외하였다.

또한 민감도에 대한 최소, 최대값의 범위는 128~208이므로 각각 최소, 최대값과 중앙값을 선택하여 실험을 함으로서 전체적인 경향을 파악할수 있었다. 따라서 RTMS를 높이 5m의 pole위에 각도에 따른 측정과 검지폭의 변화를 분석하기 위하여 적정각도내인 각도 55, 60, 70 로 고정시켜가며 측정한다. (단, 여기서 각도는 센서혼의 중앙에서 풀까지의 각도를 의미한다.). 또한 최대유효검지거리는 차량을 RTMS의 먼곳에서 가까운 쪽으로 보내면서 PC상에 차량이 감지되는 순간을 측정하며, 최소유효검지거리는 차량을 RTMS가 설치된 pole가까이로 보내면서 PC상에 차량의 검지가 되지않는 순간까지를 측정한다. 실험횟수는 10회 반복시행하며, 민감도 128, 168, 208에 따른 변화를 측정한다.

### (3) 간섭구간 실험

RTMS를 높이 5m의 pole위에 혼의 중앙과 풀사이의 각도를 55, 60, 70 로 고정시켜가며 측정하였다. 차량을 마이크로웨이브파를 가로지르는 방향으로 전·후진시키며 PC상에 검지영역(검은 사각블럭이 차량의 접근 또는 후퇴에 따라 어느 거리를 벗어나면 이동한다.)에 변화가 생기는 지점을 측정하였다. 이는 검지길이내의 검지영역의 길이를 안정구간과 간섭구간으

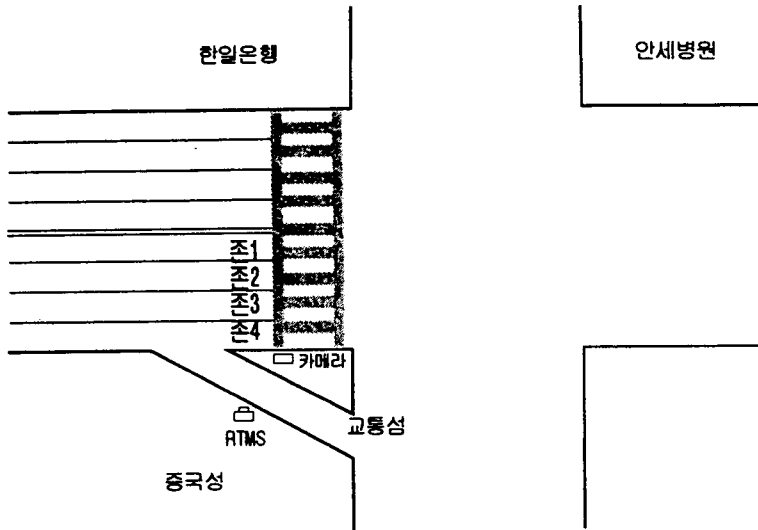
로 나누어 자료를 수집하였다. 안정구간은 차량의 진입시 간섭이 발생되지 않는 구간을 의미하며, 간섭구간은 오차료가 수집되는 구간을 의미한다. 또한 검지에 오차가 없도록 최대유효검지거리내의 제한된 거리를 설정하였다. 실험횟수는 반복 5회 측정하였으며, 높이는 5m, Sidefire-Highway 모드를 사용하였다. 그리고 민감도는 168로 수행하였다.

### (4) 신뢰도 실험

속도의 측정은 zone length factor에 따라 측정하였으며 측정구간은 3차선(3.5m/lane)이며 검지존은 PC상에 6m, 9m, 12m지점에 Blick되도록하며, 따라서 검지존을 PC상의 거리로 각각 5~7m(존1), 8~10m(존2), 11~12m(존3)에 설정하였다. 차량은 실험환경상 1대의 차량을 통과시키며, 1차선과 3차선만을 대상으로 하였다. RTMS의 설치높이는 가장 신뢰도가 우수한 5m이며, 각도는 혼의 중앙에서 풀까지의 적정각도로서 60 로 설정하였다. 실제 통과교통량은 1대로서 속도를 측정하여 자료를 수집하였다. 팩터별 데이터는 존별로 통상 10개를 수집하였으나 실제속도에서 상당히 벗어나는 팩터는 5개를 구하고 더 커지면 데이터수집을 하지않았다. EXTENTION DELAY TIME과 EXTENTION DELAY TIME MULTIPLE은 각각 0.2sec와 1.0Sec로 설정하였다. 모드는 SIDEFIRE HIGHWAY로 설정하였다.

### 2) 현장실험

2단계 현장실험은 실제 차량통행이 빈번한 도로상에서 실시하였으며 RTMS 장비를 현장에 직접 설치하여 2개 MODE(SIDEFIRE INTERSECT ION & SIDEFIRE HIGHWAY)에 대한 교통량의 신뢰도 실험을 실시하였다. 다음 <그림 6>은 RTMS 현장실험도이다.



〈그림 6〉 현장 실험도

실험장소는 서울시 강남구 논현로 1개 교차로의 정지선에서 2m 떨어진 풀위에 5m 높이로 설치하였으며 실험 환경상 정지선에서 15° 각도로 설치하였다. 본 실험에서는 SIDEFIRE INTERSECTION MODE와 SIDEFIRE HIGHWAY MODE로 설정하여 자료를 수집하였다. 존은 4개로 설정하였으며 존1은 4차선에, 존2는 3차선, 존3은 2차선, 존4는 1차선을 각각 검지토록 하였다. 데이터 출력정보는 30초간격으로 설정하였고, 교통량의 데이터를 RTMS로부터 받았다. 실측치 자료를 동시간대에 비디오 카메라를 설치 촬영하여 실내에서 자료를 추출하였다.

그림을 통해서 점검하였으며 이때 차량외에 건물, 나무등이 검지되기도 하였으며 차량역시 여러존에서 동시에 검지되기도 하였다. 고정 장애물의 경우 30분이 지나면 자동적으로 검지되지 않도록 되어 있으며, 따라서 차량이 30분이상 주차해 있을때 차량은 검지대상에서 자동 제외된다. 이를 응용하여 RTMS를 사고 검지에 응용하고 있다.

또한 오동작 상태점검은 오동작 진단 프로그램을 통해 감도의 정도에 따라 자가진단을 하며 이에 따라 적정 모드를 선택하여 SETUP 하게된다.

#### IV. 분석결과

##### 1. 특성실험

##### 1) 안정도 실험

기본기능 작동상태점검은 RTMS 설치 프로

##### 2) 최대유효검지거리와 최소유효검지거리의 측정과 검지폭

〈그림 7〉에서 최소유효검지거리는 각도 55에서 거의 같은 값을 나타내며 각도가 증가할수록, 그리고 감도(Gain)가 커질수록 최소유효검지거리가 짧게 나타나고 있음을 알수있다. 이것은 앞서 설명한 바처럼 감도가 커질수록 검

지폭과 검지길이가 커진다는 것을 의미한다고 보인다.

〈그림 8〉에서 최대 유효검지거리는 각도 60 에서는 각도 55 와 거의 유사한 값을 갖고 있음을 알수있다. 그리고 감도가 커질수록 검지거리 역시 증가하고 있음을 알수 있다. 각도 70 에 감도 208 인 경우에 100m 이상되는 거리의 건물이나 차량의 움직임도 검지하고 있음을 알수 있었다.

그러나 그 검지는 불완전하였고 실제 어느 대상을 검지하고 있는지 판단할 수가 없어 판단가능한 거리까지만을 측정하였다. 따라서 이때의 최대유효검지거리는 측정한 데이터보다는 더 클 것으로 보인다. 더구나 각도 70 는 빔의 수직각도가 50 각도로 발사된다고 하면 맨윗쪽의 빔은 폴의 90 각도, 즉 수평으로 발사되므로 이론적으로는 정면의 모든 물체를 검지할수가 있는 것이 된다. 측정한 최대거리는 63.3m였고, 평균값은 60.4m 였다.

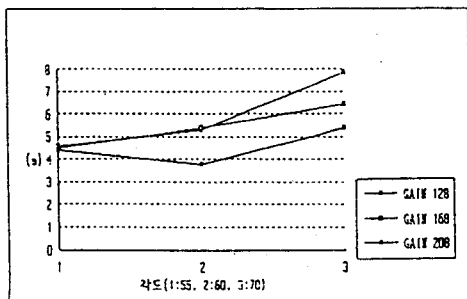
〈그림 11〉에서 검지폭을 각도에 따른 상태를 보이고 있는데 각도의 증가와 함께 검지 폭도

커지고 있음을 알수있다. 이 데이터는 그 각도에서 무작위로 세 지점을 선정하여 측정하였으며, 각도 60 부터는 검지폭이 3.5m 이상인 값들이 나오는데 일반차량의 길이가 프라이드의 경우 3.5m로써 검지의 오차를 발생시킬수 있는 원인의 하나가 될 것으로 보인다.

그리고 이들 검지폭은 측정시마다 다르며, 특히 현장에서 검지폭을 확인할 수가 없으므로 이론적 점유율 산출을 할수가 없어 RTSM에서 나오는 점유율을 평가할 수가 없는 이유가 되기도 한다. 〈그림 9〉와 〈그림 10〉는 각도 55° 에서의 감도별 검지유형을 보여주고 있다.

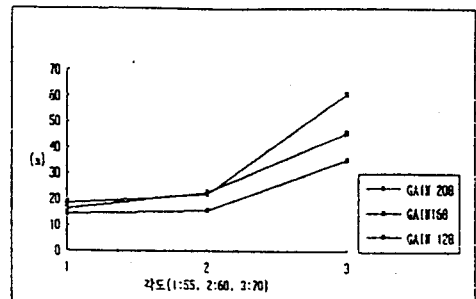
결론적으로 각도와 민감도(Gain)에 따른 영향은 검지영역에 많은 영향을 준다고 판단되어진다. 각도 70 에서 gain 128 일때 최소유효검지거리는 평균 7.88m, 최대유효검지거리는 35.04m 이고, gain 168에서는 각각 6.44m, 45.49m, gain 208에서는 5.37m, 60.45m이었다. 또 각도에 따라 보면 gain 168일때 각도 55 에서 검지길이는 (16.15-4.50)m, 각도 60 에서는 (22.62-5.38)m, 각도 70 에서는 (45.49-6.44)m를 보여주고 있다.

최소유효  
검지거리



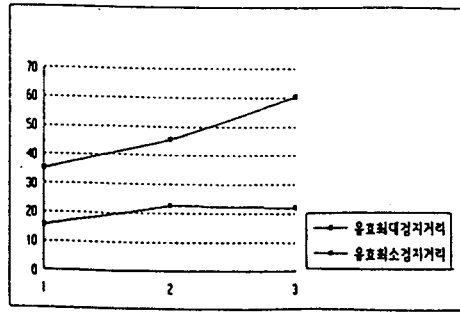
〈그림 7〉각도별-감도별 최소유효 검지거리

최대유효  
검지거리

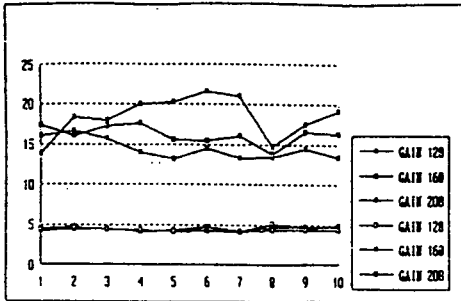


〈그림 8〉각도별-감도별 최대유효 검지거리

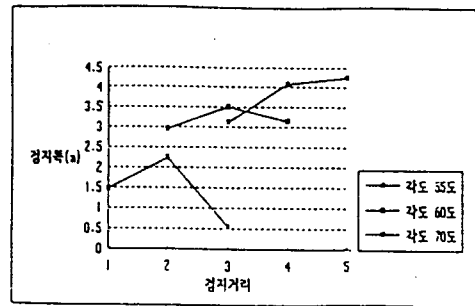
최대·최소  
유효검지거리



〈그림 9〉각도 55°에서 감도별 최대·최소 유효검지거리



〈그림 10〉각도 55°에서 감도별 검지유형



〈그림 11〉검지폭의 거리의 증가에 따른 변화

3) 간섭구간 실험

각도 55 에서는 평균 3.72m까지는 검지가 되지 않았으며 이 거리로부터 4.88m까지는 RTMS에 표시되어 있는 거리(m)에 1,3,6지점에 검은 블럭이 점멸되었다. 다음 <표 1>과 <표 2>에서보는 바와 같이 6.98m까지는 6지점에서만 검은 사각블럭이 점멸되었는데 이때의 실제구간폭은 평균2.1m이었다. 6.98m에서 9.03m까지는 다시 화면 6,9지점에 검은 사각블럭이 점멸되었고, 이때의 구간폭은 2.05m나 되었다. 이런 형태

로 화면의 9지점의 구간폭은 2.06m, 9,12지점의 구간폭은 1.56m였다. 이 각도에서는 화면위에 여러지점에서 동시에 사각블럭이 점멸되는 즉 동시검지가 이루어지는 간섭구간의 폭은 평균 1.59m로 나타났으며, 안정된 검지구간의 폭은 2.08m로 측정되었다.

각도 60 에서는 55 의 경우보다 더욱 안정된 것으로 보이는 구간 값을 나타내었는데 간섭구간의 평균값들은 (1.08m, 0.91m, 1.27m, 1.17m)로 이들은 약 1.1m의 폭을 갖고 있었다. 그리고

안정구간의 평균값들은 (2.86m, 3.18m, 2.94m, 2.55m, 3.14m)로서 약 2.9m의 폭이었다.

각도 70 에서는 안정구간은 약 2.4m, 간섭구간은 약 1.29m를 보였는데 유형을 판단하기 힘든 50 를 제외하면 각도가 커질수록 간섭구간의 구간폭은 넓어졌으며, 대신 안정검지구간의 검지폭은 작아졌음을 알수있다.

<표 1> 안정검지구간

화면 각도	안정검지구간(평균값)								단위:m 평균
	6	9	12	15	18	21	24	27	
55°	2.10	2.06							2.08
60°	2.86	3.18	2.94	2.55	3.14				2.93
70°	1.67	3.06	2.49	2.25	2.49	2.14	2.99	2.18	2.41
평균	2.21	2.77	2.72	2.40	2.82	2.14	2.99	2.18	

<표 2> 간섭구간

화면 각도	간섭구간(불안정검지구간)(평균값)								단위:m 평균
	1,6	6,9	9,12	12,15	15,18	18,21	21,24	24,27	
55°	1.16	2.05	1.56						1.59
60°		1.08	0.91	1.27	1.17				1.11
70°		0.98	1.40	1.63	1.59	1.02	0.98	1.40	1.29
평균	1.16	1.29	1.29	1.45	1.38	1.02	0.98	1.40	

본실험을 통하여 각도에 따른 간섭구간은 존재하며 실제 도로상에 RTMS를 설치할때는 간섭구간을 고려하여 셋업할 필요가 있음을 알수 있다. 즉 존의 설정시 간섭구간을 피해 존을 설정해야한다는 것이다. 물론 이러한 점은 다행히도 현장에서 휴대용 컴퓨터를 통하여 관찰할 수가 있기에 기술적으로 큰 어려움은 없다. 그러나 혼잡한 교통류가 통과하는 교차로나 차선의 폭이 일정하지 않고 변화가 심한 도로상에서는 적절한 데이터를 얻기가 쉽지 않을 것으로 판단된다. 간섭구간측정실험을 통하여 55 에서는 안정검지구간이 평균 2.08m, 간섭구간 1.59m로 측정되었으며, 60 에서는 안정검지구간

이 2.9m, 간섭구간이 1.1m로 측정되었다. 그리고 70 에서는 안정검지구간이 2.41m, 간섭구간이 1.29m으로 측정되었다.

간섭구간이 크다는 것은 그 만큼 오차가 심할수 있다는 것을 의미한다. 위 실험결과는 각도 60 에서 가장 안정된 상태를 나타내고 있음을 알수있다.

#### 4) 신뢰도 실험

##### 가. 교통량

다음 <표 3>에서 보는 바와 같이 속도 5km/h 일때 존3에서의 검지오차가 심하고 또 통과시 발생되는 간섭으로 인한 존2에서의 오차가 컸지만 속도가 증가함에 따라 비교적 안정된 검지가 이루어지고 있음을 보여주었다. 종합적으로 교통량은 존1에서 에러율 9.7%로 안정적이며, 존2의 간섭은 80대로 상당히 높게 나타났다. 그리고 존3은 24.3%의 값을 보여주고 있다. 그리고 검지오차가 심한 5km/h구간을 뺀 나머지 구간을 보면 존2의 간섭이 35대로 감소하였고, 특히 존3의 검지율은 85.7로 증가하였다. 센서로부터 멀어질수록 교통량검지의 오차가 증가함을 알 수 있다.

<표 3> 교통량 분석

속도 : 5km/h	존 1	존 2	존 3
통과갯수(대)	45	0	45
검지갯수(대)	51	45	66
에러율 (%)	13.3		55.6
비 고	간섭발생		데이터 불안정

속도 : 10km/h	존 1	존 2	존 3
통과갯수(대)	35	0	35
검지갯수(대)	36	18	45
에러율 (%)	8.6		28.6
비 고	안정	간섭발생	데이터 불안정

속도 : 15km/h	존 1	존 2	존 3
통과갯수(대)	30	0	30
검지갯수(대)	31	7	33
에러율 (%)	10.0		16.6
비 고	안정		비교적안정

속도 : 20km/h	존 1	존 2	존 3
통과갯수(대)	40	0	40
검지갯수(대)	37	3	43
에러율 (%)	7.5		7.5
비 고	안정		안정

속도 : 30km/h	존 1	존 2	존 3
통과갯수(대)	35	0	35
검지갯수(대)	38	7	37
에러율 (%)	8.57		5.7
비 고	안정		안정

총 합	존 1	존 2	존 3
통과갯수(대)	185	0	185
검지갯수(대)	193	80	224
에러율 (%)	9.7		24.3
비 고	안정		비교적 안정

총 합	존 1	존 2	존 3
통과갯수(대)	140	0	140
검지갯수(대)	142	35	158
에러율 (%)	8.57		14.3
비 고	안정		비교적 안정

<표 4> 속도 분석

속도 : 10km/h	존 1		존 2		존 3		비 고
	검지속도 (km/h)	에러율 (%)	검지속도 (km/h)	에러율 (%)	검지속도 (km/h)	에러율 (%)	
Factor 10	14.2	42.0	-	-	23.2	132.0	
15	12.9	29.0	-	-	26.6	166.0	
20	11.6	16.0	-	-	34.0	240.0	
30	24.4	144.0	-	-	25.6	156.0	

나. 속도

속도 10km/h에서 존1은 factor 20일 때 11.6km/h(오차율16.0%)로 가장 근접한 값을 나타내고 있으며, 존3에서는 오차율이 크게 나타나고 있다.

속도 20km/h에서는 존1의 factor 10, 15일 때 각각 18.6, 23.0km/h로 근접한 값을 보여주고 있고 존3에서는 오차는 역시 컸지만 factor 10, 15에서 유사한 수치를 보여주고 있다. 속도 30km/h에서 존1은 factor 10, 15, 20의 구간에서 근접한 수치 30.4, 35.3, 40.6km/h의 값을 나타내고 있고, 존3에서는 factor 10, 15에서 근접한 수치를 나타내고 있다. 또한 존2는 실제로 차량이 통과하지 않았는데 간섭현상으로 인한 오차가 발생하였다. 이 자료를 보면 속도가 증가 할 수록 속도 검출은 보다 더 정확해지고 있으며, factor도 여러구간에서 근접한 수치를 가지고 있었다. (<표 4> 참조)

결론적으로 신뢰도 실험에서는 존3에 차량을 통과시켰을 때 존2에서도 동시에 차량이 검지되었다. 이는 위에서 분석된 바처럼 간섭구간의 영향으로 발생된 오차로 보여진다. 그러나 속도가 증가함에 따라 이런 오차는 점차로 감소하는 경향을 보였으며, 동시에 존1과 존3에 안정된 데이터를 주었다. 또한 같은 속도에서 팩터의 증가와 함께 검지되는 속도도 커지는 경향이 발견되며 실제차량속도 10km/h에서는 팩터

속도: 20km/h	존 1		존 2		존 3		비 고
	검지속도 (km/h)	에러율 (%)	검지속도 (km/h)	에러율 (%)	검지속도 (km/h)	에러율 (%)	
Factor 10	18.6	7.0	-	-	33.1	65.5	
15	23.0	15.0	-	-	37.8	89.0	
20	26.9	34.5	-	-	44.4	122.0	
30	32.6	63.0	-	-	51.1	155.5	

속도: 30km/h	존 1		존 2		존 3		비 고
	검지속도 (km/h)	에러율 (%)	검지속도 (km/h)	에러율 (%)	검지속도 (km/h)	에러율 (%)	
Factor 10	30.4	1.3	-	-	37.4	24.7	
15	35.3	17.7	-	-	43.5	45.0	
20	35.6	18.7	-	-	48.1	60.3	
30	40.6	35.3	-	-	43.4	44.7	

20에서 12.9km/h로 검지되었고, 20km/h, 30km/h구간에서는 각각 팩터10에서 18.6km/h, 30.4km/h의 값으로 검지하였다. 차량의 고속주행시 팩터의 영향은 정확히 알수가 없지만 속도가 빨라질수록 근사한 값으로 검지하는 팩터가 여러범위에서 존재하는 경향이 있으므로 고속주행에서는 이 팩터가 속도검지에 큰영향을 주지 않을 것으로 추정된다.

## 2. 현장실험

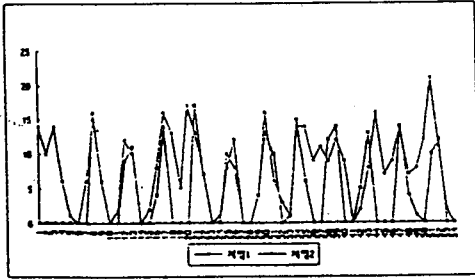
RTMS의 교통량의 신뢰도 실험을 두가지 모드 (Sidfire Intersection Mode, Sidfire Highway Mode)로 실시하였으며 분석결과는 다음과 같다.

### 1) SIDEFIRE-INTERSECTION MODE

<표 5> SIDEFIRE-INTERSECTION MODE에서의 각존의 오차율

SIDEFIRE INTERSECTION MODE	존 1		존 2		존 3		존 4	
	통과 교통량	검지 교통량	통과 교통량	검지 교통량	통과 교통량	검지 교통량	통과 교통량	검지 교통량
적색신호 시간대	41회	35회	41회	32회	41회	32회	41회	24회
녹색신호 시간대	248대	69대	334대	32대	308대	13대	315대	15대
에러율(%)	적색시간: 14.6 녹색시간: 76.2		적색시간: 22.0 녹색시간: 91.4		적색시간: 22.0 녹색시간: 97.1		적색시간: 41.5 녹색시간: 95.9	

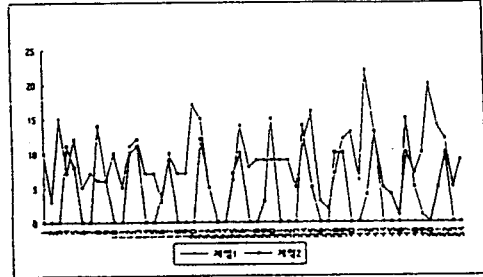
계열 1 - 검지데이터  
계열 2 - 실측데이터



<그림 12> 존3의 검지유형

총수집자료는 30초간격으로 72회 수집하였다. 각존의 검지유형과 적색신호시간동안의 검지유형만을 그래프로 그려보았다. <그림 12>과 <그림 13>의 그래프에서 알수있는 것은 통과교통량의 발생시 검지오차는 상당히 크다는 것을 알 수있다. 여러가지 경우가 고려된다 할지라도 이 오차율은 매우 크게 나타났다. 존별 검지유형을 관찰하면 신호시간대에 적합하게끔 패턴이 형성되어있음을 볼수 있는데 실제통과교통량과 검지교통량의 패턴이 약간 어긋나 있는 경우가 있는데 이것은 RTMS가 Law 검지신호를 처리 하는데 걸리는 지체시간으로 인해 생긴것으로

계열 1 - 검지데이터  
계열 2 - 실측데이터



<그림 13> 존4의 검지유형

보이는데 존3과 존4에서는 더욱 심하게 보이고 있다. 특히 존4의 경우에 있어서는 초기에는 검지자료가 실측교통량보다 많다가 중반부에 는 더 적게되는 경향을 보이고 있다.

<표 5>를 분석해 보면 적색시간동안의 오차에 비하여 녹색시간(통과교통량)대에 나타나는 오차가 매우높다는 것을 알수있다. 이것은 차량이 녹색신호동안 정지선을 통과하고 있는데도 불구하고 검지하여 출력하고 정지한 차량처럼 여러대를 한대로 검지하여 출력하고 있음을 의미한다.

2) SIDEFIRE-HIGHWAY MODE

<표 6> SIDEFIRE-HIGHWAY MODE에서의 각존의 검지오차율

SIDEFIRE INTERSECTION MODE	존 1		존 2		존 3		존 4	
	통과 교통량	검지 교통량	통과 교통량	검지 교통량	통과 교통량	검지 교통량	통과 교통량	검지 교통량
적색신호 시간대	17회	103회	25회	76대	26회	148대	27회	199대
녹색신호 시간대	183대	259대	243대	195대	236대	264대	216대	273대
에러율(%)	적색시간: 6.1대/30초(1회) 녹색시간: 63.4		적색시간: 22.0 3.0대/30초(1회) 녹색시간: 39.5		적색시간: 22.0 5.7대/30초(1회) 녹색시간: 36.4		적색시간: 7.4대/30초(1회) 녹색시간: 48.1	



위 <표 6>을 분석해보면 녹색시간자료(통과 교통량)에 비하여 적색시간 자료의 오차가 매우 높다는 것을 알수있다. 즉, 적색시간동안 차량이 정지선상에 정지하여 있는 경우에도 RTMS는 계속차량을 통과하는 것으로 검출하고 있다는 것을 의미한다. <표 6>에 나타난 바 처럼 존1에서는 30초당 6.1대, 존2에서는 3.0대, 존3에서는 5.7대, 존4에서는 7.4대가 검지되었다.

그리고 녹색신호시간대의 통과교통량의 검지 오차는 63.4%나 되었고, 존2와 존3은 각각 39.5, 36.4%의 오차율을 보였다. 그리고 존4의 오차율은 48.1%이었다. 존4의 경우 반대편 차선의 교통류가 함께 측정되는 경향이 있었고, 장비셋업 시 많은 문제가 있는 존이었다.

지금까지의 내용을 요약하면 첫번째, SIDEFIRE -INTERSECTION Mode에서는 정지 차량에 대한 검지 신뢰도가 통과차량에 비하여 높다는 것을 알수 있었다. 이것은 EXTENSION DELAY TIME을 1.0Sec로 설정하여 1초내에 들어오는 모든 출력을 "ON"상태로 계속유지시키므로 정지차량에 대한 검지 신뢰도를 증가시켰기 때문이다. 그러나 이 모드는 통과차량에 대한 검지신뢰도는 매우 낮았다. 이것은 정지선을 통과하는 여러대의 차량을 한대로 출력(1초 이내 진입차량)하기 때문에 발생하는 오차로 판단된다.

두번째, SIDEFIRE-HIGHWAY Mode에서는 SIDEFIRE-INTERSECTION Mode와는 정반대의 결과가 나타났다. 이 모드에서는 통과차량의 검지신뢰도는 상대적으로 우수한 반면 정지차량에 대한 신뢰도는 매우 낮았다. 이것은 이 모드의 EXTENSION DELAY TIME이 0.2Sec로 설정하였기 때문이라고 판단된다. 그러나 정지 차량에 대해서는 계속적으로 차량을 통과하는 것처럼 출력함으로써 차량이 정지선에 정지해 있는 시간이 길면 길수록 오차는 증가한다는

것을 알수있다. 결론적으로 2가지 실험모드는 2가지 기능(즉, 정지상태의 출력내지는 통과상태의 출력)중 한가지 기능만 수행할 수 있다는 것을 알수 있다. 최근 급증하는 교통수요는 현장 상황을 상시 "STOP and GO"의 혼잡으로 야기시키고 있는 실정이므로 RTMS 장비는 2가지 기능을 동시에 병행할 수 없는 한 도시간선도로에서의 신호제어기능을 제대로 수용하기가 어려울 것으로 판단된다. 그러나 추가실험 및 검증을 통하여 고속도로 및 국도의 통과교통량과 속도 측정자료수집에는 적용할 수 있으리라 판단된다. 또한 도시간선도로에서도 현장제어기와 연결하여 개별자료수집을 통한 수정 및 보완을 한다면 적용가능하리라 판단되며 향후 이에 관한 실험 및 보완이 요망된다. 본현장실험은 상당한 문제점을 안고 있었는데 지역이 지속적인 혼잡구간이었으며 차선간 이동이 심했고, 차선펙이 일정하지 않았기 때문에 존의 정확한 설정을 기대하기가 어려웠다. 더구나 RTMS의 검지자료가 개별적으로 올라오지 않고 30초간격의 평균치가 수집되며, 검지영역의 넓이를 정확히 알수없기 때문에 속도와 점유율 자료를 검증할수 없었다. 그러나 RTMS 장비에 현장제어기를 연결하면 개별자료수집이 가능하다고 하므로 이에대한 검토와 자료수집을 통한 분석 및 검증이 향후에 필요하다고 판단된다.

## V. 결론

본 실험은 신호교차로의 교통신호제어의 교통자료수집용으로 RTMS의 가능성을 알아보기 위하여 특성실험과 현장실험을 통해 RTMS를 분석하였다. 특성실험에서는 기본적으로 설치방식과 운영방식 제시, 각 설정요소들의 기능제시, 오동작상태와 기본기능작동상태의 검토를 하였

으며, 이외에 최대,최소유효검지거리와 간섭구간의 측정, 그리고 교통량과 속도의 신뢰도 실험을 하였다. 실험은 RTMS 검지방식 모드중 2가지 모드(SIDEFIRE INTERSECTION Mode와 SIDEFIRE HIGHWAY Mode)로 설정하여 수행하였다.

실험결과를 요약하면 다음과 같다.

#### 가. 특성실험결과

첫번째, 각도와 민감도(GAIN)에 따른 영향도 실험이다. 각도와 gain에 따른 영향은 검지영역에 많은 영향을 준다고 판단되어진다. 각도 70 에서 gain 128 일때 최소유효검지거리는 평균 7.88m, 최대유효검지거리는 35.04m이고, gain 168에서는 각각 6.44m, 45.49m, gain 208에서는 5.37m, 60.45m이었다. 또 각도에 따라 보면 gain 168일때 각도 55 에서 검지길이는 (16.15-4.50)m, 각도 60 에서는 (22.62-5.38)m, 각도 70 에서는 (45.49-6.44)m를 보여주고 있다.

두번째, 간섭구간측정 실험결과이다.

간섭구간측정실험을 통하여 55 에서는 안정검지구간이 평균 2.08m, 간섭구간 1.59m로 측정되었으며, 60 에서는 안정검지구간이 2.9m, 간섭구간이 1.1m로 측정되었다. 그리고 70 에서는 안정검지구간이 2.41m, 간섭구간이 1.29m로 측정되었다. 간섭구간이 크다는 것은 그만큼 오차가 심할수 있다는 것을 의미한다. 위 실험결과는 각도 60 에서 가장 안정된 상태를 나타내고 있음을 알수있다.

세번째, 교통량과 속도의 신뢰도 실험이다.

신뢰도 실험에서는 존3에 차량을 통과시켰을 때 존2에서도 동시에 차량이 검지되었다. 이는 위에서 분석된 바 처럼 간섭구간의 영향으로 발생된 오차로 보여진다. 그러나 속도가 증가함에 따라 이런 오차는 점차로 감소하는 경향을 보였으며, 동시에 존1과 존3에 안정된 데이터를 주었다. 또한 같은 속도에서 팩터의 증가와 함

께 검지되는 속도도 커지는 경향이 발견되며 실제차량속도 10km/h에서는 팩터 20에서 12.9km/h로 검지되었고, 20km/h, 30km/h구간에서는 각각 팩터10에서 18.6km/h, 30.4km/h의 값으로 검지하였다. 차량의 고속주행시 팩터의 영향은 정확히 알수가 없지만 속도가 빨라질수록 근사한 값으로 검지하는 팩터가 여러범위에서 존재하는 경향이 있으므로 고속주행에서는 이 팩터가 속도검지에 큰영향을 주지 않을 것으로 추정된다.

#### 나. 현장실험결과

현장실험에서는 SIDEFIRE-INTERSECTION과 SIDEFIRE-HIGHWAY모드를 설정하여 각각의 교통량에 대한 신뢰도 실험을 실시하였다. 분석결과를 요약하면 첫번째, SIDEFIRE - INTERSECTION Mode에서는 정지차량에 대한 검지 신뢰도가 통과차량에 비하여 높다는 것을 알수 있었다. 이것은 EXTENSION DELAY TIME을 1.0Sec로 설정하여 1초내에 들어오는 모든 출력을 "ON"상태로 계속유지시키므로 정지차량에 대한 검지 신뢰도를 증가시켰기 때문이다. 그러나 이 모드는 통과차량에 대한 검지 신뢰도는 매우 낮았다. 이것은 정지선을 통과하는 여러대의 차량을 한대로 출력(1초이내 진입차량)하기 때문에 발생하는 오차로 판단된다.

두번째, SIDEFIRE-HIGHWAY Mode에서는 SIDEFIRE-INTERSECTION Mode와는 정반대의 결과가 나타났다. 이 모드에서는 통과차량의 검지신뢰도는 상대적으로 우수한 반면 정지차량에 대한 신뢰도는 매우 낮았다. 이것은 이 모드의 EXTENSION DELAY TIME이 0.2Sec로 설정하였기 때문이라고 판단된다. 그러나 정지차량에 대해서는 계속적으로 차량을 통과하는 것처럼 출력함으로써 차량이 정지선에 정지해 있는 시간이 길면 길수록 오차는 증가한다는 것을 알수있다. 결론적으로 2가지 실험모드는 2

가지 기능(즉, 정지상태의 출력내지는 통과상태의 출력)중 한가지 기능만 수행할 수 있다는 것을 알수 있다. 즉, RTMS장비 각 모드는 특정한 상황(정지시,주행시등)을 구분하여 출력하므로(즉, 동시에 정지+주행의 상황을 출력하지 못하고 각각을 구분하여 출력함) 도시간선도로에서 신호제어기와 연결하여 녹색현시동안의 자료인 교통량,포화도의 자료수집을 통하여 신호제어에 적용이 가능하리라 판단되며, 또한 고속도로 및 국도상의 통과교통량 및 속도의 측정을 통한 제어가 가능하리라 판단된다.

### 참고 문헌

1. "서울특별시 신호통신호제어 시스템 기술개발 연구용역시행 3차년도 결과 보고서",서울특별시 지방경찰청,1993
2. 이승환외, "신루프검지기 특성실험에 관한 연구",금성산전주식회사,1993.9
3. 이충웅외, "광전파 I", pp79 ~ 94,技多利출판사 1988.5
4. Ana I.Gall and Fred L.Hall,"Distinguishing Between Incident Congestion and Recurrent Congestion:A Proposed Logic"TRR 1232
5. Bhagwant N.Persaud,Fred L.Hall,and Lisa M.Hall,"Congestion Identification Aspects of the McMaster Incident Detection Algorithm" TRR 1287
6. Conference Record of Papers,"Vehicle Navigation & Information System (VNIS)",Reso Hotel Oslo Plaza ,Norway,2-4 Sept,1992
7. EIS社,"RTMS(Remote Traffic Microwave Sensor) 매뉴얼",1994
8. Ontario Ministry of Transportation "Remote Traffic Microwave Sensor(RTMS) In-cident Detection System Demonstration Project",1993.6
9. "Traffic Detector Handbook",Second Edition,FHWA,July,1990