

□ 論 文 □

大都市 信號管制시스템의 效果

A Overview and Effectiveness of the Computer Controlled Traffic Signal system at Seoul

朴 炳 昭 *

(西江大 物理學科 教授)

目 次

I. 序 論

II. 時間計劃

III. 시스템 概觀

IV. 데이터 베이스

V. 走行時間 調査

ABSTRACT

In order to improve the traffic environments in the urban streets of Seoul, the computer controlled traffic signal system was installed on 45 intersections at 1980. Afterward, yearly expansion was done to the numbers of 132 intersections and 232 loop detectors.

The problems of timing plans were discussed, mainly pedestrian crossing timing as well as the generations of split and offset. The broad urban streets more than 30 m require long phasing time for pedestrians, even though the equivalent or correspondent traffic volume is rare.

The configuration of computer system for traffic control was discussed in terms of control strategy. An overview also given.

The improvements were measured at every quarter. The travel speed improved to 42%, delay time reduced to 41% and number of stops to 43% respectively.

I. 序 論

자동차의 주행에는 도로가 필요하고 자동차들이 서로 충돌없이 안전하게 도로를 사용하기 위해서는 특히 자동차들이 교차하는 도로에서의 이들을 규제할 어떤 종류의 규칙과 통제가 필요해진다.

따라서 교통의 안전하고 원활한 소통을 위해서는 도로, 자동차 그리고 규칙과 통제를 주

지시키고 관리하는 관제(管制)가 필요해진다.

이들 세가지가 교통이라는 국가사회의 기본 활동을 받치고 있는 세기둥이라고 할 수 있다.

이러한 목표를 달성하기 위한 수단으로 끊임없는 연구조사에 의해서 교통도로(신호등에 의해서 금지된)의 증설, 확폭(擴幅) 즉 가변차선제와 일방통행제등에 의한 교통용량의 확대를 실시하며 기계식 신호 제어기에서 전자회로에 의한 신호제어기로의 교체 또는 전자계산기를 이용한 신호의 연동화(連動化)등 관

* 本學會副會長 · 理學博士

제기술을 고도화하여 각종 규칙과 표지등을 개선 강화한다.

교통환경을 개선하는 각종 수단은 그 수단이 적용되는 시간 간격이 다른바 즉 관제는 초 단위에서 대략 하루사이에 적용되는 것이고, 규칙을 제정하고 사행하는 것은 하루에서 3년 사이에 적용된다. 그러나 도로건설은 1년에서 10년 사이에 이루어지며 기본적으로 교통환경을 개선하는 도시계획은 10년에서 30년정도의 시간을 필요로 한다.

여기서는 서울특별시에 설치된 전산제산기 제어 교통신호 체제를 개관하고 그 효과를 분석 평가하고 있다.

먼저 신호에 대한 시간계획을 어떻게 정하는가 기술하고 현재의 시스템을 기술하며 그리고 마지막으로 그간 9회에 걸쳐 조사한 수행 상태를 소개하려 한다.

II. 時間計劃 (Timing Plans)

1. 싸이클 시간(Cycle Time) 의 결정

한 싸이클시간 중에는 교차하는 양방향에 대해서 발진에 기여하지 않는 낭비시간(Starting Delay) 이 있다.

이것은 황색시간과 전적시간(서울시 체제에서는 사용치 않고 있다) 및 발진지연시간들의 합계가 된다. 이 낭비시간은 싸이클 시간과는 관계가 없는 단지 교차로의 기하학적 조건에겐데, 넓다든지 진입방향이 굴곡이나 경사져 있다든지 하는 것들에만 의존한다. 따라서 전 싸이클 시간이 모두 교통에 제공되는 것은 아니고 이 손실시간을 뺀 나머지 시간만이 교통에 기여한다. 진입 교통량과 발진교통량 사이에는 싸이클 시간을 거쳐서 다음과 같은 관계가 성립한다.

남북방향에 대해서

$$C \cdot Q_{in1} \leq (C \cdot S - L_1) \cdot Q_{s1}$$

C : 「싸이클」시간

Q_{in1} : 진입 교통량(남북)

S : 「스 플 릿」

L₁ : 남북 방향의 손실시간

Q_{s1} : 남북 방향의 포화교통량
동서 방향에 대해서

$$C \cdot Q_{s2} \leq (C(1-s) - L_2) \cdot Q_{s2}$$

Q_{s2} : 진입 교통량(동서)

1-s : 동서 방향에 대한 「스플릿」

L₂ : 동서 방향의 손실시간

Q_{s2} : 동서 방향의 포화교통량

위 두식으로 부터

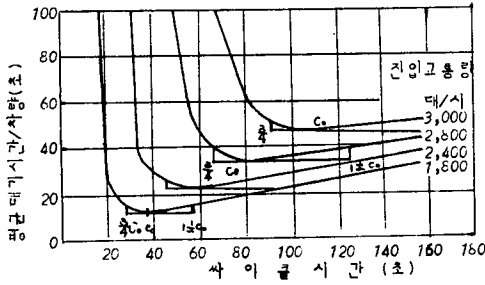
$$C \geq \frac{L_1 + L_2}{1 - \left(\frac{Q_{in1}}{Q_{s1}} + \frac{Q_{in2}}{Q_{s2}} \right)}$$

가 된다.

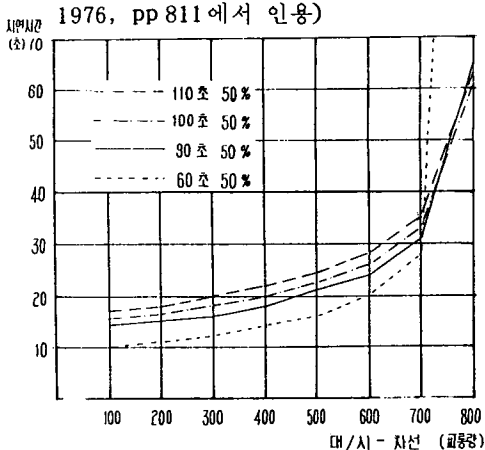
싸이클 C가 위 값보다 적어지면 진입 교통량 Q_{in1}과 Q_{in2}를 처리할 수 없어 교차로의 대기행렬이 점점 길어지고 심하면 하위의 교차로를 봉쇄하게까지 된다. 계산에 의하면

(Webster, 1966) 교차로에서의 차량의 총 대기 시간은 싸이클시간의 자승에 비례하고 도착 교통량은 싸이클 시간에 비례한다. 그리고 한 대당의 대기시간이 존재한다. 즉, 대기 시간을 최소로 하는 값을 차량 한대당의 값으로 표현하면 각 교통량에 대해서 다음 <표 1> 과 같이 표시된다.

위의 경우에는 포화교통량 1,800 대 / 시간, 스프릿 50:50, 2페이스 신호에 대해서 계산한 것이다. 맨 위의 곡선부터 진입 교통량이 3,000 대 / 시, 2,800 대 / 시, 2,400대 / 시, 1,800 대 / 시의 경우에 대해서 싸이클 시간을 20 초에서부터 180 초까지 변화시킬때 매



〈圖 1〉 사이클시간 대 평균대기시간 / 차량 (TRANSPORTATION AND TRAFFIC ENGINEERING HANDBOOK, PRENTICEHALL 발행



〈圖 2〉 사이클시간과 스플릿을 파라미터로한 교통량(대 / 시 - 차선) 대 지연시간 / 차량

차량당의 평균 대기시간으로 표시한 것이다. 교통량이 가장 적은 1,800 대 / 시의 경우 36초의 사이클이며, 2,400 대 / 시의 경우 60초가, 2,800 대 / 시의 경우 85초, 3,000 대의 경우 118초가 각각 최적 사이클시간이다. 실측에 따르면 최적 사이클시간 C_0 에서 $\frac{3}{4}C_0$ 와 $1\frac{1}{2}C_0$ 까지를 변화시켜도 대기시간(지연시간)은 10-20%밖에 변화하지 않는다. 사이클 시간이 커질수록 차량당의 평균 대기시간은 커지며 따라서 지연시간이 늘어난다. 위의 경우는 보행자 도로가 없는 경우

사이클 시간을 결정하는 방법이며 보행자 도로가 있어서 차량 통행과는 관계없이 보행자를 안전하게 횡단케하는 시간을 고려한다면 사이클 시기의 하한은 자동적으로 제약을 받는다. 고립된 교차로에 적용하는 방법은 흔히 Webster의 공식이라고 불리는 다음 식에 따른다.

$$C_0 = \frac{1.5L + 5}{1 - \sum_i Y_i}$$

- C_0 : 최적 사이클 시간 (초)
- L : 총 손실시간, 즉 사이클시간에 대한 황색시간과 적색시간의 합을 말한다.
- Y_i : 각 페이스에 대한 (교통량 / 포화교통량)의 비 · 포화교통량 = 1,800 대 / 시 - 차선

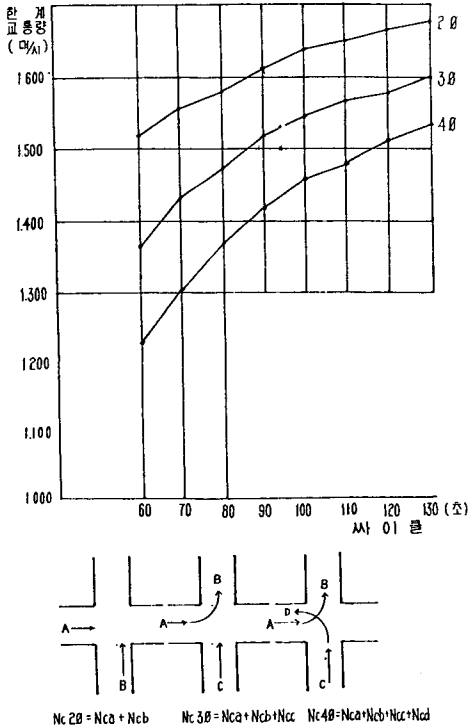
포화교통량의 설정에 있어서는 두 차의 안전 차두 간격을 평균 2초로 보고 설정한 값이다. 그러나 실제로는 도로조건(용량) 또는 차선변경의 빈도등으로 보면 장소에 따라서는 이 값을 상회하는 곳도 있고 또 하회하는 곳도 있다. 그리고 또하나 전자계산기 제어방식과 같이 간선도로상에 있는 여러 교차로들을 동일 사이클로 제어하게 되면 여러 교차로들중 최대의 사이클 시간을 필요로 하는 교차로를 기준으로 구름사이클 시간이 결정된다. 그리고 전자계산기 제어방식은 간선도로를 주행하는 차량의 속도와 교차로간 간격을 고려하기 때문에 위에서 기술한 단독 교차로의 사이클 시간 결정 방법을 그대로 따를 수가 없다.

신호등이 설치된 단독 교차로에서 교통량이 증가하면 적신호에 대한 대기시간이 점점 길어지고 한계 교통량에 도달하면 대기시간도 점차로 증대해 진다.

〈圖 2〉는 Webster (1958) 가 세운 공식

에 따라 계산한 것이다.

주어진 사이클시간과 페이스수에 따른 한계 차선 용량계산은 DREW (1963) 에 의해서 이루어진 바 그 결과는 <圖 3>에 나타나 있다. 여기서는 황색시간을 모두 3초로 놓고 계산하였다.



<圖 3> 페이스를 파라메타로한 사이클 시간 대 한계 교통량
(TRAFFIC CONTROL SYSTEM HANDBOOK, FHWA, DEPT. OF TRANSPORTATION 발행, 1976, CHAP 3 공식(22) 에서 계산)

2. 스플릿(Split) 의 결정

위에서 기술한대로 스플릿 문제는 사이클 시간을 교차로의 각 방향에 대해서 어떻게 배분하느냐 하는 문제이다. 이것을 결정할 때에

는 다음과 같은 두 요소를 고려한다.

(1) 방향별 교통량

(2) 횡단보도의 폭, 따라서 안전 횡단시간 교통량에 따라 배분하는 것이 원칙이지만 그것보다 더 중요한 것은 횡단시간을 보장하는 것이다. 그래서 주행하는 차량이 없음에도 불구하고 계속해서 차량신호가 청신호인 것은 평행에서 놓인 보행자를 위한 것이다. 그리고 전자계산기 제어방식에서는 이렇게 부여한 보행자 신호는 어떤지령에도(가령잡음, 신호) 중단되지 않게끔 보장되어 있다. 그리고 일반적으로 좌회전은 직진해서 교차로를 횡단하는 것보다 60%가량의 시간이 더 소요된다.

3. 오프셋(Offset) 의 결정

오프셋은 전자계산기 제어방식에서 가장 중요한 파라메타로서 최적 오프셋치는 서비스 교통량을 제고(提高) 하고 교차로에서의 정지 회수를 감소시키며 따라서 교통용량을 향상시킬 수 있다. 그 뿐만 아니라 차량의 주행속도가 균일해 진다. 이것은 빨리 주행해 봐야 신호에 맞지 않아서 결국 정지하게 된다는 것을 운전자들이 알게 되기 때문이다.

이로 인한 교통사고의 감소를 기대할 수 있다. 간선도로의 오프셋을 결정하는 중요 요소는

- 가) 교차로간 거리
- 나) 차량의 주행속도
- 다) 사이클 시간

등의 세가지이다.

이 세가지중에서 첫째 교차로간 거리는 제어 불가능한 요소로 주어진 값이며, 두번째의 차량의 주행속도는 일반적으로 차량들이 주행하는 관행속도(慣行速度)(물론 교통법의 제규정을 준수하는 범위내에서)에 맞추어야 한다. 전자 계산기가 제시하는 연동 속도를 운전자에게 알릴기계적 수단(예컨데 가변속도 안내판)이 존재한다면 주행속도도 약간의 가

변성을 갖는다. 그러나 그러한 수단이 존재하지 않으면 도로의 상황이나 기상 조건만의 지하게 되어 거의 불변이다. 마지막으로 싸이클 시간만이 가변성을 갖고 있지만 이것은 횡단보도에 의해서 제약을 받는다. 특별히 동서남북 모두에 횡단보도가 있는 경우 횡단에 요하는 시간의 합보다는 싸이클 시간이 적어질 수 없기 때문에 여러개의 교차로로 구성된 간선도로중에 한 교차로 만이라도 이런 곳이 끼여 있으면 연동 싸이클시간 때문에 그런 조건을 갖고 있지 않는 다른 교차로에도 영향을 받는다. 또 한가지 문제는 교차로 간 간격이 일정치 않기 때문에 양 방향으로 연동화되는 오프셀을 결정하기 어렵게 된다. 이 점을 극복하는 방법으로는 교차로 간 간격을 보아서 200 m 이하의 간격을 갖고있는 교차로는 동시법을 사용하고 그 이상되는 교차로는 교호법을 사용한다.

오프셀을 결정하는 도구로서는 時空圖 (Time Space Diagram) 가 사용된다.

시공도는 다음과 같은 수순으로 그린다.

- 가) 그래프지를 준비하고 종축으로 싸이클 시간(초), 횡축으로 거리(m) 를 잡는다.
- 나) 계통속도 (m/sec) 를 결정하고 계통속도에 해당하는 직선을 양방향에 대해서 그린다. 그리고 이것과 평행하게 통과대 (20-40 %) 를 정하고 마찬가지로 평행선을 긋는다. 이것이 가선이 되며 교차로의 간선청이 여기에 들어오지 않는 경우도 있다.
- 다) 시간과 거리의 원점이 되는 것에 간선도로의 시작 교차로를 잡는다.
- 라) 싸이클 시간축에 분할비에 따라 청신호와 적신호 시간을 잡는다. 이때 황색시간은 청신호 시간에 포함된다.
- 마) 각 교차로의 간선청이 통과대 속으로 들

어오도록 위치를 조정한다.

- 바) 만일 간선청이 이 통과대 속으로 들어오지 않게 되면 연동속도 직선을 다시 그어서 Try and Error 방법으로 재반복한다.
- 사) 이렇게해서 시공도가 그려졌을때 각 교차로의 간선청의 개시 값이 오프셀이 되며 진행파(Progression Wave) 가 형성되지 않는 교차로가 생기는 경우 이곳이 정지하게 되는 교차로가 된다.
- 아) 정지하게 되는 교차로가 여러가지 상황으로 미루어 보아 적절하지 않을때 예컨대 좌회전을 허용하는 교차로라는 지후위(後位) 의 교차로와의 간격이 너무 짧다든지 하는 경우에는 정지하게 되는 교차로를 옮기는 방향으로 나) 항의 절차부터 다시 그린다.

여러가지 싸이클 시간과 연동속도에 대해서 해당하는 시공도를 모두 그려서 각 Window Level 에 해당하는 오프셀을 결정한다.

큰 싸이클 시간은 중교통량(重交通量)에 해당하고 적은 싸이클 시간은 경교통량(輕交通量)에 대응한다. 따라서 중교통량에 대해서는 낮은 연동속도, 경교통량에 대해서는 높은 연동속도를 맞추는 것이 통례이다.

전자계산기 제어 방식에서는 상행 교통량과 하행교통량을 측정하기 위해서 노선의 중요지점에 차량 검지기를 설치한다.

이 차량 검지기의 자료는 교통량과 점유율의 두값으로 나누어 전자계산기에 입력되어 처리된다. 이 처리 결과에 따라 각 교차로에서 수행할 현시 지령이 YIELD 나 FORCE OFF 의 형식으로 전자계산기로부터 전환신을 통해서 송출된다. 전자계산기는 차량검지기로부터의 자료를 이동 평균(MOVING AVERAGE) 을 하여 그 평균 교통량에 따른 신호패턴을 선택한다. 신호 패턴을 싸이클시

간, 스프리트 및 오프셀등이 교통량에 따라 패턴 번호를 갖고 있어서 그중 하나를 선택, 사용한다.

이들 데이터는 중앙장치에 미리 데이터 베이스로서 기억되어 있다. 전자 계산기로부터 각 교차로에 내보낸 현시 지령은 교차로 제어기에서 수행되며 그 수행결과가 전자 계산기로 되돌아와서 송출한 지령과 비교된다. 이 비교가 일치하면 그대로 그 다음 송출신호가 지령되지만 지령대로 수행을 하지 않았거나 혹은 값이 차이가 있으면 그 교차로를 TRANSITION의 상태하에 두고 지령을 내보내 교정을 한다.

그러나 교정대로 따라오지 않으면 일정기간 동안 TRANSITION 상태하에 두었다가 FAILURE의 상태로 떨어뜨리고 오퍼레이터에게 CRT를 통해서 고지한다. 차량 검지기의 자료는 일정기간 동안 SAMPLING을 통해서 읽는다. 따라서 SAMPLING 시간 동안에는 그 차량 검지기에 전혀 차량이 통과할 수 없는 페이스에 해당할 수도 있기 때문에 그 전에 읽었던 값과 이동 평균을 한다. 따라서 SAMPLING을 하는 시간이 차량검지위를 차량이 통과할 수 없는 페이스 일지라도 교통량이나 점유율의 값이 영이 되지는 않는다. 이것은 교통량 대응방식 (TRAFFIC RESPONSE)의 제어를 할때 사이클시간의 급격한 변화를 막는다. 따라서 신호의 적절한 현시를 위해서 필요한 것이다. 일반적으로 신호의 급격한 변화는 운전자들에게 불안감을 주기 때문에 가급적 피하는 것이 좋다. 교차로간 평균 거리는 일반적으로 변화시킬 수 없기 때문에 (횡단보도 전용의 독립신호 등을 교차로 사이에 임의로 설치하여 교차로 간 간격을 변경시킬 수도 있다)

교통량에 따른 연동 속도의 변경으로 사이클시간을 변경시킬 수 있다. 연동속도와 싸

이클 시간의 관계는 일방 통행로와 양방향 통행로에 따라 각각 다음과 같이 된다.

(1) 일방통행로

일방통행로에 대해서 연동신호를 맞추는 것은 교차로 간격과 오프셀 즉 연동속도를 얼마로 할것이냐에만 달려있다.

(2) 양 방향 통행로

양 방향 통행로에 대해서 (1) 동시법 (Simultaneous Method) (2) 교호법 (Alternate Method) 등이 있으며 싸이클 시간의 길이는 다음 요소에 따른다.

(가) 교 통 량

(나) 횡단보도의 유무

(디) 연 동 속 도

(리) 교차로간 간격

(미) 도 로 용 량

(비) 좌회전시 페이스의 유·무

(유입 및 유출)

(시) 주차장 유·무

(이) 우회전 교통량(유입 및 유출)

이 가운데에서 주로 연동속도와 교차로간 간격이 싸이클 시간을 결정하는 바다음과 같다.

(1) 동 시 법 (Simultaneous Method)

구간도로상에 있는 모든 신호등을 전부 동일한 싸이클 시간과 또 동시에 청이 되도록 한다. 이렇게 되면 모든 교차로에서 차량들이 움직이며 잠시후에는 일제히 정지한다. 동시법에서 교차로간 간격과 연동 속도로 결정되는 싸이클 시간은 다음과 같다.

$$C = \frac{L (M)}{0.278 V (KM/H)} \quad \text{OR} \quad C = \frac{L (M)}{V (m / s)} \quad (1)$$

C : 싸이클 시간

L : 교차로간 간격 (M)

V : 제동 속도

간격이 매우 짧은 두 교차로 사이에서는 동시에 청을 키는 방법이 아주 유효하다. 그러나 일반적으로 운전자들이 이런 신호하에서는 계속 무정차로 교차로들은 통과하려고 가속시키는 경향이 있다.

(2) 교 호 법 (Alternate Method)

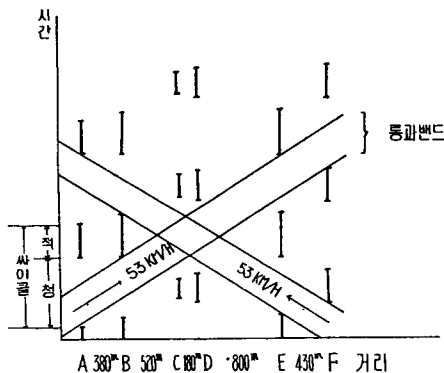
이웃해 있는 두교차로의 신호 현시가 서로 반대가 되게끔 하는 방법을 교호법이라고 하며 사이클 시간의 $\frac{1}{2}$ 동안에 다음 교차로에 도달하게끔 사이클 시간을 정한다. 이들 사이의 관계식은

$$C = \frac{L (M)}{0.139 \cdot V (KM/H)} \quad \text{OR}$$

$$C = \frac{2L (M)}{V (m / s)} \quad (2)$$

기호는 동시법 때와 동일하다.

교차로간 간격이 균일치 못한 도로에서는 동시법과 교호법의 혼용을 하여 연동속도를 유지한다. <圖 4>



<圖 4> 時空圖 (SPACE-TIME CHART)

위 두식에서 볼수 있듯이 현재 신호등이 가설되어 있는 교차로간의 평균 간격은 종로(서대문-동대문)의 경우 470 m 임으로 교호법을 사용할 때 67초의 사이클시간이 연동속도 50 KM/H을 유지할 수 있다.

그러나 종로 2가와 종로 4가의 경우 동서남북에 있는 횡단보도에 의한 보행시간을 포함한 최소청이 77초와 73초 임으로 이 조건하에서 사이클 시간을 80초로 놓았을 경우 제동속도는 43 KM/H로 떨어진다. 그러나 80초의 사이클 시간은 종로 3가와 4가에서의 좌회전 시간을 10초 내지 10초미만의 시간으로 축소시키는 결과를 낳고 이것은 이곳에서의 좌회전 차량을 소화시키지 못하며 항상 대기 행렬을 발생시킨다. 100초 혹은 그 이상의 사이클 시간을 사용하면 제동속도는 더욱 떨어져서 35 KM/H이하로 되어 버린다. 따라서 제동속도를 올리려면 낮은 사이클 시간을 사용하여야 하고 이것은 불가피하게 보행자 시간을 최소한 안전횡단 시간으로 설정하게 만든다.

4. 횡단보행시간의 설정

횡단 보행시간의 설정은 횡단 보행자들의 안전한 횡단시간을 확보하고 그리고 우회전 차량들에게 장시간의 지체 시간을 주지않아야 한다는 두가지 관점에서 설정한다. 안전 횡단 시간은 횡단하여야 할 도로폭과 그리고 보행자의 보행속도에 따라 결정되며 이것은

$$G = \frac{L (m)}{V_p (m / sec)}$$

G : 횡단보행 시간 (초)

L : 도 로 폭

Vp : 보행속도 (1.2 m / 초)

로 주어진다. 보행자가 많은 경우 이 횡단시간에 2-3초의 초기시간을 부여하는 경우도

있다. 그리고 이 청시간의 $\frac{2}{3}$ 는 정상 청이, $\frac{1}{3}$ 는 점멸청은 횡단시간이 종료되려하고 있음을 보행자들에게 경고하여 보행속도를 빨리하게 하며 새로히 횡단을 개시하려고 하는 보행자에게는 잔여 횡단시간이 교차로를 횡단하는데 충분치 못함으로 횡단개시를 하지 않도록 경고하는데 목적이 있다. 그리고 도로폭은 연석에서 건너편 연석까지의 거리를 취하는 것이 아니고 양쪽에서 한 차선의 $\frac{1}{2}$ 씩을 제외한 즉 전도로폭 중에서 한 차선을 제외한 거리를 도로폭으로 잡는 것이 미국에서 사용하고 있는 방법이다. 왜냐하면 그 페이스의 차량등 황색 시간은 언제나 보행자 시간에서 제외되어 있기 때문이다. 다시 말하면 보행자 횡단시간+황색시간이 지나지 않으면 교차차량들이 진행하지 않기 때문이다. T자형 교차로에서는 우회전 차량이 혼잡되어 혼잡을 이루는 것을 피하기 위해서 보행자 횡단 시간을 고의로 보행자가 횡단에 요하는 시간보다 더 긴 시간을 설정하여 우회전을 차단한다. 비원앞의 남쪽 횡단보도, 안국동의 남쪽횡단보도 퇴계로3가의 북쪽횡단보도 시간들은 이런 목적으로 긴 횡단 시간을 주고 있다. 그러나 유의할 점은 긴 횡단시간은 반드시 횡단자에게 안전을 갖추어주지 못한다는 점이다. 왜냐하면 방만하게 긴 횡단시간은 보행자의 횡단 보행속도를 떨어뜨리며 대기하는 차량들의 운전자들에게 장시간의 대기 시간으로 인한 초조감을 일으켜 사고의 확률이 대단히 높기 때문이다.

그리고 십자형 교차로에 네모퉁이 모두 횡단보도가 있는 경우 한번의 우회전을 하기 위해서는 한 싸이클 시간을 소모하게 되며 우회전 차량의 지체가 상대적으로 더지며 우회전 차량이 많은 도심지에서 더욱 지체가 커져서 혼잡의 한큰 요인이 된다. 횡단을 하려고 하는 보행자는 일단 횡단보도 앞에서 대기

하여 횡단 개시신호에 의하여 횡단을 시작하여야 하며 중간에서 뛰어드는 일은 삼가하여야 한다.

참고로 미국에서 조사한 횡단 보행속도를 다음 표에 실는다.

<表 1> 횡단보도에서의 횡단속도
(TRAFFIC ENGINEERING BY L. J. PIGNATARO. PRENTICE-HALL INC. 발행 1973, pp.253에서 인용)

	15%(m/s)	평균(m/s)	85%(m/s)
남 자	1.14	1.36	1.60
여 자	1.04	1.22	1.44
평 균	1.08	1.28	1.52

횡단보도를 사용하는 전 남자중 15%의 사람들은 1.14m/초의 속력으로 85%의 사람들은 1.60m/초의 속력으로 건너편 남녀평균으로 보았을 때 1.28m/초의 속력으로 횡단한다.

Ⅲ. 씨 스템 概 觀

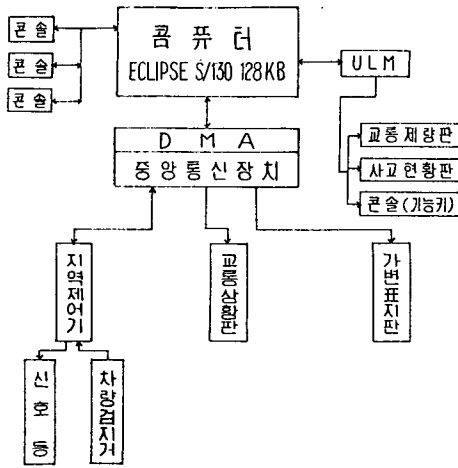
본 씨시스템은 크게 나누어 지역에 설치된 것과 중앙에 설치된 것으로 구분할 수 있으며 지역에 설치된 것은

- 1) 지역 제어기
- 2) 차량 검지기
- 3) 가변 교통 안내판

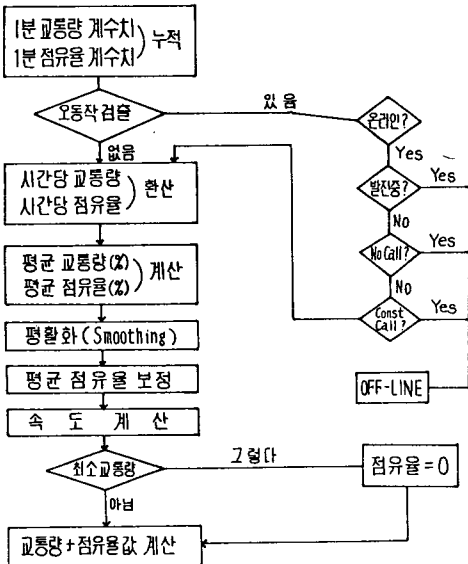
등이며 중앙에 설치된 것으로는

- 1) 전자계산기
- 2) 콘 솔
- 3) 중앙 통신장치
- 4) 교통 상황판(交通 狀況板)
- 5) 교통 제량판(交通 諸量板)
- 6) 사고 현황판(事故 現況板)

등이다. <圖 5>



< 圖 5 > 서울특별시 교통관제 시스템 하드웨어 구성도



< 圖 6 > 차량 검지처리 소프트웨어 처리 과정

1) 지역제어기 (地域制禦機)

총 90개 교차로 및 진입, 하강 램프등이다. 그리고 가변교통 안내판의 교통량 정보를 수집하기 위해서 차량 검지기 Station 이 세군데 설치되어 있다

< 圖 8 >

< 表 2 > 서울특별시 전자계산기제어 교통 신호 체제 차량검지기 매설상황

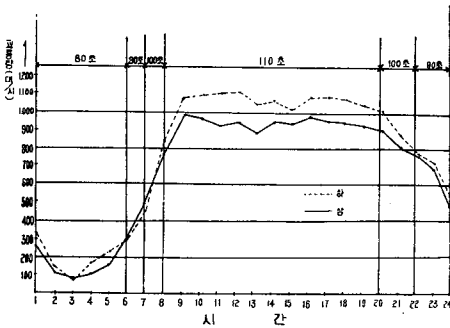
도 로			상 행	하 행
울	곡	로	4	5
종		로	7	7
청	량	로	6	5
청	계	로	5	5
퇴	계	로	3	3
남	북	대 로	7	8
남	북	1 로	5	5
남	북	2 로	4	4
남	북	3 로	3	(2)
남	북	4 로	(2)	2
남	북	5 로	3	3
남	북	6 로	2	2
남	북	로	2	2
서	대문	- 서울역	2	1
신	설동	- 남 북	1	1
제	기동	- 남 북	2	2
시	청앞	- 동 서	1	1
마		포 로	6	5
동	마	장 로	6	3
용	산로	(남북포함)	4	5
제	1	터 널	4	2
제	3	터 널	2	1
3	1	교 가 도로	8	8
기		타	3	3
소		계	90	83
총	계		173	

2) 차량검지기

시스템의 관제 파라메타인 여러가지 시간계획을 만들기 위한 수단으로 거리에서의 교통량, 점유율 및 속도를 측정계산하기 위해서 루프 코일식 차량검지기가 설치되어 있다.

중앙 전자계산기에 입력되는 차량검지기 정보(교통량, 점유율)은 그림 6의 처리과정에 의해 처리되고 전 시스템에 설치된 차량 검지기는 표 2와 같다.

그리고 한 예로 1982년 7월 한달동안의 종로에서의 상행, 하행 교통량의 일평균과 그 시간대에서의 사용 싸이클 시간이 圖 7에 기재되어 있다.



< 圖 7 > 1982년 7월 종로상행, 하행 교통량

3) 가변교통 안내판(可變交通 案内板)

차량 검지기로부터 입수되는 교통량, 점유율 그리고 속도등의 자료를 도로상의 운전자에게 전달하는 수단으로서 가변 교통 안내판이 아래표와 같이 설치 운영되고 있다. 이는 교통혼잡도에 따라 교통류를 분산시킬 목적으로 설치되었으며 도로의 의미를 갖고 있는 것이지 강제성을 갖고 있는 것은 아니다.

설치장소 안내 지역

1. 독립문 을곡로, 종로
2. 아현동 종로, 시청앞
3. 동자동 시청앞, 한은앞, 퇴계로
4. 한남동 남대문, 제1터널, 동대문
5. 동마장 청계천, 3.1고가, 종로
6. 삼선교 종로, 을곡로
7. 이태원동 서울역, 3호터널, 제2호터널

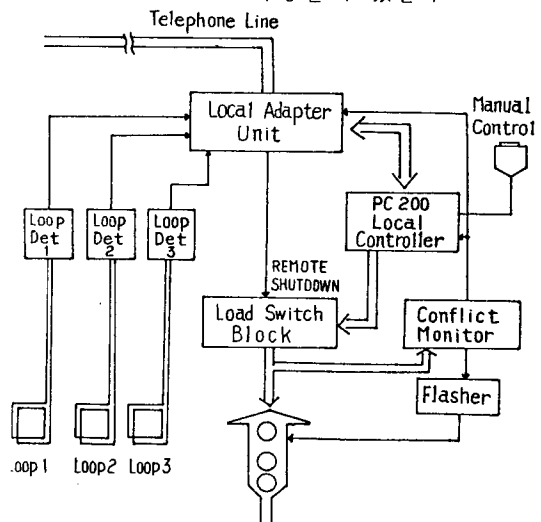
8. 안암동 청계천, 종로
9. 광화문 제3호터널, 제1한강교
10. 남영동 잠수교, 제1한강교, 원효로

현시 문안은

- | | |
|---------------|---------------|
| 1) 통 제 | 2) 화 제 |
| 3) 사 고 | 4) 공 사 |
| 5) 정 체 | 6) 혼 잡 |
| 7) 감 속 | 8) 서 행 |
| 9) 안 개 | 10) 주 의 |
| 11) 30 (KM/H) | 12) 40 (KM/H) |
| 13) 50 (KM/H) | 14) 안 전 |
| 15) 정 상 | 16) Blank |

등이며 차량검지기 정보에 의해서 자동 표시되는 정보는

- 1) 정 체 - 안내 전구간을 평균 여행 속도 15 KM/H 이상으로 주행할 수 없을때
- 2) 혼 잡 - 안내 전구간을 평균 여행 속도 25 KM/H 이상으로 주행할 수 없을때
- 3) 정 상 - 안내 전구간을 평균 여행 속도 25 KM/H 이상으로 주행할 수 있을때



< 圖 8 > 교차로 제어기 구성도

등 세가지 이다.

이것을 요약하면 가변 교통 안내판은

- 1) 소통정보 : 정상, 혼잡, 정체, Blank
- 2) 권 고 : 감속, 서행, 30, 40, 50, 안전
- 3) 안 내 : 사고, 화재, 안개, 공사
- 4) 지 시 : 통제, 주의

로 요약할 수 있다.

소통 정보 이외의 상황 정보는 순찰차, 폐쇄 회로 TV 그리고 현장 교통순경들에 의해서 얻어진다.

1) 전자 계산기

중앙 장치는 각각 128 K Bytes의 기억장치를 갖고 있는 두대의 Eclipse S/130이 주축을 이루고 있으며 그리고 여러가지의 표준 주변장치를 갖고 있다. 통신장치를 통해서 132개 교차로에 설치된 제어기와 온라인으로 지시와 정보를 주고 받는다.

전자 계산기에는 교통제어프로그램과 132개 교차로를 제어할 여러가지 데이터 베이스가 기억되고 있다. 이 데이터는 지시 (Command) 와 정보 (On-Street Information)로 구성되고 있으며 지시의 주요내용은

- (1) Hold-On-Line
- (2) Yield
- (3) Force Off
- (4) Remote Shutdown
- (5) Change Lane
- (6) Ramp Green
- (7) Ramp Red

등이며 정보 (On Street Information)은

- (1) 신호등 현시 상황
- (2) 차량 검지기 자료
- (3) 가. 교통량
나. 점유율
- (4) 수동작 상황 (Local Preemption)
- (5) 플래쉬 (Flash) 및 원격신호등 소등상황

(6) 통신 장애상황

이다.

2) 교통 상황판

<表3> 서울특별시 전자계산기 제어 교통 신호 체제 중앙장치와 지역제어기 간의 교신 PROTOCOL

Bit	중앙 제어 장치 → 자동 신호 제어기	Bit	자동 신호 제어기 → 중앙 제어 장치
0	HOLD ON-LINE	0	BARRIER LEFT
1	YIELD	1	φ 1 Or φ 3 GREEN
2	FORCE OFF 1	2	φ 2 Or φ 4 "
3	FORCE OFF 2	3	φ 5 Or φ 7 "
4	FORCE OFF 3	4	φ 6 Or φ 8 "
5	FORCE OFF 4	5	FLASH
6		6	PRE-EMPTION OR HAND
7	REMOTE SHUT- DOWN	7	VOLUME DETEC
8		8	OCCUPANCY TORI
9		9	V " 2
10	BACK UP	10	O " 3
11		11	V " 4
12		12	O " 4
13	ADDRESS	13	V " 4
14		14	O " 4
15		15	ERROR

관제중인 전 교차로의 신호현시 상태, 차량 검지기가 수집한 정보등을 관제자들이 한눈에 볼 수 있도록 삼색등을 써서 표시하고 있다.

이 이외에 고장중이거나 전자 계산기의 관제에서 이탈한 지역 제어기와 차량검지기등을 관제자의 요구에 의해서 볼 수 있도록 하고 있다.

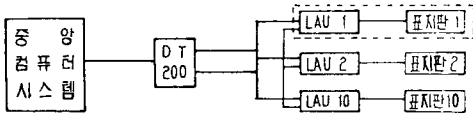
신호 현시 상태는 간선청 (Artery Green) 을 양방향 청색화살표로 현시하고 있으며 전자 계산기 관제하에 있는 교차로를 상황등으로서 표시하고 있다. 혼잡등은 교차로에서 방향별로 나타내고 있으며 가변 교통 안내판의 속도 내용과 동일하게

- (1) 적색등 : 15 KM/H 이하
- (2) 황색등 : 25 KM/H 이하

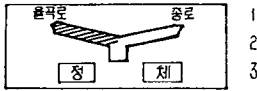
(3) 녹색등 : 25KM/H 이상

으로 표시하고 있다.

1. 7 성

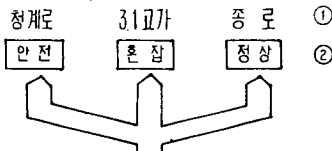


2. 2방향 표지판



- 1) 상황 발생 지역의 명칭
- 2) 상황 발생 지역 표시등으로 적색 램프
- 3) 상황 발생 문안

3. 3방향용 표지판



- 1) 상황 발생지역의 명칭
- 2) 각 Route 상황발생 문안

< 圖 9 > 가변 교통안내판 구성도 및 표시방법

3) 콘솔 (Console)

콘솔은 시스템의 자동동작상황을 관제자가 조회하거나 변경을 위해서 개입할 수 있도록 CRT 와 키보드로 구성되고 있다. 키보드상의 키는 모두 기능키 임으로 One Touch 조

작으로 신호제어, 상황판제어, 정보판 제어, 가변 교통안내판 제어등을 할 수 있다. 관제중인 시스템의 세부상황을 조회하거나 수정을 할 수 있기 때문에 Security Code 로서 Open 혹은 Close 할 수 있다.

4) 교통 제량판

관제중인 도로의 교통제량 즉 싸이클, 교통량 (대수/차선 - 시간), 점유율 및 속도등을 관제자 요구에 의하지 않고도 자동으로 현시할 수 있도록 되어 있다.

IV. 데이터 베이스

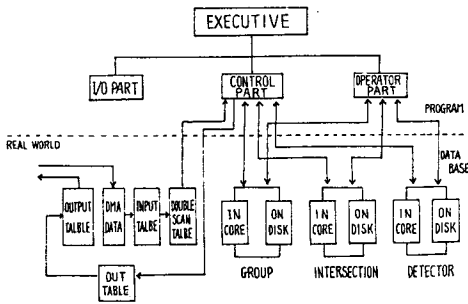
데이터 베이스는 크게 나누어 교차로, 차량검지기 그리고 가변안내 표지판에 고정되어 있는 파라메타 데이터 베이스와 시간에 따라 변경되는 시간 계획에 관한 데이터 베이스 두 종류가 있다. 전자의 경우에는 다음과 같은 것들이 있다.

1) 교차로, 차량검지기, 가변표지판의 통신 채널 번호와 채널내에서의 고유번호 (CHANNEL, REMOTE UNIT NO.)

2) 교통량 대응 (Traffic Response) 방식에서 각 그룹전체의 교통량과 점유율을 알기위

< 表 4 > 교차로 데이터 베이스의 한 예 (종로구간)

교차로명	최소정 (초)				최대정시간 I (초)				최대정시간 II (초)				보행시간 (초)				보행해소시간(초)				황 색 시 간			
	←	↙	↕	↘	←	↙	↕	↘	←	↙	↕	↘	↔	↕	↕	↕	↔	↙	↕	↘	↔	↙	↕	↘
서대문	20	5	26	5	20	16	28	25	20	50	70	70	14		19	6	7		3	2	3	3		
정동입구	15		26		68		26		15		80				19		7		3		3			
평화문	35		15		44		45		35		90		28		7		7		6		5			
종로 1 가	34		27		47		47		34		90		26		20	8	7		3		3			
종로 2 가	31		27	10	46		30	15	28		80	60	24		20	7	7		3		3	3		
종로 3 가	28		10		57		37		28		70		22		20	6			3		3			
종로 4 가	27	10	27		50	14	27		27	50	70		20		20	7	7		3	3	3			
종로 5 가	15		27		57		37		15		80				20	7	7		3	3	3			
동대문	27		37		45		49		27		90		20		28	7	9		3		3			



<圖 10> 서울특별시 전자계산기 제어 교통신호 처리 소프트웨어 개략도

<表 5> 교통량 대응방식에 의한 시간계획의 한 예 (종로1가)

사이클 시간	Win-dow Level	off-set No.	off-set 값(%)	Split No.	Split 값(%+점유율비)	(교통량+점유율) 값 (%)
80	1	1	56	19	60/40	0-29
80	2-B	2	56	19	60/40	30-49
80	2-I	3	25	19	60/40	80
80	2-O	4	38	19	60/40	80
90	3-B	5	50	21	65/35	50-69
90	3-I	6	22	21	65/35	50
90	3-O	7	34	21	65/35	50
100	4-B	8	42	21	65/35	70-79
100	4-I	9	95	21	65/35	60
100	4-O	10	11	21	65/35	60
110	5-B	11	38	21	65/35	80-119
110	5-I	12	95	21	65/35	50
110	5-O	13	11	21	65/35	50
120	6-B	14	38	21	65/35	120-139
120	6-I	15	95	21	65/35	50
120	6-O	16	11	21	65/35	50
130	7-B	14	38	21	65/35	40
130	7-I	15	95	21	65/35	20
130	7-O	16	11	21	65/35	20

한 차량 검지기의 그룹 배정 그리고 그룹내에서의 상향, 하행 및 지선 방향에의 배정

3) 가변 안내표지판과 교통 상황판에 정보를 표시하기 위한 차량 검지기의 배정
 각 그룹과 교차로의 시간 계획에 관련되는 데이터 베이스는 아래와 같다.

1) 분할비표 (Split Table)

2) 그룹의 시간 계획 (Group Timing Profile)

3) 교차로의 시간 계획 (Intersection Timing Profile)

1) 분할비표 (Split Table)

각 교차로의 제어기에 내장되어 있는 Back-up 용 Split 이외에 중앙장치가 교통량에 대응하여 사용하는 분할비가 있다. 각 페이지에 대해서 50 개씩의 분할비가 있으며 Index 번호의 지정에 따라 언제든지 선택될 수 있다. 각 교차로의 각 페이지의 최소청시간과 같거나 그보다 큰 값으로 설정되어 있다.

2) 그룹의 시간계획 (Group Timing Profile)

모든 교차로들은 간선도로 기준으로 몇개씩 모아 그룹을 형성하고 있다. 하루사이에 최소 60초에서 120초까지 변하고 있다. 사이클 시간은 각 페이지에 할당된 시간의 합계를 말하며 그 페이지에서의 보행자 횡단시간과 교통량에 따라 결정된다. 다시 말하면 횡단보도가 있는 교차로에서는 80초 이하로 줄일 수 없다. 지정 이후의 교통량을 감안한다면 더 낮은 사이클 시간을 사용하는 것이 바람직하지만 횡단보도 때문에 불가피하다.

3) 그룹 및 교차로 시간계획

각 그룹 및 교차로에서 사용하는 사이클 시간 분할비 및 오프셋의 값의 시간 계획이 있다.

(1) 사이클 시간의 변경에 따른 분할비와 오프셋 값의 변경

(2) 긴 횡단보도가 있는 교차로의 그룹이동

(3) 가변 표지판의 점소등 및 현시 내용 변경

(4) 3.1 고가도로 진입 및 하강램프 개방 및 폐쇄

(5) 교차로 신호등의 점, 소등

V. 주 행 시 간 조 사

1. 조사의 필요성

여행시간(Travel Time)의 조사란 차량이 도로의 어느구간을 일정경로에 따라서 주행하는데 소요되는 시간을 측정하는 것이다. 이 조사는 지연시간 조사도 함께 이루어진다. 또 보통은 시험차에 의한 주행으로 조사됨으로 여행시간조사를 주행조사라고도 부른다.

이 조사에서 얻어지는 도로의 일정구간의 여행시간, 속도 자료는 사용목적에 따라 다음과 같이 이용된다.

1) 도로구간의 여행시간(구간속도)의 경향의 실태를 파악한다. 또 시간적, 주기적으로 동일구간의 조사에서 서비스수준의 변화를 파악한다.

2) 교통제어에 필요한 적절한 계획 또는 개선을 위해서 필요한 여행시간이나 구간속도등의 정보를 파악한다.

(1) 혼잡의 정도, 장소, 원인등을 알아서 일방통행, 주차금지, 좌회전금지 규제등 혼잡완화 대책계획의 수립 또는 타당성 문제점등을 알아낸다.

(2) 신호의 타이밍이나 계통속도의 결정을 한다.

(3) 최고, 최저 속도의 결정을 위한 참고자료로서 이용한다.

3) 사전, 사후 조사를 시행하여 교통 개선시책의 효과를 판정한다.

4) 교통량 분산을 시키는 경우 경로비용을 계산할 때 여행시간 조사자료를 이용한다.

5) 시간편익 또는 경제 이득을 분석하는 경우 여행시간 자료로 이용한다.

2. 용어정의 ;

여행시간 조사에서 얻어지는 시간, 속도 정보는 의미를 통일하여 표현할 수 있도록 용어의 정의를 한다.

1) 여행시간 : 어느 구간의 주행에 소요된 시간으로 정지 또는 지연을 포함하는 총 소요 시간이다.

2) 주행시간 : 어느 구간을 주행하는데 소요되는 시간중 정지 시간을 제외한 것이다.

즉 차량이 실제로 움직인 시간이다.(주행시간 = 여행시간 - 정지시간)

3) 구간속도 : 어느 구간을 주행함에 있어 정지나 지연시간을 포함하지 않은 교차로간 평균속도를 말한다.

4) 주행속도 : 어느 구간을 주행함에 있어 차량이 실제로 움직이고 있을 때의 평균속도로 주행거리를 주행 시간으로 나눈 것이다.

3. 조사방법 ;

1) 조사구간과 조사시간

(1) 조사구간의 선정은 자료의 사용목적에 따라 다르다. 보통, 여행시간, 구간속도 경향을 알고 싶은 경우에는 주요한 노선에 대해서 실시한다. 주요 교차점 사이와 같이 도중에서 대량의 교통량이 교차하지 않는 그러한 구간을 하나의 조사 구간으로 잡는다. 또 조사구간의 기 중점은 혼잡을 빚지 않는 장소를 선정한다.

(2) 개선효과 판정을 위해서는 사전, 사후 조사가 동일구간에서 이루어져야 한다.

(3) 조사의 시간대는 목적에 따라 다르다. 일반적으로는, 오전, 오후의 피크와 낮동안 시간대로 나누어서 시행한다. 토, 일요일 그리고 거리에서 공공행사가 개최되고 있는 날은 피하고 날씨가 맑은 날을 택한다.

(4) 따라서 자료에는 “시간”, “장소”, “방

향”, “관측자”, “측정방법”을 기록하고 반드시 조건이 기록되어야 한다.

2) 측정법

여행시간, 구간속도의 측정에는 여러가지 방법이 있다. 여기서는 널리 시행되고 있는 시험차 주행법에 대해서 주로 설명한다.

(1) 시험차 주행법 :

이 방법은 미리 정해진 도로구간을 <표 6> 여러차례 뒤풀이해서 주행하여 여행시간이나 정지시간을 측정하는 것으로 다음 두 가지 방법이 있다.

ㄱ) 플로팅 시험 (Floating Test) :

시험차가 다른 차를 추월한 횟수와 다른차에 추월당한 횟수가 동일하게 되도록 주행하면서 실시하는 것이다.

ㄴ) 평균시험 : 운전자가 전 교통의 평균

유속에 가깝다고 판단되는 속도로 주행하는 방법

이 중에서 평균시험이 더 일반성이 있으며 많이 사용되고 있다. 필요한 주행횟수는 1방향, 1시간대에 적어도 6회를 표준으로 하고 있다. 따라서 대상구간의 길이, 시간들을 고려하여 필요한 시험차의 대수를 사전에 준비하여야 한다. 또 시험차의 주행계획으로 대상구간, 경로의 지정은 물론 대상구간의 기종점에서의 일정한 주행을 고려하여 되돌아 올 수 있는 U-턴, 우회로의 지정 및 그에 소요되는 시간도 사전에 생각해 두어야 한다. 이것은 조사의 효율상 또는 신호 제어의 평가등을 할 때 중요한 의미를 갖는다. 또 조사대상구간의 기종점이나 도중의 여행시간 체크 기점의 결정은 도시에서는 주요 지형지물을 이용하면 편리하다.

이와 같이 해서 현지의 도로에 조사대상구간이나 체크지점이 명확해지면 조사를 실시한다. 조사자는 시험차가 측정구간의 기점을 지날 때 스톱워치를 작동시키고 지정경로에 따라 주행하면서 도중의 체크지점 통과시간이나

정지시간, 종료시간등을 그때마다 읽어서 측정용지에 기입한다. 이 때 지연(정지나 서행)의 위치와 원인, 상황을 기록한다. 이 작업이 일정한 측정회수에 달하면 종료한다. 이 방법에 사용되는 인원과 기자재는 측정자 3명 (원전자, 계서관측자, 기록자) 스톱워치, 측정용지, 연필, 지우개, 화판 등이다.

4. 자료의 정리 해석

앞에서 얘기한 측정법에 따라 얻어진 자료는 집계용지에 정리하고 그래프등을 그려 조사 목적에 맞도록 통계처리를 행한다. 여기서는 주로 시험차 주행법에 의한 자료의 정리해석 예를 든다.

1) 통계처리 :

(1) 평균치, 평균여행시간, 평균구간속도 -

몇 번의 시험 주행에 의한 여행시간치의 대표치는 평균치이다. 이것은 다음 식과 같이 표시되고 평균 여행시간이라 부른다.

$$T = \frac{\sum t}{n}, \quad V = \frac{0.06 S}{T}$$

T = 평균 여행시간(분)

V = 평균 구간속도 (km/H)

t = 여행시간 (분)

n = 주행회수

s = 구간거리 (m)

(2) 표준 편차, 범위 -

평균치를 중심으로 자료가 얼마나 분산되어 있는가를 보는 것이 표준 편차(σ)이다. 또 최대치와 최소치 사이의 차이를 범위(Range)라고 한다.

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} [\sum t_i^2 - \frac{1}{n} (\sum t_i)^2]}$$

R : 범위

$$R = t_{\max} - t_{\min}$$

- 여 기 서 -

t_i : 여행시간

n : 합계주행회수

t_{\max} : 최대 여행시간

t_{\min} : 최소 여행시간

(3) 지연 (Delay) -

지연이란 기점과 종점사이를 여행함에 있어서 운전자 자신이 제어할 수 없는 이유로 통행이 방해되어 발생하는 손실시간의 총칭이다.

차량이 주행중 무슨 이유로 해서든지 실제로 정지한 시간 즉 "정지시간 지연"을 총 여행시간의 백분비로 표시하기도 한다. 또 정지시간의 내용을 신호정지, 좌회전차, 우회전차, 주차, 사람의 승강, 자연혼잡 등의 이유로 나누

<表 6> 씨스팀 개선상황을 조사한 구간 및 거리

거리명	기점—종점	거리(m)
1.울곡로	효자동입구-이화동	2510
2.마포로	도화동-서대문	3128
3.종로	서대문-동대문	3810
4.청량로	동대문-청량리	3471
5.청계로	동아일보사-청계6가	2850
6.마장로	청계6가-신답동	3656
7.퇴계로	퇴계3가-퇴계6가	1270
8.남북대로	중앙청-서울역	2192
9.남북1로	안국동-남대문	2000
10.남북2로	재동-퇴계2가	1780
11.남북3로	비원-퇴계3가	1300
12.남북4로	원남동-퇴계4가	1490
13.남북5로	이화동-퇴계5가	1340
14.남북6로	동대문-퇴계6가	820
15.남북로	중앙청-퇴계1가	1800
16.용산로	육본앞-7.8호정문	762

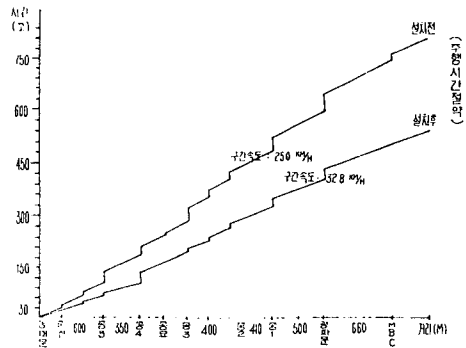
어 그 발생빈도와 발생 1회당의 정지 시간 또는 총정지시간에 대한 백분비로 표현한다. 시험 주행법에 의한 주행 1회당의 평균 정지시간 지연은 다음 식으로 나타낸다.

$$T_{sd} = \frac{\sum T_{sd}}{n}$$

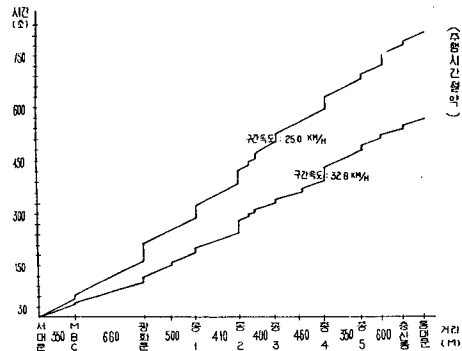
t_{sd} : 정지시간

n : 합계주행회수

T_{sd} : 평균 정지시간 지연



<圖 11> 주행상황 개선 상황 (종로상행)



<圖 12> 주행상황 개선 상황 (종로하행)

(4) 시간 거리선도

시험 주행중 각 지점 통과의 시간과 정지시간을 주행거리와 대응시켜 그릴 수 있다.

〈表7〉 설치후 1회, 설치후 8회 조사한
주행상황 개선요약표

조사지점		1.정지율 (%)	2.지연시간 (초)	3.구간 속도 (KM/H)	4.여행 속도 (KM/H)
설치 전	80년 4월	76	202	21.5	13.9
	80년 7월	40	109	29.3	21.5
	81년 1월	32	95	25.4	19.5
	81년 6월	49	125	29.4	19.9
	81년 9월	49	154	28.1	18.3
	81년 12월	52	151	25.1	17.2
	82년 4월	41	104	27.7	20.3
	82년 7월	39	104	30.6	21.8
	82년 10월	43	106	27.9	19.8
	평 균	431	119	27.9	19.8
		43	41	30	42

즉 횡속으로 지점 또는 교차로와 거리를, 종속에 시간을 잡고 구간간 소요시간을 연결하면 주행은 대각사선이 정지는 수직선이 그려진다. 대각사선의 경사가 완만할수록 구간 속도가 빠르며, 급한 경사를 이루면 낮은 구간 속도를 나타낸다. 이 그래프는 조사구간에서 교통류의 여행시간, 구간속도의 경향을 포괄적으로 이해하는데 도움이 된다.

(5) 개선상황 요약

표 7에 그동안 측정된 주행조사의 요약이 기재되어 있다. 개선율은 설치전과 설치후의 평균치를 비교한 것이다.

그리고 표 8에 제 외국에서의 유사한 시스템의 설치상황 그리고 성취율을 기재하였다.

〈表8〉 전차제산기 제어 교통신호 시스템 각국 도시별 성취도 비교도

	교차로수	검지기수	여행 속도	지연시간	정지회수	경제효과	비 고
뉴욕	500	300	18% 28KM/H→ 33KM/H	-	48% 8.3→4.3	2억불/ 7000 교차로년	간선도로당
로스앤젤스	112	388	9.2% 24.3%	19.1% 27.7%	14.9% 25.5%	116만불/년	L.A. SOUTH BAY 지역
오사카	1,226	2,706	18.9KM/H→ 22.8KM/H	285초/195초	6.7→4.3	18억엔/년	간선도로당
서울	90	173	42% 13.9KM/H→ 19.8KM/H	41% 202초/120초	43% 76%→43%	-	교차로당

參 考 文 獻

1. FHWA, Traffic Control System Hand-book, U.S. Department of Transportation 1976.
2. L. J. Pignataro, Traffic Engineering-Theory and Practice-, Prentice-Hall Inc., 1973.
3. Institute of Transportation Engineers, Transportation and Traffic

Engineering Handbook, Prentice-Hall, 1976.

4. Data General Co., Real Time Disk Operating System, 1973.
5. Eagle Signal Inc., Comtrac II Software Documentation, 1973.
6. 한국전자기술연구소, 교통관제 시스템 개론, 1980.
7. 한국전자기술연구소, 교통관제 동작지침서, 1981.
8. 한국전자기술연구소, 루프검지기, 개념 및 루프매설방법, 1980.
9. 한국전자기술연구소, 서울특별시 전자제산기 제어교통관제 시스템에 관한연구, 1981.
10. 교통공학연구회, 교통공학 핸드ブック, 기보당, 1973.