

# 교통신호기 설치 · 관리 매뉴얼

경 찰 청

[www.police.go.kr](http://www.police.go.kr)

# 차 례

---

<b>제1장 일반원칙</b> .....	<b>3</b>
제1절 신호기 설치목적 및 기능 .....	3
제2절 법적 근거 .....	5
제3절 교통신호등 구성요소 .....	6
제4절 신호기의 제거 .....	7
<b>제2장 신호기 설치기준</b> .....	<b>11</b>
제1절 차량신호기 설치기준 .....	11
제2절 보행자신호기 설치기준 .....	13
<b>제3장 신호기의 특성</b> .....	<b>17</b>
제1절 신호의 종류와 의미 .....	17
1. 차량신호 .....	17
2. 보행자신호 .....	19
제2절 신호기 설치장소 .....	20
1. 차량신호기 설치장소 .....	21
2. 보행자신호기 설치장소 .....	24
3. 보행자작동신호기 설치장소 .....	25
4. 시각장애인용 음향신호기 설치장소 .....	27
제3절 신호등의 배열순서 및 등화순서 .....	29
1. 신호등의 배열순서 .....	29
2. 등화순서 .....	30
3. 신호등화의 적용 .....	32
4. 신호등화의 금지 .....	33

제4절	가변형 가변등 .....	34
제5절	경보형 경보등 .....	37
제6절	신호등의 특수운용 .....	38
제7절	신호등의 운영 .....	40
	1. 신호변환시간(황색+전적색시간) .....	40
	2. 보행자신호 시간 계획 .....	43
<b>제4장</b>	<b>신호기 설계시공 .....</b>	<b>47</b>
제1절	신호등의 시인성 .....	47
제2절	신호등의 종류 및 만드는 방식 .....	47
제3절	신호기 설계시공 .....	49
	1. 신호등의 재료 .....	49
	2. 교통신호제어기 .....	50
	3. 검지기 .....	59
제4절	내구연한 .....	62
<b>제5장</b>	<b>신호기지주 설치방법 .....</b>	<b>65</b>
제1절	중앙주식 설치방법(Posted or Pole mounted) .....	65
제2절	지주와 강선을 이용한 설치방법(Span-Wire Mounted Signal) .....	67
제3절	지주와 부착대를 이용한 설치방법(Mast - Arm Mounted) .....	69
제4절	교통신호등 지주 설계시 고려사항 .....	70
	1. 하중 .....	70
	2. 기초 .....	73
	3. 지주 재질 .....	73
	4. 지주 제작 .....	74

## 부록 1 교통신호기 사업

제1절 교통신호기 사업 기본계획 작성 .....	77
1. 사업 배경 및 목적 .....	77
2. 사업 대상구간 선정 .....	79
3. 소요예산 추정 절차 .....	79
4. 공사원가 계산방법 .....	81
5. 설계 감리 비용 산출 .....	87
6. 데이터베이스(Data Base) 구축 비용 산출 .....	88
7. 총 소요예산 결정 .....	89
8. 사업예산 편성 및 확보 .....	89
제2절 감독 및 감리 업무 .....	90
1. 공사감독 .....	90
2. 감독 및 감리업무 구분 .....	93
제3절 교통신호기 유지관리 .....	97
1. 일반사항 .....	97
2. 교통신호기관리대장 작성 요령 .....	98
3. 유지·관리 기록양식 .....	100

## 부록 2 신호기의 운영

제1절 신호제어의 기초 .....	115
1. 신호제어변수 종류와 역할 .....	115
2. 신호제어 방법 결정 .....	120
제2절 신호시간 계획 .....	131
1. 신호시간계획 절차 .....	132

2. 현황조사 .....	135
3. 교통수요 추정 .....	137
4. 포화교통류율 산정 .....	139
5. 소요 현시율 계산 .....	140
6. 현시체계 결정 .....	141
7. 최소녹색시간의 산정 .....	155
8. 주기길이 계산 .....	155
9. 현시별 녹색시간 배분 .....	157
제3절 신호연동계획 .....	157
1. 신호연동 요건 .....	158
2. 신호연동을 위한 공통주기 설정 .....	162
3. 신호연동방법 .....	164
4. 옹셋결정방법 .....	168
<b>부록 3 교통신호기 지주설계 계산예</b>	
제1절 설계계산시 고려사항 .....	177
1. 사하중(Dead Load) .....	177
2. 풍하중(Wind Load) .....	177
3. 설하중(Ice Load) .....	177
제2절 교통신호등 지주설계 .....	178
1. 사하중 .....	179
2. 풍하중 .....	179
3. 응력계산 .....	179

# 표 차례

<표 2-1> 8시간 교통량 .....	12
<표 2-2> 최소차량교통량 및 보행자 교통량 .....	12
<표 2-3> 비보호좌회전 기준표 .....	13
<표 3-1> 접근속도에 따른 신호등 최소가시거리 .....	21
<표 3-2> 교차로 크기에 따른 신호등면의 수 .....	24
<표 3-3> 시각장애인용 음향신호기 바탕음 주파수 .....	28
<표 3-4> 신호등의 배열순서(도로교통법시행규칙 제6조제2항) .....	30
<표 3-5> 신호등의 신호순서(도로교통법시행규칙 제6조제2항) .....	31
<표 3-6> 가변형 가변등의 등화 .....	37
<표 3-7> 교차로 폭과 접근속도에 따른 황색신호시간 .....	42
<표 4-1> 온도에 따른 상대습도 .....	58
<표 4-2> 검지기별 장단점 .....	61
<표 4-3> 교통신호등과 제어기 내구연한 .....	62
<표 5-1> 중앙주식 설치방법의 장·단점 .....	67
<표 5-2> 지주와 강선을 이용한 설치방법 장·단점 .....	68
<표 5-3> 지주와 부착대를 이용한 설치방법의 장·단점 .....	70
<표 5-4> 신호등 설계시 지역별 기본 풍속 .....	72

## 부록 1

<표 부록 1-1> 공사비 산출서 .....	81
<표 부록 1-2> 공사종류, 규모·기간별 간접노무비 계상기준표 .....	84
<표 부록 1-3> 일반관리비 비율 산출기준 .....	86
<표 부록 1-4> 이윤율 산출기준 .....	87
<표 부록 1-5> 안전관리비 산출기준 .....	87
<표 부록 1-6> 통신부문 설계 감리 요율표 .....	88

<표 부록 1-7> 데이터베이스 (DB) 산출 및 입력 용역비 산출 .....	89
<표 부록 1-8> 일반교통신호제어기 승인검사 항목 .....	95
<부표 1> 교통신호기관리대장 .....	101
<부표 2> 고장신고 처리내역 양식 .....	102
<부표 3> 주간 보수현황 양식 (1) .....	103
<부표 4> 주간 보수현황 양식 (2) .....	104
<부표 5> 월간 보수현황 양식 (1) .....	105
<부표 6> 월간 보수현황 양식 (2) .....	106
<부표 7> 월별, 교차로별 고장처리 현황 양식 .....	107
<부표 8> 상반기 월별보수 현황 양식 .....	108
<부표 9> 하반기 월별보수 현황 양식 .....	109
<부표 10> 상반기 월별보수 내용 양식 (1) .....	110
<부표 11> 상반기 월별보수 내용 양식 (2) .....	111
<부표 12> 하반기 월별보수 내용 양식 (1) .....	112
<부표 13> 하반기 월별보수 내용 양식 (2) .....	113
<부표 14> 연간 교차로별 고장처리 현황 양식 .....	114

## 부록 2

<표 2-1> 신호제어 방식 .....	120
<표 2-2> 차량별 승용차 환산계수 .....	137
<표 2-3> 신호교차로 교통량 및 기하구조 조사양식 .....	138
<표 2-4> 4지 교차로에서 주로 구현할 수 있는 현시방법 .....	154
<표 2-5> 각 교차로간 옅셋값 계산사례 .....	169

# 그림 차례

---

[그림 1-1] 신호등두 구성요소 .....	7
[그림 3-1] 신호등의 수평적 위치 .....	23
[그림 3-2] NEMA의 현시방법 .....	32
[그림 3-3] 가변형 가변등 설치 예시도 .....	35
[그림 4-1] 차량신호등의 만드는 방식 .....	48
[그림 4-2] 시스템 블록 다이어그램 .....	51
[그림 5-1] 중앙주식 신호등 설치방법 .....	66
[그림 5-2] 교차로내 중앙주식 신호등 설치방법 예시도 .....	66
[그림 5-3] 지주와 강선이용 신호등 설치방법 예시도 .....	68
[그림 5-4] 지주와 부착대 이용 설치 방법 예시도 .....	69

## 부록 1

[그림 1-1] 교통신호기 사업 추진 절차도 .....	78
--------------------------------	----

## 부록 2

[그림 2-1] 신호현시체계 .....	116
[그림 2-2] 현시별 포화도 예 .....	117
[그림 2-3] 신호제어 방식 .....	121
[그림 2-4] 지역 신호 연동 방식 .....	122
[그림 2-5] 센터 컴퓨터에 의한 중앙연동방식 .....	123
[그림 2-6] 1일 시간대별 교통량 변화 예 .....	126
[그림 2-7] 실시간 교통대응 신호제어시스템의 구성체계 .....	127
[그림 2-8] 교통신호제어기 구성체계 .....	130
[그림 2-9] 일반적인 신호시간 결정과정 .....	134

[그림 2-10] 좌회전 교통류 처리방법의 진전 .....	144
[그림 2-11] 비보호/보호 좌회전 선택과정 .....	145
[그림 2-12] 비보호 좌회전 현시방법 .....	148
[그림 2-13] 일방향 좌회전 현시방법 .....	149
[그림 2-14] 이중좌회전 현시방법 .....	150
[그림 2-15] 방향별 분리좌회전 현시방법 .....	151
[그림 2-16] 선행/후행 좌회전 현시방법 .....	151
[그림 2-17] 방향별 분리 및 양방보호 좌회전 현시방법 .....	152
[그림 2-18] 양방 및 일방보호좌회전 현시방법 .....	153
[그림 2-19] 좌회전 금지 현시방법 .....	153
[그림 2-20] 교차로군의 연동주기 결정방법 .....	156
[그림 2-21] 옹셋의 개념(시공도) .....	159
[그림 2-22] 양방도로에서의 진행대폭 및 연동효율 비교 .....	164
[그림 2-23] 동시연동 시스템의 시공도 .....	166
[그림 2-24] 단일교호시스템과 이중교호시스템의 시공도 .....	167
[그림 2-25] 일방통행로에서의 옹셋설정 .....	169
[그림 2-26] 양방향 균형옹셋의 설정방법 .....	171
[그림 2-27] 대기차량을 고려하지 않은 옹셋설정 .....	174
[그림 2-28] 대기차량을 고려한 옹셋결정 .....	174
[그림 2-29] 대기차량증가에 따른 옹셋의 변화 .....	175

### 부록 3

[그림 3-1] 교통신호기 지주설계 예시도 .....	178
-------------------------------	-----

## 제1장 일반 원칙

- 제1절 신호기 설치목적 및 기능
- 제2절 법적 근거
- 제3절 교통신호등 구성요소
- 제4절 신호기의 제거

# 제1장 일반원칙

## 제1절 신호기 설치목적 및 기능

- 목적: 신호기는 도로에서의 위험을 방지하고 교통의 안전과 원활한 소통을 확보하기 위하여 설치한다.
- 기능: 신호기는 도로교통에 관하여 문자·기호 또는 등화로써 진행·정지·방향전환·주의 등의 신호를 표시하여 다양한 교통류에 우선권을 할당하는 기능을 한다.

**【해설】** 신호기는 도로교통에 대하여 문자·기호 또는 등화로써 진행·정지·방향전환·주의 등의 신호를 표시하기 위하여 사람이나 전기의 힘에 의하여 조작되는 장치를 말한다. 신호기는 교차로, 단일로 및 합류하는 도로 등에 설치되어 신호등면이 위치한 도로의 교통을 통제한다.

신호기는 교통안전과 원활한 소통을 도모하는 교통안전시설이므로 도로이용자에게 혼란을 주지 않아야 하며, 그 전방에서 잘 보이도록 설치해야 한다. 신호기의 위치, 설계, 신호지시의 의미 등은 일관성 있고 통일성을 가져야 하며, 교통안전표지 및 노면표시 등의 교통안전시설과 유기적 또는 보완적으로 결합하여야 한다.

신호기는 교차로 또는 단일로에서 보행자나 차량 등 여러 교통류에 대하여 우선권을 교대로 할당하며, 지정된 행동을 취하도록 지시하거나 경고하기 때문에 안전성의 제고나 소통의 증진과 같은 편익을 제공한다. 신호기의 설치, 운영 및 유지보수가 적절히 이루어진다면 신호기는 다음과 같은 장점이 있다.

- 교통류의 흐름을 질서 있게 한다.
- 교통처리용량을 증대시킬 수 있다.
- 교차로에서의 직각충돌사고를 줄일 수 있다.
- 적절한 조건하에서 도로를 따라 규정된 속도로 계속적으로 교통류가 흐를 수 있는 신호연동화가 가능하다.
- 특정 교통류의 소통을 도모하기 위하여 교통흐름을 차단하는 것과 같은 통제에 이용할 수 있다.

교통 및 도로의 조건이 신호기 설치기준에 합치하더라도 신호기를 비효율적인 곳에 설치하고, 부적절하게 운영하고, 유지보수를 소홀히 한다면 다음과 같은 단점이 발생할 수 있다.

- 과도한 대기로 인한 지체가 발생할 수 있다.
- 신호지시를 무시하는 경향을 조장시킬 수 있다.
- 신호기를 피하기 위해 부적절한 노선을 이용할 수 있다.
- 교통사고, 특히 추돌사고가 다소 증가할 수 있다.

신호기의 선택과 사용은 도로 및 교통여건에 대한 공학적 판단에 기초해야 하며, 신호기 설치기준뿐만 아니라 설치장소의 교통안전 및 운영과 관련된 기타요인까지 고려하여야 한다.

## 제2절 법적 근거

도로교통법 제3조(신호기 등의 설치 및 관리)

①특별시장, 광역시장 또는 시장, 군수(광역시의 군수는 제외한다. 이하 “시장등”이라 한다.)는 도로에서의 위험을 방지하고 교통의 안전과 원활한 소통을 확보하기 위하여 필요하다고 인정하는 때에는 신호기 및 안전표지를 설치하고 이를 관리하여야 한다. 다만, 유료도로법 제12조의 규정에 의한 유료도로에서는 그 도로관리자가 시장등의 지시에 따라 이를 설치관리하여야 한다.

도로교통법 제4조(신호기 등의 종류 등)

제3조의 규정에 의한 신호기 및 안전표지의 종류, 만드는 방식, 설치하는 곳 그밖의 필요한 사항은 행정자치부령으로 정한다.

도로교통법 제5조(신호 또는 지시에 따른 의무)

도로를 통행하는 보행자나 차마는 신호기 또는 안전표지가 표시하는 신호 또는 지시와 교통정리를 위한 경찰공무원(전투경찰 순경을 포함한다. 이하 같다)과 행정자치부령이 정하는 경찰공무원을 보조하는 사람(이하 “경찰공무원등”이라 한다.)의 신호나 지시를 따라야 한다.

도로교통법 제104조(권한의 위임 및 위탁)

①시장등은 이 법에 의한 권한의 일부를 대통령령이 정하는 바에 의하여 지방경찰청장 또는 경찰서장에게 위임 또는 위탁할 수 있다.

②특별시장 및 광역시장은 이 법에 의한 권한의 일부를 대통령령이 정하는 바에 의하여 관할구역 안의 구청장 및 군수에게 위임할 수 있다.

③지방경찰청장은 이 법에 의한 권한의 일부를 행정자치부령이 정하는 바에 의하여 관할 경찰서장에게 위임하거나 교통관련 전문연구기관 등에 위탁할 수 있다.

④지방경찰청장 또는 경찰서장은 제1항의 규정에 의하여 시장등으로부터 위임 또는 위탁받은 사무의 일부를 대통령령이 정하는 바에 의하여 교통관련 전문연구기관에 위탁할 수 있다.

도로교통법시행령 제71조의2(권한의 위임 및 위탁)

①법 제104조제1항의 규정에 의하여 특별시장·광역시장은 다음 각호의 권한을 지방경찰청장에게 위임하고, 시장·군수는 다음 각호의 권한을 경찰서장에게 위탁한다. 다만, 광역교통신호체계의 구성을 위하여 필요하다고 인정되는 경우에는 관계 시장·군수는 상호협의하여 제1호의 규정에 의한 권한을 지방경찰청장에게 공동으로 위탁할 수 있다.

1. 법제3조제1항 본문의 규정에 의한 신호기 및 안전표지의 설치·관리에 관한 권한
4. 법 제11조의2제1항의 규정에 의한 어린이보호구역의 지정 및 관리에 관한 권한

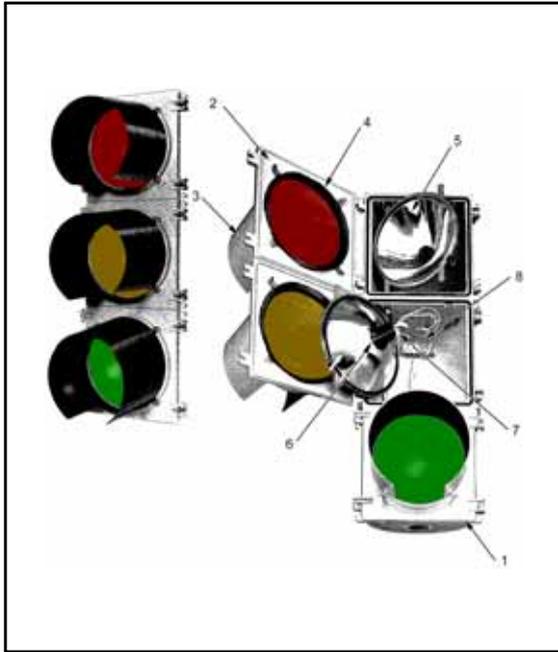
도로교통법시행규칙 제5조(신호기의 종류 및 만드는 방식 등)

- ① 법 제4조의 규정에 의한 신호기의 종류 및 만드는 방식은 별표2와 같다.
- ② 제1항의 신호기가 표시하는 신호의 종류와 그 뜻은 별표3과 같다.

## 제3절 교통신호등 구성요소

**【해설】** 신호등은 크게 신호등두 (Signal Head)와 이를 구동시켜 신호등면 (Signal Face)을 점등시키는 교통신호제어기로 구성되어 있다. 신호등두에는 전구, 착색렌즈, 쉐, 반사경이 포함된 합체와 이를 둘러싸고 있는 배면판이 있다. 차량용 신호등두의 구성요소는 [그림 1-1]과 같다.

최근에 많이 사용되는 LED 교통신호등은 광원으로 전구대신 LED를 사용한 것으로 초기 설치비는 전구식에 비해 다소 비싸지만, 전력소모량이 적고 수명이 길고 유지보수비가 적게 든다는 장점이 있다. 교통신호등을 새롭게 설치할 경우에는 가급적 LED 신호등의 설치를 고려할 것을 권장한다.



번호	부 분 명 칭
1	함 체 (Housing)
2	문 (Door)
3	챙 (Visor)
4	렌즈 (Lens)
5	반사경 (Reflector)
6	전구 (Lamp)
7	소켓 (Spiral Pin)
8	단자판 및 배선

[그림 1-1] 신호등두 구성요소

## 제4절 신호기의 제거

### 권 장

- 설치준거를 잘못 적용하거나, 도로망 또는 토지이용이 변하여 교통여건이 변하면 신호등의 설치 타당성이 상실되는 수가 있다. 이 때는 신호기 운영의 단점이 크게 나타난다.

신호기가 정당하게 설치된 경우, 교차로 및 단일로의 차량지체와 사고빈도가 신호기 설치전보다 훨씬 더 증가하였다면 한 가지 이상의 신호기 설치기준을 만족시켰다 하더라도 신호기를 제거하고 다른 교통안전시설을 설치할 수 있다.

**【해설】** 신호기의 설치 및 운영은 교통과 도로여건에 대한 공학적 연구에 기초해야 한다. 신호기 설치기준은 신호기 있는 지역과 없는 지역의 여러 장소에서 교통운영 및 기타 요인들에 대한 세심한 연구 및 분석과 전문가의 판단을 종합하여 신호기 설치가 정당화될 수 있는 최소한의 조건을 규정한 것이다. 하지만 신호등이 정당하게 설치되었다 하더라도 차량지체와 사고빈도 증가 등 신호기의 단점이 장점보다 크게 나타난다면 다음과 같은 신호기의 대체물 설치를 고려할 수 있다.

- 주도로에 표지판 설치
- 시거증진을 위한 정지선 위치 변경
- 주도로 차로를 좁게 만듦
- 경보등 설치
- 차로당 차량수 감소를 위해 부도로에 하나 이상의 차로 추가설치
- 기하구조 변경
- 야간사고가 많다면 조명 설치
- 우회도로가 있다면 회전 제한
- 모든 접근로상에 정지표지판(224) 설치
- 기타

## 제2장 신호기 설치기준

- 제1절 차량신호기 설치기준
- 제2절 보행자신호기 설치기준

## 제2장 신호기 설치기준

### 권 장

○교통신호는 교대로 통행권을 부여하기 때문에 상당한 지체를 유발시킨다. 따라서 신호설치는 설치의 타당성을 가져야 한다. 이러한 설치 타당성의 기준을 준거(準據)라 한다. 준거에 명시된 기준을 넘으면 신호등을 설치하는 것이 유리하고, 반대로 그 이하의 조건인데도 신호를 설치운영하면 오히려 손해라는 뜻을 가지고 있다.

○따라서 준거에 명시된 어떤 수준에 도달하지 않으면 신호등을 설치해서는 안되며, 설치된 경우는 운영하지 말아야 한다.

○보행자신호기는 차량신호기와 함께 설치함을 원칙으로 한다.

## 제1절 차량신호기 설치기준

### 기 준

○기준 1(차량교통량)

평일의 교통량이 <표 2-1>의 기준을 초과하는 시간이 모두 8시간 이상일 때 신호기를 설치해야 한다. 이 때 연속적인 8시간이 아니라도 좋다. 또 부도로의 교통량은 주도로와 같은 시간대의 것이어야 한다.

**<표 2-1> 8시간 교통량**

접근차로수		주도로교통량(양방향) (대/시간)	부도로교통량(교통량이 많은 쪽) (대/시간)
주 도로	부 도로		
1	1	500	150
2 이상	1	600	150
2 이상	2 이상	600	200
1	2 이상	500	200

○ 기준 2(보행자 교통량): 평일의 교통량이 <표 2-2>의 기준을 모두 초과할 때 신호기를 설치해야 한다.

**<표 2-2> 최소차량교통량 및 보행자 교통량**

차량교통량(8시간, 양방향: 대/시간)	횡단보행자(1시간, 양방향, 자전거 포함: 명/시간)
600대	150명

- 기준 3(통학로): 어린이보호구역내 초등학교 또는 유치원의 주출입문에서 300미터 이내에 신호등이 없고 자동차 통행시간 간격이 1분이내인 경우에 설치하며, 기타의 경우 주출입문과 가장 가까운 거리에 위치한 횡단보도에 설치한다.
- 기준 4(교통사고기록): 신호기 설치예정 장소로부터 50m 이내의 구간에서 교통사고가 연간 5회 이상 발생하여 신호등의 설치로 사고를 방지할 수 있다고 인정되는 경우에 신호기를 설치해야 한다.
- 기준 5(비보호좌회전): 대향직진교통량과 좌회전교통량이 차로별로 <표 2-3>보다 많을 때에는 보호좌회전, 적을 때에는 비보호좌회전으로 운영할 수 있다.

<표 2-3> 비보호좌회전 기준표

직진 교통량	좌회전교통량(시간당 교통량)		
	2차로도로	3차로도로	4차로도로
400	260	300	320
500	210	250	270
600	160	210	230
700	120	180	200
800	90	150	170
900		120	140
1,000		110	120
1,100		90	110
1,200		70	100
1,300		60	80
1,400		50	70
1,500			60
1,600			50
1,700			50
1,800			40

## 제2절 보행자신호기 설치기준

### 기준

○ 보행자신호기는 차량신호기와 함께 설치함을 원칙으로 하고 다음의 조건을 만족할 때 설치한다.

- 차량신호기가 설치된 교차로의 횡단보도로서 1일 중 횡단보도의 통행량이 가장 많은 1시간 동안의 횡단보행자가 150명을 넘는 곳
- 번화가의 교차로, 역전 등의 횡단보도로서 보행자의 통행이 빈번한 곳
- 차량신호만으로는 보행자에게 언제 통행권이 있는지 분별하기 어려운 경우

- 차량신호등이 있는 횡단보도
  - 어린이보호구역내 초등학교 또는 유치원의 주출입과 가장 가까운 거리에 위치한 횡단보도
- 보행등 점멸기준
- 보행등의 점멸은 분당 50~60회로 하며
  - 보행등 점멸시간에서 보행등이 등화되어 있는 시간은 1/2~2/3가 되어야 한다.

**【해설】** 보행자신호기는 차량신호기와 함께 설치하는 것이 원칙이며, 보행자의 도로횡단이 필요한 곳에 설치한다. 그러나 보행자 수가 적거나 일정시간대에만 보행자가 횡단할 경우에는 보행자작동신호기를 설치할 수 있다.

보행자신호기 설치시 또는 설치된 지점에 시각장애이용 음향신호기 및 보행등잔여시간표시장치를 설치할 수 있으며, 설치기준 등에 관한 상세사항은 설치기준을 참고한다.

## 제3장 신호기의 특성

- 제1절 신호의 종류와 의미
- 제2절 신호기 설치장소
- 제3절 신호등의 배열순서 및 등화순서
- 제4절 가변형 가변등
- 제5절 경보형 경보등
- 제6절 신호등의 특수운용
- 제7절 신호등의 운영

# 제3장 신호기의 특성

## 제1절 신호의 종류와 의미

### 1. 차량신호

차량신호가 표시하는 신호의 종류와 의미는 다음과 같다.

#### 기준

- 녹색등화
  - 차마는 직진할 수 있고 다른 교통에 방해되지 않도록 천천히 우회전할 수 있다.
  - 비보호좌회전표시가 있는 곳에서 차마는 신호에 따르는 다른 교통에 방해가 되지 않을 때에는 좌회전할 수 있다. 다만, 다른 교통에 방해가 된 때에는 신호위반의 책임을 진다.
- 황색등화
  - 차마는 정지선이나 횡단보도가 있을 때에는 그 직전이나 교차로 직전에 정지하여야 하며, 이미 교차로에 진입하고 있는 경우에는 신속히 교차로 밖으로 진행하여야 한다.
  - 차마는 우회전할 수 있고, 우회전하는 경우에는 보행자의 횡단을 방해하여서는 아니된다.
- 적색등화
  - 차마는 정지선이나 횡단보도가 있을 때에는 그 직전 및 교차로 직전에서 정지하여야 한다.
  - 차마는 신호에 따라 진행하는 다른 교통을 방해하지 않는 한 우회전할 수 있다.

- 적색 「×」 표 표시 등화
  - 차마는 적색 「×」 표 표시가 있는 차로로 진행할 수 없다.
- 녹색화살표시 등화
  - 차마는 화살표방향으로 진행할 수 있다.
- 녹색화살표시 등화(하향)
  - 차마는 화살표로 지정한 차로로 진행할 수 있다.
- 적색등화의 점멸
  - 차마는 정지선이나 횡단보도가 있을 때에는 그 직전이나 교차로의 직전에 일시정지한 후 다른 교통에 주의하면서 진행할 수 있다.
- 황색등화의 점멸
  - 차마는 다른 교통에 주의하면서 진행할 수 있다.
- 적색 「×」 표 표시의 등화의 점멸
  - 차마는 적색 「×」 표 표시가 있는 차로로 진행할 수 없고, 이미 진입한 경우에는 신속히 그 차로 밖으로 진로를 변경하여야 한다.

**【해설】** 차량등 녹색신호시 차마는 직진 또는 다른 교통에 방해되지 않도록 천천히 우회전할 수 있다. 우회전할 때에는 보행등이 없는 횡단보도와 보행등이 있는 횡단보도 모두에서 보행자의 통행을 방해하여서는 아니된다. 또한 비보호좌회전의 지시표지(320)나 노면표시(713-2)가 설치되어 있는 곳에서는 녹색신호시에 다른 교통에 방해가 되지 않는 범위 내에서 좌회전을 할 수 있다. 다만, 다른 교통에 방해가 된 때에는 신호위반의 책임을 진다.

차량등 황색신호는 녹색신호의 끝을 경고하거나 곧 적색신호가 들어온다는 예고로서, 일종의 주의신호이다. 이 경우 직진하는 차마는 정지선이나 횡단보도가 있을 때에는 그 직전이나 교차로 직전에 정지하여야 하며, 이미 교차로에 진입하고 있는 경우에는 신속하게 그 지역을 벗어나야 한다. 우회전하려는 차마는 보행자의 횡단을 방해하지 않는 범위 내에서 우회전할 수 있다.

차량등 적색신호의 경우, 진행하는 차마는 정지선이나 횡단보도가 있을 때에는 그 직전이나 교차로 직전에서 정지하여야 한다. 우회전하려는 차마는 신호지시에 따라 진행하고 있는 측면의 다른 교통을 방해하지 아니하는 때에 한하여 우회전할 수 있다. 가변차로구역에서는 적색 「×」 표 표시가 있는 차로로 진행할 수 없고, 이미 진입한 경우에는 신속히 그 차로 밖으로 진로를 변경하여야 한다. 녹색화살표 등화시 차마는 화살표가 지시하는 방향으로 진행할 수 있으며, 가변차로구역에서 녹색화살표시가 하향으로 등화되어 있을 경우에는 이 화살표시로 지정된 차로로 진행할 수 있다. 적색신호가 점멸하고 있을 경우, 정지선이나 횡단보도가 있을 때에는 그 직전이나 교차로 직전에서 일시정지한 후 다른 교통에 주의하면서 진행할 수 있다. 황색신호가 점멸하고 있을 때에는 위험 등을 경고하는 것으로 차마는 다른 교통에 주의하면서 진행할 수 있다. 주도로와 부도로가 구분되어 있는 교차로 등에서 신호등이 점멸로 운영될 때, 황색점멸신호는 주도로에 그리고 적색점멸신호는 부도로에 사용하며, 이 경우 황색점멸신호는 적색점멸신호보다 통행의 우선권을 인정하는 것이다. 가변차로구역에서는 적색 「×」 표 표시의 등화가 점멸하고 있을 경우에는 「×」 표가 있는 차로로 진행할 수 없고, 이미 진입한 경우에는 신속히 그 차로 밖으로 진로를 변경하여야 한다.

## 2. 보행자신호

보행자신호가 표시하는 신호의 종류와 의미는 다음과 같다.

### 기 준

- 녹색등화
  - 보행자는 횡단보도를 횡단할 수 있다.
- 적색등화

- 보행자는 횡단을 하여서는 아니된다.
- 녹색등화의 점멸
  - 보행자는 횡단을 시작하여서는 아니된다.
  - 횡단보도를 보행하고 있는 보행자는 신속하게 횡단을 완료하거나 그 횡단을 중지하고 보도로 되돌아와야 한다.

**【해설】** 보행등 녹색신호시 보행자는 표시된 횡단보도 내에서 도로를 횡단할 수 있다. 적색신호시 보행자는 횡단보도 및 횡단보도를 벗어난 위치 모두에서 횡단을 하여서는 아니된다. 녹색신호가 점멸하고 있을 경우에 보행자는 횡단을 시작하여서는 아니되고, 횡단보도를 보행하고 있는 보행자는 신속하게 횡단을 완료해야 한다.

## 제2절 신호기 설치장소

### 기준

- 신호등은 교차로 및 그 밖의 도로에 설치하되, 차량의 진행방향에서 잘 보이도록 설치하여야 한다.
- 신호등은 도로와 교통여건에 대한 공학적 판단에 근거하여 적절한 시계 내에서 계속 시인할 수 있는 위치에 설치하여야 한다.

**【해설】** 신호등은 진행·정지·방향전환·주의 등의 신호를 표시함으로써 여러 교통류에게 우선권을 할당하는 기능을 한다. 그러므로 접근로상의 모든 교통류에게 잘 보이도록 설치하여야 하며, 계속적으로 시인이 되어야 한다. 또한 신호등은 접근로상의 교통을 통제하므로 접근로상의 교통에 혼란을 주지 않도록 설치하여야 한다. 신호등의 설치장소는 도로와 교통여건에 대한 공학적 판단에 근거

하여 운전자가 적절한 시계 내에서 계속 신호등을 시인할 수 있는 곳에 설치한다.

## 1. 차량신호기 설치장소

### 기준

- 신호등의 설치높이는 노면으로부터 수직으로 그 하단이 450cm이상, 500cm이하에 위치하는 것을 원칙으로 한다.

### 권장

- 교차로 접근차량이 정지선에 도달하기까지 주행속도에 따른 신호등 최소가시거리가 <표 3-1>의 값 이상으로 하는 것이 좋다.

<표 3-1> 접근속도에 따른 신호등 최소가시거리

85% 주행속도(km/h)	30	40	50	60	70	80	90	100
최소가시거리(m)	35	50	75	110	145	165	180	210

- 신호등면은 정지선으로부터 전방 10~40m 범위에 설치한다.
- 신호등이 정지선에서 40m보다 더 멀리 있는 교차로의 경우에는 교차로 건너기 전 정지선 위치에 신호등을 추가로 설치한다.
- 신호등면은 진행방향으로부터 좌우 각각 20°범위 내에 있어야 한다.
- 2개의 신호등면은 2.4m 이상 떨어져야 한다.
- 계속해서 신호등을 볼 수 없는 다음과 같은 경우에 대해서는 신호기 주의표지(114), 경보등 또는 신호등면을 추가로 설치한다.
  - 정상적으로 설치된 신호등의 시인성 확보가 어려운 곳
  - 운전자의 판단을 흐리게 하는 곳
  - 대형차량 혼입률이 높은 곳

**【해설】** 신호등 설치높이는 운전자의 시각특성, 차량 높이, 교차로 횡단 거리, 건축 한계 등을 고려하여 결정한다. 신호등은 도로를 이용하는 차량의 높이보다 높아야 하며, 이 높이는 도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙에서 규정한 통과높이인 4.5m를 기준으로 삼는다. 따라서 신호등 높이는 도로면에서부터 4.5m보다 높아야 하며 운전자의 시각 특성, 노면 덧씌우기 등에 대한 여유폭 등을 고려하여 5m 이내로 설치하는 것이 적합하다.

신호등은 도로 및 교통여건에 대한 공학적 판단에 근거하되, 그 앞쪽에서 잘 보이도록 설치해야 하고 또한 운전자가 계속 신호등을 시인할 수 있도록 하여야 한다. 따라서 주신호등은 정지선으로부터 전방 10~40m 범위에 신호등을 설치해야 하고, 신호등면은 진행방향으로부터 좌우 각각 20°범위 내에 있어야 한다. 또한, 2개의 신호등면을 2.4m 이상 떨어지게 설치함으로써 적절한 시계 내에서 계속 시인할 수 있도록 한다.

신호등이 40m보다 더 멀리 있는 경우에는 교차로 건너기전 정지선 위치에 신호등을 추가로 설치하고, 곡선구간 및 장애물 등으로 인해 신호등의 시인성 확보가 어렵거나 운전자의 판단을 흐리게 하는 곳 또는 대형차량의 혼입률이 높아 계속해서 신호등을 볼 수 없는 경우에는 신호등면을 추가로 설치하여 시인성을 높인다. 이 경우 추가로 설치되는 신호등면은 교차로 또는 정지선 인근에 설치하며, 현장 여건에 따라 대향 교통류를 위한 신호등면 뒤에 양면 (배면) 신호등 설치를 고려할 수 있다.

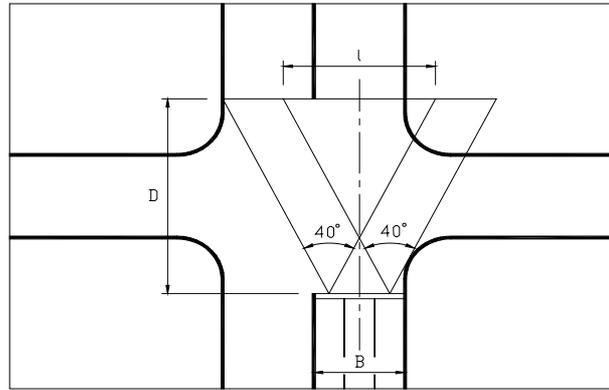
전방에 신호등이 있음을 예고하기 위해 교차로 또는 정지선과 상당한 거리의 전방에 설치되어, 주신호등과 같은 지시내용의 예고신호등은 운전자의 판단착오나, 급제동 또는 서행으로 인한 추돌사고의 위험이 증가될 수 있으므로 설치하여서는 아니된다. 이 경우에는 신호기 주의표지나 경보등을 설치하여 주의를 환기시켜주는 방법이 권장된다. 교차로의 폭에 따른 수평면상의 이상적인 설치 위치는 다음과 같이 구할 수 있다([그림 3-1]참조).

$$l = 2D \tan 20^\circ - (B - 3) = 0.72D - B + 3$$

여기서,  $l$  = 신호등이 설치되는 위치로서, 차도 중앙선에 대칭임(m)

$D$  = 접근로 정지선에서 신호등까지 거리 (m)

$B$  = 접근로 폭 (m)



[그림 3-1] 신호등의 수평적 위치

신호등 설치 위치( $l$  범위) 안에 접근로폭 등을 고려하여 각 신호등면의 중심과 중심사이 간격을 2.4m 이상으로 하고 <표 3-2>에서 규정한 신호등면수를 설치하는 것이 좋으며, 신호등이 정지선으로부터 21m 보다 더 멀리 있을 경우 대형차 혼입을 등의 현장 여건을 고려하여 대향 교통류를 위한 신호등 뒷면에 배면신호등 설치를 할 수 있다. 단, 신호등이 정지선으로부터 40m 이상 떨어져 있을 경우에는 정지선 위치에 신호등의 추가설치를 우선적으로 고려한다.

위의 기준에 의하면, 신호등은 대형차량에 의한 시인장애와 전구 등의 고장으로 인한 혼란을 줄이기 위해 접근로 전면에 2~4면을 설치하되, 정지선에서 운전자가 고개를 움직이지 아니하고 볼 수 있는 시계 내에 설치한다. 신호등면의 수는 접근로 폭과 횡단교차로의 직선거리(정지선에서 신호등까지) 등에 의하여 <표 3-2>와 같이 결정한다.

<표 3-2> 교차로 크기에 따른 신호등면의 수

접근로		접근로 폭 (편도, m)						
		2차로 (6m)	3차로 (9m)	4차로 (12m)	5차로 (15m)	6차로 (18m)	7차로 (21m)	8차로 이상 (24m 이상)
교차로 횡단거리 (m)	15	2	2					
	18	2	2	2				
	21	2+	2+	2+	2+			
	24	2+	2+	2+	2+	3+		
	27	2+	2+	2+	2+	3+		
	30		2+	2+	2+	3+	3+	
	33		2+	2+	2+	3+	3+	4+
	36		2+	2+	2+	3+	3+	4+
	39		2*	2*	2*	3*	3*	4*
	42			2*	2*	3*	3*	4*
	45			2*	2*	3*	3*	4*
	48			2*	2*	3*	3*	4*
	51			2*	2*	3*	3*	4*
	54			2*	2*	3*	3*	4*
	57				2*	3*	3*	4*

주) + : 대향방향 신호등 배면에 1면이상 추가가능

\* : 교차로 건너기전 신호등 추가, 단 배면등으로 대체시 공학적 판단에 따른다.

## 2. 보행자신호기 설치장소

### 기준

- 보행등의 설치위치는 횡단중인 보행자가 쉽게 볼 수 있도록 보행자 진행방향 우측에 설치한다.
- 보행등의 높이는 보도의 노면으로부터 신호등 하단까지 2~3M로 해야 한다.

### 권장

- 교통 및 도로여건에 따라 보행자작동신호기를 설치할 수 있다.
- 차량신호기가 설치된 지점에는 가급적 보행자신호기를 함께 설치한다.
- 시각장애인의 안전한 횡단을 위하여 설치되는 시각장애인용 음향신

호기의 설치기준 등은 「시각장애인용 음향신호기 규격서」에 따른다.

- 횡단보도에 가로등 형식의 집중조명이 설치될 경우 보행등의 난반사에 주의하여야 한다.

**【해설】** 보행등의 높이는 보행자의 안전과 시인성 확보를 위해 보행자가 대기하는 보도의 노면으로부터 신호등 하단까지 2~3m 범위에 설치한다. 보행등의 설치위치는 횡단중인 보행자가 쉽게 볼 수 있도록 보행자 진행방향 우측, 즉 횡단도로의 건너편 우측에 설치한다. 이는 횡단보도를 횡단하는 보행자에게 보행등이 최대한 잘 보이게 하기 위함이다. 지방 국도 등에서 보행자의 안전한 횡단을 위하여 도로를 가로질러 집중조명 가로등을 설치할 경우 야간에 이로 인한 보행등의 난반사로 보행자가 보행등화 상태를 오인할 수 있어서는 아니되며, 난반사가 발생할 경우에는 집중조명의 위치를 변경하여 난반사의 원인을 제거하는 것이 좋다.

### 3. 보행자작동신호기 설치장소

#### 기 준

- 보행자작동신호기는 차량신호기와 함께 사용한다.
- 신호기가 설치되어 있고, 보행자의 수가 적어 보행자 신호등을 설치할 필요성은 적으나 보행자가 반드시 도로를 횡단해야 하는 경우에 설치하며, 또한 일정 시간대에만 보행자가 횡단할 경우에 설치한다.
- 보행자 압버튼의 고장 또는 선로에 이상이 있을 경우 이를 감지하여 지역제어기에 사전입력된 값에 의해 매주기마다 보행신호시간을 제공하여야 한다.
- 시각장애인용 음향신호기와 함께 설치되어서는 아니된다.

## 권 장

○ 보행자작동신호기는 다음과 같은 장소에 설치할 수 있다.

• 단일로

- 어린이보호구역내 위치한 횡단보도로서 특정시간대를 제외하고 평소 보행자 교통량이 많지 않은 지점
- 일반 국도 및 지방도 등에서 보행자 교통량은 많지 않으나 보행자의 도로횡단 필요성이 있어 신호기가 설치된 지점
- 보행자 교통량이 신호기 설치기준에는 미치지 못하나 기타 설치기준에 의하여 신호기가 설치된 지점
- 기타 공학적으로 필요하다고 인정되는 지점

• 교차로

- 보행자 교통량이 신호기 설치기준에는 미치지 못하나 기타 설치기준에 의하여 신호기가 설치된 교차로(3지 또는 4지)에서
- 부도로의 교통량이 정체시간대에도 1주기내(보행자의 신호요청이 없을 경우 해당 현시의 최소녹색시간)에 모두 소거될 수 있을 정도로 적은 지점에서 간선도로 변에 위치한 횡단보도
- 보행자작동신호기 설치로 주도로의 교통혼잡이 크게 개선될 수 있고 부도로의 현시시간 단축으로 인한 악영향이 없을 것으로 예상되는 지점

• 기타 공학적으로 필요하다고 판단되는 지역

보행자작동신호기 설치시 다음과 같은 기능이 포함될 것을 권장한다.

- 보행자가 압버튼을 누름과 동시에 보행자작동신호기가 이상없이 작동된다는 점을 보행자가 인지할 수 있는 장치(예: 램프 점등)
- 지역제어기가 센터와 연결되어 있을 경우 보행자의 신호요청이 있으면 센터에 통보하며 고장시도 센터에 통보
- 보행자 감응현시로 조기종결된 현시값을 특정현시에 부여하여 인접 교차로와의 연동 유지

**【해설】** 보행자작동신호기는 보행자 스스로 누름버튼을 눌러 신호를 요청하는 방식으로 보행자가 드물거나 일정한 시간대에만 있는 단일로 횡단보도에 설치하며 횡단 보행자가 없는데도 불구하고 차량이 대기하는 불합리한 점을 해소시킬 수 있다. 연동화 구간내의 횡단보도 신호는 인접 교차로와 동일한 신호주기를 유지하면서 운영되어야 한다. 일반적으로 주기가 유지되는 보행자 작동신호의 경우 사전에 입력된 신호시간에 의해 보행신호를 표시하지만 보행신호 요청이 없을 경우 차량 녹색신호만 표시된다.

보행자가 많은 도시부 도로보다는 보행자가 적은 지방부 도로에 효과적이기 때문에 국도나 지방도의 단일로 또는 교차로에 신호등을 설치시 보행자작동신호기의 설치를 검토하는 것이 좋다.

#### 4. 시각장애이용 음향신호기 설치장소

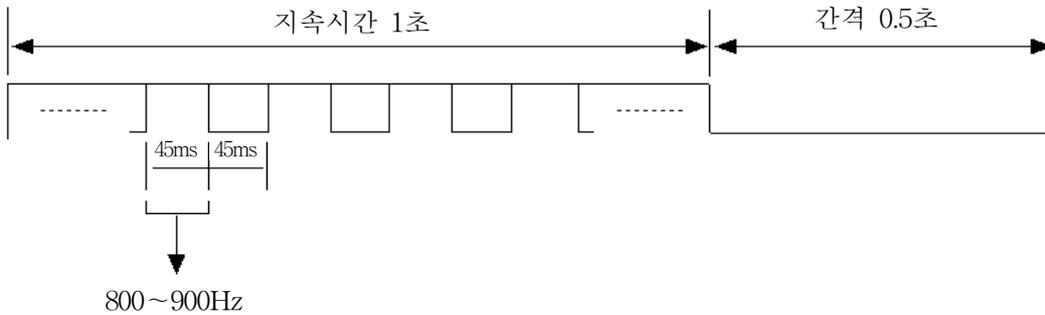
##### 기준

- 시각장애이용 음향신호기는 교차로의 형태, 지주의 위치 등을 고려하여 시각장애인이 안전하게 사용할 수 있도록 설치하여야 한다.
- 음향발생장치는 각 신호기마다 설치하는 독립식으로 설치한다.
- 음향발생장치와 버튼을 분리하는 방식으로 설치한다.
- 압버튼 장치는 1m 내외의 높이로 한다.
- 버튼은 알루미늄 다이캐스팅으로 하여야 하며, 빗물 등이 스며들지 않도록 하고, 강한 충격에도 견딜 수 있도록 고정하여야 한다.
- 합체 또는 버튼에는 시각장애이용임을 알리는 안내표시 등을 하여야 한다.
- 전원은 예고음을 전달하고 전기적 충격을 줄일 수 있도록 보행등 적색신호에도 항상 공급되어야 하므로 보행등 전원과 구분된 전원을 사용하여야 한다.
- 시각장애이용 음향신호기 바탕음 주파수는 다음 <표 3-3>을 따른다.

○ 기타 구체적인 신호상태별 음향내용 등에 대한 기준은 「시각장애인용 음향신호기 (리모콘식) 규격서」를 따른다.

**<표 3-3> 시각장애인용 음향신호기 바탕음 주파수**

구 분	주 파 수	반복형태	비 고
각 방향 공통	800~900Hz	지속시간 1초, 간격 0.5초	일명 귀뚜라미 소리



**권 장**

- 시각장애인용 음향신호기는 다음과 같은 장소에 우선적으로 설치한다.
  - 시각장애인 밀집거주지역, 시각장애인 영구 임대주택 지역 등
  - 시각장애인 이용시설주변(사회복지관, 수용시설, 기타 사회복지시설 등)
  - 시각장애인 교육기관 및 학원 주변
  - 시각장애인 직장 밀집지역(관광호텔, 안마시술소 등)
  - 전철·철도역·여객터미널 주변 등
  - 국가·지방자치단체 청사 등 공공건물 주변
  - 기타 시각장애인 단체에서 요청하는 장소
  
- 시각장애인의 안전한 횡단에 영향을 줄 수 있는 교차로는 해당 시설물을 개선한 후 설치할 것을 권장한다.
- 시각장애인용 음향신호기는 시각장애인의 편익을 위하여 리모콘 겸용으로 설치할 것을 권장하며 이에 대한 기준은 「시각장애인용 음향신호기 (리모콘식) 규격서」를 따른다.

**【해설】** 시각장애이용 음향신호기는 시각장애인들에게 횡단에 대한 정보를 음성으로 알려주는 안전시설이며, 보행자 신호등이 있는 곳에 선별적으로 설치할 수 있다. 음성안내는 시각장애인이 교차로에 접근하였을 때를 기준으로 좌측은 남성 우측은 여성으로 구분하여 시각장애인의 안전한 횡단을 도모하며 단일로의 경우에는 여성의 음성으로 한다. 시각장애이용 음향신호기는 교통신호등과는 달리, 설치되는 교차로의 특성에 따라서 음향의 크기, 전파의 수신거리, 안내음향의 구성 등을 재조정하여야 하며, 또한 이때 시각장애인의 안전에 위해 요소는 없는가를 반드시 점검하여야 한다.

## 제3절 신호등의 배열순서 및 등화순서

### 1. 신호등의 배열순서

#### 기준

- 신호등은 횡형(수평) 또는 종형(수직)으로 배열하며, 그 순서는 <표 3-4>와 같다.
- 보행등은 종형(수직)으로 배열하며, 배열순서는 위로부터 적색, 녹색의 순서로 한다.

**【해설】** 한 신호등두에서 렌즈의 개수는 4개를 초과하여서는 아니된다. 일반적으로 각 신호등면은 최소 3개의 렌즈를 사용하나, 이색등과 보행등 및 가변등은 2개의 렌즈를, 경보형 경보등은 1~3개의 렌즈를 사용한다. 차량등의 경우에는 숫자나 문자가 신호지시의 한 부분으로 등화되어서는 아니되며, 각 신호지시는 적색, 황색, 녹색의 한 가지 색을 나타내어야 한다. 화살표 지시에서는 화살표 기호

만 등화된다. 차량등은 300mm 렌즈를 사용하나 차량보조등은 200mm 렌즈를 사용하여 주신호등인 차량등과 구분이 되도록 하여야 한다. 신호등면이 횡형인 경우에는 적색렌즈는 왼쪽에 설치하며, 종형인 경우에는 위쪽에 설치한다. 황색렌즈는 적색렌즈와 다른 색의 렌즈 사이에 위치한다. 가변형 가변등은 왼쪽부터 적색×표, 녹색화살표(하향)의 순서로 횡형으로만 설치하며 종형은 설치할 수 없다.

<표 3-4> 신호등의 배열순서(도로교통법시행규칙 제6조제2항)

신호등 종류	횡형(수평배열)	종형(수직배열)
적색, 황색, 녹색화살표, 녹색의 4색등	왼쪽으로부터 적색, 황색, 녹색화살표, 녹색의 순서	위로부터 적색, 황색, 녹색화살표, 녹색의 순서
적색, 황색 및 녹색의 3색등	왼쪽으로부터 적색, 황색, 녹색의 순서	위로부터 적색, 황색, 녹색의 순서
적색 및 녹색의 2색등	왼쪽으로부터 적색, 녹색의 순서	위로부터 적색, 녹색의 순서
적색×표, 녹색화살표의 2색가변등	왼쪽으로부터 적색×표, 녹색화살표(화살표시 선단은 아래로 표시)의 순서	설치할 수 없음

## 2. 등화순서

### 기준

- 신호등의 등화순서는 적색 → 녹색 → 황색 → 적색을 원칙으로 하며, 어떠한 경우에도 적색등화 후에 황색이 등화되어서는 아니된다.
- 보행등의 등화순서는 녹색 → 녹색점멸 → 적색의 순서로 한다.

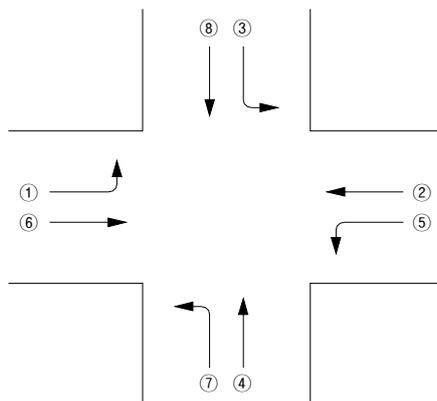
<표 3-5> 신호등의 신호순서(도로교통법시행규칙 제6조제2항)

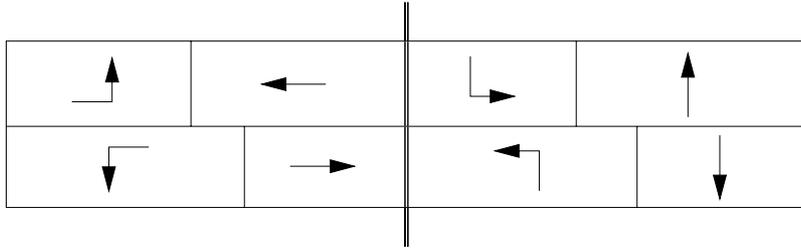
신 호 등 종 류	신 호 순 서
적색·황색·녹색화살표·녹색의 사색등화로 표시되는 신호기	적색 및 녹색화살표등화·황색등화·녹색등화·황색등화·적색등화의 순서로 한다
적색·황색·녹색의 삼색등화로 표시되는 신호기	녹색등화·황색등화·적색등화의 순서로 한다
적색·녹색의 이색등화로 표시되는 신호기	녹색등화·적색등화의 순서로 한다
보행등의 적색 및 녹색의 이색등화로 표시되는 신호기	녹색등화·녹색등화의 점멸·적색등화의 순서로 한다

**【해설】** 신호등의 신호순서는 「적색 → 녹색 → 황색 → 적색」을 원칙으로 한다. 신호등의 신호순서는 차량의 진행을 우선 고려하며, 차량이 진행하고 있는 신호에서 다음 신호로 바뀔 때는 황색신호를 등화한다.

**권 장**

- 교차로와 교통여건상 특별히 필요하다고 인정되는 장소에는 신호순서를 달리하거나 녹색화살표 및 녹색 등화를 동시에 표시할 수 있다.
- 신호등의 등화순서는 4색등의 경우 다음 [그림 3-2]와 같이 NEMA 현시방법을 사용할 수 있으며, 기타는 <표 3-5>과 같다.





[그림 3-2] NEMA의 현시방법

### 3. 신호등화의 적용

#### 기준

- 적색신호는 교차로나 통제지역으로 차마의 진입을 금지하려고 할 때 적색 단독으로 등화하고, 직진(진입)을 금지하고 좌회전을 허용할 경우 적색과 녹색화살표의 동시등화 신호를 사용해야 한다.
- 황색신호는 녹색 다음에 등화하며, 적색에서 녹색으로 바뀔 때는 등화되어서는 아니된다.
- 녹색신호는 직진과 우회전을 허용하는 경우(녹색) 또는 좌회전과 직진을 동시허용(녹색화살표 및 녹색)할 때 등화해야 한다.
- 녹색화살표 신호는 보행자의 횡단을 금지한 상태에서 적색 및 황색신호에 관계없이 화살표 방향으로 진행을 허용할 때(적색 및 녹색화살표) 또는 직진과 동시에 허용할 때(녹색화살표 및 녹색) 등화해야 한다.

**【해설】** 적색신호는 교차로나 교통통제지역으로 차마의 진입을 금지시키려고 할 경우에는 적색 단독으로 등화하고, 직진(진입)을 금지하고 좌회전을 허용할 경우에는 적색과 녹색화살표의 동시등화 신호를 사용한다.

황색신호는 다음과 같은 경우에 적용한다.

- 좌회전 다음 직진만으로 바꾸는 중간(적색 및 녹색화살표→황색→녹색)

- 직진 다음 전방향 금지가 올 때의 중간(녹색→황색→적색)
- 좌회전 및 직진 다음 전방향 금지의 중간(녹색화살표 및 녹색→황색→적색)
- 좌회전 및 직진 다음 녹색신호만 올 때의 중간(녹색화살표 및 녹색→황색 및 적색)
- 좌회전 다음 전방향 금지의 중간(적색 및 녹색화살표→황색→적색)

녹색신호는 직진과 우회전을 허용하는 경우에는 녹색만 등화하고 좌회전과 직진을 동시허용할 경우에는 녹색화살표 및 녹색의 동시신호를 등화한다. 녹색화살표 신호는 보행자의 횡단을 금지한 상태에서 적색 및 황색신호에 관계없이 화살표 방향으로 진행을 허용(적색 및 녹색화살표 등화)하거나 직진과 동시에 허용(녹색화살표 및 녹색 등화)할 경우에 적용한다.

## 4. 신호등화의 금지

### 기준

- 한 접근로에 대하여 2색등 신호인 경우 2색등화, 3색등 신호인 경우 2색등화, 4색등 신호인 경우 3색등화가 동시에 표시되어서는 아니된다.
- 어떠한 경우에도 적색 다음에 황색이 표시되거나 또는 적색 다음에 적색과 황색이 동시에 표시되어서는 아니된다.

**【해설】** 신호등이 정상적으로 운용(점멸등 제외)될 경우에는 모든 진입로에 대하여 항상 1개 이상의 등화를 표시하여야 하며, 신호등화는 운전자가 명확히 이해할 수 있도록 지시되어야 한다. 따라서 2색등 혹은 3색등 신호인 경우 2색등화, 4색등 신호인 경우 3색등화가 동시에 표시되어 운전자를 혼란스럽게 만들어서는 아니된다. 또한 적색 다음에 황색이 표시되거나 또는 적색 다음에 적색과 황색이 동시에 등화되는 것은 신호변경 예측을 가능하게 하여 사전출발

등으로 인한 사고의 위험이 있으므로 「적색 다음의 황색」 또는 「적색 다음에 적색과 황색의 동시 신호」는 어떠한 경우에도 표시되어서는 아니된다.

## 제4절 가변형 가변등

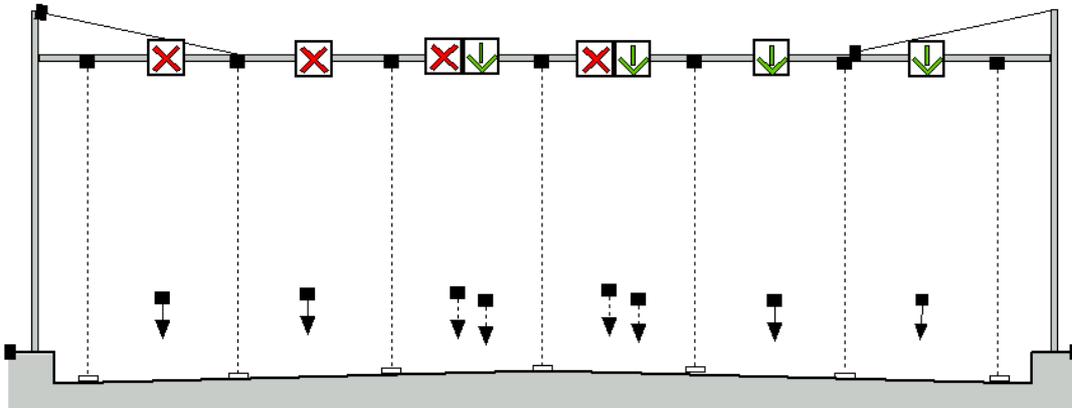
### 기준

○일차 또는 시간에 따라 교통량의 변동이 많은 간선도로 중 가변차로로 지정된 도로구간의 입구, 중간 및 출구에 설치해야 한다.

### 권장

- 다음의 기준을 만족시킬 때 가변차로를 설치할 수 있다.
  - 첨두시간 양방향 교통류의 비가 최소한 3:2 이상인 도로
  - 차로수는 원칙적으로 최소한 양방향 5개 차로 이상 확보
  - 가변차로구간 유출부에서는 교통처리능력이 충분할 것
- 가변차로구간에는 250m 간격으로 가변형 가변등을 설치하고 시간대에 따라 진행차로의 위치를 조정한다.
- 가변차로의 가변형 가변등은 한 진행방향이 녹색화살표시(하향)에서 적색 「×」 표표시로 변환되는 동안 대향의 교통신호등도 이와 연동화하여 적절히 변환되어야 한다. 적색 「×」 표 표시에서 녹색화살표시(하향)로 변환되는 경우도 이와 같다.
- 가변차로의 신호를 변환하고자 할 때에는 녹색화살표시(하향)에서 적색 「×」 표 표시 점멸로 변환시키고, 그 후 적색 「×」 표 표시 등화로 변환시킨다.
- 적색 「×」 표 표시 점멸시간은 가변차로 운용구간 내의 차량이 우측차로로 변경할 수 있는 충분한 시간이어야 한다.

- 적색 「×」 표시(하향) 등화 및 점멸 시간중에는 대향의 교통신호는 적색 「×」 표시 등화가 계속되어야 한다.
- 신호등이 설치된 교차로에는 가변등을 설치하지 않는다.



[그림 3-3] 가변형 가변등 설치 예시도

**【해설】** 가변차로의 가변형 가변등이란 차량통행이 방향별로 차이가 많은 시간대에 차량통행이 많은 방향에 차로를 더 할당해 주고, 차량통행이 동등할 때에는 차로를 동등하게 운용하기 위하여 설치하는 신호등을 말한다. 가변형 가변등은 일자 또는 시간대에 따라 교통량의 변동이 많은 간선도로 중 가변차로로 지정된 도로구간의 입구, 중간 및 출구에 설치한다.

가변차로를 변경시키고자 할 경우는 하향 녹색화살표시(↓)에서 일정 시간 적색 「×」 표시 점멸로 변환시키고 난 후, 적색 「×」로 변환시켜야 한다. 이때 배면 신호등은 전면의 적색 「×」 표시 점멸시간 동안에는 적색 「×」를 유지하고, 전면 신호등이 적색 「×」로 변경될 시 녹색↓로 변경되어야 한다.

여기서 적색 「×」 표시 점멸은 교차로 신호등에서의 황색신호와 같이 곧 차로이용이 변경된다는 사실을 운전자에게 예고하고, 현재 통행중인

차량은 인접한 우측차로로 나와야 된다는 뜻을 의미한다. 이 때 교차로 신호등의 전적색시간과 같이 양방향 적색 「x」 표시를 제공할 수도 있다.

변경시간은 가변차로 구간을 이용하는 차량이 차로변경 신호를 보고 해당차로를 완전히 비워주는 데 소요되는 시간으로 가변차로의 효율적 운영과 안전한 차로변경 시간 확보를 위한 충분한 시간을 제공해야 한다.

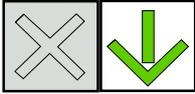
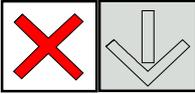
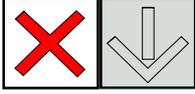
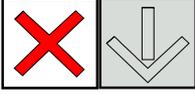
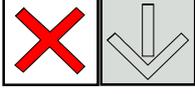
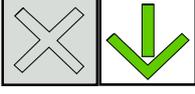
적색 「x」 점멸신호가 들어오면 해당 차로 구간내를 이용하던 차량은 즉시 녹색↓신호가 들어오는 인접차로로 차로를 변경하여야 한다. 안전한 신호변환시간은 다음과 같은 사항이 고려되어야 한다.

- 차로변경 신호를 인지하고 행동을 결정할 때까지의 시간
- 물리적 시설물에 의해 차로변경이 불가능한 경우 해당 구간을 통과할 수 있는 시간
- 변경할 차로여건에 따라 안전하게 차로변경을 시도할 수 있는 위치까지의 이동시간 및 차로변경 행위시간
- 신호등에 영향을 받는 경우 적색신호에 대기한 차량들이 모두 해소될 수 있는 시간

가변차로구간에서 교통정체현상이 발생할 경우에는 좌회전, 유턴, 주차행위 등 장애요인을 제거하고, 유입·유출부의 정체현상이 발생하면 가변차로구간의 신호시간 조정으로 교통량을 조절한다. 가변차로구간에서 이와 같은 방법으로 적용하여도 계속 정체가 발생하면 가변차로 운영을 재검토해야 한다.

신호등이 설치된 교차로에는 시인성을 높이기 위하여 가변형 가변등을 설치하지 않아야 한다.

<표 3-6> 가변형 가변등의 등화

진행방향		대향방향	
1. 진행	 녹색↓표시 등화	1. 진입 및 진행금지	 적색×표시 등화
2. 진입금지 (이용차량 차로변경)	 적색×표시 점멸	2. 진입 및 진행금지	 적색×표시 등화
3. 진입 및 진행금지	 적색×표시 등화	3. 진입 및 진행가능	 녹색↓표시 등화

## 제5절 경보형 경보등

### 기준

- 학교앞 300m 이내에 신호등이 없고, 통학시간의 차두시간 간격이 1분 이내인 경우에 설치해야 한다.
- 다른 신호기가 설치되지 아니하고 차량통행이 빈번한 횡단보도에 설치해야 한다.
- 차량통행이 빈번한 철길건널목에 설치해야 한다.
- 도로 곡선부 등에서 운전자의 주의를 촉구하는 시선유도기능으로 사용되어서는 아니된다.

**【해설】** 경보등은 황색 점멸등으로 운영되는 차량등으로서, 학교앞 300m 이내에 신호등이 없고, 통학시간의 차두시간 간격이 1분 이내인 경우와 신호기가 없고 차량통행이 빈번한 횡단보도 또는 철길건널목에 설치한다.

경보등은 운전자를 포함한 도로이용자에게 혼란을 주어서는 아니므로, 도로의 곡선부 등에서 운전자의 주의를 촉구하고 시선을 유도하는 시선유도시설의 기능으로 설치되어서는 아니된다.

## 제6절 신호등의 특수운용

신호등의 특수운용에는 점멸등 운용, 계속적 운용, 경보등 운용, 심야 교차로 신호등 운용, 전적색 운용 등이 있다. 신호등이 항상 점멸등으로 운용될 경우 이외에는 절대로 일시정지(224) 표지판을 신호교차로에 설치해서는 아니된다.

교차로의 신호등 주변의 교통안전표지는 신호등의 시인성을 손상하지 않는 범위 내에서 설치하여야 하며, 신호등의 설치위치나 시인성은 이 밖의 모든 교통안전시설보다 우선적으로 고려되어야 한다.

### 기준

- 모든 신호등은 점멸등(수동 또는 자동)으로 운용될 수 있는 보조장치를 갖추어야 한다.
- 신호등이 정상적으로 운용(점멸등 제외)될 경우에는 모든 진입로에 대하여 항상 1개 이상의 등화를 표시하여야 한다.
- 신호등이 고장났을 경우에는 잘못된 신호가 현시되지 않도록 즉시 황색 점멸등으로 운용해야 한다.
- 정상적인 운용에서 점멸등으로 변환할 경우 주도로의 적색신호시에 시작되어야 하며, 점멸등으로 운용하다가 정상적으로 변환될 때에는 주도로부터 진행신호가 등화되어야 한다.

- 점멸등은 1분간 50~60회로 점멸되어야 하며, 점등시간은 한 점멸주기의 1/2~2/3가 되어야 한다. 보행자신호 점멸등도 마찬가지이다.
- 교통량이 한산한 심야시간(23:00~06:00)의 교차로 신호등은 해당지역의 교통상황을 고려하여 황색점멸로 운영할 수 있다. 이 경우, 주도로와 부도로의 통행우선순위를 명확히 하기 위하여 교차로의 주도로는 황색점멸, 부도로는 적색점멸로 운영하여야 한다.

**【해설】** 신호등이 정상적으로 운용될 경우에는 모든 진입로에 대하여 항상 1개 이상의 등화를 표시하여야 하며, 신호등이 고장난 경우에는 잘못된 신호가 현시되지 않도록 즉시 황색점멸등으로 운용해야 한다. 그러므로 모든 신호등은 수동 또는 자동으로 점멸등으로 운용될 수 있는 보조장치를 갖추어야 한다.

점멸등의 점등시간은 한 점멸주기의 1/2~2/3가 되어야 하는데, 1분간 60회 점멸될 경우 한 주기는 1초이며, 이중에서 점등시간은 0.5~0.67초, 소등시간은 0.33~0.5초가 되어야 한다. 경보등은 황색점멸등으로 운영되는 표준 신호등의 한 부분이다. 전형적인 적용형태는 도로상이나 도로에 인접해 있는 장애물, 주의표지판, 신호기 없는 단일로상의 횡단보도, 경고가 필요한 교차로, 정지·양보·진입금지표지판 외 규제표지나 노면표시를 보조 또는 보완하는 경우에 적용한다.

교차로가 매우 넓어 현시변경에 의한 사고의 위험이 있을 때 교차로를 횡단하는 보행자를 보호하고, 대향방향의 차량과 교차로를 벗어나지 못한 차량간의 충돌을 피하기 위하여 전적색 신호로 운용한다. 그리고 보행자의 대각선 횡단보도 운영시에도 전적색 신호로 운용한다.

## 제7절 신호등의 운영

**【해설】** 신호등의 운영 방법에 관한 상세한 사항은 「부록 2」에서 상세하게 취급하며, 본 절에서는 신호기 운영에 필수적인 일부 기준에 대하여만 언급한다. 신호기 운영을 위해서는 주기길이, 현시체계, 녹색시간, 황색시간 및 전적색시간을 결정하여야 하며, 이는 신호제어 방법, 교차로 형태 및 교통량, 대형차 혼입율, 보행자 교통량 등에 따라 달라진다.

신호등의 운영방법에서 대단히 중요한 것은 신호현시를 설계하고 신호시간을 계산할 때 좌회전 처리를 어떻게 할 것인가를 결정하는 것이다. 비보호좌회전, 보호좌회전, 또는 좌회전 금지 중에서 어느 것을 택할 것인가 하는 문제는 전문적인 교통공학적 분석으로 해결이 가능하다.

### 1. 신호변환시간(황색 + 전적색시간)

#### 기준

- 신호변환시간은 적색신호 점등에 앞서 정지할 필요가 있는 운전자들에게 주의를 주기 위한 적절한 시간을 제공할 수 있도록 설계되어야 한다.
- 황색시간은 최대 5초로 하며, 이를 넘는 나머지 시간은 1~2초의 전적색시간으로 하며, 부득이할 경우 정지선을 앞으로 당겨서 교차로의 길이를 축소한다.
- 황색 및 전적색시간을 산출하기 위해서는 교차로의 폭, 차량의 접근 속도, 임계감속도, 운전자 반응시간 등을 고려해야 한다. 딜레마존을 최소화할 수 있는 적정 신호변환시간은 다음 공식에 따라 산출한다.

$$Y = T_b + V/(2d) + (W+L)/V - T_s$$

여기서, Y=황색신호시간(초)

V= 접근속도 (m/초)

d=정지감속도(m/초<sup>2</sup>, 5.0m/초<sup>2</sup> 적용)

W=교차로 횡단거리(m)

L=차량길이(m)

T<sub>b</sub>=정지인지반응 시간(초, 1.0초 적용)

T<sub>s</sub>=출발인지반응 및 여유시간(초, 1.5초 적용)

**【해설】** 녹색신호시간과 적색신호시간 사이에 오는 신호변환시간은 황색 시간으로 구성되어 있거나 추가적으로 전적색 시간이 포함되기도 한다. 황색신호의 가장 중요한 기능은 신호주기상에 배정된 통행권의 변화가 임박한 교통류에 대해 예고를 하는 것이다. 전적색신호는 교차로내의 차량을 소거시키기 위해 교차로에서 모든 방향에 적색신호를 등화하는 방법으로 황색신호시간이 과도하게 길게 산출되는 곳에서 황색신호의 효용성을 높이고 안전을 확보하기 위해 적용된다. 황색 신호시간이나 전적색시간은 적색신호 점등에 앞서 정지할 필요가 있는 운전자들에게 주의를 주기 위한 적절한 시간을 제공할 수 있도록 설계되어야 된다. 황색신호 설정이 부적절할 경우에는 「딜레마존(Dilemma Zone)」이 생기게 되는데, 이는 교차로 부근에서 접근중인 차량이 주행속도 때문에 물리적으로 교차로 정지선에 정지가 불가능하며, 법적인 제약 때문에 앞으로 진행하지도 못하게 되는 지역을 말한다. 황색시간과 전적색시간의 설정이 잘못된 경우 운전자가 황색신호를 무시하거나 너무 민감하게 반응하여 교차로 내에서 추돌사고나 측면 충돌사고와 같은 교통사고를 발생시킬 수 있다. 또한, 규칙적 통행자들의 경우 황색시간이 적정치 이상으로 길다는 것을 알면 이 시간을 통행시간처럼 활용할 수 있으므로 적절한 황색시간의 산출은 신호운영에서 매우 중요하다

다. 또한, 과도하게 긴 황색시간 및 전적색시간은 교차로의 처리효율을 떨어뜨리고 용량을 감소시키는 요인으로 작용함으로 주의해야 한다. 신호변환시간이 5초를 넘는 경우에는 교차로에 적용하기 전에 그 필요성에 대해 재검토를 거치거나 5초를 황색시간으로 사용하고 남은 시간을 교차로정리에 소요되는 전적색시간으로 활용하도록 해야 한다. 전적색신호시간은 2초 범위내에서 사용하도록 하며 교차로 소통을 위해 황색과 전적색시간을 포함하여 7초를 초과하지 않도록 한다. 예를 들어, 4현시로 운영되는 도심지 교차로의 경우 위의 공식대로 계산결과 각 현시의 신호변환시간이 7초를 넘어서게 되면 과도한 신호변환시간으로 인하여 정체가 예상되므로, 교차로 가각정리 등을 통하여 교차로의 크기를 줄여 신호변환시간을 줄이도록 해야 한다. 위 공식에 의거, 황색신호를 산출할 경우 교차로 폭과 접근속도에 따라 다음 <표 3-7>과 같이 산출된다.

**<표 3-7> 교차로 폭과 접근속도에 따른 황색신호시간**

(단위: 초)

교차로 폭	40km/hr		50km/hr		60km/hr		70km/hr		80km/hr	
	산출	적용	산출	적용	산출	적용	산출	적용	산출	적용
20	2.9	3	2.8	3	2.7	3	2.8	3	2.9	3
25	3.4	3	3.2	3	3.0	3	3.0	3	3.1	3
30	3.8	4	3.5	4	3.3	3	3.3	3	3.3	3
35	4.3	4	3.8	4	3.6	4	3.5	4	3.5	4
40	4.7	5	4.2	4	3.9	4	3.8	4	3.8	4
45	5.2	5	4.5	5	4.2	4	4.0	4	4.0	4
50	5.6	5(1)	4.9	5	4.5	5	4.3	4	4.2	4
55	6.1	5(1)	5.3	5	4.8	5	4.6	5	4.4	4
60	6.5	5(2)	5.6	5(1)	5.1	5	4.8	5	4.7	5
65	7.0	5(2)	6.0	5(1)	5.4	5	5.1	5	4.9	5
70	7.4	5(2)	6.4	5(1)	5.7	5(1)	5.3	5	5.1	5

주) ( )안은 전적색신호를 운영할 수 있는 시간

## 2. 보행자신호 시간 계획

### 기준

- 보행신호시간은 보행자의 안전과 차량소통의 2가지 측면을 고려하여 설정한다.
- 보행신호시간은 「녹색시간 +점멸시간」으로 구분된다.
  - 보행등녹색시간은 4~7초로 하며, 보행등점멸시간은 기본적으로 횡단거리를 보행속도로 나눈 시간을 적용하며, 여기에 보행자의 안전을 고려하여 보행자수, 밀도, 인지반응시간, 지역특성 등 여러 변수들을 고려하여 다음 식으로 계산한다.

$$T = t + \frac{L}{V}$$

여기서, T = 보행자 신호시간 (sec)

t = 초기진입시간(sec), 여유시간으로 보행자 녹색시간임  
(보통 7초, 필요시 4~7초로 변경 증가)

L = 보행자 횡단거리(m)

V = 횡단보행속도 (m/s, 보통 1.0m/s 적용)

L/V = 보행자 점멸시간

**【해설】** 보행자 신호시간은 보행자 녹색신호시간과 보행자 점멸신호시간으로 구분되어 있다. 이 두 개의 신호시간대 구분 의미는 적색시간동안 대기하고 있던 보행자군은 보행자녹색신호 시간에 횡단보도에 진입하여 횡단보도를 정상적으로 통과할 수 있으나, 녹색점멸이 시작되면 더 이상 횡단보도에 진입해서는 안된다는 의미이다. 보행시간 산출시 적용되는 보행속도는 보행자의 안전을 고려하여 통상 1.0m/s를 적용하며, 초등학교 앞이나 노약자 등이 많은 횡단보도에서는 0.8m/s의 보행속도를 적용한다. 보행자 녹색시간은 통상 7초를 적용하며, 교차로 운영상 신호주기를 줄일 필요가 있으나 보행신호시간으로 신호주기의 축소가 어려울 경우에는 4초까지 축소할 수 있다. 단, 이 경우 교통안전에는 이상이 없음을 확인하여야 한다.

## 제4장 신호기 설계시공

- 제1절 신호등의 시인성
- 제2절 신호등의 종류 및 만드는 방식
- 제3절 신호기 설계시공
- 제4절 내구연한

# 제4장 신호기 설계시공

## 제1절 신호등의 시인성

### 기준

○ 차량신호등은 300mm 렌즈를 사용하며, 차량보조등은 200mm 렌즈를 사용해야 한다.

○ 신호등은 다음의 성능을 가진 것으로 하여야 한다.

- 등화의 밝기는 낮에 150m 앞쪽에서 식별할 수 있도록 할 것
- 등화의 빛의 발산각도는 사방으로 각각 45°이상으로 할 것
- 태양광선 그밖의 주위의 다른 빛에 의하여 헛갈리지 않도록 할 것

**【해설】** 신호등은 교통류에 대하여 우선권을 할당하고 교통류를 통제하기 때문에 시인성이 좋아야 하며 운전자에게 혼란을 야기해서는 아니된다. 따라서 신호등은 주간에 150m 앞쪽에서 식별할 수 있는 밝기를 가져야 하고, 사방으로 각각 45°이상의 발산각도를 지니도록 하여 시인성을 높이며, 태양광선 및 그밖의 주위의 다른 빛에 의하여 헛갈리지 않도록 하여 운전자의 혼란을 최소화하여야 한다.

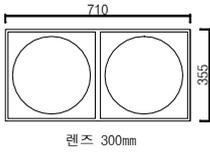
## 제2절 신호등의 종류 및 만드는 방식

### 기준

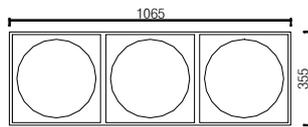
○ 신호등의 설치방법에는 「도로교통법시행규칙 별표 2」에 나타난 바와 같이 현수식, 측주식 종형, 측주식 횡형, 중앙주식 및 문형식이 있다.

- 차량신호등의 종류에는 횡형이색등, 횡형삼색등, 횡형사색등, 종형이색등, 종형삼색등, 종형사색등, 가변형 가변등, 경보형 경보등이 있다.
- 차량보조등의 종류에는 종형이색등과 종형삼색등이 있다.
- 차량신호등의 만드는 방식은 [그림 4-1]과 같다.

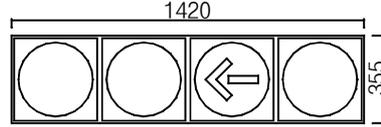
• 횡형이색등



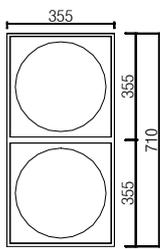
• 횡형삼색등



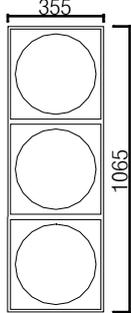
• 횡형사색등



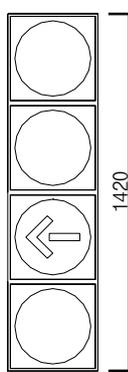
• 종형이색등



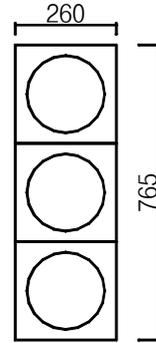
• 종형삼색등



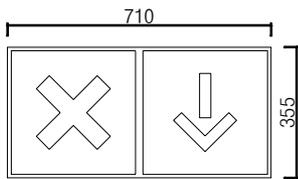
• 종형사색등



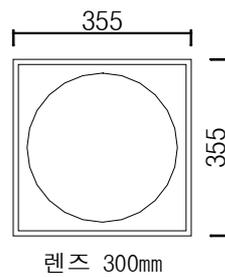
• 종형삼색등(차량보조등)



• 가변형 가변등



• 경보형 경보등



[그림 4-1] 차량신호등의 만드는 방식

**【해설】** 신호등 설치방법은 현수식, 측주식, 중앙주식 및 문형식으로 나눌 수 있으며, 측주식은 다시 종형과 횡형으로 구분된다. 설치방법의 선정은 도로 및 교통여건에 대한 공학적 판단에 따라야 한다.

신호등 설치높이는 운전자의 시각특성, 차량 높이, 교차로 횡단 거리, 건축 한계 등을 고려하여 결정한다. 신호등은 도로를 이용하는 차량의 높이보다 높아야 하며, 이 높이는 도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙에서 규정한 통과높이인 4.5m를 기준으로 삼는다. 따라서 신호등 높이는 도로면에서부터 4.5m보다 높아야 하며 운전자의 시각특성, 노면 덧씌우기 등에 대한 여유폭 등을 고려하여 5m 이내로 설치하는 것이 적합하다.

신호등은 차량등, 보행등 및 차량보조등으로 구분하며, 이중 차량등과 차량보조등을 차량신호등이라고 한다. 차량등은 배열, 렌즈개수 및 용도에 따라 횡형이색등, 횡형삼색등, 횡형사색등, 종형이색등, 종형삼색등, 종형사색등, 가변형 가변등, 경보형 경보등이 있다. 차량보조등은 배열 및 렌즈개수에 따라 종형이색등과 종형삼색등으로 구분한다.

## 제3절 신호기 설계시공

### 1. 신호등의 재료

#### 기준

- 신호등의 외함은 폴리카보네트 등 절연재로 하며, 온도나 기타 조건으로 인해 변형되지 않아야 한다.

**【해설】** 신호기의 신호등 및 외함에 사용하는 재료는 충분한 강도와 내구성을 가져야 하고, 유지관리가 용이하고 부근상황에 잘 조화되는 재질이어야 하며, 온도나 기타 조건으로 인해 변형되지 않아야 한다.

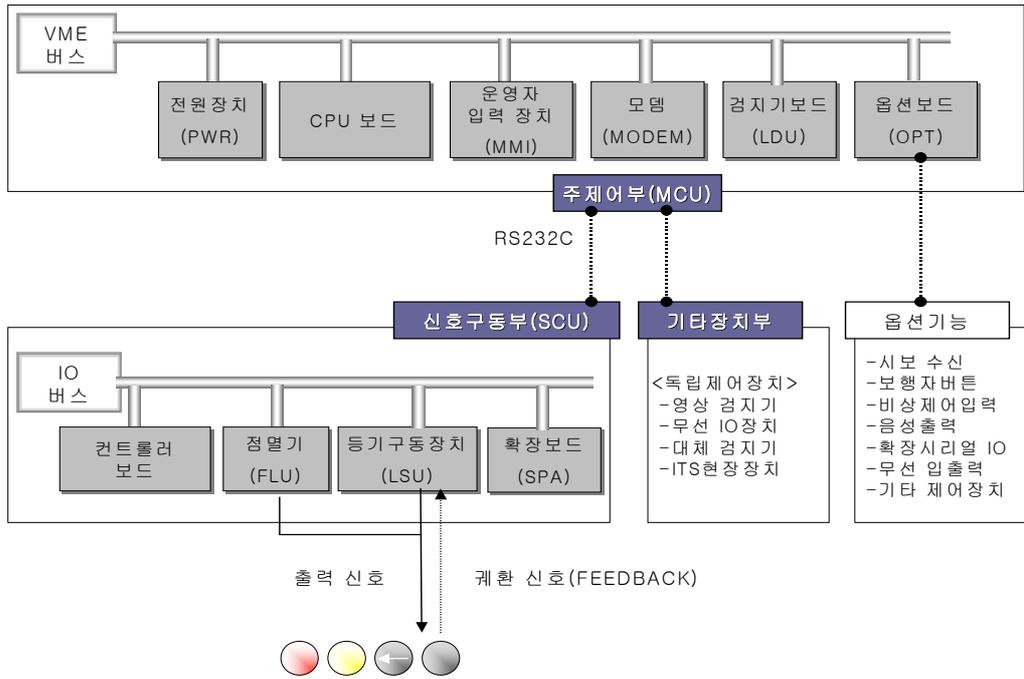
신호등두 합체의 재료는 폴리카보네트 및 알루미늄 합금판 등 절연재를 사용해야 한다. 알루미늄 합금판은 중량이 가벼우며 내식성이 우수하지만 강판에 비하여 강도가 약하고 또한 알칼리(alkali)에 약하다. 폴리카보네트는 내식성이 우수하고 중량이 가볍지만 강도 및 가공에 어려운 점이 있으며, 장기간 사용시 내열성이 약하고 물질의 성질상 열화변형 등이 발생할 수 있다. 소켓은 한국산업규격(KSC 8302)을, 단자판 및 배선은 비닐코오드 한국산업규격(KSC 3304)을 각각 사용한다.

지주는 지상에서 2.5m까지 광고부착물이 붙지 않는 도료로 도색한다. 한편, 신호등 유지보수의 경제성과 용이도를 고려하여 부분적으로 교체 가능하도록 부품의 분리가 가능한 신호등을 설치할 수 있다.

## 2. 교통신호제어기

**【해설】** 경찰청에서는 교통신호제어기의 하드웨어 규격과 요구기능을 명시함으로써 제품간의 호환성과 확장성을 유지하기 위하여 교통신호제어기 표준규격서를 제정하였다.

따라서 본 서에서는 교통신호제어기의 일반사항만을 간략히 다루며 기타 세부사항은 경찰청 발간 「교통신호제어기 표준규격서」를 참고하여야 한다.



[그림 4-2] 시스템 블록 다이어그램

### 가. 하드웨어 구성개요

신호주제어부(MCU : Main Control Unit, 이하 주제어부 또는 MCU라 함)와 신호등기구동부(SCU : Signal Control Unit, 이하 신호구동부 또는 SCU라 함)로 분리하여 각각 별도의 중앙연산장치(CPU)를 채택한다. 주제어부에서는 주로 검지기 자료 등 교통상황정보 처리, 제어알고리즘 처리, 관제센터 중앙장치와 통신, 운영자 입력장치(MMI : Man Machine Interface) 접속 등의 기능을 수행하며 추가적인 기능확장이 가능하도록 한다. 신호 구동부에서는 주제어부의 명령에 따라 신호등의 점등과 소등을 전담하며, 주제어부의 장애 발생시 기본 신호출력제어를 수행하는 안전제어(Fail-Safe Control)기능을 통해 시스템의 안정성을 제고한다.

각 장치의 크기는 주제어부 6U, 신호구동부 3U로 하며, 기타장치부는 3U로 한다. 그리고 단자대함(T/F)의 단자부분은 전체 외함의 규격을 만족하는 범위 내에서 내부 배치를 다양하게 운용할 수 있으며, 최하단에 위치한다. 주제어부와 신호구동부 및 기타장치부는 현장의 설치조건(좌대의 높이 등)에 따라 순서를 바꾸어 실장할 수 있다.

## 나. 하드웨어 구성부의 기능

### (1) 주제어부(MCU : Main Control Unit)

주제어부는 교통신호기의 중추적 역할을 하는 단위 컴퓨팅 시스템으로서 하나 이상의 중앙처리장치 보드와 1-8개의 루프검지기보드 및 직류전원장치, 필요한 경우 통신모뎀과 각종 옵션보드가 하나의 버스시스템으로 연결되어 있는 장치를 이야기한다.

#### ○ CPU보드

주제어부(MCU)에 장착된 컨트롤러보드(CPU 보드)를 의미하며 신호계획의 작성 및 운영, 데이터베이스의 관리, 검지정보의 가공, 외부기기와의 통신을 담당하는 중추적 역할을 수행하고 신호운영에 관련된 중요한 데이터들은 메모리 백업기능에 의해 정전시에도 항상 데이터를 유지한다.

#### ○ 모뎀(Modem : Modulator-Demodulator)

모뎀은 주파수 변복조장치로서 관제센터 중앙장치와 교통신호기간에 데이터 통신을 가능하게 하는 카드형 통신장치이다. 19" 표준랙에 실장되는 모뎀을 사용하며 주제어부로부터의 디지털 송신 신호를 아날로그로 변조하여 전용회선으로 송출하며, 수신되는 아날로그신호는 디지털신호로 복조하여 주제어부 CPU보드로 전달된다. 높은 신뢰성을 주기 위하여 마이크로프로세서를 사용하여야 한다.

○ 검지기보드(LDU : Loop Detection Unit)

검지기보드는 도로 노면, 노변에 매설 또는 구조물 설치 등의 방법으로 차량 검지 센서를 설치한 후 차량의 존재, 속도 및 기타 정보를 검지하여 교통신호기에 입력하는 제어장치를 말한다. 루프, 영상, 초음파, 레이더검지기 등이 사용될 수 있으며, 현재 가장 보편적으로 사용되는 루프검지기에 대한 구성과 사양은 표준안으로 채택하고 다른 검지기는 향후 제시되는 표준안에 그 규격을 정의하도록 한다. 또한 컨트롤러보드와의 인터페이스는 VME 버스를 통해 처리할 수 있도록 하여야 한다.

○ 운영자 입력 장치(MMI : Man-Machine Interface)

전면에 설치된 키보드를 조작함으로써 교통신호기에 필요한 데이터를 입력 또는 수정할 수 있는 장치로서 화면 표시장치를 통해 운영자가 쉽게 데이터를 확인하도록 한다. 또한 교통신호기의 동작상태를 상태표시램프나 화면표시장치를 통해 표출하며 유지보수에 용이하도록 인체공학적으로 설계해야 한다. 정보의 표출은 문자나 그래픽 형태로 표출이 가능해야 한다.

○ 옵션보드 (OPT : Option Board)

주제어부에서는 제어기능뿐만 아니라 향후 확장성 및 호환성을 고려한 추가기능을 수행할 수 있도록 검지기보드 이외에 추가 실장할 수 있는 각종 VME 버스 호환 제어 기판을 말한다. 이러한 옵션보드(혹은 OPT로 표현)는 표준 VME버스규약을 지켜야 하고 독립프로세스가 있는 경우 SLAVE 모드로 제작되어야 한다.

○ VME (VERSA Module Eurocard Bus) 주기판

VME버스는 미국과 프랑스의 민간기업이 개발한 소형컴퓨터용 32비트 및 64비트 시스템 버스 규격으로, 1986년과 1987년에 국제 전기 표준 회의(IEC)와 미국 전기 전자 학회(IEEE)가 각각 IEC 821과 IEEE 1014로 표준화하여 국제 표준으로 인정되었다.

주제어부에서는 산업용 장치에 적합하게 설계되고 안정성이 입증된 VME 버스를 통해 주제어부 컨트롤러보드, 모뎀, 검지기보드, 옵션보드 간 전원 공급 및 신호전달이 이루어진다. VME버스는 버스의 안정적인 운영과 신호체계의 호환성을 위해 강제되는 J1부분과, 독립적인 기능과 목적에 맞게 재 정의하여 운영할 수 있는 J2부분으로 구분할 수 있으며, J1은 VME 표준 24비트 버스규격을 사용하고, J2는 교통신호기의 기능에 따라 본 규격서에서 정의한 내용에 따른다.

#### ○ 전원장치(PWR : Power Supply)

전원장치(혹은 PWR)는 외부에서 공급되는 AC전원을 받아서 장치를 동작하기 위한 안정된 DC전원으로 변환하여 교통신호기내에 공급하는 장치로 자연통풍에 의한 방열이 가능하며 입력변동, 부하변동에 안정적으로 동작해야 한다. 전원장치는 전면 실장이 가능하여야 하고 전면에 운영자 입력장치(MMI)와 전원상태표시판이 실장될 수 있도록 공간확보가 되어야 한다. 또한 전원상태표시판에는 전원스위치, 전원표시램프가 있어야 한다.

## (2) 신호구동부(SCU)

#### ○ 신호구동부(SCU : Signal Control Unit)

신호구동부(또는 SCU)는 주제어부(MCU)의 신호진행명령을 받아 신호등의 전기 출력을 수행하고 출력결과를 감시하는 일련의 장치를 말하며, 시간진행에 의한 동기출력을 지시하는 컨트롤러보드(CPU보드)와 신호등을 구동하기 위한 출력을 제어하고 감시하는 동기구동장치(LSU), 유사시 점멸 제어를 수행하는 점멸기가 하나의 시스템버스로 연결되어 있는 장치이다. 전력 제어부 및 신호등 출력 결과를 물리적으로 평가하기 위한 궤환(FEEDBACK, 이하 궤환신호라 함)회로를 포함한다. 또한 신호구동부는 경찰관의 수동조작 및 보행자 입력수단 등을 수용하기 위한 일련의 입력수단 등을 포함하며, 주제어부와의 통신을 위한 내부통신수단을 포함한다.

○ 컨트롤러(Controller) 보드

주제어부의 신호구동 DATA를 근거로 시간진행에 따라 직접 등기구동장치(LSU)를 제어하여 등기를 구동하며, 신호등 점등 상태의 모순이 발생하였을 때 적색 또는 황색 신호등을 점멸시킨다. 신호등 구동에 필요한 데이터를 검증하여 교통신호기의 이상출력이나 모순 발생시 점멸기를 작동시킨다.

컨트롤러는 교차로 신호등의 점등 상태 모순과 현시 전구의 비정상 출력 검지, 적색등 비정상 출력 검사, 전원이상, 점멸기와 등기구동장치의 제어, 신호구동부 전원관리 등의 기능을 갖는다. 직렬 통신 단자를 통하여 주제어부로부터 현재 진행중인 현시 조합에 대한 정보를 공급받아 현시를 표출하고, 모순상태 판단을 위해 전구의 출력상태를 감시하는 기능을 수행한다.

○ 점멸기(FLU : Flasher Unit)

점멸기(혹은 FLU)는 직류전원 이상, 컨트롤러보드 이상, 컨트롤러로부터의 점멸 지시, 등기구동장치(LSU)로부터의 점멸 신호가 있을 때 독립된 전원에 의해 신호등을 점멸한다.

○ 등기구동장치(LSU : Load Switch Unit)

등기구동장치(혹은 LSU)는 신호등에 공급되는 전력을 직접 제어하며, 그 제어 결과에 대한 궤환신호를 발생하여 컨트롤러보드에 제공하는 기능을 수행한다. LSU부는 110V 및 220V에 사용할 수 있어야 하며, 구동환경의 불규칙한 변화에 대하여 영향을 받지 않아야 한다. 전력 제어 회로에서는 등의 밝기를 조절할 수 있는 조광제어 기능을 제공하여야 하고, 방열을 고려해야 한다. 또한 편리한 유지 보수를 위하여, 고장이 발생한 등기구동장치를 교통신호기의 정상 운용 중에 부분적으로(기관 단위) 교체 할 수 있는 여건을 갖추어야 한다.

### (3) 기타 장치부

교통신호기 내부에 독립 컴퓨팅시스템을 갖춘 제어장치가 위치할 수 있는 실장공간을 이야기한다. 기타 장치부에 실장 가능한 독립제어장치는 무선입출력장치, 독립 영상처리시스템, 대체검지기 제어시스템, 독립 실시간 제어시스템 등 신호제어기능과 관련된 기능의 제어장치는 물론 무선 차량정보수집장치, 차량인식시스템 및 기타 지능형교통체계(ITS : Intelligent Transportation Systems)에서 현장장치로 사용하는 장비들이 실장 될 수 있다. 기타 장치부에 실장되는 장치들은 교통신호기와 전원 및 통신라인을 공유할 수 있으며, 주제어부와 디지털 통신기능 이외에 다른 물리적 방법으로 교통신호기의 타 장치와 연결할 수 없고 교통신호기 기능에 장애를 유발해서는 안된다.

### (4) 수동 조작판(Police Panel)

수동 조작판은 경찰공무원이 현장에서 직접 교통신호기를 조작하기 위해 사용하는 스위치 패널을 말한다. 비상시나 민방위 훈련시 또는 혼잡시에 사용된다.

### (5) 단자대 함(TF : Terminal Facility)

단자대함(혹은 T/F)은 교통신호기에 전원을 공급하는 장치 및 전력선과 검지기케이블, 통신라인 등을 연결하기 위한 단자대 등을 포함하는 시설공간을 이야기한다. 장치들을 연결시켜 주고 교통신호기를 전기적 잡음 및 충격으로부터 보호하는 역할을 한다.

### (6) 함체(Cabinet)

함체는 교통신호기를 구성하는 장비들을 보호하는데 목적이 있는 보호캐비닛을 이야기한다. 교통신호기의 함체는 교통신호기 내장 장치들

을 안전하게 고정시키고 외부로부터의 충격을 차단할 수 있도록 좌대에 설치 가능한 인간공학적 측면에서 설계되어야 한다. 그 구조는 크게 함체(Cabinet)와 지지대, 3개의 Subrack, T/F(Terminal Facility)로 나누어져 있다.

### (7) Bus 체계

BUS는 하드웨어 장치들이 전기적으로 신호를 주고받을 수 있도록 주기판에 전기적 통로를 구성하는 회로 또는 그 구성 방식을 이야기하며, 교통신호기의 주제어부(MCU)는 표준 VME BUS규격을, 신호구동부(SCU)는 본 규격서에서 지정하는 방법에 의해 구성되는 일반 I/O BUS 규격을 적용한다.

## 다. 하드웨어 구성부 기본 사양

### ○ 전원 특성

- 전압 범위 : 110V AC (95V ~ 135V), 220V AC (190V ~ 250V)  
겸용
- 주파수 범위 : 60Hz  $\pm$  3.0Hz

### ○ 동작온도

- -34°C ~ +74°C
- 온도변화율은 최대 17°C/hour (상대습도가 95% 이내)

### ○ 상대습도

- 다음 <표 4-1>에 의거하여 +4.4°C ~ +44.0°C에서 최대 95%를 넘어서는 안 된다.

<표 4-1> 온도에 따른 상대습도

건구온도(℃)	상대습도(%)	건구온도(℃)	상대습도(%)
4.4	75	43.3	90
10.0	80	48.9	70
15.6	83	54.4	50
21.1	86	60.0	38
26.7	86	65.6	28
32.2	89	71.5	21
37.8	89	73.9	18

○ 출력시간정확도(Time Accuracy)

- 교통신호기에서 사용하는 시간은 크리스털(X-TAL)을 기준으로 사용하며 시간과 시간간격(Time Interval)은 정해진 값으로부터 100 ms 이상 벗어나지 않아야 한다.

○ 전원단락(Power Failure)시 동작

- 정전과 정전의 간격이 1500ms 이상이면 개별정전으로 간주하여 다음과 같이 동작한다.
  - 450ms 미만 : 무정전으로 간주하여 현재상태를 유지한다.
  - 500ms 이상 : 정전으로 간주하여 초기화부터 다시 시작한다.
  - 450ms 이상, 500ms 미만 : 1) 또는 2)항으로 동작한다.
- 300ms 이하 정전과 300ms 이상의 복구가 3번 이하이면 정상 동작한다.

○ 접근성(Accessibility)

- 각 장치 및 회로기관은 합체 내에 사람의 손이나 손가락을 넣지 않고서도 끼우거나 뺄 수 있게 기관 앞에 손잡이나 잠금(Gripping)장치가 되어야 하며, 각 기관은 가이드 레일(Guide Rail)을 통해 주기판(Mother Board)에 접속되어야 한다. 또한, 배선처리는 합체(Housing) 앞 부분에는 없게 하고 주로 뒷면에서 처리되어야 한다.

### 3. 검지기

**【해설】** 검지기는 현장의 교통상태를 검지하여 교통신호제어에 이용할 수 있는 교통정보로 처리하여 출력하는 장치를 말한다. 검지기는 차량이나 보행자 등의 교통량을 검지할 수 있는 센서부와 이를 처리하여 출력하는 전기장치로 이루어져 있다. 검지기를 검지원리에 의하여 분류하면 기계적 접촉에 의하여 교통량을 검지하는 방식(압력식 검지기, Pushbutton 검지기 등)과 전자기적 에너지 변화에 의하여 교통량을 검지하는 방식(루프검지기, 초음파검지기, 자기검지기 등)으로 구분한다. 검지방식에 따른 검지기의 종류를 살펴보면 다음과 같다.

- 전기유도식 루프검지기(Inductive Loop Detector): 도로위에 매설된 루프에 의하여 형성된 검지영역을 차량이 통과하거나 정지해 있는 경우 루프의 자장변화를 통하여 차량의 통과 또는 존재여부를 검지한다.
- 초음파검지기(Ultra-sonic Detector): 초음파를 이용하여 차량의 유무를 판단한다.
- 초단파검지기(Microwave Detector): 도플러효과(전파나 음파 등이 대상을 향하여 어떤 속도로 접근하면 그 주파수가 대상체에서 관측되는 주파수보다 높아지고, 멀어지면 낮아지는 현상)를 이용하여 차량의 속도를 검지한다.
- 적외선검지기(Infrared Detector): 레이저를 이용하여 차량을 검지한다.
- 화상검지기(Image Processing Detector): 대규모 집적회로, 고속화상처리장치, 메모리 소자 등의 발전에 힘입어 개발된 자동시각장치를 이용하여 검지한다.

이외에도 자기 검지기(Magnetic Detector), 압력식 검지기(Pressure Detector), 압버튼 검지기(Pushbutton Detector) 등이 있다. 각 검지기별 장단점을 비교하면 다음 <표 4-2>와 같다.

각종 검지기로부터 수집되는 기초적인 교통정보(교통량, 점유·비점유 시간 등)는 교통신호제어기에 전송된다. 교통신호제어기는 전송된 기초 정보를 이용하여 교통상태에 적절한 신호제어를 수행하며, 수행결과 및 교통상태 정보는 전용통신선을 통하여 지역컴퓨터에 전달된다. 검지기의 설치위치는 검지기 용도 및 가장 효율적으로 교통자료를 수집할 수 있는 위치를 고려하여 결정한다. 대표적인 설치위치는 해당 링크의 정지선과 상류부이며, 사용목적에 따라 다음과 같이 활용할 수 있다.

정지선에 설치되는 검지기는 직진검지기와 좌회전검지기로 구분할 수 있으며, 각각 직진교통류와 좌회전교통류에 대한 자료를 수집한다. 직진검지기의 경우 교통량, 점유·비점유시간에 관한 수집자료로부터 포화도를 산출할 수 있고, 정지선 후방에 설치되는 좌회전검지기의 경우 수집되는 점유·비점유시간으로부터 좌회전포화도를 산출할 수 있다. 그리고 상류부(앞막힘 예방) 및 하류부(대기행렬 예측)에 설치되는 검지기는 앞막힘(Spillback: 교차로 내에서 현시가 바뀌고 난 후에도 이전 현시동안 교차로를 벗어나지 못한 차량들로 인하여 다른 방향의 차량이 진행하지 못하는 현상)과 대기행렬에 관한 자료를 수집할 수 있다.

차량검지기 중 가장 일반적으로 사용되는 루프검지기의 구성은 루프센서(Loop Sensor), 루프도입선(Loop Lead-in Wire), 접속부(Pull Box), 도입케이블(Lead-in Cable) 그리고 제어기 내의 검지기 장치 등으로 되어 있다. 도로상의 루프센서는 루프코일로 구성되어 있으며, 루프센서에서 접속부까지의 연결선을 루프도입선이라 한다. 또한 접속부에서부터 교차로 현장제어기 내의 검지기 장치까지의 연결선을 도입케이블이라 한다. 루프도입선과 도입케이블은 접속부 내에서 연결되며, 접속부는 이 부분을 덮어 보호하는 역할을 한다. 대부분의 경우 루프도입선은 도입케이블을 통하여 검지기 장치에 연결하나, 루프와 검지기 간의 거리가 짧은 경우에는 직접 검지기에 연결할 수 있다.

대기행렬 검지기와 같이 루프검지기와 신호제어기간의 거리가 길 경

우 또는 도로환경 등에 대한 공학적 판단에 따라 필요하다고 인정되는 경우 도입케이블 설치 대신 무선 차량 정보 수집장치를 사용하여 검지기 데이터를 수집할 수 있다.

루프검지기의 크기, 형태, 권선방식 등은 수집하고자 하는 정보의 종류와 신뢰성 및 효율성 등 다양한 현장여건을 고려하여 최적의 형태를 결정하는 것이 바람직하다. 루프검지기의 일반적인 형태에는 직사각형과 원형이 있다.

**<표 4-2> 검지기별 장단점**

분류	장 점	단 점	측정자료
루프 검지기	<ul style="list-style-type: none"> <li>-검지지역의 크기와 형태는 루프크기에 따라 설치 용이</li> <li>-현장검지기의 우수성, 기본적인 교통계수 측정</li> <li>-설치비가 타 검지기에 비해 저렴</li> <li>-검지정보의 신뢰성이 우수</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-설치시 교통흐름의 통제필요</li> <li>-도로파손에 따른 보수, 유지관리비용이 많이 소요</li> <li>-정확한 매설위치과약을 위한 별도의 시스템 필요</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-교통량</li> <li>-점유시간</li> <li>-속도</li> <li>-점유율</li> <li>-대기행렬</li> </ul>
초음파 검지기	<ul style="list-style-type: none"> <li>-설치공사시 교통류의 흐름에 직접적인 장애가 없음</li> <li>-루프검지기와 일체로 사용하여 차종의 분류 가능(차종 자동 분류)</li> <li>-노면파손 및 도로공사에 영향을 받지 않음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-설치비 많이 소요</li> <li>-방향성을 갖지 못하며, 주변 환경 조건에 민감</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-교통량</li> <li>-속도</li> <li>-대기행렬</li> <li>-점유시간</li> <li>-점유율</li> </ul>
초단파 검지기	<ul style="list-style-type: none"> <li>-설치공사시 교통류의 흐름에 직접적인 영향 없음</li> <li>-도로의 유지, 보수시 손상위험 없음</li> <li>-설치용이</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-구매, 설치비 많이 소요</li> <li>-설치, 유지, 보수시 전문인 필요</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-교통량</li> <li>-차량속도</li> <li>-점유시간</li> <li>-대기행렬</li> </ul>
화상 검지기	<ul style="list-style-type: none"> <li>-수집자료의 다양성</li> <li>-카메라 투영영역 전역에 대한 정보 수집 가능</li> <li>-검지기 지점의 변경 용이</li> <li>-1개의 카메라로 다수의 검지기 수용</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-기상 및 인접차량의 그림자, 빛의 반사 등에 민감</li> <li>-영상자료 처리로 인한 실시간 구현이 어려움</li> <li>-응용, 조작의 어려움</li> <li>-실용화 비경제적</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-교통량</li> <li>-속도</li> <li>-점유율</li> <li>-대기행렬</li> <li>-밀도</li> <li>-차량군의 속도</li> </ul>
적외선 검지기	<ul style="list-style-type: none"> <li>-설치가 용이</li> <li>-야간 대응능력 우수</li> <li>-경제적</li> </ul>		

## 제4절 내구연한

### 기 준

- 교통신호등과 교통신호제어기는 최소한 다음 <표 4-3>의 내구연한 이상을 견딜 수 있도록 제작되어야 한다.

<표 4-3> 교통신호등과 제어기 내구연한

구분	교통신호등			교통신호제어기	
	외함	렌즈	반사경	전자장비	합체
내구연한	10년	5년	10년	10년	10년

주) 해변도시에 설치된 교통신호기에 대한 내구연한은 2년 정도 단축될 수 있다.

### 권 장

- 루프검지기 시공시는 설치 시공업체에서 최소 18개월간 적절한 작동을 보장토록 할 것을 권장한다.

**【해설】** 차량용 루프검지기는 도로 포장면의 이상이나 노면표시 차선 재시공 등으로 인한 사용불가의 경우를 제외하고는 설치 시공업체에서 최소 18개월간 루프검지기의 적절한 작동을 보장토록 하는 것이 좋다. 또한 루프검지기는 담당부처에서 자체적인 유지보수 관리 계획에 의거 지속적인 유지보수에도 불구하고 본래의 검지기능 역할을 다하지 못하거나, 새로 설치하는 것이 유리하다고 판단될 경우에는 기존 검지기를 폐기하고 새로이 시공할 수 있다.

## 제5장 신호기지주 설치방법

- 제1절 중앙주식 설치방법
- 제2절 지주와 강선을 이용한 설치방법
- 제3절 지주와 부착대를 이용한 설치방법
- 제4절 교통신호등 지주설계시 고려사항

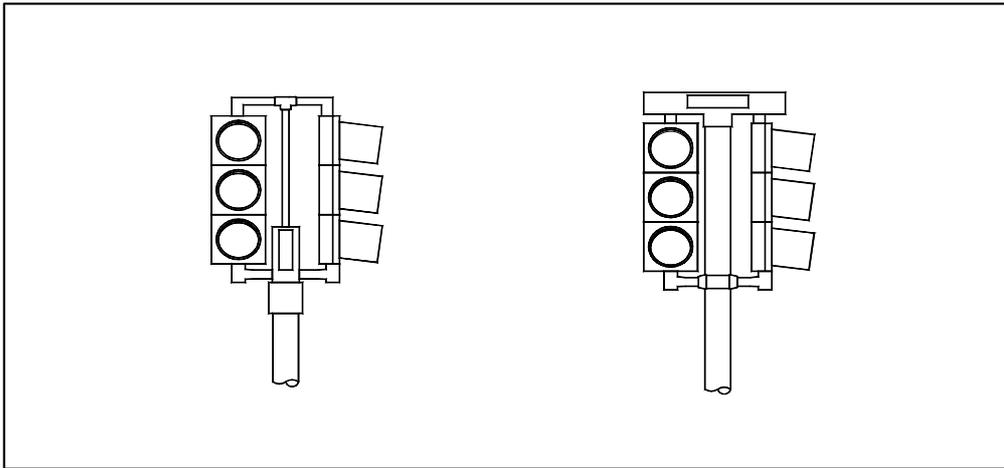
# 제5장 신호기 지주 설치방법

## 기준

- 신호등 제작·설치시 운전자들에게 양호한 시인성을 제공하는 것을 가장 먼저 고려하여야 한다.
- 신호등 설치공사는 제정된 기준에 준하여 확일적으로 시공할 것이 아니라 도로기하구조 특성 (도로폭, 도로구배, 교차로 및 횡단보도의 구조형태)을 고려한 설계와 시공이 행해져야 하며 다음과 같은 3가지 기본적인 설치방법이 있다.
  - 중앙주식 설치방법 (지주자체 부착방법, Posted or Pole mounted)
  - 지주와 강선을 이용한 방법 (Span - wire mounted)
  - 지주와 부착대를 이용한 방법 (Mast - arm mounted)
- 신호등 설계 및 설치시 다음과 같은 요소들을 고려하여 설계하여야 한다.
  - 운전자에게 가장 위험이 적고, 깨끗하고, 단순 구조로 설계
  - 운전자의 주의가 산만해지지 않도록 설계 및 설치

## 제1절 중앙주식 설치방법 (Posted or Pole mounted)

**【해설】** 전용지주를 사용하여 설치 (지주자체 부착)하는 방법으로 [그림 5-1]과 같이 상단, 측면 (수직,수평) 부착방법이 있으며 신호등 두는 보도로부터 2.4~5m 사이의 높이에 설치한다.

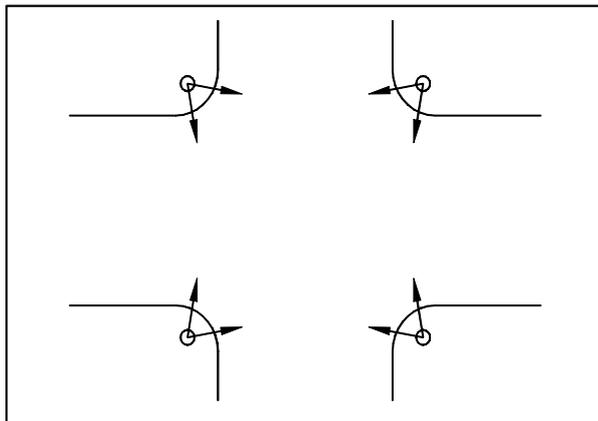


<상단부착방법>

<측면부착방법>

**[그림 5-1] 중앙주식 신호등 설치방법**

중앙주식 신호등의 설치방법은 [그림 5-2]와 같이 교차로 각 회전부의 연석 중심에 총 4개의 신호등 지주를 설치하여 각 지주별 2개씩, 총 8개의 신호등을 설치한다.



**[그림 5-2] 교차로내 중앙주식 신호등 설치방법 예시도**

중앙주식 신호등 설치시 고려요소들은 다음과 같다.

- 중앙주식 지주에 2.4m 높이로 300mm 차량신호등 설치시 눈부심 현상 등으로 인한 시인성 저하 문제 발생이 예상될 경우 200mm 차량신호등 설치

- 중앙분리대 미활용시, 신호가 다현시로 운영될 경우 설치불가
- 차량통행에 지장을 주지 않도록 신호등 측면에는 0.6m의 여유공간 확보

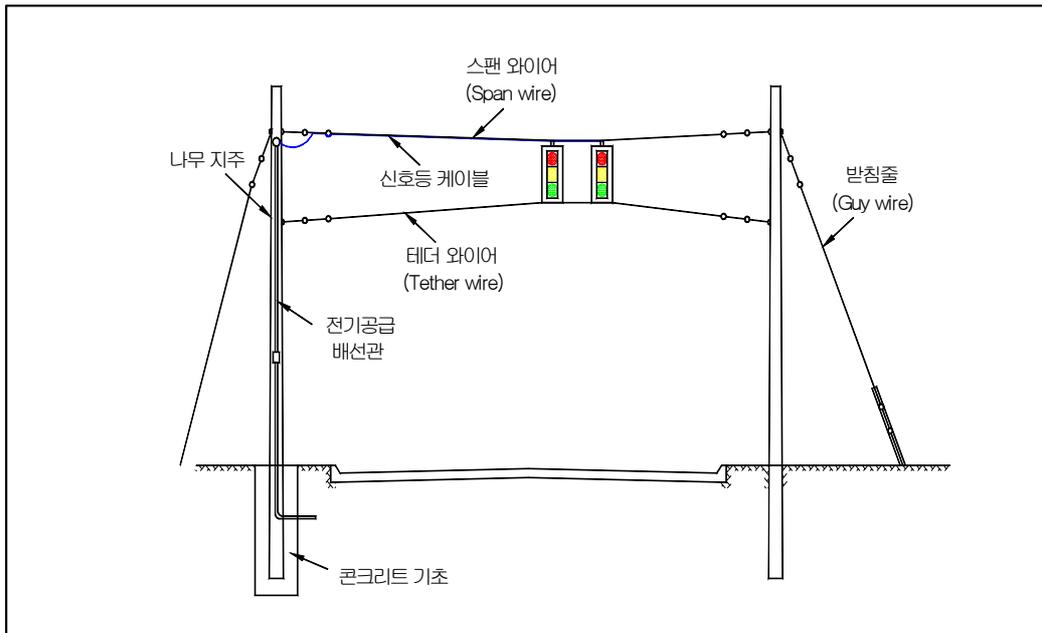
**<표 5-1> 중앙주식 설치방법의 장·단점**

장 점	단 점
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 설치비용 적음 (유지보수 용이함)</li> <li>• 도로통행에 대한 간섭이 없음</li> <li>• 보호좌회전이 운용중이며 폭이 넓은 중앙분리대에 설치시 시인성 양호 (외관상 가장 미려함)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 연결선의 지하매설에 의한 설치 비용의 장점이 상쇄될 수 있음</li> <li>• 신호현시의 의미를 명확하게 전달하기 위한 위치 등에서는 좋지 못함</li> <li>• 설치높이 제한으로 접근로에 종단구배가 있는 경우 문제점 발생 가능</li> </ul>

## 제2절 지주와 강선을 이용한 설치방법 (Span-Wire Mounted Signal)

**【해설】** 도로양편에 지주를 설치하고 이를 강선으로 연결, 신호등을 도로 중간지점까지 내밀어 다는 형식 ([그림 5-3] 참조)이다.

지주의 재질은 목재, 철재 등을 사용하며 설치방법에는 다음과 같은 3가지 방법이 있다. 연결선이 길어져 도시미관이 좋지 못하며, 광로에는 적합지 않은 등 장소별 제약으로 우리나라에서는 잘 사용하지 않는 방식이다. 다른 설치방법으로 불가능한 경우를 제외하고는 가급적 설치를 지양하는 것이 좋다.



[그림 5-3] 지주와 강선이용 신호등 설치방법 예시도

<표 5-2> 지주와 강선을 이용한 설치방법 장·단점

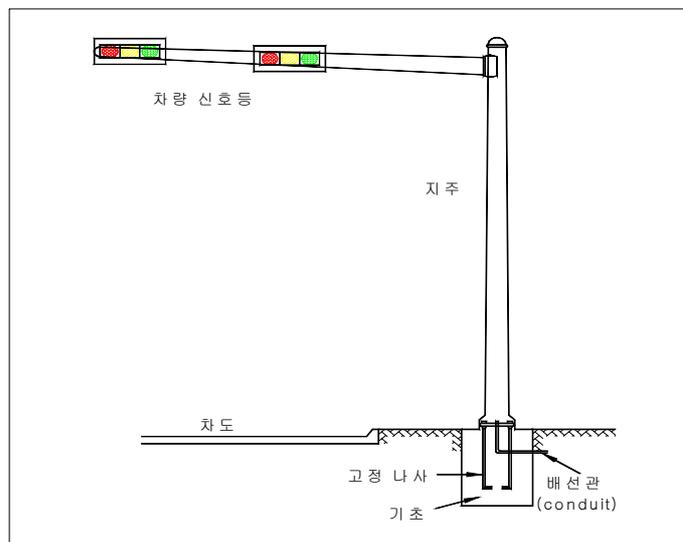
방법	장 점	단 점
2개 지주 이용	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 설치비용이 적음</li> <li>• 최대 시인성을 위한 수평설치 가능</li> <li>• 보도에 지장없는 최소지주 설치가 가능</li> <li>• 지중 (地中)매설작업이 필요없음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 도로폭이 좁은 교차로의 경우는 정지선에서 시인성 저하</li> <li>• 연결선과 지주에 최대 하중부하</li> <li>• 긴 연결선으로 미관이 불량함</li> </ul>
4개 지주 이용	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 지중작업이 거의 없고 설치용이</li> <li>• 수평설치로 탁월한 최대 시인성 제공</li> <li>• 정지선을 고려한 설치가 가능함</li> <li>• 대각선 설치시보다 연결선 길이 및 신호등두에 의한 하중 감소 가능</li> <li>• 매우 넓은 교차로 내부를 사각형 형태로 신호등을 설치하기 때문에 정지선에 인접하여 설치할 수 있음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 비용이 과다함</li> <li>• 교차로내 시설물의 혼잡을 증가시켜 미관상 혼란스러우며 이로 인한 도로 이용자들의 짜증 가능</li> </ul>
Z 형 방법	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 정지선으로부터 시인성 확보가능</li> <li>• 좌회전 현시가 추가적으로 필요한 경우, 중앙분리대에 지주설치로 근접해서 신호현시 제공가능</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 중앙분리대에 설치된 고강도의 연결선과 거대한 지주는 운전자에게 위험요소로 작용할 수 있음</li> <li>• 폭이 넓은 중앙분리대 필요</li> </ul>

## 제3절 지주와 부착대를 이용한 설치방법 (Mast - Arm Mounted)

**【해설】** 신호등의 등기선과 연결선의 외부 노출 없이 내민 구조로 된 부착대내에 등기선 등을 삽입하여 신호등두를 설치하는 방법으로 시인성 등이 타 방식보다 양호한 편이다. 재질은 금속제 또는 알루미늄 등을 사용하며 부착대 형태는 다음과 같다.

- 관(管) 형태 : 단일 철재관 또는 알루미늄 사용 (형태 다양하게 제작가능)
- 사다리꼴 형태 : 수직재 (垂直材)에 의해 두 개의 부착대를 사다리꼴 형식으로 결합한 형태 (상부 부착대에 등기선을 매입, 신호등면을 수직으로 설치)
- 트럼본 형태 : 사다리꼴 형식에서 수직재를 제외한 것으로 트럼본 악기 형태로 설치하는 것 (두 개의 상하부 부착대 사이에 신호등면을 수평으로 설치)

관형태의 지주 사용과 부착대를 이용하여 신호등을 설치하는 방법의 예시는 [그림 5-4]와 같다.



[그림 5-4] 지주와 부착대 이용 설치 방법 예시도

<표 5-3> 지주와 부착대를 이용한 설치방법의 장·단점

장 점	단 점
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 신호등두의 수평적 설치 용이</li> <li>• 정지선으로부터 양호한 시인성 제공</li> <li>• 보행자신호등, 보행자 작동 신호등 및 보조 신호등의 설치 가능</li> <li>• 대체적으로 미관상 양호한 편임</li> <li>• 풍압 등 외부 동하중에 대해서도 견고하게 지탱 가능함</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 타 설치방식보다 설치비용 고가</li> <li>• 도로폭이 매우 넓은 경우 차량제어를 하고자 하는 차로위에 신호등 설치가 곤란한 경우 발생</li> </ul>

## 제4절 교통신호등 지주 설계시 고려사항

### 권 장

- 지주에 신호등 외 기타 시설물이 과다하게 부착되지 않도록 하며, 불가피한 경우에는 추가적인 보강방법을 고려한다.

### 1. 하중

**【해설】** 신호등 지주설계시 고려하중은 사하중, 활하중 (설하중, 풍하중, 지진력, 충격 하중 등)으로 구분할 수 있으며 본 서에서 고려하는 하중은 사하중과 활하중인 풍하중만을 고려한다.

#### 가. 사하중 (死荷重, Dead Load)

- 정의 : 표지, 조명, 교통신호기, 구조물 등의 자체의 무게 (自重)
- 신호등은 신호등두 (폴리카보네이트 합체와 부착기구 포함) 1색등 중량을 4kg로 가정, 계산

## 나. 활하중 (Live Load)

### (1) 설하중 (Ice Load)

지주구조물, 교통신호기, 수평지주 표면주변에 작용하는  $15\text{kg}/\text{cm}^2$ 의 하중을 말한다. 우리나라에서는 적설량이 적고 또 신호기에 강봉을 사용함으로 실제 눈이 쌓이는 면적은 적은 편이기 때문에 특별한 경우를 제외하고는 고려하지 않으며 만약, 고려할 경우에는 다음 식을 이용한다.

$$S = p \times h \times C$$

여기서  $S$ : 적설하중

$p$ : 눈의 평균 단위중량 (적설깊이 1cm당  $\text{Kg}/\text{m}^3$ ),

$h$ : 적설량

$C$ : 계수 (지붕의 경사도 및 형상 등에 따른 계수)

### (2) 풍하중 (Wind Load)

풍하중은 지주, 표지, 조명, 교통신호기 등의 지주에 대한 바람의 압력으로써 15.2m 이상의 조명지주와 문형식 표지구조물은 50년, 15.2m 이하의 조명, 교통신호등 지주구조물은 25년, 노측표지구조물은 10년의 강풍 재발주기로 산정하여 계산한다. 풍하중의 측정은 지상에서 10m의 높이에서 측정된 값을 이용한다. 풍압 계산식은 다음과 같다.

$$\circ \text{ 풍압} : P = 0.00256(1.3V)^2 \cdot C_d C_h$$

여기서  $C_d$ : 항력계수(신호등, 표지판: 1.2, 지주: 0.7),  $V$ : 기본풍속( $\text{m}/\text{s}$ )

$C_h$ : 지면상의 높이에 대한 계수(4.27m이하: 0.8, 8.84m이하: 1.0)

기본풍속<sup>1)</sup>이란 재현기간 100년에 대한 최대풍속의 비초과확률 60%에 해당하는 것으로서 개활지에서 지상 10m의 10분간 평균풍속을 말한다. 일반적으로 신호등 지주 설계시에는 건설교통부가 제정한 건축물의 구

---

1) 건설교통부, 표준시방서

조기준 등에 관한 규칙을 준용한다. 건설교통부에서는 2000년에 지역별 기본풍속에 관한 상세 설계기본풍속을 새롭게 제시하였으나, 구 기준에 비하여 지역별 구분이 지나치게 상세하고 작은 값을 사용토록 하고 있으므로 최근의 대규모 자연재해를 고려하여 교통안전시설에는 구 기준을 적용한다. 다음 <표 5-4>에 준한 풍속을 적용하며, <표 5-4>에 없는 지역의 경우 지역 조건을 고려하여 인접 지역의 풍속을 적용한다.

대규모 태풍 발생시 지주가 완파되기 보다는 지주에 부착된 기타 시설물(안전표지, 도로표지 등)에 의해 가로재(보)가 파손되는 경우가 많으므로 신호등 외에 기타 시설물이 과다하게 부착되지 않도록 해야 하며, 불가피한 경우에는 추가적인 보강방법을 고려해야 한다. 신호등 지주의 보강방법으로는 가로재 보강방법과 지주와 가로재를 연결하는 지지용 와이어를 보다 견고한 제품으로 사용하는 방법 등이 검토될 수 있다.

따라서 대형태풍에 의한 지주의 파손을 방지하기 위해서는 부착시설물의 최대 설치 가능 개수와 신호등 지주 보강방법에 대해 구조전문가에 의한 구조해석 등을 통해 시공성과 경제성 측면에서 유리한 공법을 채택하는 것이 바람직하다.

**<표 5-4> 신호등 설계시 지역별 기본 풍속**

등 급		지 역 구 분	설계기본풍속 (㎞/s)
I	내 륙	서울, 수원, 서산, 대전, 춘천, 청주, 추풍령, 이리, 전주, 광주, 진주, 대구	35
II	해안(1)	인천, 군산, 충무, 부산, 울산	40
III	해안(2)	속초, 강릉, 포항, 목포, 여수, 제주, 서귀포	45
IV	섬	울릉도	50

## 2. 기초

**【해설】** 신호등 지주를 지지하기 위한 기초를 타설하기 위해서는 먼저 토질의 형태와 밀도, 지질조건 등을 포함하는 토질조사를 실시하며 토질 조사 방법은 표준관입시험<sup>2)</sup>을 실시한다. 기초의 유형에는 관형 기초 (Caisson), 확대 기초 (기초의 폭에 대한 깊이가 1보다 작을 경우), 말뚝기초, 타입형 기초 등이 있다. 교통신호등 지주 기초 계산시 가정 조건은 다음과 같다.

- 기초의 최소깊이는 전면 지반의 최대 수평지반 반력도를 그 점에서 받는 토압 강도와 동등하다고 간주한다.
- 기초의 안정은 기초전면 지반의 수평지반 반력도로 결정되며 저면지반의 수직 지반 반력도에는 좌우되지 않으며 전단 저항력은 무시한다.
- 기초 주변의 지반은 N치 10정도의 사질지반 (지내력도 =  $10\text{t}/\text{m}^2$ )으로 지반 반발력 계수는 깊을수록 증대한다고 판단하여 3각형 응력분포를 채택한다.
- 기초 전면의 단위 체적중량은  $\nu=1.7\text{t}/\text{m}^3$ , 토압 계수는  $K_p=3.53$ 으로 한다.
- 기초에 작용하는 부력, 지내력은 일반적으로 고려하지 않는다.
- 기초 콘크리트의 단위 체적 중량은  $\nu_c = 2.352\text{t}/\text{m}^3$ 로 한다.

## 3. 지주 재질

- 강관 : 뒤틀림, 휨에 강한 반면 내식성이 약하나, 일반적으로 용융아연도금 처리로 내식성을 강하게 하여 많이 사용한다.

---

2) 표준관입시험 (Standard Penetration Test) : 외경 5.1cm, 내경 3.5cm, 길이 81cm인 중공(中空) 샘플러를 타격 에너지 63.5kg의 해머로 75cm의 높이에서 자유낙하시켜 샘플러를 30cm 관입시키는데 소요되는 타격 회수를 N으로 하고, N에 의해 토질의 밀도와 점착력을 측정하는 시험 방법

- 알루미늄 합금주 : 내식성이 강하여 해안 지역의 안전표지 지주에 적당하다.
- 원추형 강관 지주 : 일반적으로 신호등용 부착대 (KS 제품)로 사용한다.
- 기타 : 철근콘크리트주, 알루미늄피막 관주, 용융도금을 한 백관 등이 있다.

## 4. 지주 제작

### ○ 지주 제작시 고려 사항

- 용융 아연 도금의 작업은 KSD 9521에 따른다.
- 지주 및 지주용 캡, 지주 연결용 강관에 대한 도금은 KSD 8308 (용융 아연 도금)에 준하며, 아연 부착량은  $550\text{g}/\text{m}^2$  이상이어야 한다.
- 원형지주는 이음부가 없는 것을 원칙으로 하되 이음의 경우에는 지하 매설부분에 한하여 30cm이내로 이음하고 이음부분은 견고하게 용접처리한다.
- 소정의 기준에 의거 (길이, 폭, 직경, 두께 등) 정확한 치수로 제작되어야 하며, 일체 흠이 없어야 한다.
- 표면에 부착된 녹, 기름 등 이물질은 제거하고 도금을 시행하여야 하며, 내외면은 곧고 결함이 없어야 한다.
- 원형지주, H형강 지주, 지주 연결관 등은 용접 또는 천공 작업이 완료된 후 용융 아연 도금을 시행한다.

이상의 설계 사항들을 고려한 계산 예는 「부록 3」에 첨부하였다.



**부록1** 교통신호기 사업

**부록2** 신호기의 운영

**부록3** 교통신호기 지주설계  
계산예

# 부록 1. 교통신호기 사업

## 제1절 교통신호기 사업 기본계획 작성

당해년도 교통신호기 공사관련 사업 기본계획 작성시, 기 작성된 계획서 등을 토대로 확보된 예산 범위 내에서 교통신호기 사업을 시행하는데 필요한 세부 기본계획서를 작성한다. 기본계획서에 포함되어야 할 내용은 다음과 같다.

- 사업 개요
- 교통신호기시스템 결정 (일반, 전자, 지능형체계 등)
- 예정가격<sup>3)</sup> (예산회계법 시행령 제78조의 예정가격의 결정기준 참조)

### 1. 사업 배경 및 목적

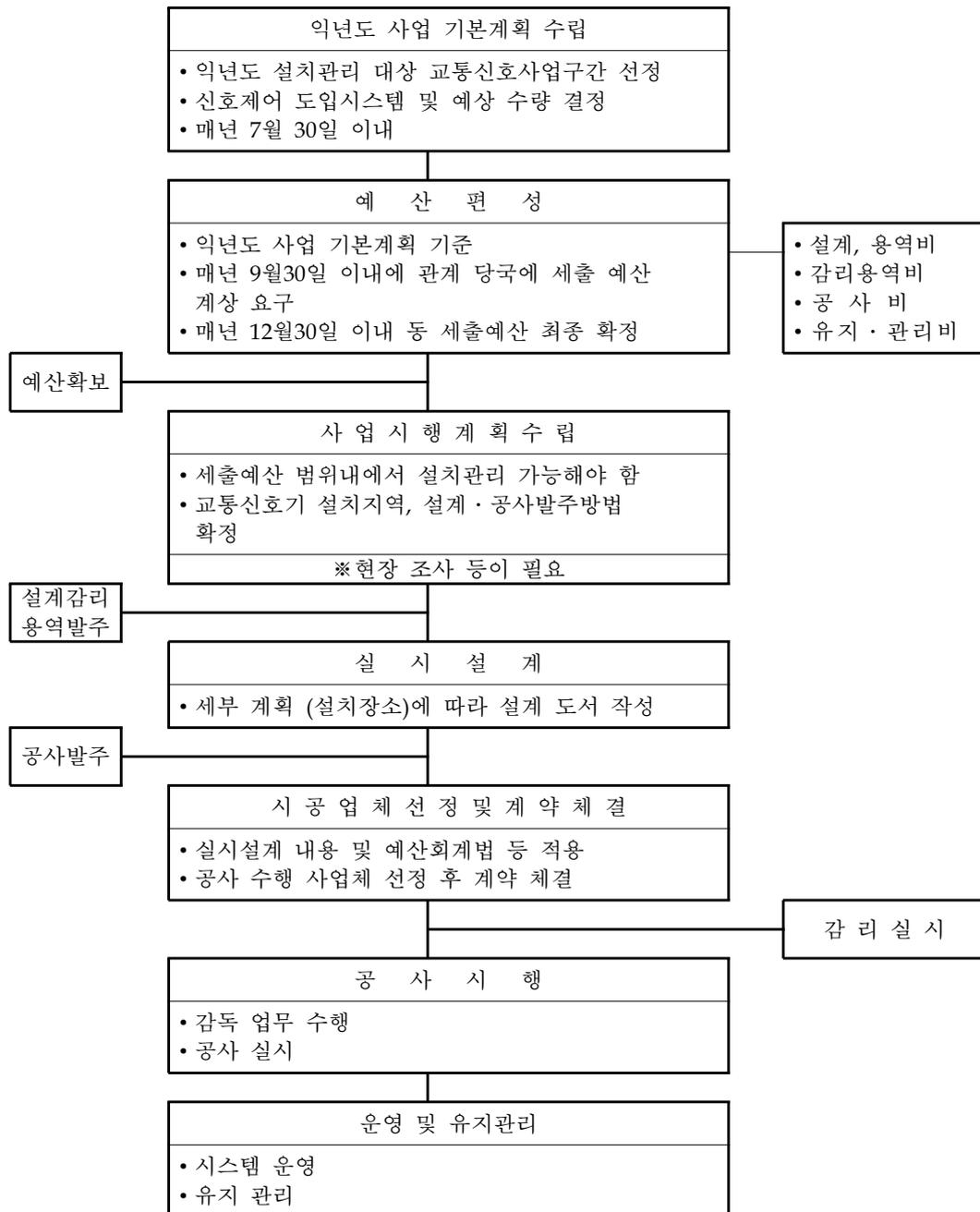
교통신호기 설치 공사의 배경과 목적 등을 기술한다. 예를 들어 설치구간의 경우, 인접 교통신호제어기 간에 독립된 신호운영으로 인하여 발생하는 문제점을 제시하고 이를 해결하기 위한 대안의 하나로서 일반 신호구간 연동화 사업의 필요성을 강조한다. 일반적으로 교통신호기 설치에 따른 목적은 다음과 같다.

- 교통용량 증대 및 서비스 수준 향상
- 사고 감소 및 예방
- 주도로에 통행 우선권 부여

---

3) 총원가+부가가치세(10%)

사업 필요성 및 목적 등이 정책 결정자에 의해 승인된 후 추진되는 교통신호기 사업의 절차는 [그림 1-1]과 같다.



[그림 1-1] 교통신호기 사업 추진 절차도

## 2. 사업 대상구간 선정

교통신호기 사업구간을 선정하기 위해서는 관내 도로 구간의 교통 현황과 본 매뉴얼에서 정한 교통신호기 설치기준 충족여부를 판단한 후, 추후 확보될 예산범위에 따라 증감 가능하도록 사업대상 후보지역을 4 단계 정도로 구분한다.

- 상습적인 정체가 발생하는 지역중 정체 원인이 인접 교통신호기 설치 구간에도 영향을 미쳐 전반적으로 도로 소통을 저해하는 경우
- 전자신호체계 구간 내에 일반교통신호제어기가 부분적으로 설치 운영 되어 교통류 흐름에 장애가 되고 있는 지역
- 현재 운영중인 일반교통신호제어기의 내구연한(본문 <표 4-3> 참조)을 초과한지역을 전자교통신호기 또는 첨단교통신호기 구간으로 변경하고자 하는 지역
- 기타 교통신호기를 신설하거나 전략적으로 필요하다고 판단되는 지역

## 3. 소요예산 추정 절차

### 가. 교통신호기 운영방식 결정

교통신호기 설치예정 구간에 대하여 경제적이고 시행의 용이성 측면에서 가장 합리적인 방식 (일반신호, 전자신호, 지능형 신호체계 중 택일)을 결정한다.

## 나. 개략적인 소요물량 파악

선정된 운영방식에 따라 개략적인 소요물량을 산출한다.

### ○ 일반교통신호기 공사시

- 교통신호제어기 수량 및 관로 구축 물량 산출 : 신설 또는 교체되는 교통신호제어기 수량 및 관로 구축 물량 산출

### ○ 연동선 관로 구축 물량 산출

연동선 관로 계획 시에는 통상 교통신호제어기가 설치된 도로변을 기준으로 관로를 계획하는 것이 일반적이나 지장물 여부와 보도 종류 (사리도, 소형고압, 콘크리트, 아스팔트, 아스콘 등)에 따라 물량을 조정하여 결정한다.

### ○ 일반신호 연동화 방법에 의한 무선시보 카드 장착 방식

- 교통신호제어기 수량 : 신설 또는 교체되는 교통신호제어기 수량 산출
- 무선시보카드 수량 산출

### ○ 전자교통신호기 설치시 미니센터 또는 교통정보센터 설치에 의한 방식

- 미니센터 시스템 (대단위 교통정보센터)구축비용 산출
  - 센터컴퓨터 및 운영프로그램 (S/W) 1식, 중앙통신장비, 단자합설치비
  - 통신선 관로 구축 물량 산출 : 연동선에 의한 방식과 동일
- 교통신호제어기 및 통신 모뎀 수량 산출
  - 신설(교체)되는 교통신호제어기 수량, 전용회선 설치비 및 임대료

## 다. 공사비 산출

교통신호기 설치 공사시의 소요 공사비는 일반적으로 <표 1-1>에 제시된 항목과 방법에 따라 산출한다.

<표 1-1> 공사비 산출서

공사명: \_\_\_\_\_

공사기간 : ...~ ...

구 분		금액	구 성 비	비고
1. 공사원가	1)재료비	가. 직접재료비	실 비 산 정	
		나. 간접재료비	가.× 0.4%	
		소 계	1)의 가. + 나.	
	2)노무비	가. 직접노무비	실 비 산 정	
		나. 간접노무비	2)의 가. × 14.7%	
		소 계	2)의 가 + 나	
	3)경비	가. 산재보험료	2) × 3.1%	
		나. 안전관리비	[ 1) + 2)의 가.] × 1.24%	
		다. 수도광열비	[ 1) + 2)의 가.] × 0.256%	
		라. 복리후생비	[ 1) + 2)의 가.] × 2.002%	
		마. 소모품,사무용품	[ 1) + 2)의 가.] × 1.192%	
		바. 교통·통신비	[ 1) + 2)의 가.] × 0.342%	
		사. 세금,공과금	[ 1) + 2)의 가.] × 0.363%	
		아. 도서인쇄비	[ 1) + 2)의 가.] × 0.076%	
	자. 지급수수료	[ 1) + 2)의 가.] × 0.245%		
소 계	[가+나+다+라+마+바+사+아+자]			
계	[ 1) + 2) + 3) ]			
2. 일반관리비			1 × 5.05%	
3. 누 계			1 + 2	
4. 이 운			{[1의 2)+1의 3)]+2} ×10%	
5. 합 계			3 + 4	
6. 부가가치세			5 × 10%	
7. 전용회선임대료				
8. 복 구 비				
9. 총 공사비			5 + 6 + 7 + 8	

주) 백분비율 (%)의 값은 일반적으로 적용하는 수치 값을 예시한 것임.

## 4. 공사원가 계산방법

### 가. 공사원가

공사원가란 공사 시공 과정에서 발생한 재료비, 노무비, 경비의 합계액을 말한다.

## 나. 작성방법

공사원가 계산을 하고자 할 때는 공사원가 산출서 (<표 1.1>참조)를 작성하고 비목별 산출근거를 명시한 기초 계산서를 첨부하여야 한다.

## 다. 재료비

재료비는 공사원가를 구성하는 것으로서 직접 재료비 및 간접 재료비를 말한다.

- 직접 재료비 : 공사 목적물의 실체를 형성하는 물품의 가치
  - 부분품비 : 공사 목적물에 원형대로 부착되어 그 조성 부분이 되는 매입부품, 수입부품, 외장재료 및 재료를 외부에 가공시키는 외주가공품 경비로 계상되는 것을 제외한 외주품의 가치
  - 주요재료비 : 공사 목적물의 기본적 구성형태를 이루는 물품의 가치
- 간접 재료비 : 공사 목적물의 실체를 형성하지 않으나 공사에 보조적으로 소비되는 물품의 가치로서 다음과 같다.
  - 가설 재료비 : 공사 목적물의 실체를 형성하는 것은 아니지만 동시공을 위하여 필요한 가설재의 가치
  - 소모 재료비 : 기계오일, 접착제, 용접가스, 장갑 등 소모성 물품의 가치
  - 소모공구, 기구, 비품비: 내구연한 1년 미만으로서 구입 단가가 법인세법 규정에 의한 상당금액 이하로 감가상각 대상에서 제외되는 소모성 공구, 기구, 비품의 가치
  - 재료의 구입 과정에서 당해 재료에 직접 관련되어 발생하는 운임, 보험료, 보관비 등의 부대비용은 재료비로서 계산된다. 다만, 재료 구입 후 발생하는 부대 비용은 경비의 각 비목으로 계산한다.
  - 계약 목적물의 시공 중에 발생하는 작업부스러기, 부산물 등은 그 매각액 또는 이용 가치를 추산하여 재료비로부터 공제하여야 한다.

## 라. 노무비

노무비는 제조 원가를 구성하는 직접 노무비, 간접 노무비를 말한다.

- 직접 노무비는 제조현장에서 계약 목적물을 완성하기 위하여 직접 작업에 종사하는 종업원 및 노무자에 의하여 제공되는 노동력의 대가로서 다음 각호의 합계액으로 한다. 다만, 상여금은 연 400%, 제수당 및 퇴직급여 총당금은 근로 기준법상 인정되는 범위를 초과하여 계상할 수 없다.
- 기본급 : 재무부 장관이 결정·고시하는 정부 노임단가로서 동 단가에는 기본급의 성격을 갖는 정근수당·가족수당·위험수당 등이 포함된다.
- 제수당 : 기본급의 성격을 갖지 않는 기산외 수당·야간수당·휴일수당 등 작업상 통상적으로 지급되는 금액을 말한다.
- 상여금, 퇴직급여 총당금
- 간접 노무비는 직접 제조 작업에 종사하지 않으나 작업 현장에서 보조작업에 종사하는 노무자 및 종업원과 현장 감독자 등의 기본급, 제수당, 상여금, 퇴직급여 총당금의 합계액으로 한다. 다만, 직접 노무비의 규정은 이를 준용한다.
- 직접 노무비는 제조공정별로 작업인원, 작업시간, 제조수량을 기준으로 계약 목적물 제조에 소요되는 노무량을 산정하고 노무비 단가를 곱하여 계산한다.
- 간접 노무비는 원가 계산의 자료의 비치 및 활용 규정을 이용하여 직접 노무비에 대하여 간접 노무비율 (간접 노무비/직접 노무비)을 곱하여 계산한다.
- 원가계산 자료의 비치 및 활용 규정은 다음과 같다.
  - 계약 담당 공무원은 원가 계산에 의한 예정 가격을 작성함에 있어서 적당하다고 예상되는 수치를 활용하거나 (수의계약 대상업체에 대하여는 당해 업체의 최근 연도 원가계산 자료), 동업체의 제조

(공정) 확인 결과를 활용하여 공사 원가의 비목별 가격 결정 및 일반 관리비 계상을 위한 기초 자료로 하여야 한다.

- 계약 담당 공무원은 공사원가 계산을 위하여 정부 제정 「표준품셈」에 따라 공사원가의 비목별 가격 결정의 기초자료로 하며 동 품셈적용 대상 공사가 아닌 경우와 동 품셈적용을 할 수 없는 경우에는 가)를 준용한다.

<표 1-2> 공사종류, 규모 · 기간별 간접노무비 계상기준표

(단위:%)

공사종류별				공사규모별			공사기간별		
건축	토목	특수	기타	5억 미만	5~30억	30억 이상	6월이하	7~12월	13월 이상
14.5	15	15.5	15	14	15	16	13	15	17

주) 1. 공사종류 중 전문, 전기, 통신 등이 기타에 해당  
 2. 간접노무비율의 예: 공사규모가 10억이상이고 공사기간이 15개월인 기타공사(전문, 전기, 통신 등)의 경우 ⇒ 간접노무비율=(15% + 15% + 17%) ÷ 3 = 15.6%

## 마. 경비

- 경비는 공사 원가 중 재료비, 노무비를 제외한 원가를 말하며, 기업의 유지를 위한 관리활동 부문에서 발생하는 일반 관리비와 구분된다.
- 경비는 당해 계약 목적물 시공기간내의 소요량을 측정하거나 원가 계산자료 비치 및 활용 규정에 의한 계약서, 영수증 등을 근거로 예정하여야 한다.
- 경비의 세부비목은 다음과 같다.
  - 가설비 : 필요한 가설물의 설치에 소요되는 비용
  - 기계경비 : 정부 표준 품셈상의 건설기계의 경비산정기준에 의한 비용
  - 기술료 : 당해 계약 목적물을 시공하는데 직접 필요한 기술공법 및 동 부대비용(외부지급비용)을 말하며 법인세법상의 시험 연구비에서 정한 바에 따라 이연상각되는 그 사용비례를 기준, 배분계산한다.

- 도서인쇄비 : 참고서적 구입비, 인쇄비, 사진제작비 (비디오 제작비 포함)
- 보관비 : 소요재료, 기자재 등의 창고사용료로 외부에 지급되는 것은 제외
- 보험료 : 법령 또는 계약 조건에 의하여 가입이 요구되는 보험료
- 복리후생비 : 계약 목적물 시공에 종사하는 노무자, 종업원, 현장 사무소 직원 등의 약품대, 지급 피복비, 건강 진단비, 급식비 등 작업 조건에 직접 관련된 복리 후생비
- 세금, 공과금 : 시공현장에서 부담할 재산세, 차량세 등의 세금 및 공과금
- 소모품비 : 작업 현장에서 발생하는 문방구, 장부대 등 소모용품비
- 수도광열비 : 계약 목적물 시공시 직접 소요되는 수도광열 비용
- 안전관리비 : 작업 현장에서 산업재해 및 건강장해 예방을 위하여 법령에 의거 요구되는 비용
- 여비·교통비·통신비 : 여비, 차량 유지비, 전신전화 사용료, 우편료
- 연구개발비 : 시공에 직접 필요한 기술개발 및 연구비로서 시험 및 시범 제작에 소요된 비용 또는 연구기관에 의뢰한 기술개발 용역비와 법령에 의한 기술개발 촉진비 및 직업 훈련비
- 외부가공비 : 재료를 외부에 가공시키는 실가공비용 (외부 지급분은 제외)
- 운반비 : 재료비에 포함되지 않은 운반비 (운송비, 하역비, 상·하차비 등)
- 전력비 : 계약 목적물을 시공하는데 직접 소요되는 전력비용
- 지급수수료 : 법률로서 규정되어 있거나 의무 지원된 수수료
- 지급 임차료 : 토지, 건물, 기계기구 (건설기계제외)의 사용료
- 특허권 사용료 : 타인 소유의 특허권을 사용할 경우에 지급되는 사용료
- 폐기물 처리비 : 오물, 잔재물, 폐유 등 공해유발 물질 처리 비용

- 품질관리비 : 관련 법령이나 계약 조건에 의한 품질시험시 실제 소요비용

## 바. 일반관리비 [(재료비+노무비+경비)의 %]

기업 유지를 위한 관리활동부문에서 발생하는 제비용으로서 공사원가에 속하지 아니하는 모든 영업비용 중 판매비 등을 제외한 다음의 비용, 즉, 임원급료, 사무실직원의 급료, 제수당, 퇴직급여충당금, 복리후생비, 여비, 교통통신비, 수도광열비, 세금과 공과, 지급임차료, 감가상각비, 운반비, 차량비, 경상 시험연구 개발비, 보험료 등을 말하며 기업 손익 계산서를 기준하여 아래와 같이 산정한다.

- 일반관리비 = 판매비와 일반관리비 - (광고선전비+접대비+대손상각 등)
- 일반관리비율 = 일반관리비 ÷ 매출원가 × 100으로서 공사원가에 6%의 일반관리비율을 초과하여 계상할 수 없으며 <표 1-3>와 같이 공사 규모별로 체감 적용한다.

<표 1-3> 일반관리비 비율 산출기준

시 설 공 사		전문, 전기, 전기통신공사	
공 사 원 가	일반관리비 (%)	공 사 원 가	일반관리비 (%)
5억원 미만	6.0	5천만원 미만	6.0
5억원~30억원	5.5	5천만~3억원	5.5
30억원 이상	5.0	3억원 이상	5.0

## 사. 이윤

공사원가 중 노무비, 경비 및 일반 관리비의 합계액에 이윤을 15%를 곱하여 계산한 값을 초과하여 계상할 수 없다.

**<표 1-4> 이윤율 산출기준**

구 분	이 율 (%)	구 분	이 율 (%)
시 설 공 사	15	용 역	10
제 조 · 구 매	25	수 입 물 품 구 입	10

### 아. 안전관리비

건설 사업장에서 산업재해 및 건강장해의 예방을 위하여 법 규정 사항의 이행에 필요한 비용으로서 <표 1-5>과 같다.

**<표 1-5> 안전관리비 산출기준**

공사종류	대상액 5억원 미만 (%)	5~50억원 미만		50억원이상 (%)
		비율(%)	기초액(원)	
일반 건설공사 (갑)	2.48	1.81	3,294,000	1.88
일반 건설공사 (을)	2.66	1.95	3,498,000	2.02
중 건 설 공 사	3.18	2.15	5,148,000	2.26
철도·궤도 신설공사	2.33	1.49	4,211,000	1.58
특수 및 기타건설공사	1.24	0.91	1,647,000	0.94

주) 건설공사 종류 및 규모별 안전관리비 계상기준표 (1998.12.18. 노동부 고시)

## 5. 설계 감리 비용 산출

교통신호기 관련 설계 감리 비용의 산정은 실비정액 가산방식과 공사비에 효율을 적용하는 효율 적용방식이 있는데 일반적으로 통신공사 부문 효율 적용 방식을 사용한다. 적용되는 효율은 <표 1-6>을 참고한다.

<표 1-6> 통신부문 설계 감리 요율표

공사비 요율	적용 요율 (%)			
	기본설계	실시설계	감리	계
1,000만원까지	5.06	15.17	4.80	26.62
2,000 "	3.79	11.38	3.87	19.97
3,000 "	3.07	9.19	2.70	16.13
5,000 "	2.14	6.42	2.53	11.26
1억원까지	2.01	6.01	2.02	10.55
2 "	1.60	4.80	1.84	8.42
3 "	1.46	4.38	1.68	7.68
4 "	1.33	3.97	1.48	6.98
10 "	1.17	3.51	1.36	6.16
20 "	1.08	3.22	1.31	5.66
30 "	1.04	3.11	1.29	5.46
50 "	1.02	3.06	1.25	5.37
100 "	0.99	2.98	1.25	5.22
200 "	0.96	2.89	1.22	5.07
300 "	0.95	2.87	1.21	5.03
500 "	0.94	2.81	1.18	4.93
1,000 "	0.92	2.77	1.16	4.85
2,000 "	0.91	2.72	1.14	4.77
3,000 "	0.90	2.67	1.13	4.70
5,000 "	0.89	2.64	1.11	4.64

주) 통신부문은 엔지니어링기술진흥법 시행규칙 별지 제 1호서식 비고 6의 통신·정보처리 부문 (전기통신 및 정보통신 분야)을 말함.

## 6. 데이터베이스(Data Base) 구축 비용 산출

일반신호기 연동화 사업에 있어서 설치공사만으로 연동화 효과를 기대할 수 있는 것이 아니고, 시간대별로 현장상황에 가장 근사한 최적 신호제어변수를 설정하는 작업이 중요하다. 데이터베이스 산출 및 입력 작업을 외부 용역으로 발주하는 경우, <표 1-7>에 의거하여 시간대별 데이터베이스 산출과 입력 등에 대한 3개 기본항목의 비용을 계상한다.

**<표 1-7> 데이터베이스 (DB) 산출 및 입력 용역비 산출**

항목	내 용	산 출 내 역
현장 조사비	시간대별 회전 교통량 조사	당해연도 조사원 1일 노임 × 6인/교차로 1 개소 × 교차로 수
	시간대별 속도, 지체도 조사	당해연도 조사원 1일 노임 × 2인/1개축 × 축 수
자료 분석비	일일 TOD 데이터 (주 기, 녹색시간, 연동값)	당해연도 중급기술자 1일 인건비 × 1인/교 차로1개소 × 3일× 교차로 수
데이터 입력비	신호교통신호제어기 데 이터입력	당해연도 초급기술자 1일 인건비 × 1인/교 차로1개소 × 0.25일× 교차로 수

주) 현장여건에 따라 다르지만 통상 1일 8개 계획 작성하는 것을 기준으로 산출

## 7. 총 소요예산 결정

전 단계에서 산출한 전체 비용(공사비, 설계 용역비)에 공사비의 최소 약 5% 정도의 유지 관리비를 1년마다 계상하여 총 소요예산을 결정한다. 교통신호기 공사 원가계산 양식, 소요자재 항목, 공사시 토목굴착용 적계산, 인건비 및 일반경비 산출기준, 공사물량 총 집계양식, 공사사례 예시 등에 관한 것은 (<부표 1>~<부표 14>)에 제시하였다.

## 8. 사업예산 편성 및 확보

사업계획서에 의한 공사물량에 따라 기본계획에서 작성한 설계 및 감리용역비, 공사비, 데이터베이스 산출비, 유지관리비 등의 내역 및 근거 자료(예산사항별 설명서, 사업운영계획서)를 예산편성 관계당국에 제출하여 세출예산 계상을 요구한다.

## 제2절 감독 및 감리 업무

「예산회계법 시행령 제6장 계약」에 준하여 신호기 설치공사 계약이 작성된 후에는 공사 감독을 수행하여야 한다.

### 1. 공사감독

#### 가. 일반사항

공사 계약을 위한 관리 및 감독을 포함하는 절차 등은 설계요소로 간주하기 보다는 정책적인 사항이며, 계약 기관의 운영 및 행정 사항이라고 할 수 있다. 공사수행 기간 동안에 대두될 수 있는 통상적인 문제점 으로서는 공사 시행자와 발주기관 (감독관청)과의 의사소통 및 이해의 상충 등이 있을 수 있다. 이러한 문제점들은 다음과 같은 방법 등을 통하여 완화시킬 수 있다.

##### (1) 사전협의

공사 계약을 효과적으로 관리감독하기 위해서는 담당기관의 관리감독 담당자는 해당 사업의 계획 및 내용에 대해 충분히 숙지하여야 한다. 담당기관의 사업 담당자와 공사 시행자와의 상호이해를 도모하기 위해 공사 실행 전에 사전 협의를 반드시 거쳐야 한다. 이러한 사전 협의는 규모가 크고 복잡한 공사계획 과정에 포함되어 실행되며 규모가 크지 않은 시설물 설치시에도 사전 협의는 매우 효과적이다. 공식·비공식적으로 관리감독을 책임지는 기술 담당자는 공사 각 부분에 대한 책임 및 역할을 명확히 하기 위해 주요 작업이 실행되기 전에 반드시 공사 책임자를 만나 협의를 통해 결정해야 한다. 사전 협의를 통해 담당기관의 사업 담당자가 공사 시행자에게 요구하는 사항에 대한 정확한 의견을

전달할 수 있다. 사전 협의는 사업 수행 및 사업과 관련된 여러 가지 점검에 대한 합리적인 절차의 수립을 가능하게 하며 사업에 대한 요구 사항에 만족하지 못한 부분이 발견되었을 때 취할 수 있는 일시적 작업 중지 등에 대한 내용 뿐만 아니라, 사업 계획을 변경시키기 위한 절차에 대한 협의 사항을 포함하기도 한다. 그러나 사전 협의와 관련해 가장 중요한 사항은 공공기관의 관리 감독자와 사업 시행자간의 효과적인 대화 창구 등을 수립할 수 있다는 것이다.

## (2) 기록보관

감독관은 휴대용 수첩 등을 통하여 공사 장소 및 설치되는 자재의 질적 수준, 자재시험·검사 및 결과 기타 사업시행과 관련된 모든 활동을 기록한다. 교통신호기 공사설계 계획서도 기록보관을 위해 휴대용 수첩과 함께 활용될 수 있다. 교통신호기의 각 부문이 현장에 설치됨에 따라서 각 단계별 완료를 나타내기 위해 설계 도면에도 표시를 한다. 이러한 기록보관을 통해 기술분야 담당 실무자(감독관)는 사업의 진행과정을 공사설계 계획서를 간단히 검토함으로써 파악할 수 있고 의사 결정에도 도움을 줄 수 있다.

## (3) 공사일정계획

대규모 사업 계약시 사업 시행자는 각 사업시행의 세부단계에 대한 일정계획과 사업관리 계획서의 제출을 요구받게 된다. 소규모 사업인 경우 추진일정 계획의 제출은 대상사업이 정해진 기한내에 무리없이 완료된다는 합리적인 예측이 가능하면 사업시행자의 판단에 의해 결정하여도 무방하다. 소규모로 진행되는 교통신호기 사업의 경우는 실무자가 다른 유사한 설치계획도 복수로 책임을 맡고 관리 감독하는 경우가 있으므로 이들 사업들에 대한 적절한 시간 배정을 해야 한다. 따라서 사업 시행자는 각 사업의 추진 일정에 의한 중복이 발생하여 사업 지연을 초래하지 않도록 충분한 시간을 가지고 사전에 공공기관의 담당 실무자

에게 공사의 각 부분에 대한 검사준비가 완료됐음을 통보하여야 한다. 반대로, 사업을 관리 감독하는 실무자는 사업 요구조건에 부합되도록 자신의 역량을 잘 배분해야 한다. 설치가 완료되기 전 검사를 통해 확인하는 것은 관리 감독기관 뿐만 아니라 사업 시행자에게도 가장 중요한 사항이다. 만약 사업 지연이 발생하였을 경우, 지연 사유를 반드시 문서화하여 보고해야 한다.

## 나. 공사시 발생하는 문제점

교통신호기 설치와 관련된 공사는 전문화된 작업으로서 경험많은 관리 감독자와 기술자를 필요로 한다. 특히 교통신호제어기는 현장 설치 전 현시나 기능적 운영상태, 전기적인 상태 등을 평가하기 위해 본 매뉴얼에서 규정한 시험·검사를 행한 후 설치되어야 한다. 또한 교통신호기 관련 전문가는 장비 시험이나 분석을 수행하기 위해 관련 규정에 대해 충분히 숙지하여야 한다.

## 다. 기존 시설업체와의 공조

발주기관은 시공업체에게 교통신호기 설치시 방해가 될 수 있는 지상과 지하의 공공 시설물에 대한 정확한 위치를 파악하여 시공하는 책임을 부과하고 있다. 일반적인 설계도면은 기존 설계도면이나 계획을 참조하여 공공설비의 위치를 제시한다. 그러나 설계도면에서의 설치위치가 정확하지 않거나, 최근 설계도면이 아닐 경우가 많으며, 지하 매설물의 매설깊이에 대한 자료만 활용 가능한 경우가 많다.

이러한 자료들이 신빙성이 없거나 부정확한 경우에는 공사 중에 심각한 문제를 유발하거나 많은 비용을 부담하여 재시공을 할 수 밖에 없게 된다. 특히 지하 공공 시설물이 전혀 파악되지 못하는 경우 공사중에 지하 시설물을 절단하거나 파손을 하여 이에 따른 수리 비용이 별도로 지출될 수 있다.

## 라. 공사도면의 중요성

계획의 정확성을 향상시키기 위한 노력에도 불구하고 예기치 못한 사항들로 인해 설계계획 및 도면의 추가·변경이 불가피하게 된다. 공사기간 동안 어떠한 설계변경도 최종적으로는 실제 공사도면으로 활용될 수 있도록 설계도면에 명확히 명기해야 한다. 일반적으로 자주 발생하는 변경 내용은 교통신호기지주 위치, 교통신호제어기 위치, 검지기 설치위치, 도관 설치위치 등이다. 발주기관은 보수작업을 용이하게 하기 위해 최종적인 배선도면에 각 교통신호제어기 함체의 위치를 포함시켜야 한다. 정확하게 작성된 실제공사도면은 유지·보수 활동, 고장수리 및 기타 향후 공사활동 계획에 중요한 역할을 담당한다.

## 2. 감독 및 감리업무 구분

### 가. 시공확인

#### (1) 감리자

- 시공계획 및 도면 검토 승인, 시공과정 및 결과 확인, 지도
- 부적합한 시공에 대한 재시공 및 보완 조치
- 감독 승인에 의거 공사중지 지시

#### (2) 감독자

- 감리자 검토 내용의 확인 및 조정
- 감리자의 시공 확인 상태의 적정 여부 확인
- 감리자와 시공자 간의 의견 발생시 조정 및 공사 중지 승인

## 나. 자재품질관리

### (1) 감리자

- 사급 자재의 규격 및 품질 적합성 검토
- 품질 검사 시험 실시, 지도 및 성과 확인
- 지급 자재 규격 및 품질 확인

### (2) 감독자

- 사급 자재 선정 승인
- 감리자 검토확인 내용의 적합성 여부확인
- 품질 검사 시험 실시 상태확인
- 지급 자재 검수 조서 작성 및 수불 관리

## 다. 안전관리

### (1) 감리자

- 재해예방 및 안전관리 대책 검토
- 안전교육 실시, 지도, 이행상태 점검 및 미비 사항 조치

### (2) 감독자

- 긴급 상황 발생 또는 추진상 문제점 보고 및 응급조치

**<표 1-8> 일반교통신호제어기 승인검사 항목**

교차로번호		교차로명		전압	110V/220V	검사일	2000. . .
-------	--	------	--	----	-----------	-----	-----------

No	검 사 항 목	검 사 방 법	적합여부	비고
1	설치물량 및 규격심사	· 도면 및 물량표에 의거 설치물량 및 규격 확인		
2	시설물 설치상태 검사	· 철주, 부착대, 신호등, 핸드홀 설치 상태 및 도색, 볼트, 너트 조임 상태 확인 · 전원선, 등기선, 전송선 등 배관 및 배선상태 확인		
3	접지상태 검사	· 접지봉 및 접지선 상태 확인 · 접지저항 측정기를 통하여 접지 저항값 측정		
4	교통신호제어기외관 및 부착물 부착상태 검사	· 각 부분별 상태 확인		
5	조작기능 (S/W) 검사	· 전원, 점·소등, 점멸, 정상, 자동·수동, 재동작 관련 S/W의 켜짐/꺼짐을 반복,제어기동작 상태확인		
6	모순기능 검사	· 각 현시별 모순을 강제 발생시켜 모순검지 수행여부 확인		
7	단락 (Red Fail) 검사	· 각 현시별 차등 적색등을 단락시켜 Red Fail 검지 여부 확인		
8	데이터베이스 입력 및 표시상태 검사	· 중앙 데이터베이스 (DB)와 동일한 주기값의 입력 여부를 사용자-기계 인터페이스 (MMI)를 통하여 확인		
9	TOD 동작검사	· 각 프로그램별 주기 및 옵션값에 의한 연동기능확인		
10	RS-232C Port를 통한 데이터 입·출력 검사	· CPU Board내 RS-232C 포트를 통하여 PC에 연결 후 데이터 수정 입력후 입력 상태 확인		
11	시보 검지 및 시간보정 기능 검사	· 라디오 수신상태 및 시보에 의한 시간보정상태 확인 · 기타 적용되는 각 연동화 방안별 상태확인		

## 라. 공정관리

### (1) 감리자

- 공정과약
- 세부 공정계획 검토 승인

## (2) 감독자

- 공정회의 주관
- 종합 공정계획 검토 수립
- 공정 부진시 조치

## 마. 설계변경 처리

### (1) 감리자

- 구조물 규격의 적합성 검토
- 설계 변경사항 타당성 검토
- 설계 도서 및 현장 여건 검토, 개선 의견 제출

### (2) 감독자

- 설계 변경 승인 및 행정 처리

## 바. 준공검사 및 준공처리

준공검사는 예비 승인검사와 최종 승인검사로 나누어 실시하되 교통신호제어기의 경우 <표 1-8>에 제시된 일반교통신호제어기 검사 양식과 항목을 참고하며, 기타(전자신호, 지능형신호) 방식도 <표 1-8>에 준해서 하되 각 시스템별 고유의 기능만 추가로 검사하면 된다.

## 제3절 교통신호기 유지관리

### 1. 일반사항

#### 가. 필요성

모든 시스템의 시설이나 장비들을 원하는 수준의 작동을 하도록 하기 위해서는 유지·보수를 해 줄 필요가 있다. 이러한 유지·보수는 사전 예방적인 것일 수도 있고, 사후 조치일 수도 있다. 교통신호 제어체계에 서 무엇보다 중요한 것은 시스템 구성 요소들이 비정상적으로 운영될 때 그 원인을 정확히 밝혀내어 신속하게 조치를 취하는 것이다. 센터 컴퓨터나 통신장비 등의 중요 부분들에 대해서는 사후조치보다는 예방 관리 측면에서 유지·보수를 하는 것이 가장 바람직하다.

최근에는 어떤 시스템의 구축에 필요한 초기 투자비보다는 오히려 시스템의 수명과 이에 따른 유지·보수비용을 포함한 생애비용 (Life Cycle Cost)에 관심이 모아지고 있다. 이는 유지·보수에 관한 비용-효과 관리에 대한 강한 필요성을 암시하고 있는 것이다. 이러한 중요성에 입각하여 유지·보수비를 최소화함과 동시에 시스템의 가동율을 최대화 할 수 있는 효율적인 유지·보수 관리체계를 구축하여야 한다. 이를 위하여 가장 중요한 것이 숙련된 유지·보수관리 요원들의 확보와 이를 통한 신속한 서비스 체계를 갖추는 것이다.

#### 나. 유지·보수 이력 관리

유지보수 내역은 장비들의 고장 원인을 분석하기 위해서 문서로 기록·보관이 되어야 하며, 효과적인 보수란 합리적인 방법에 의해서 검증이 되어야만 한다. 자기 검지 또는 자기 진단이란 자기 스스로 점검하고 어떠한 고장인지를 보고하는 장비의 능력을 말하며, 이러한 기능

은 컴퓨터를 기본으로한 교통관리 시스템 혹은 교통신호제어 시스템에서 가장 명백하게 볼 수 있다. 현장 장비에 대한 고려 사항으로서 낙뢰 예방책과 각종 공사 (상·하수도, 전기 공사 등)에 관한 철저한 관리가 요망된다. 향후 철저한 유지·보수로서 시스템의 가동율을 어느 정도 수준까지 유지하기 위해서는 지속적인 유지·보수 현황에 관한 자료를 효율적으로 관리 및 분석하여 상황 발생시 바람직한 대책을 수립함이 바람직하다.

## 2. 교통신호기관리대장 작성 요령

### ① 경찰서

경찰서명과 경찰서 번호를 기입

### ② 도로명

도로명과 도로번호를 기입

### ③ 신호등 번호

경찰서별 신호등에 일련번호 기입

- 처음 두 자리는 경찰서 번호 기입
- 가운데 두 자리는 신호등의 구분번호로 앞에 것은 제어방식의 구분이고 뒤의 것은 도로구분으로서 관리대장 ⑥에 있는 번호를 기입
- 끝의 세 자리는 경찰서별로 신호기를 설치한 일련번호를 기입

### ④ 설치년월일

설치년월일을 각각 두 자리 숫자로 기입

### ⑤ 설치위치

- 신호기를 설치한 지점을 행정구역으로 기입
- 행정구역의 경계선 등으로 정확한 위치를 구별할 수 없을 때에는 큰 도로의 행정구역명을 기입

⑥ 신호등 구분

신호등의 구분란에는 제어방식과 도로구분을 기입

(예, 전자신호기이고 단일로에 설치되어 있으면 ①, ⑥기입)

⑦ 신호기 제식

신호기 제식에 따라 기입, 제식이 2개 이상으로 되어 있을 때 2개 이상을 기입

⑧ 배 선: 신호기의 배선에 따라 기입

⑨ 전 원: 신호기의 전원에 따라 기입

⑩ 시공자: 신호기의 시공자를 기입

⑪ 공사비: 신호기 설치공사비를 기입

⑫ 차량신호등

- 차량신호등은 재질·종류·수량을 기입

- 재질은 재질별 번호를 기입하고 종류는 종류별 번호를 기입

- 수량은 그대로 기입하고 공란은 3개까지 변동사항을 기록

⑬ 차량경보등: 차량경보등은 재질·종류·수량 기입

⑭ 차량가변등: 차량가변등은 재질·수량 기입

⑮ 보행자(자전거): 보행등은 재질·종류·수량 기입

⑯ 차량등지주

⑰ 보행등지주

⑱ 신호등 부착대

⑲ 기타 부착물: 신호등지주에 기타부착물 기입

⑳ 전자제어기의 종류에 따라 기입

㉑ 주기제어기의 종류에 따라 기입

㉒ 교통감응제어기

㉓ 신호주기: 신호주기 현시를 기록한다.

㉔ 현시시간

현시시간 기록, 현시시간은 신호주기의 각 현시특별시간과 현시 총시  
간기록 공란은 다단식 제어현시시간 기록

㉕ 황색시간, 황색신호시간 기록

㉖ 횡단보도시간, 횡단보도의 녹색신호시간 기록

㉗ 배선도

㉘ 년, 월, 일: 관리대장 내용의 변동, 수정사항이 있는 년·월·일 기입

㉙ 관리사항: 관리사항 내용변동 수정사항 내용기입

㉚ 비 고: 관리대장 내용의 변동사항과 기타사항 기입

㉛ 작성책임자, 관리책임자: 관리대장 작성책임자 및 관리책임자 서명

### 3. 유지·관리 기록양식

다음은 교통신호기 설치사업 시행 후 유지관리하기 위한 표준적인 기록  
양식이다.

<부표 1> 교통신호기관리대장

(전면)

① 경찰서명 : 		② 도로명 : 		③ 신호등번호 		신호제어기										
						②① 전자제어기	1	페이스 0 2								
							2	페이스 0 3								
							3	페이스 0 4								
④ 설치년월일 		⑤ 설치위치 시 동 읍 가 번지 면 리		⑥ 신호등구분		②② 주거제어기	1	스텝 19단								
				제어 방식			2	스텝 12단								
공사일반		교통신호등		신호등지주		②② 교통감응제어기	1									
							1									
⑦ 신호기제식	1	내민식	⑫ 차량신호등 계절 종류 수량 1.플라카보넷 (백열등) 2.플라카보넷 (할로겐)	⑬ 차량경보등 종류 1.1색등 2.2색등 3.3색등 4.4색등	⑭ 차량가변등	⑮ 보행등(자전거)	⑯ 기타부착물 수량은 그대로 기입	신호주기 및 시간								
	2	축주식						⑰ 차량등지주	1	철주 200×9m	⑲ 신호주기	1현시	2현시	3현시	4현시	
	3	현수식							2	철주 150×8m		⑲ 신호주기				
	4	문형식							3	철주 125×7m			⑲ 신호주기			
1	지하	4	원추주 200×10m	⑲ 신호주기												
⑧ 배선	2	가공	⑰ 보행등지주		1	철주 250×4m	⑲ 신호주기	초	초	초	초					
	3	혼합			2	철주 100×4m		⑲ 신호주기								
	1	110V			1	9m			⑲ 신호주기							
2	220V	2	7m	⑲ 신호주기												
⑨ 전원	신호등		⑱ 신호등부착물		3	5m	⑲ 신호주기									
	제어기				4	3m		⑲ 신호주기								
⑩ 시공자	토목		⑲ 기타부착물		1	맹인용부착물			⑲ 신호주기							
				2	교통안전표지	⑲ 신호주기										
⑪ 공사비	천원		⑲ 기타부착물	1	맹인용부착물		⑲ 신호주기									
				2	교통안전표지			⑲ 신호주기								

(이면)

⑳ 배선도	㉑ 년월일	㉒ 관리사항	㉓ 비고
	㉔ 작성 책임자	관 리 책임자	



<부표 3> 주간 보수현황 양식 (1)

200 . . . ~ . . .

○○지역

기기별	보 수 내 용	계		일자기록												비 고		
				월		화		수		목		금		토			일	
		건수	시간	건수	시간	건수	시간	건수	시간	건수	시간	건수	시간	건수	시간		건수	시간
계																		
데이터 및 현시변경	소 계																	
	현시변경																	
	데이터변경																	
	R U 변경																	
	C H 변경																	
콘트롤러	소 계																	
	데이터 재입력																	
	C. P. U. 보드																	
	S. C. U 보드																	
	Power 보드																	
	Input 보드																	
	Output 보드																	
	휴즈 교체																	
	콘트롤러 교체																	
	콘트롤러 리셋																	
	무선시보카드																	
기 타																		
지 역 통신장치	소 계																	
	레벨(db)조정																	
	Modem 카드																	
	Tx/Rx 카드																	
	Power 보드																	
	Input 보드																	
	Output 보드																	
	모뎀휴즈 교체																	
	모 뎀 교 체																	
	기 타																	
중 앙 통신장치	소 계																	
	Decoder 보드																	
	Modem 보드																	
	Tx/Rx 보드																	
	Power 보드																	
	Flat및 콘넥타																	

<부표 4> 주간 보수현황 양식 (2)

200 . . . ~ . . .

○○지역

기기별	보 수 내 용	계		일자기록										비 고			
				월		화		수		목		금			토		일
		건 수	시 간	건 수	시 간	건 수	시 간	건 수	시 간	건 수	시 간	건 수	시 간		건 수	시 간	건 수
단자판	소 계																
	L/DSW 교체																
	배선 수리																
	Flasher																
	라인 휠 타 어레스타																
전화국 시험	소 계																
	P.C.M유니트																
	전화단자 접불 국간선로 불량																
통신 회선	소 계																
	MDF코일 불량																
	전송선 단선																
전원	소 계																
	정 전 휴 즈																
	Trans 교체																
스위치 판넬	소 계																
	수동SW교체																
	수동SW보수																
	점멸SW On																
	수동SW On 전원SW Off																
검지기	소 계																
	앰 프 루프, 휘다 단선																
	배 선																
등기선 및 전구	소 계																
	등 기 배 선																
	전 구 전 원 선																
모순 검지기																	
무선 시보 카드																	
시간제 현시이상																	
현장 확인 정상																	
기 타																	

<부표 5> 월간 보수현황 양식 (1)

200 . . . ~ . . .

○○지역

기기별	보 수 내 용	계		1 주		2 주		3 주		4 주		5 주		비 고
		건수	시간	1~3		4~10		11~17		18~24		25~31		
				건수	시간	건수	시간	건수	시간	건수	시간	건수	시간	
계														
데이터 및 현시변경	소 계													
	현시변경													
	데이터변경													
	R U 변경													
	C H 변경													
콘트롤러	소 계													
	데이터 재입력													
	C.P.U.보드													
	S.C.U.보드													
	Power보드													
	Input보드													
	Output 보드													
	휴즈 교체													
	콘트롤러교체													
	콘트롤러리셋													
	무선시보카드													
기 타														
지역통신 장치	소 계													
	레벨(db)조정													
	Modem 카드													
	Tx/Rx카드													
	Power보드													
	Input보드													
	Output 보드													
	모뎀휴즈 교체													
	모뎀 교 체													
	기 타													
중앙통신 장치	소 계													
	Decoder 보드													
	Modem 보드													
	Tx/Rx 보드													
	Power 보드													
	Flat및 콘택타													

<부표 6> 월간 보수현황 양식 (2)

200 . . . ~ . . .

○○지역

기기별	보 수 내 용	계		1~3		4~10		11~17		18~24		25~31		비고
				1주		2주		3주		4주		5주		
		시간	건수	시간	건수	시간	건수	시간	건수	시간	건수	시간	건수	
단자판	소 계													
	L/ DSW 교체													
	배 선 수 리													
	Flasher													
	라 인 휠 타													
	어 레 스 타													
전화국 시 험	소 계													
	P. C . M 유닛													
	전화단자 접붙													
	국간선로 불량													
통신 회선	소 계													
	MDF코일 불량													
	전송선 단선													
전 원	소 계													
	정 전													
	휴 즈													
	Trans 교 체													
스위치 판 널	소 계													
	수동SW교체													
	수동SW보수													
	점멸SW On													
	수동SW On													
	전원SW Off													
검지기	소 계													
	앰 프													
	루프, 휘더 단선													
	배 선													
등기선 및 전구	소 계													
	등 기 배 선													
	전 구													
	전 원 선													
모순 검지기														
시간제 현시이상														
무선시보 카드이상														
현장 확인 정상														
기 타														

<부표 7> 월별, 교차로별 고장처리 현황 양식

200 . . . ~ . . .

○○지역

교차로 번호	교차 로명	계	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
1																																	
2																																	
3																																	
4																																	
5																																	
6																																	
7																																	
8																																	
9																																	
10																																	
11																																	
12																																	
13																																	
14																																	
15																																	
16																																	
17																																	
18																																	
19																																	
20																																	
21																																	
22																																	
23																																	
24																																	
25																																	
26																																	
27																																	
28																																	
...																																	
계																																	

<부표 8> 상반기 월별보수 현황 양식

200 . . . ~ . . .

○○지역

월 별 고장구분	계		1월		2월		3월		4월		5월		6월	
			1~31		1~29		1~31		1~30		1~31		1~31	
	건수	시간	건수	시간	건수	시간	건수	시간	건수	시간	건수	시간	건수	시간
계														
주기및현시변경														
콘 트 롤 러														
지역 통신장치														
중앙 통신장치														
단 자 판														
전 화 국 시 험														
통 신 회 선														
전 원														
정 전														
판 넬 스 위 치														
수 동 스 위 치														
검 지 기														
등 기 선														
전 구														
전 원 선														
모 순 검 지 기														
무선 시보 카드														
시 간 제 현 시														
현장 확인 정상														
기 타														

<부표 9> 하반기 월별보수 현황 양식

200 . . . ~ . . .

○○지역

월 별 고장구분	계		7월		8월		9월		10월		11월		12월	
			1~31		1~31		1~30		1~31		1~30		1~31	
	건수	시간	건수	시간	건수	시간	건수	시간	건수	시간	건수	시간	건수	시간
계														
주기및현시변경														
콘 트 롤 러														
지역 통신장치														
중앙 통신장치														
단 자 판														
전 화 국 시 험														
통 신 회 선														
전 원														
정 전														
판 넬 스 위 치														
수 동 스 위 치														
시 보 카드														
등 기 선														
전 구														
전 원 선														
모 슨 검 지 기														
무선 시보 카드														
시 간 제 현 시														
현장 확인 정상														
기 타														

<부표 10> 상반기 월별보수 내용 양식 (1)

200 . . . ~ . . .

○○지역

기기별	보 수 내 용	계		1월		2월		3월		4월		5월		6월	
				1~31		1~29		1~31		1~30		1~31		1~31	
		건수	시간	건수	시간	건수	시간	건수	시간	건수	시간	건수	시간	건수	시간
계															
데이터 및 현시변경	소 계														
	현 시 변 경														
	R U 변 경														
	C H 변 경														
	L/S 증 설														
	L/S 철 거														
	리레이 증설														
컨트롤러	소 계														
	데이터재입력														
	C.P.U 보 드														
	Power 보 드														
	Input 보 드														
	Output 보 드														
	휴 즈 교 체														
	컨트롤러 교체														
	컨트롤러 리셋														
	무선시보카드 기 타														
지 역 통신장치	소 계														
	레 벨 조 정														
	Modem 카드														
	TX/RX카드														
	Power 보 드														
	Input 보 드														
	Output 보 드														
	모뎀휴즈 교체														
	모 뎀 교 체														
	기 타														
중 앙 통신장치	소 계														
	Modem 카드														
	Power보드														
	Flat 케이블														

<부표 11> 상반기 월별보수 내용 양식 (2)

200 . . . ~ . . .

○○지역

기기별	보수 내용	계		1월		2월		3월		4월		5월		6월	
				1~31		1~29		1~31		1~30		1~31		1~31	
		건수	시간	건수	시간	건수	시간	건수	시간	건수	시간	건수	시간	건수	시간
단자판	소 계														
	L/DSW 교체														
	배선 수리														
	Flasher														
	어레스타														
	라인 휠 타														
	낙뢰보호기														
전화국 시험	소 계														
	P.C. 모니터														
	전화단자접붙														
	국간선로 불량														
통신 회선	소 계														
	MDF코일 불량														
	전송선 단선														
전원	소 계														
	정 전														
	휴 즈														
	Trans 교체														
스위치 판넬	소 계														
	수동SW교체														
	수동SW보수														
	점멸SW On														
	수동SW On														
	전원SW Off														
검지기	소 계														
	앰 프														
	루프, 휘다 단선														
	배 선														
등기선 및 전구	소 계														
	등기 배선														
	전 구														
	전원 선														
모순 검지기															
무선 시보 카드															
시간제 현시이상															
현장 확인 정상															
기 타															

<부표 12> 하반기 월별보수 내용 양식 (1)

200 . . . ~ . . .

○○지역

기기별	보수 내용	계		1월		2월		3월		4월		5월		6월	
				1~31		1~29		1~31		1~30		1~31		1~31	
		건수	시간	건수	시간	건수	시간	건수	시간	건수	시간	건수	시간	건수	시간
계															
데이터 및 현시변경	소 계														
	현 시 변 경														
	R U 변 경														
	C H 변 경														
	L/S 증 설														
	L/S 철 거														
리레이 증설															
컨트롤러	소 계														
	데이터재입력														
	C.P.U 보 드														
	Power 보 드														
	Input 보 드														
	Output 보드														
	휴즈 교 체														
	컨트롤러 교체														
	컨트롤러 리셋														
	무선시보카드 기 타														
지 역 통신장치	소 계														
	레 벨 조 정														
	Modem 카드														
	TX/RX카드														
	Power 보드														
	Input 보드														
	Output 보드														
	모뎀휴즈 교체														
	모 뎀 교 체														
	기 타														
중 앙 통신장치	소 계														
	Modem 카드														
	Power보드														
	Flat 케이블														

<부표 13> 하반기 월별보수 내용 양식 (2)

200 . . . ~ . . .

○○지역

기기별	보 수 내 용	계		1월		2월		3월		4월		5월		6월	
				1~31		1~29		1~31		1~30		1~31		1~31	
		건수	시간	건수	시간	건수	시간	건수	시간	건수	시간	건수	시간	건수	시간
단 자 판	소 계														
	L/ DSW 교체														
	배 선 수 리														
	Flasher														
	어 레 스 타														
	라 인 휠 타														
	낙뢰보호기														
전화국 시험	소 계														
	P.C.M부니트														
	전화단자접붙														
통신 회선	소 계														
	MDF코일불량														
	전송선 단선														
전 원	소 계														
	정 전														
	휴 즈														
	Trans 교 체														
스위치 판 벨	소 계														
	수동SW교체														
	수동SW보수														
	점멸SW On														
	수동SW On														
검지기	소 계														
	앰 프														
	루프, 휘다 단선														
등기선 및 전 구	소 계														
	등 기 배 선														
	전 구														
기 타	전 원 선														
	모순 검지기														
	무선 시보 카드														
	시간제 현시이상														
	현장 확인 정상														

<부표 14> 연간 교차로별 고장처리 현황 양식

200 . . . . ~ . . . .

○○지역

교차로 번호	교차로명	계	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														
14														
15														
16														
17														
18														
19														
20														
21														
22														
23														
24														
25														
26														
27														
28														
29														
....														
계														

## 부록 2. 신호기의 운영

본 장은 교통신호 운영실무자를 위해 현행 신호기 관련 규정 및 기준을 해설한 참고자료로써 신호운영에 필요한 일반적인 사항을 설명한 참고자료이다. 실무자가 이해하기 쉽도록 신호제어의 기초부터 신호시간 계획 절차 등에 관하여 가능한 상세히 설명하였으나, 실제 도로현장에서 기하구조 및 교통상황에 따라 달리 적용하여야 할 경우도 많으리라 본다. 따라서, 본 장에서 신호기 운영에 관한 기초지식을 습득한 후, 도로현장에서는 상황에 맞도록 적절하게 적용하여야 할 것이다.

본 장에서 취급하지 못한 일부 기술적으로 어려운 사항은 전문가의 도움도 필요할 것이며, 본 장의 내용과 일치하지 않는 경우도 있으리라 본다. 하지만 본 장에서 설명하는 내용이 현장에서 교통신호 실무자의 이해를 증진시키고, 신호운영의 질적 개선을 위해 좋은 참고자료가 될 것으로 본다. 본 장에서 취급하는 세부내용과 관련된 법적 규정 및 기준은 도로교통법 및 본 매뉴얼의 「신호기부문 제1절~4절」을 참고하여야 하며, 본 장의 내용과 도로교통법 또는 편람의 기준이 차이가 있는 경우 도로교통법 및 매뉴얼이 우선한다.

### 제1절 신호제어의 기초

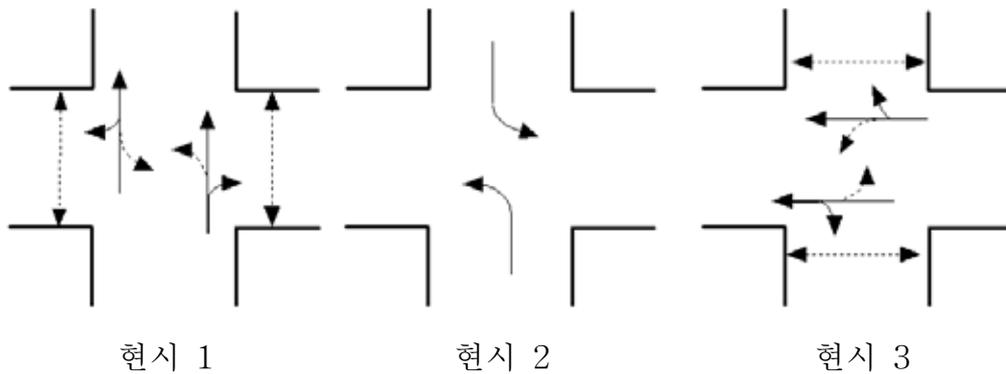
#### 1. 신호제어변수 종류와 역할

##### 가. 신호현시와 포화도

###### (1) 신호현시

신호현시는 어떤 교차로에서 어떤 교통류에 대하여 동시에 부여할 수

있는 통행권 또는 그 통행권이 할당하고 있는 시간대를 말하는 것이다. 예를 들면 [그림 2-1]과 같이 4지 교차로의 경우 표준적인 현시 1과 현시3이 반복하여 표시되면 2현시가 된다. 만약 좌회전 차량이 많아 좌회전 전용현시가 필요한 경우 현시 2가 추가되어 3현시가 된다. 여기서 그림상 실선 화살표는 보호 이동류를, 점선 화살표는 비보호 이동류를, 점선 양쪽 화살표는 보행자 이동류를 표시한다 (이하 같음).



[그림 2-1] 신호현시체계

또, 신호현시 설정에 대한 유의사항은 다음과 같다.

○ 교통안전상의 배려

교차로 내 교통사고는 좌·우회전 차량이 개입되는 경우가 많기 때문에 각 교차로 현시결정 시 교통상황, 특히 횡단보행자의 수, 연령층, 교통행동 및 좌·우회전 교통량 횡단거리, 대향차로와 분리거리, 시야 정도 등을 고려하여 좌·우회전 차량과 횡단보행자 및 직진차량을 분리하여 현시를 설계하는 것이 검토하여야 한다.

○ 교통효율상의 배려

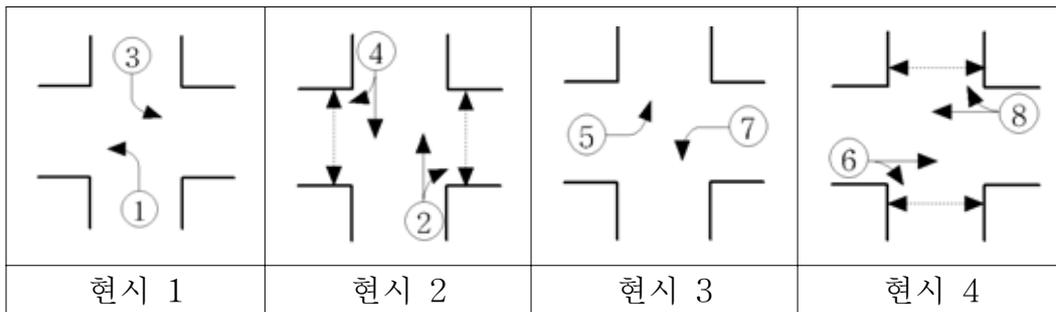
일반적으로 현시수가 많아지면 하나의 조합되는 이동류가 적어져 안전성은 높아지나, 교통처리능력은 저하되어 효율은 악화된다. 이것은 여러 이동류에 할당하는 현시시간이 줄어들고, 현시변경에 따른 출발손실 시간이나 황색시간 등의 소거손실시간등 전체적 손실시간이 증가하기 때문이다. 따라서 교통운영상의 효율성을 높이기 위해서는 현시수가 적은 것이 좋다.

(2) 포화도

교차로에서 1개의 접근로 j에 대해 현시 i에 진행할 수 있는 이동류의 유입교통량을  $q_{ij}$ (수요교통량)이라 하고, 그 이동류의 포화교통류율  $s_j$ (교차로 상류부에 충분한 수요가 있는 경우 신호가 지속적으로 녹색시간이 제공될 때 단위시간당 유출하는 교통량을 말한다)라 하면, 유입교통량을 포화교통류율로 나눈 값을 포화도  $\lambda_{ij}$ 라 한다.

교차로 전체에서 보면 각 현시 i에 있어, 그 현시에 제어되는 이동류의 포화도 가운데 가장 큰 포화도를 그 현시의 임계 포화도  $\lambda_i$ 라 부른다. 그리고 각 현시의 포화도  $\lambda_i$ 를 전체 신호현시로 더한 값이 교차로 포화도  $\lambda$ 라 한다.

[그림 2-2]에서와 같이 단순한 2현시 제어의 4지 교차로를 보면 현시의 포화도  $\lambda$ 와 교차로 포화도  $\lambda$ 는 다음과 같다.



[그림 2-2] 현시별 포화도 예

$$\text{현시 1의 포화도 } \lambda_1 = \max\left(\frac{q_1}{s_1}, \frac{q_3}{s_3}\right)$$

$$\text{현시 1의 포화도 } \lambda_2 = \max\left(\frac{q_2}{s_2}, \frac{q_4}{s_4}\right)$$

$$\text{현시 1의 포화도 } \lambda_3 = \max\left(\frac{q_5}{s_5}, \frac{q_7}{s_7}\right)$$

$$\text{현시 1의 포화도 } \lambda_4 = \max\left(\frac{q_6}{s_6}, \frac{q_8}{s_8}\right)$$

$$\text{교차로 전체 포화도 } \lambda = \lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \lambda_4$$

## 나. 제어변수

신호제어에는 시간적 요소로서 주기길이(Cycle Length), 현시율(Split), 오프셋(Offset)이 있으며, 이것을 총칭하여 신호제어변수 또는 신호제어 파라미터(Parameter)라 부른다.

### (1) 주기길이 (Cycle Length)

하나의 신호등 표시가 1회전하는데 소요되는 시간을 주기 길이라 하고, 보통 [초, sec]로 표시한다. 일반적으로 주기길이는 교차로의 포화도가 높아지면 길어지고, 포화도가 낮아지면 짧아진다. 그러나 차량의 평균대기시간이 60초를 초과할 정도로 과대해서는 안되고, 보행자의 최대 대기시간이 가능한 60초 이내가 유지되도록 하는 것이 좋다.

### (2) 현시율(Split)

현시  $i$ 의 유효녹색시간(실제 사용된 녹색시간 길이)을 주기길이  $C$ 로 나눈 값을 현시율  $g_i$ 라 한다.

### (3) 주기길이 · 현시율 · 포화도와와의 관계

주기길이  $C$ , 현시율  $g_i$ , 손실시간  $L$ 사이에는 다음의 관계가 성립된다.

$$\sum_i g_i + \frac{L}{C} = 1$$

또한 각 현시에서 교통수요를 처리하기 위해서는  $g_i \geq \lambda_i$  가 되어야 한다. 위의 식을 이 조건에 대입하면,

$$\sum_i g_i = 1 - \frac{L}{C} \geq \lambda$$

가 얻어진다. 교통수요를 처리하기 위한 최소 주기길이  $C_{\min}$  을 구해진다.

$$C \geq \frac{L}{1 - \lambda} = C_{\min}$$

### (4) 오프셋 (Offset)

주기길이, 현시율은 각 교차로에 대한 제어변수이지만 오프셋은 복수의 신호등에 대한 제어변수이다. 예를 들어 도로상의 연속된 여러개의 신호등군을 고려할 경우에 어떤 한 접근로에서 볼 때 차량이 교차로에 정지하지 않고 원활히 통과할 수 있도록 하기 위해서는 신호표시 (녹색신호 시작시점)를 다소간의 차이를 두는 것이 필요하다. 이 신호시간의 차이를 오프셋(Offset)라 부른다.

오프셋에는 절대 오프셋과 상대 오프셋의 2종류가 있으며, 해당 신호등이 속한 신호등군의 공통의 기준 신호로부터 녹색시간 시작시점의 차이를 절대 오프셋이라 하고 인접한 신호등과의 차이를 상대 오프셋이라 한다. 이것은 보통 [초]나 주기길이에 대한 백분율 [%]로 표시한다.

## 2. 신호제어 방법 결정

신호등 설치할 필요가 있다고 판단되면 어떤 신호제어가 필요한지를 검토하여야 한다. 즉, 인접교차로와의 연계가 필요한가, 또는 신호등을 어떤 방법으로 운영할 것인가, 신호시간은 어떻게 제공할 것인가 등에 대한 세부적인 검토작업이 필요하다. 이러한 신호제어 방법을 결정하기 위해 어떤 신호제어방법들이 있는가를 소개한다.

신호제어 방법은 분류기준에 따라 다양하게 나누어진다. 교차로 단독으로 운영되는 독립교차로 제어와 인접한 신호등과 연계되어 운영하는 연동제어가 있는가 하면, 신호시간 결정방법에 따라 고정시간 신호제어, 교통감응 신호제어, 실시간 교통대응제어로 나누어지기도 하고, 중앙컴퓨터와 연결 유무에 따라 일반 신호제어와 전자 신호제어로 구분되기도 한다. 교차로에서 어떤 신호제어방법을 채택할 것인가는 매우 중요한 문제이므로 초기 설치단계에서부터 신중히 고려되어야 할 사항이다.

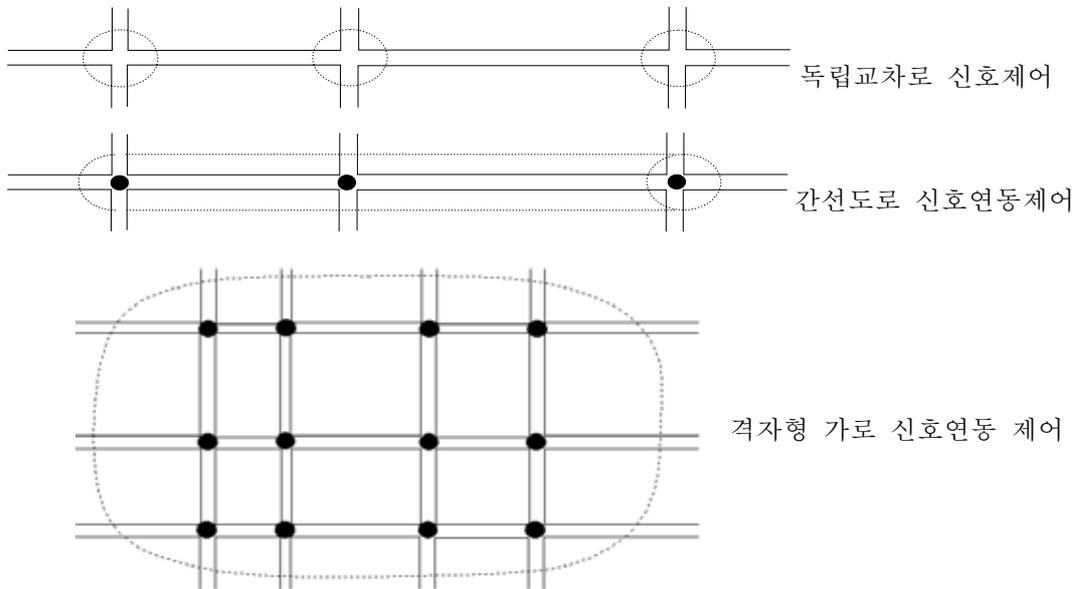
<표 2-1> 신호제어 방식

구 분	고정식 제어	교통대응제어
독립교차로 신호제어	단일 고정신호제어	신호시간 선택방식
	복수 고정신호제어	신호시간 계산방식
간선도로 연동신호제어	단일 고정신호제어	신호시간 선택방식
	복수 고정신호제어	신호시간 계산방식
지역 연동 신호제어	단일 고정신호제어	신호시간 선택방식
	복수 고정신호제어	신호시간 계산방식

### 가. 독립교차로 신호제어와 연동 신호제어

독립교차로 신호제어는 각 교차로에 설치된 신호등이 주변의 제어기와 연계되지 않고 해당 교차로마다 독립적으로 제어하는 방법이며, 연동신호제어는 도로상에 연속적으로 설치되어 있는 제어기를 동시에 연

계하여 제어하는 방법이다. 이 연동제어방법은 간선도로를 따라 몇 개의 교차로를 제어하는 방법이 있는가 하면, 격자형 가로에서는 어떤 지역을 단위로 하여 제어하는 방법도 있다.



[그림 2-3] 신호제어 방식

### (1) 독립교차로 신호제어

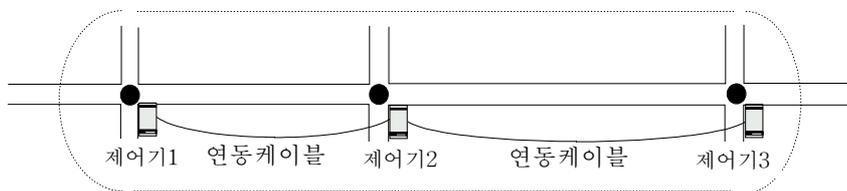
인접한 교차로를 고려하지 않고 해당교차로의 교통상황을 고려하여 제어하는 방식이다. 이 제어는 일반적으로 인접 신호등과 멀리 떨어져 있어 연동효과를 기대할 수 없는 경우에 주로 채택하나, 비록 인접교차로간의 거리는 짧다고 하더라도 교통량이 집중되고, 각 현시의 교통수요 변동이 심하여 연동제어보다는 특정 교차로만 독립적으로 제어하는 것이 보다 효과적일 때 사용하기도 한다.

### (2) 연동신호제어

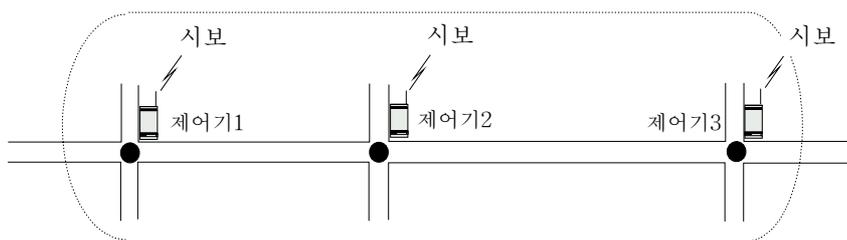
연동 신호제어란 일반적으로 어떤 도로에서 교차로가 연속적으로 설치되어 있는 경우 어떤 교차로에서 녹색신호를 받고 출발한 차량이 다

음 교차로에서도 계속 녹색신호를 받고 진행할 수 있도록 인접한 2개 이상의 신호등을 연계시켜 운영하는 신호제어방법이다. 이러한 신호연동은 제어기 자체에서 수행하느냐 또는 중앙컴퓨터와의 연결되어 신호시간이 중앙의 통제를 받느냐에 따라 지역 연동방식과 중앙 연동방식으로 나누어진다.

- 지역 연동방식 : 중앙의 컴퓨터에 의존하지 않고 인접한 지역제어기만을 연계시키는 방안으로 각 제어기를 직접 케이블로 연결시키는 방법과 라디오 시보를 수신하여 각 제어기 시간을 일치시켜 연동시키는 방법이 있다. 이 지역 연동방식은 교통정보센터가 설립되어 있지 않는 지역의 간선도로에 주로 적용된다.
- 중앙 연동방식 : 중앙의 컴퓨터와 현장의 각 제어기와 정보를 교환하면서 연계시키는 방안으로 모든 제어기는 연동이 되는 교통류의 녹색시간 시점을 컴퓨터에 의해 통제를 받음으로써 이루어진다. 중앙컴퓨터에 의한 연동방법은 시간대별 (TOD: Time of Day) 제어에서는 해당시간에 정해진 옵션값에 따라 연동화를 유지하고, 교통대응 (Traffic Responsive) 제어에서는 검지기로부터 측정된 자료를 통해 파악된 교통상황에 따라 사전에 준비된 옵션값을 선택 또는 계산함으로써 구현된다.

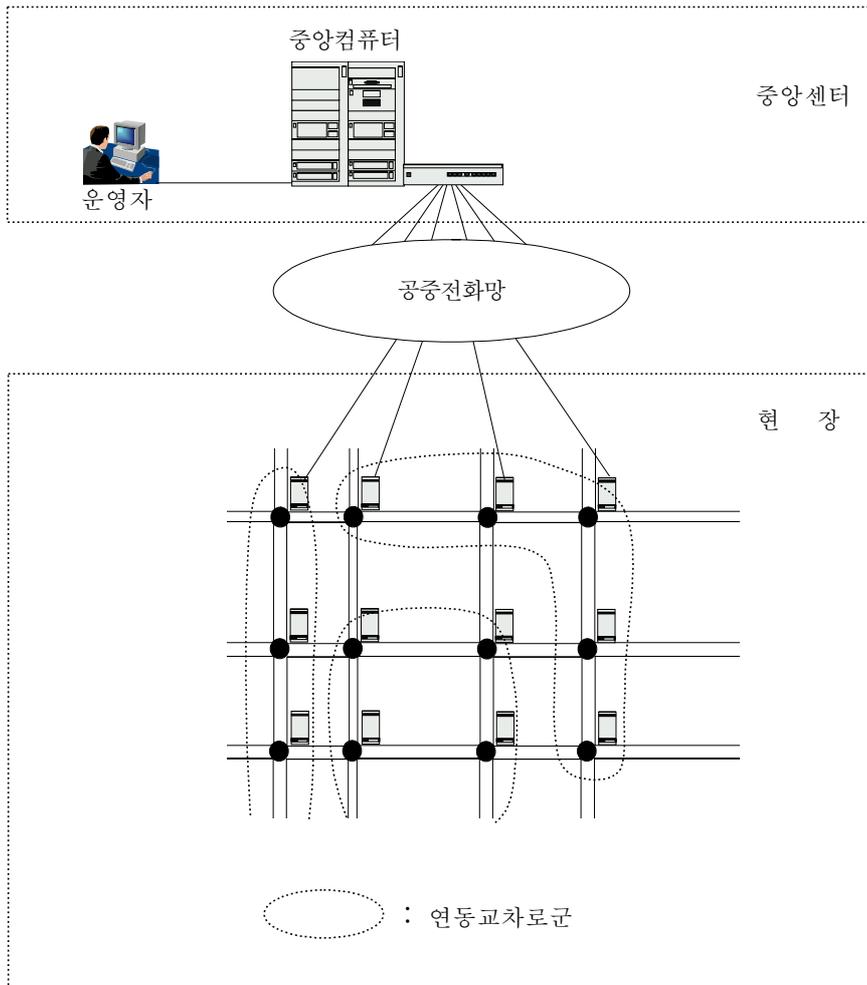


케이블 연결방식에 의한 지역연동



라디오 시보에 의한 지역연동

[그림 2-4] 지역 신호 연동 방식



[그림 2-5] 센터 컴퓨터에 의한 중앙연동방식

교차로를 제어하는 데 있어 독립제어방법을 채택할 것인가, 또는 연동 제어방법을 채택할 것인가에 대한 결정에 대한 명확한 기준은 없으나 일반적으로 다음과 같은 사항을 종합적으로 검토하여 판단하여야 한다.

- 인접교차로와의 간격이 짧을수록, 연동제어의 필요성이 높아진다.
- 주 교통류의 교통량이 많으면, 연동제어의 필요성이 높아진다.
- 인접한 2개의 신호등간의 영향이 클수록 연동제어 필요성이 높아진다.

일반적으로 교차로간의 거리가 0.8km이하이면 연동을 적극적으로 고려하고, 1.6km이상이면 차량이 진행을 하면서 신호를 받고 출발한 차량군이 점차 흩어져 사실상 신호연동효과를 기대할 수 없으므로 무리한 신호연동을 하지 않는 편이 좋다. 따라서 도시부 가로는 가능하면 연동제어를 하는 것이 효율적이며, 국도나 지방도의 경우도 신호등 간격이 짧은 구간은 연동제어가 필요하다.

## 나. 신호시간 결정방법에 따른 분류

신호현시 및 신호시간은 교차로 신호제어 효율에 결정적인 영향을 미친다. 잘못된 현시체계나 신호시간은 차량이나 보행자에게 불필요한 신호대기를 강요함으로써 교차로 교통처리 효율을 감소시키고, 교통사고를 발생시키는 등 부작용을 야기시킬 수 있기 때문이다.

신호현시체계는 각 방향별 교통량, 교차로 기하구조 등에 따라 신호등 설치 초기에 결정되면 현시체계 변화가 필요한 특별한 사안이 발생되지 않을 시는 상당기간 동안 계속 유지된다. 그러나 주어진 현시체계에서의 주기, 녹색시간, 오프셋 등은 교통상황의 변화에 따라 적합한 신호시간이 제공되지 못하면 신호운영 효율이 저하되는 경우가 발생한다.

신호시간은 제공되는 방법에 따라 고정시간 제어, 교통감응 제어, 교통대응 제어로 나누어진다. 여기서 교통감응 제어는 고정시간 제어나 교통대응 제어와 함께 사용할 수도 있다.

### (1) 고정시간 (Pretimed 또는 Fixed-Time) 제어

고정시간제어라는 것은 1일 시간대별로 운영자가 사전에 입력한 몇 개의 신호시간에 따라 매일 반복하여 신호를 제어하는 방식이다. 이 방식은 독립교차로제어나 연동제어에서도 사용된다.

그러나 교통량은 시간대별로 그리고 요일별로 변화될 수 있으므로 교통상황에 적합한 신호시간을 제공하는 데는 한계가 있다. 따라서 1일 시

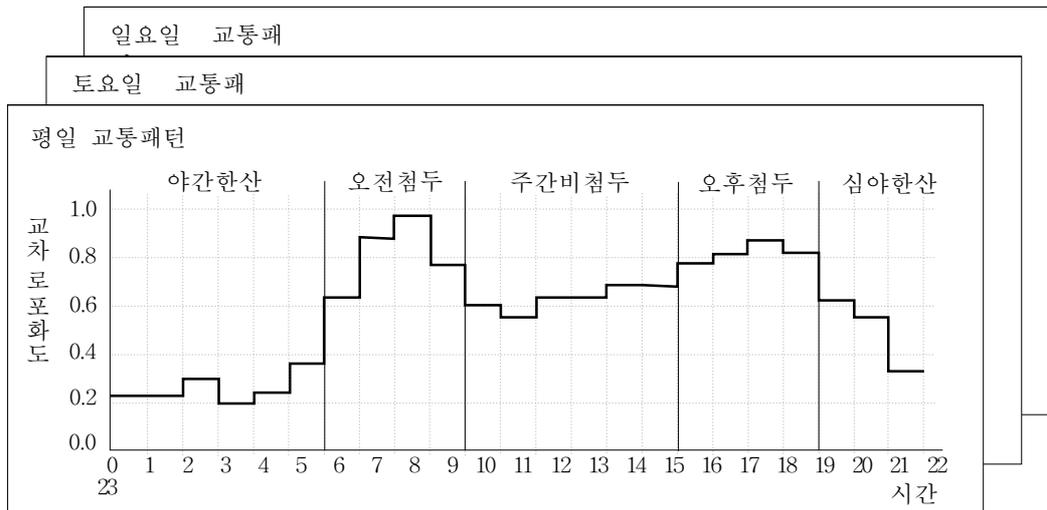
간대별 교통변동이나 요일별 변동이 적은 안정된 가로에서는 효과적인 수 있으나, 교통변동이 심한 교차로에서는 효율을 저하시키기도 한다.

특히 1개의 신호시간으로 계속 반복하여 운영할 경우 시간대별 교통변동이나 요일별 교통변동 등 교통상황에 전혀 대처하지 못하는 문제가 발생하므로 시간대별로 몇 개의 신호시간을 제공하는 방안의 강구가 필요하다. 전자신호체계에서의 1일 시간대별(Time of Day : TOD) 제어는 고정시간제어이다.

일반적으로 1일 시간대별 (Time of Day : TOD) 제어는 <그림 2.6>의 예와 같이 요일별로 각 시간대 교통량 변화를 파악하여 유사한 교통상황이 전개되는 몇 개의 시간대로 나누어 각 시간대에 적합한 주기, 녹색시간, 윽셋값을 사전에 준비하고서 해당시간이 되면 설정된 신호시간으로 운영시킨다.

신호제어 효율은 신호시간이 현장의 교통상황에 얼마나 적합한가에 달려 있으므로 1년에 각 계절별로 신호시간을 조정해 주는 것이 좋으며, 중요 교차로인 경우는 분기당 2회이상 교통상황을 살펴 지속적으로 신호시간 조정작업을 행해야 한다.

그러나 교통량을 조사하여 신호시간을 계산하여 입력시킨다 하더라도 조사된 교통량은 특정 일에 한정된 자료이므로 장래에도 조사된 교통상황이 똑같이 전개된다는 보장이 없기 때문에 신호운영요원의 현장 모니터링은 대단히 중요하며, 도로의 신설, 대형 건물의 완공 등 교통패턴에 변화가 있을 시는 필히 기존 신호시간의 적합성을 검토하여야 한다.



[그림 2-6] 1일 시간대별 교통량 변화 예

## (2) 실시간 교통대응제어

고정시간제어는 시간대별 또는 주기별 교통변동에 적합한 신호시간을 제공하기에는 한계가 있다. 1980년대에 들어 전자·통신기술의 급속한 발전에 힘입어 매주기마다 교통상황을 판단하고 이에 적합한 신호시간을 변경하는 방법이 개발되었다.

실시간 교통대응제어는 차량검지기로부터 획득된 자료를 토대로 교통상황에 대응하는 신호시간을 제공하는 제어방법이다. 교차로 접근로에 설치된 차량 검지기에서 측정된 자료는 중앙컴퓨터로 보내지고, 중앙컴퓨터에서는 이들 자료를 토대로 교통상황에 알맞은 신호시간을 지역제어기로 보내 신호를 운영한다. 중앙컴퓨터에서 신호시간을 어떻게 결정하느냐에 따라 신호시간 선택방식과 신호시간 계산방식으로 구분된다.

### ○ 신호시간 선택방식

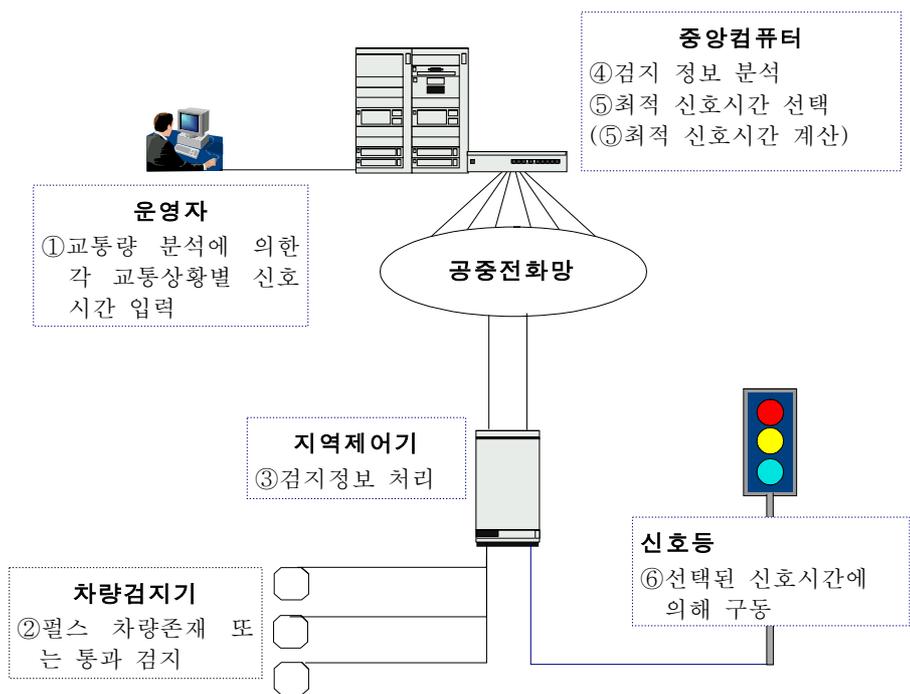
운영자가 사전에 신호시간을 다양하게 입력하여 검지기 자료에 따라 가장 적합한 신호시간을 컴퓨터가 자동으로 선택한다. 이 방식은 사전에 신호시간을 준비해야 하므로 현장조사나 신호계획 등에 상당한 비용

과 노력이 요구되며, 경우에 따라서는 준비된 신호시간계획이 현장상황에 맞지 않는 경우도 발생할 수 있다.

○ 신호시간 계산방식

이 방식은 차량 검지기에서 얻어진 자료를 토대로 중앙컴퓨터가 직접 신호시간을 계산하여 제공하는 방식이다. 이 방식은 매주기마다 새로운 신호시간을 제공할 수 있어 주기별 교통변동이 심한 교차로에 매우 적합하다. 그러나 잦은 주기의 변화는 신호 연동화를 위한 옵션값도 변경됨으로써 신호운영 효율을 저하시킬 수도 있다.

실시간 교통대응제어는 전적으로 차량 검지기에서 측정되는 자료에 의존하기 때문에 차량 검지기의 신뢰도가 유지될 수 있도록 차량 검지기가 관리되어야 한다. 따라서 주기적으로 차량검지기의 신뢰성을 확인하는 작업이 필요하다.



[그림 2-7] 실시간 교통대응 신호제어시스템의 구성체계

### (3) 교통감응제어

교통감응제어는 이미 결정된 주기 범위 내에서 교통상황 변동에 따라 신호제어변수를 미세하게 조정하여 교차로 안전성과 효율을 높이는 제어방식이다. 교통감응제어는 고정시간제어방식에서나 교통대응제어방식에서 각각 적용이 가능할 뿐 아니라, 독립교차로제어나 연동제어에서도 적용 가능하다.

이 제어를 행하기 위해서는 교차로 접근로에 목적에 맞는 검지기 종류와 위치를 결정한 후, 검지기를 설치해야 한다. 검지기는 차량뿐만 아니라 보행자도 검지하여 신호시간을 조정할 수도 있다. 가장 기초적인 교통감응제어로 반감응제어와 완전감응제어로 나누어진다.

- 반감응 제어: 주도로에 녹색신호를 표시하다가 부도로에 설치된 검지기로부터 검지된 교통량이 일정 이상일 경우에 한해 부도로에 녹색신호를 제공하여 부도로 교통수요를 처리한다. 이러한 제어 방법은 주도로 교통량이 부도로 교통량이 비해 많고, 부도로 교통은 상대적으로 적어 고정시간 제어로 운영할 경우 주도로에서 불필요하게 발생하는 지체를 줄이면서 수요가 있을 시에만 교통신호로 부도로의 통행권을 할당해 주는 방법이다.
- 완전감응 제어: 교차로의 모든 접근로에 하나 이상의 검지기를 설치하여 사전에 정의된 한계치에 따라 녹색시간을 할당한다. 이 제어는 교통량이 비교적 적고 각 접근로간 교통량의 변동이 심한 독립교차로에 적절한 제어방법이다.

교통감응제어는 독립교차로제어나 연동제어에서 좌회전 등 특정 이동류에 대해 감응제어를 실시할 수도 있으며, 역시 고정시간제어 또는 실시간 교통대응제어가 이루어지는 교차로에 보완적으로 활용되기도 한다.

## 다. 교통신호제어기 종류

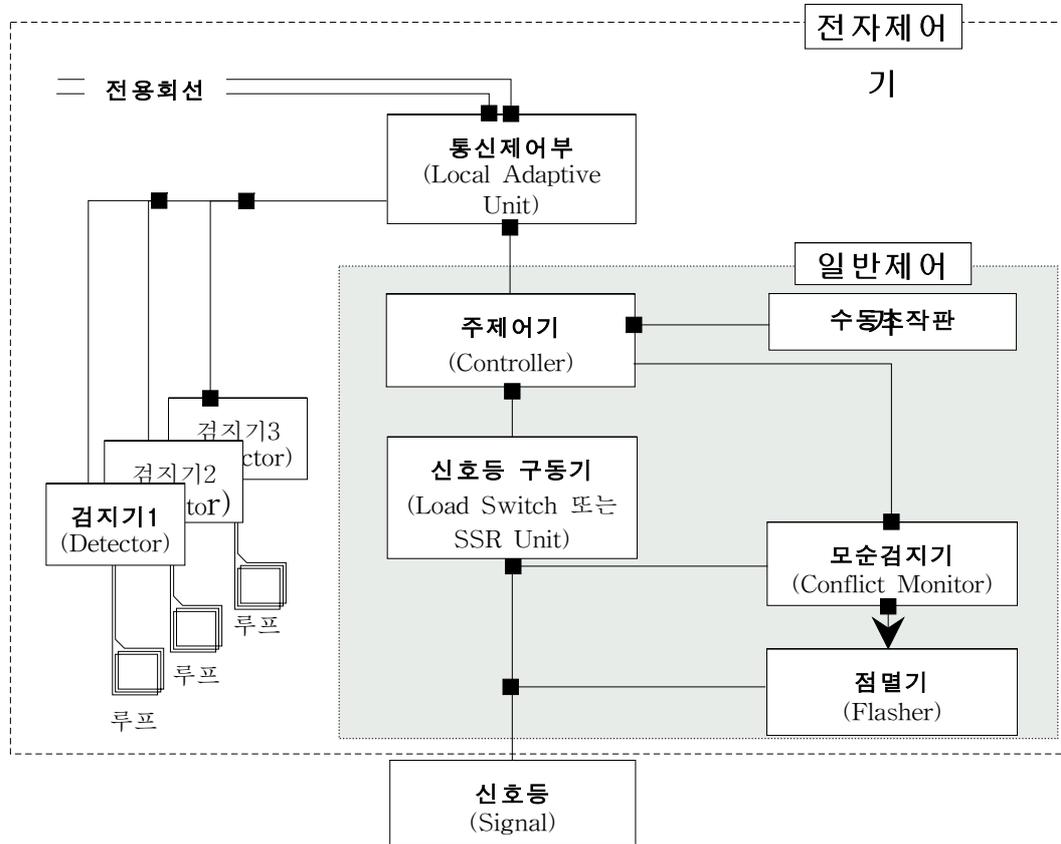
교통제어방법이 결정되면 어떤 신호제어기를 설치할 것인가를 결정해야 한다. 신호제어기의 종류에는 중앙컴퓨터와의 연결 가능 유무에 따라 일반 교통신호등과 전자 교통신호등으로 나누어진다.

- 일반 교통신호제어기 : 현장의 교통신호제어기 단독으로 또는 인접한 교차로와의 연계하여 운영할 수는 있으나 기능적으로 중앙컴퓨터와 연결되어 운영될 수 없는 교통신호제어기이다.
- 전자 교통신호제어기 : 현장의 교통신호제어기와 중앙컴퓨터와 필요한 정보를 통신망을 통해 교환하여 신호등을 제어할 수 있는 교통신호제어기이다. 전자교통신호제어기라도 중앙컴퓨터와 연결되지 않는 상태에서 독립적으로 일반 교통신호제어기와 같이 운영될 수도 있다.

어떤 교차로에 처음으로 신호등을 설치할 경우 어떤 제어기를 설치할 것인가는 장래의 신호제어 계획에 따라 달라진다. 만약 가까운 장래에 교통정보센터를 설치하여 중앙컴퓨터에 의한 신호제어를 계획하고 있을 경우에는 전자제어기를 설치하는 것이 보다 바람직하나, 이러한 계획이 없다면 일반제어기를 설치하는 것이 비용측면에서 유리하다. 간선도로상의 몇 개 교차로의 신호시간을 연동화 시켜 운영할 경우 대부분의 일반제어기에서도 인접제어기를 직접 연결하는 케이블 연동이나 라디오 시보에 따른 시보연동이 가능하기 때문에 굳이 고가의 전자제어기를 설치할 필요는 없다.

따라서 국도나 지방도 교차로나 전자신호화 계획이 없는 도시의 교차로 제어기는 일반제어기를 선택하고, 전자 신호화된 구간 내에 신호등을 증설할 경우나 전자신호계획이 수립된 도시에서는 향후 센터와의 온라인을 고려해야 함으로 전자신호제어기를 채택하여야 한다.

어떤 신호제어기를 선택하더라도 제어기의 기능을 사전에 확인할 필요가 있으며, 당장은 사용하지 않더라도 향후 신호개선 시 요구되는 기능을 수용할 수 있는 기능을 보유한 신호제어기인지를 확인할 필요성이 있다.



[그림 2-8] 교통신호제어기 구성체계

## 제2절 신호시간 계획

신호시간 계획이란 신호등 운영을 위한 현시체계, 주기길이, 녹색시간, 황색시간 및 전적색시간을 결정하는 과정을 말한다. 신호시간은 신호제어 방법, 교차로 형태 및 용량, 차량 및 보행자 교통량 등에 따라 달라진다. 그리고 고정 신호시간 제어와 교통감응 신호제어에서도 운영상 개념과 기능적 특성의 차이점 때문에 신호제어 전략이 서로 다르게 설정되며, 제어되는 범위가 독립 교차로인지 혹은 간선도로 상에 위치하는 교차로인지, 혹은 연동화된 시스템 내 위치하는 교차로인지에 따라 다르게 설정된다.

실제 교통현장의 작업과정에서 신호교차로를 신설하여 새로 운영하거나 혹은 현재의 신호시간을 개선할 경우의 신호제어변수는 유사한 기하구조 형태 및 방향별 교통량 등 교통조건이 비슷한 교차로에서 효과적인 것으로 입증된 시간계획을 기초로 하여 적용할 수 있다. 이것은 대부분의 해당 지역 신호등 실무자들이 효율적인 운영을 위해서 요구되는 신호시간계획에 대한 경험을 가지고 있는 경우에만 가능하게 된다. 이런 과정으로 신호시간계획이 수립되면 다음으로 대상 교차로의 교통류가 안정되기를 기다리면서 모니터링을 실시한다. 만일 교통류가 안정된 후에도 해당 교차로 전체나 혹은 특정 접근로에 지나친 정지나 지체가 발생한다면 주거나 현시 등 신호시간계획이 잘못 설정되어 있는 것이므로 재조정을 통해 이를 보완하도록 해야한다.

현재 TRANSYT-7F나 SOAP와 같은 컴퓨터 시뮬레이션을 비롯하여 정확하게 신호시간계산을 할 수 있는 많은 기법들이 개발되어 있어 이런 프로그램을 활용하면 신호제어변수를 비교적 합리적으로 산출해 낼 수 있다. 하지만 어디에서 사용하든지 혹은 어떤 산출기법을 활용하든지 신호시간계획은 항상 검증된 기법을 통해 최적화한 후 적용되도록 하여야 한다.

# 1. 신호시간계획 절차

## 가. 기본용어

신호시간계획을 수립하기 위해서는 교통신호와 관련하여 보편적으로 사용되는 용어에 대한 정의를 알고 있어야 한다. 교통신호운영에 활용되는 기본적인 관련용어는 다음과 같다.

- 주기(Cycle): 교차로의 하나의 신호현시조합이 순차적으로 완전히 회전하는데 소요되는 시간
- 현시(Phase): 동시에 통행권을 부여받아 진행되는 하나 이상의 교통류 조합에 할당되는 신호주기의 일부분
- 간격(Interval): 신호지시가 변하지 않는 구간으로 신호주기에서의 이산 비율
- 오프셋(Offset): 한 교차로에서 다른 교차로의 녹색시간 시작시점과 연계된 녹색시간시점의 시간차이 (초단위, 또는 주기길이의 백분율)
- 현시율(Split): 각 현시에 할당된 주기길이에 대한 백분율

## 나. 신호시간계획 목표 및 사전요구사항

신호시간의 설정은 다음의 운영적 요구목표를 만족시킬 수 있도록 합리적으로 계획되고 적용되어야 한다.

- 차량과 보행자에 대한 평균지체의 최소화
- 교통사고를 유발할 수 있는 잠재적 상충의 감소
- 교차로 각 접근로 교통처리용량의 최대화

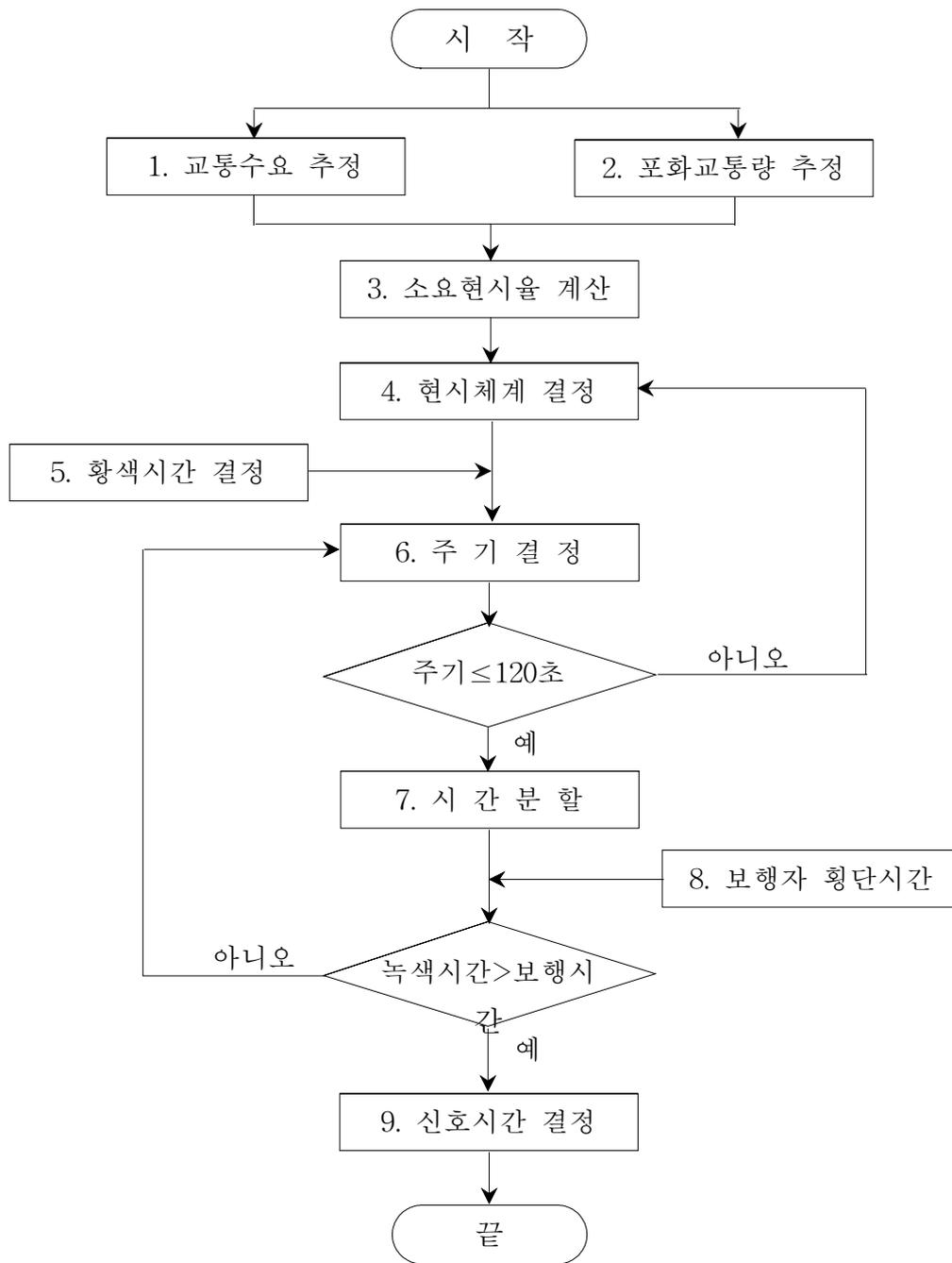
하지만 현실적으로 볼 때 위에서 제시된 모든 목적을 동시에 달성하는 신호시간계획을 수립하는 것은 불가능하다. 예를 들어, 교차로의 평균지체는 가능한 한 적은 수의 현시와 함께 주기길이를 최대한 짧게 함으로써 최소화 할 수 있을 것이다. 하지만 교통사고 잠재성을 줄이기

위해서는 상충지점 및 상충회수를 최대한 적게 해야 하며 이를 위해서는 각 접근로별 이동류를 분리시킬 수 있는 4현시 이상의 다중 현시와 상대적으로 보다 긴 신호주기가 요구된다. 한편 접근로의 용량을 최대화하기 위해서는 수요에 부합하기 위해 현시 수를 최소화해야 하는 방향으로 신호시간을 설계해야한다. 따라서 이렇게 다양한 목적사이에서 최대한 절충점을 찾기 위해서는 전문가나 실무자의 공학적인 판단을 필요하게 된다. 고정식 신호제어방식에서는 하나의 신호지시 순서와 시간이 지속적으로 반복된다. 이 운영방식은 교통 패턴이 규칙적이고 안정적이거나 접근로의 교통량 변화가 사전에 결정된 일정표에 따라 지원될 수 있을 정도로 예측가능한 곳에서 효과적으로 운영될 수 있다. 고정식 제어방식은 인접 신호등의 연동목적도 쉽게 달성할 수가 있으며 주기에서 각 신호지시 간격은 과거의 교통패턴에 기반을 두고 고정적으로 반복된다. 필요한 신호시간계획을 수립하는데 필요한 정보를 입수하기 위해서는 다음과 같은 조사가 사전에 필요하게 된다.

- 각 접근로의 교통류에 대한 차량과 보행자 통행량 조사 등 교통조사
- 대상 교차로의 기하구조 조사
- 대상 지점에서 발생했던 사고유형 및 사고건수를 포함하는 사고기록

#### 다. 신호시간계획 과정

신호시간계획은 신호현시체계 결정, 신호주기, 황색시간, 녹색시간 등을 결정하는 일련의 절차를 말한다. 일반적으로 신호시간계획 절차는 [그림 2-9]와 같이 진행한다. 신호시간계획을 수립하는데 있어서 모든 가능한 상황을 고려할 수 있는 보편적인 설계지침을 마련하는 것은 어렵다. 그러므로 효과적으로 신호운영을 하기 위해서는 설치초기에 설치된 신호운영을 모니터링하고 해당 교차로와 교통류의 특성을 반영할 수 있도록 정기적으로 신호시간을 개선하는 것이 바람직하다.



[그림 2-9] 일반적인 신호시간 결정과정

## 2. 현황조사

### 가. 교통량 조사

교차로에서의 교통수요의 변화는 필요한 신호시간계획의 수를 결정하는데 있어서 중요한 결정요소이다. 예를 들어, 2현시로 운영되는 교차로에서 A현시는 아침 첨두시간에 과부하가 걸리고 B현시는 저녁 첨두시간에 과부하가 걸리며, 그 이외의 시간에는 처리해야할 교통량이 많지 않다면 신호시간은 최소 3개이상의 사전 신호계획을 필요로 한다.

교차로의 신호시간계획을 수립하기 위해서는 그 대상 교차로의 교통수요를 측정해야 한다. 보통 교통량 측정은 일반적으로 오전 첨두시간, 오후 첨두시간, 비첨두 시간대로 구분하여 실시하며, 각 접근로의 방향별 교통량과 보행자 교통량을 하루 12시간동안 15분 단위, 한시간 혹은 주기단위로 조사하며 차종구성비도 조사하여 차종별 교통량을 정확히 파악할 수 있도록 해야 한다. 하지만 교통특성이 평상시와 다르게 나타나는 시간대가 있을 경우 이에 대한 교통수요 조사도 함께 이루어져야만 합리적인 신호시간계획을 수립이 가능하다. 그러므로 대부분 지역의 신호시간계획 수립을 위한 교통수요조사는 다음 시간대에 반드시 이루어지도록 해야 한다.

- 오전 첨두시간대
- 하루중 평균시간대 (비첨두 시간대)
- 오후 첨두시간대
- 야간시간대
- 주말, 휴일, 혹은 특별히 교통량이 급격히 변동되는 시간대

교통량 조사시 각 접근로의 좌회전, 직진, 우회전 등 각 이동류별로 조사되어야 하며, 차종구분은 다음의 차종으로 구분하여 조사하는 것이 바람직하나, 최소한 소형과 대형차량으로 구분하여 조사되어야 한다.

- 소형 승용 : 승용차, 지프
- 소형 승합 : 25인승 미만 승합
- 소형 화물 : 2.5톤 미만
- 대형 화물 : 2.5톤 이상
- 차량 : 트레일러, 건설기계 등

교통량을 소형과 대형으로 나누어 조사할 때는 소형과 대형차량의 기준은 다음과 같이 구분한다.

- 소형 : 승용차, 2.5톤 미만 화물, 25인승 미만 승합차
- 대형 : 2.5톤 이상 화물, 25인승 이상 승합차, 특수차량

#### 나. 기하구조 조사

대상 교차로의 기하구조는 신호시간 설계 시 현시결정이나 황색시간, 보행자 신호시간, 좌회전 신호운영방법에 영향을 미치는 요소이다. 그러므로 교차로의 대상 접근로의 차로수와 차로폭, 공용차로의 여부, 교차로 횡단보도 횡단거리 등이 조사되어야 하며, 특히 좌회전 차로의 경우 좌회전 베이의 설치여부 및 길이 등도 조사되어야 한다. 그 외에도 교차로에 인접한 대중교통정류장의 유무 및 정지선에서의 거리등이 고려하여야 한다. 기하구조 조사에서 수집되어야 할 내용은 다음과 같다.

- 각 접근로의 폭, 차로수
- 좌회전 및 우회전 차로의 길이
- 교차로 폭원
- 차로의 이용형태
- 인접교차로간의 거리
- 기타 차량의 흐름을 방해하는 요인 등
  - 교차로 정지선에서 75m 이내의 주차활동 또는 버스정류장

### 3. 교통수요 추정

교통량 조사시 차종별로 구분된 교통량은 승용차 교통량으로 환산한다. 이 때 조사된 교통량 자료가 차종별로 세부적으로 조사되었다면 다음 <표 2-2>의 승용차 환산계수를 사용한다. 대형차량중 트레일러 등 특수차량이 많은 교차로는 이들 차량에 대해서는 차종을 구분하여 조사하는 것이 좋다.

소형과 대형으로 구분하여 조사된 교통량을 승용차 환산 교통량으로 계산하면, 승용차 환산교통량 =  $\sum(\text{차종별 교통량} \times \text{승용차 환산계수})$ 으로 된다. 예를 들어 어떤 이동류의 소형차량 교통량이 300대/시이고, 대형차의 교통량이 50대/시이면 승용차 환산교통량은  $300 + 2 \times 50 = 400$  승용차/시가 된다.

<표 2-2> 차량별 승용차 환산계수

차종구분		승용차 환산계수
소형 승용	승용차, 지프	1.0
소형 승합	25인승 미만 승합	1.2
소형 화물	2.5톤 미만	1.2
대형 화물	2.5톤 이상	2.0
특수 차량	트레일러, 건설기계 등	2.5
소형	승용차, 2.5톤 미만 화물, 25인승 미만 승합차	1.0
대형	2.5톤 이상 화물, 25인승 이상 승합차, 특수차량	2.0

<표 2-3> 신호교차로 교통량 및 기하구조 조사양식

교차로 기하구조 조사 및 교통량 집계표										
교차로명 : _____ 지역구분 : <input type="checkbox"/> 도시부 <input type="checkbox"/> 지방부      교차로 NO.: _____										
조사일시 : _____ 교통량 조사시간대 : _____ ~ _____										
<b>교통량/기하구조</b>										
도면에 표시할 사항 1. 교통량 2. 대중교통정류장 3. 교통섬 4. 주차상황 5. 좌·우회전 베이										
<b>교통 및 도로상황</b>										
접근로	구배 (%)	주차활동 (대/시)	중차량혼입율 (%)	차로수			차로폭			상류부 교차로 거리 (m)
				LT	TH	RT	LT	TH	RT	
SB										
NB										
EB										
WB										
· 구배 : + 상향, - 하향      · LT : 좌회전, TH : 직진, RT : 우회전 · 중차량 : 버스, 1.5톤초과 화물차, 트레일러      · 공용차로인 경우 "S"로 표시										
<b>현시체계</b>										
순서	Φ1	Φ2	Φ3	Φ4	Φ5	Φ6	Φ7	Φ8		
현시도										
시간	G = Y = PT=									
보호 좌·우회전		비보호 좌·우회전		보행자 신호		주기 =      초				

## 4. 포화교통류율 산정

교차로의 각 방향별 이동류에 대한 포화교통류율은 포화차두시간을 구하여 산출한다. 어떤 차로에서 대기하는 차량들은 녹색신호가 켜지면 정지선을 떠나 교차로에 진입하게 되는데 이 때 처음 출발한 몇 대는 초기에 출발지연을 나타내나, 그 다음부터는 거의 일정한 차두시간을 보이게 된다. 이를 포화차두시간이라 하며, 우리나라에서는 이상적인 조건일 때 이 값을 1.63초로 보고 있다. 포화교통류율은 한시간 동안에 계속 녹색신호만이 등화되며 차량의 계속 진행한다는 가정하에서 시간당, 차로당 교차로를 통과할 수 있는 최대 차량대수를 의미하며 3,600초를 포화차두시간으로 나누어 구하면 된다. 그러므로 이상적 조건하에서의 우리나라 포화교통류율은 차로당  $3,600/1.63 \approx 2,200\text{pcphg}$ 이 된다.

그러나 도로 및 교통조건이 이상적이 아닌 실제 현장조건에서는 포화교통류율의 값이 위의 값과는 다르게 나타나므로 현장에서 직접 이동류별 포화차두시간을 조사하여 구하던가 아니면, 우리나라 「도로용량편람」에 제시된 공식에 따라 이 값을 보정해서 구해야 한다. 하지만 현장에서 포화차두시간을 조사하기란 매우 어려운 일이기 때문에, 일반적으로 이상적 포화교통류율에 여러 도로 및 교통요인에 의해 발생하는 변화를 보정하여 사용하고 있다.

포화교통류율 보정과정은 차로폭, 접근로의 구배, 중차량의 혼입율, 좌회전 또는 우회전 교통류 영향, 버스정류장 또는 주차로 인한 방해 정도를 기본 포화교통류율에 반영하는 것으로 각각의 보정계수를 곱하여 실제 포화교통류율을 계산해야 한다. 그러나 이러한 모든 사항을 조사하여 정확히 보정하기란 결코 쉬운 과정이 아니며, 또 포화교통류율이 정확히 보정되었다 하더라도 조사된 교통량은 특정일, 특정시간대에 한해 일반적으로 조사됨으로써 정확한 포화교통류율을 산정한 후 조사된

교통량으로 신호시간을 계획하였다고 해서 신호운영 시 교통상황과 반드시 일치한다고 볼 수 없으므로 포화교통류율 산정에 너무 많은 노력을 기울일 필요는 없다.

따라서 간편법으로 접근하는 것이 보다 효과적일 수 있으며, 실제 신호시간 계획 시에도 적용되고 있다. 각 차로별 포화교통류율은 다음과 같이 적용한다.

- 직진차로 포화교통류율 : 2,000pcuphgl
- 좌회전차로 포화교통류율 : 1,800pcuphgl
- 우회전차로 포화교통류율 : 1,800pcuphgl

## 5. 소요 현시율 계산

접근로의 이동류별로 포화교통류율과 교통량을 승용차 교통량으로 환산되면, 각 이동별 소요현시율을 구한다. 소요현시율이란 신호주기중 각 이동류에 할당되어야 하는 신호시간 비율로써 승용차 환산 교통량 (교통수요)을 포화교통류율로 나눈 값을 의미한다.

$$\text{소요 현시율} = \text{승용차 환산교통량} / \text{포화교통류율}$$

여기서 소요현시율 계산을 위한 이동류는 좌회전, 직진, 우회전으로 구분하는 것을 원칙으로 하나, 우회전은 직진과 동시에 차량이 이동함으로써 굳이 구분할 필요가 없이 직진 이동류에 우회전 이동류를 포함시켜 계산하면 된다. 그러나 우회전 전용차로가 제공되어 있는 교차로에서는 우회전은 고려하지 않고 좌회전과 직진에 대해서만 계산한다. 비록 우회전 차로가 설치되어 있지 않더라도 가장 바깥차로의 폭이 넓어 직진차량과 우회전 차량이 각각 2개 차로로 이용하고 있다면 우회전 이

동류는 고려하지 않아도 된다. 즉, 신호시간계산은 차량이 실제 접근로를 이용하는 형태를 반영해야 한다.

이것은 각각의 이동류가 전용차로를 갖고 전용현시에 의해 운영될 때만 정확한 결과를 산출해 낼 수 있다. 그러나 신호운영상에서는 좌회전과 우회전이 각각 공용차로를 가진 동시신호를 운영되는 교차로도 있기 때문에 이 경우에는 「직진 + 좌회전」 혹은 「직진 + 우회전」을 하나의 단일 이동류를 취급하여 포화교통유율을 산정하고 소요현시율을 결정하도록 해야 한다.

하지만, 기본적으로 회전 이동류가 직진이동류와 함께 차로를 이용하도록 하는 것은 교차로에 운영상 비효율적이기 때문에, 소통효율의 증진과 합리적인 신호운영을 위해서는 각각의 이동류에 전용차로를 제공하도록 해야 한다.

## 6. 현시체계 결정

### 가. 현시결정 시 고려사항

신호시간계획에 있어 가장 중요한 부분은 주어진 교통상태에 따라 적절한 현시를 계획하는 것이다. 신호현시는 통행권을 가진 이동류 혹은 동시에 통행권을 가진 이동류 조합에 할당된 신호주기의 일부분으로 정의된다. 여기서 이동류는 차량 혹은 보행자 단독의 이동류가 될 수도 있고, 차량과 보행자가 함께 이동하는 조합이 될 수도 있다.

신호현시를 결정할 때는 교차로의 지체와 상충을 최소로 할 수 있는 현시조합을 선정해야 하나, 앞에서 언급한대로 이것을 동시에 만족시키

는 것은 매우 어려운 경우가 발생하므로 이때는 전문가나 실무자의 경험적/공학적 판단에 따라 결정하도록 한다.

신호현시 계획시 고려해야할 주요사항은 다음과 같다

- 신호현시는 상충되는 차량동선의 위험을 최소화하는 방향으로 계획되어야 함
- 현시수의 증가는 손실시간의 증가를 초래하므로 현시수를 최소화하도록 함
- 현시계획은 도로 기하구조, 차로이용상태, 교통량, 접근속도, 횡단보도 보행자의 요구사항에 대해 일관성을 갖도록 해야 함
- 현시계획 시 도로에 필요한 안전표지 및 노면표시 설치계획도 함께 고려해야 함

교차로에서 활용 가능한 현시는 제한이 없지만 고정식 신호제어에서는 가능한 한 적게 현시수를 결정해야 한다. 4현시이상의 다중 현시의 경우는 다른 현시에 할당될 수 있는 녹색시간을 감소시키며, 출발·소거손실시간 및 현시변환시간의 증가, 주기 증가 등으로 교차로 처리효율을 떨어뜨린다. 하지만 감응제어방식에서의 다중현시는 이동류의 교통수요에 따라 최소시간만 제공하거나 생략하여 운영할 수 있기 때문에 적절히 계획될 경우 소통효율을 증진시킬 수 있다.

교차로에서의 현시체계 결정문제는 결국 회전교통류 처리로 귀착되게 되는데 이는 좌회전 교통류를 어떻게 처리하는냐에 따라 전체 시스템의 효율성이 결정되기 때문에 신중히 판단토록 해야 한다. 일반적으로 좌회전 및 대향 직진 교통량이 증가함에 따라서 좌회전 차량이 적절하게 회전할 수 있는 간격이 줄어들게 되며, 따라서 전용 좌회전 현시의 제공이 필요하게 된다.

만약 교차로에 좌회전 전용차로나 좌회전베이가 확보되어야 있는 상

태라면 좌회전 실행하기 위해 기다리는 차량들의 대기공간을 확보해 줌으로써 어느 정도 문제를 완화시킬 수는 있지만 문제가 지속되면 좌회전 신호의 제공이 불가피하게 된다. 좌회전 차량을 처리하는 다른 대안으로 해당교차로의 좌회전을 금지시키거나 교차로를 입체화 하는 등 재설계하는 방법이 있으나 이와 같은 방법은 다른 인접 교차로의 부담을 크게 하거나 공사비용이 많이 소요된다.

그렇기 때문에 현시체계 결정과정에서는 해당 교차로의 교통특성 및 기하구조, 제어기 형태에 따른 다양한 좌회전 처리기법 중 어떤 것을 선택하는가는 매우 중요한 사안이 된다.

## 나. 보호좌회전과 비보호 좌회전의 결정

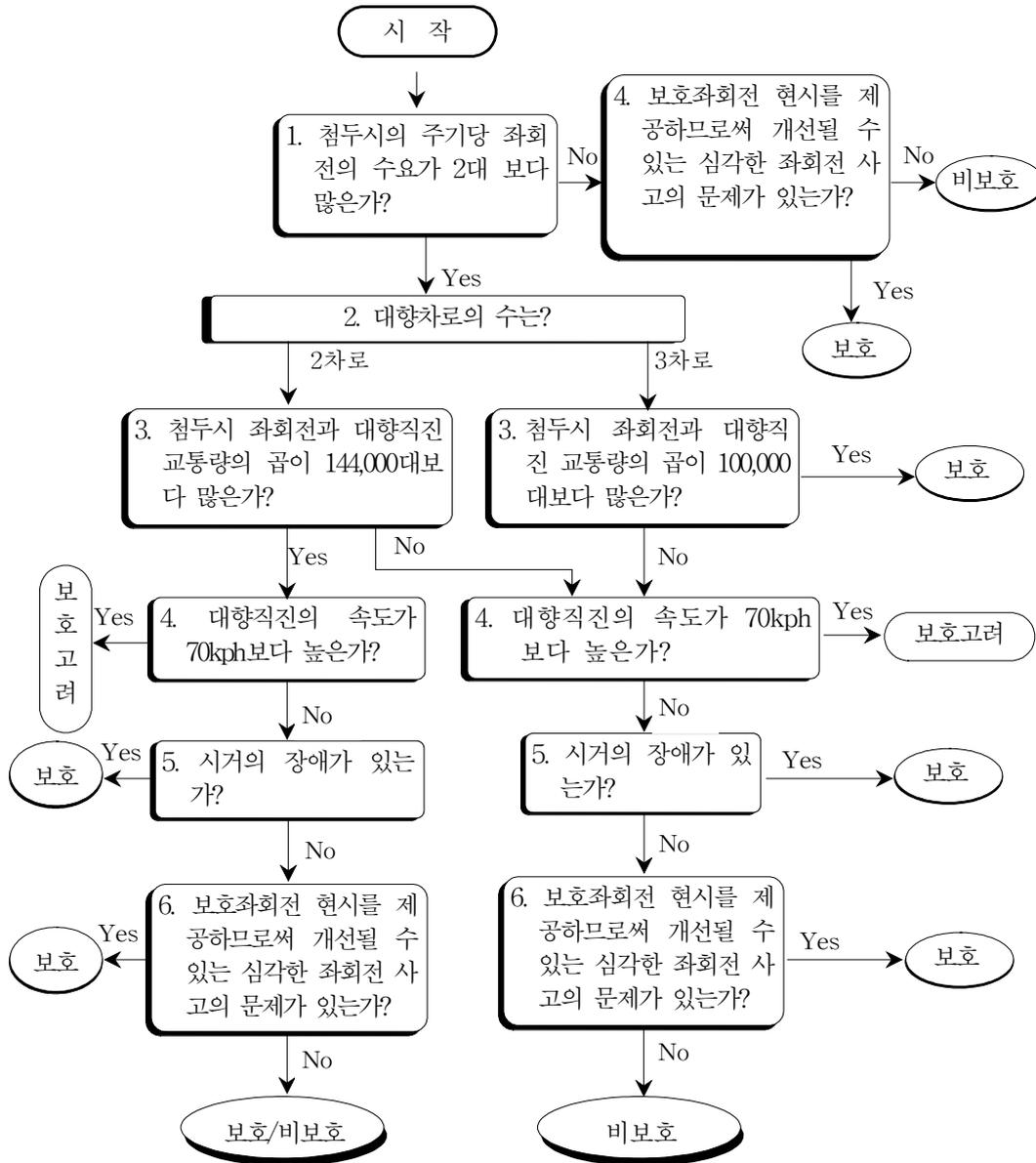
### (1) 좌회전 방법 판단

일반적으로 좌회전 교통류를 관리하는 방법은 교차로 교통량이 많아짐에 따라 신호등이 없는 무신호 교차로에서부터 교차로 입체화에 이르기까지 [그림 2.10]과 같이 진전된다.

신호등 설치 기준에 적합하고 신호제어 방법이 결정되면, 신호방식을 결정해야 한다. 가장 먼저 고려되어야 하는 것은 좌회전 교통류를 비보호로 처리할 것인가 또는 보호좌회전으로 처리할 것인가에 대한 판단이 필요하다. 이와 같은 결정은 보통 좌회전하는 교통량과 대향해서 오는 직진교통량을 고려하여 결정하는 것이 보통이나 대향차량의 접근속도 및 시거, 좌회전하는 차로수, 좌회전하는 차량과 보행자와의 상충정도, 그리고 과거의 교통사고 경험 등도 고려된다.



[그림 2-10] 좌회전 교통류 처리방법의 진전



시거제한 : 56km/h이상시 < 75m, 64km/h이상시 < 120m

[그림 2-11] 비보호/보호 좌회전 선택과정

비보호 좌회전은 좌회전 교통량과 대향직진 교통량이 비교적 적어 별도의 좌회전 신호현시 없이 일정시간동안에 좌회전 수요를 처리할 수 있을 경우에 적용한다. 즉, 대향직진차량간의 차두시간이 좌회전할 수 있는 시간간격이 있을 시 비보호로 좌회전이 가능하다.

4지 교차로에서 좌회전이 비보호로 운영되는 경우 2현시 체계로 운영할 수 있기 때문에 주기가 짧아지고, 총 손실시간이 감소해 전체적으로 지체가 줄어들게 된다. 그러나 교통량이 증가하게 되면 좌회전할 수 있는 기회가 점점 줄어들어 좌회전 차량의 대기시간이 증가하며, 차두간격이 충분하지 않을 때 무리하게 좌회전 감행할 경우 대향 차량과의 충돌사고로 이어질 수 있기 때문에 일정 수준이상의 교통량 및 기하구조 조건을 보이는 교차로는 보호좌회전으로 운영하는 것이 오히려 유리해진다.

## (2) 좌회전 전용차로 설치

좌회전 수요를 비보호로 처리할 때 효율성을 기하기 위해서는 좌회전 전용차로나 좌회전 베이와 같은 대기공간의 확보가 필수적이다. 좌회전 전용차로나 좌회전 베이는 좌회전 차량이 대향 직진차량들 사이에서 적절한 회전 수락간격을 발견할 때까지 동일방향 직진 교통류에게 방해를 주지 않고 대기할 수 있는 공간을 제공하여 신호운영효율 및 교차로의 교통처리용량을 증가시킬 수 있기 때문이다.

좌회전 전용차로는 다음 조건 중 어느 하나에 해당될 때 설치한다.

- 좌회전 교통량이 30대/시 이상일 경우
- 대향직진 차량이 400대/시 이상일 경우

좌회전 전용차로는 교통상황에 맞게 적절하게 설치되어야 한다. 좌회전 차로는 다음과 같이 설치하도록 한다.

- 차로폭원 : 3.0m 이상으로 설치하는 것을 원칙으로 하며, T자형 교차로에서 대향차로가 접근로의 좌회전 전용차로는 2.75m 이상을 유지하도록 한다.

- 최소 길이 : 2대의 승용차 대기공간으로 하며, 트럭과 버스의 혼입율이 10%를 넘을 경우 1대 승용(7m), 1대 트럭/버스(13m)로 한다.
- 무신호교차로 : 첨두시 2분동안 도착하는 좌회전 차량대수
- 신호교차로 : 첨두시 1주기 동안 도착하는 좌회전 차량대수의 2배

### (3) 보호좌회전 기준

비록 교통량 상황은 비보호로 운영하는 것이 바람직하나 도로의 기하구조가 비보호로 운영할 때 교통사고 등의 위험을 고려하여, 다음의 조건 중 어떤 하나라도 충족할 때 보호좌회전으로 운영하도록 한다.

- 대향 직진차로수가 4차로 이상인 경우
- 최고제한속도가 70km/h 이상이고 대향차로수가 3차로 이상인 경우
- 대향 방향의 시거가 100m이내인 경우
- 좌회전 전용차로가 2개 이상인 경우
- 좌회전 교통사고가 연간 4건 이상인 경우
- 좌회전 교통량이 시간당 90대가 넘고, 대향 직진교통량과의 곱이 다음에서 제시한 값보다 큰 경우

대향 직진차로수	대향직진교통량×좌회전 교통량
1차로	50,000대
2차로	90,000대
3차로	110,000대

### 다. 좌회전 현시

좌회전 현시에는 두 가지 크게 대안이 있는데 보호 좌회전이 직진 이동류 처리보다 먼저 이루어지는 선행 좌회전 방식과 좌회전 현시가 직진 이동류에 이어서 이루어지는 후행 좌회전 방식으로 나누어진다. 또한, 좌회전 현시는 양방향의 좌회전이 동시에 표출되는가에 따라 동시

좌회전 신호와 분리좌회전 신호로 나누어진다.

고정식 신호제어에서 양방향 좌회전 교통량이 비슷하며, 좌회전 전용차로가 제공되는 교차로의 경우 동시좌회전 신호방식을 채택하면 효과적이다. 특히, 좌회전 현시체계 결정은 좌회전 교통류에게 제공되는 차로 형태가 좌회전 차량만이 이용할 수 있는 전용차로인가 혹은 직진과 좌회전이 함께 이용하는 공용차로인가에 따라 제한을 받게 된다. 좌회전 전용차로가 제공되는 경우에는 어떤 형태의 좌회전 방식을 적용하여도 무방하다. 하지만, 직진/좌회전 공용차로로 되어 있는 경우에는 양방향 분리 좌회전 (좌회전/직진 동시신호), 비보호 좌회전, 좌회전 금지 방식 중 하나를 선택하여 적용토록 해야 한다.

다음은 교차로의 남북간에서 이용될 수 있는 신호현시 방법과, 각 현시의 접근 방향별 신호등화 색깔을 나타낸 것이다 (이하 ●: 적색, ⊙: 황색, ↻: 좌회전, ○:녹색 의미임).

### (1) 비보호 좌회전 운영 현시

비보호 좌회전은 녹색, 황색, 적색의 3색등을 사용하며, 직진시 비보호로 좌회전할 수 있다는 안전표지를 부착하여 운영하여야 한다.

대향방향 신호	○	⊙	●
이동류	↓ ↙ ↘ ↑		
진행방향 신호	○	⊙	●



[그림 2-12] 비보호 좌회전 현시방법

## (2) 일방향 보호 좌회전 현시

한쪽 방향의 좌회전은 비보호로 또는 금지시키고 다른 한쪽 방향의 좌회전만을 보호로 운영할 경우를 일방향 보호좌회전이라 한다.

한 방향 보호좌회전 방식에는 좌회전 교통량이 많은 접근로에 보호좌회전 신호가 직진신호와 함께 나타난 후 좌회전이 끝나고 직진은 그대로 계속되어 마주보는 두 접근로의 신호가 직진이었다가 동시에 끝이 나는 선행 좌회전과 반대로 처음에는 마주보는 두 접근로가 직진만 계속되다가 어느 한 접근로는 직진이 계속되면서 좌회전 신호가 나타나는 (따라서 맞은편 접근로는 적색신호) 후행 좌회전 방식이 있다.

대향방향 신호	●	●	○	⓪	●
이동류	↶	↑	↓ ↑		
진행방향 신호	⓪	⓪	○	⓪	●

선행 일방향 좌회전

대향방향 신호	○	⓪	●	●	●
이동류	↓ ↑	↑	↶		
진행방향 신호	○	○	⓪	⓪	●

후행 일방향 좌회전

[그림 2-13] 일방향 좌회전 현시방법

우리나라에서는 선행좌회전 현시가 많으므로 이에 적응되어있는 운전자의 행태를 고려하여 가급적 선행 일방향 좌회전 현시를 사용토록 한다. 그러나 좌회전과 직진 신호가 표시될 때 우측의 인접한 횡단보도의 보행신호를 표시할 수 없을 때는 후행 일방향 좌회전 현시가 보다 바람직할 수도 있다.

### (3) 이중좌회전 현시 (직·좌 분리신호)

양방향 좌회전이 동시에 시작되고 끝난 후(전용좌회전) 양방향 직진이 동시에 이루어지는 방식을 선행 이중좌회전(Lead Dual Left)이라 하며, 우리 나라에서 가장 많이 쓰는 방식이다. 이와는 반대로 양방향 직진현시 이후에 양방향 좌회전(전용좌회전)이 오는 경우를 후행 이중좌회전(Lag Dual Left)이라 한다.

대향방향 신호		(y)	○	(y)	●
이동류	↶ ↷		↓ ↑		
진행방향 신호	●	(y)	○	(y)	●

선행 이중좌회전

대향방향 신호	○	(y)		(y)	●
이동류	↓ ↑		↶ ↷		
진행방향 신호	○	(y)	●	(y)	●

후행 이중좌회전

[그림 2-14] 이중좌회전 현시방법

### (4) 방향별 분리 좌회전(직·좌 동시신호)

접근로의 좌회전과 직진신호가 동시에 시작되어 동시에 끝나며 대향 접근로도 동일한 방법으로 운영된다. 이 방식의 장점은 좌회전을 위한 별도의 차로가 반드시 필요한 것이 아니며, 좌측차로는 시간적으로나 공간적으로 직진과 좌회전이 동시에 이용할 수 있는 공용차로로 운영될 수 있다.

대향방향 신호	●	●	○➡	Ⓨ	●
이동류	↶		↷		
진행방향 신호	⬅○	Ⓨ	●	●	●

[그림 2-15] 방향별 분리좌회전 현시방법

이 방식은 좌회전 교통량이 많으나 접근로의 폭이 좁아 별도의 좌회전차로를 마련할 수 없고, 또 한 접근로에서 좌회전 교통량이 차로당 직진교통량에 비해 조금 적거나 비슷할 때 사용하면 효과적이다. 그러나 각 현시에 보행자 신호를 고려해야 할 경우 최소녹색시간이 증가하여 결국 주기를 증대시키는 요인으로 작용할 수 있다.

### (5) 중복(overlap) 현시

○선행/후행 보호좌회전 (동시신호 → 직진 → 동시신호)

일방 보호좌회전의 선행 및 후행 좌회전을 합한 것으로서 좌회전 교통량의 차이가 많은 교차로에 적용될 경우 효과적이다. 즉, 북향 좌회전과 남향 좌회전의 교통량이 비슷할 경우는 동시에 좌회전 신호를 현시하는 이중좌회전 현시를 사용하면 되나, 남북간 좌회전 교통량의 차이가 클 경우 또는 시간대별로 좌회전 교통량의 변화가 심한 경우에는 이 선행/후행 보호좌회전 현시를 사용하는 것이 매우 효율적이다.

이 현시를 채택할 경우 양방향 직진신호가 들어오는 현시에 횡단보도 신호가 표시됨으로써 보행자의 혼란을 야기시키므로 인접한 횡단보도 신호는 직진신호 시작과 동시에 등화되도록 해야 한다.

대향방향 신호	●	●	○	○	○↔	Ⓨ
이동류	↖	↑	↓ ↑	↓	↘	
진행방향 신호	↔○	Ⓨ○	○	Ⓨ	●	●

[그림 2-16] 선행/후행 좌회전 현시방법

○ 방향별 분리 및 양방보호 좌회전(동시신호 → 전용좌회전 → 동시신호)  
 전용좌회전 현시와 동시신호가 합해진 것으로서, 좌회전 교통량이 직진에 비해 많을 경우에 사용한다. 그러나 이 현시를 채택할 경우 좌회전과 직진 동시신호 시 횡단보도의 보행자 횡단시간 고려한 최소녹색시간을 충족해야 하므로 주기길이가 증가하는 문제도 발생할 수 있다.

대향방향 신호	●	●	↔●	↔●	○↔	Ⓨ
이동류	↖	↖	↖ ↘	↘	↘	
진행방향 신호	↔○	Ⓨ↔	↔●	Ⓨ	●	●

[그림 2-17] 방향별 분리 및 양방보호 좌회전 현시방법

○ 양방 및 일방보호좌회전(전용좌회전 → 동시신호 → 직진)  
 양방 전용좌회전이 동시에 진행된 후에 일방 보호 좌회전이 직진과 함께 진행되고(동시신호), 그 후 좌회전이 중단되면서 양방 직진이 진행된다. 이 방법은 어느 한 접근로의 교통량이 대향 접근로의 교통량과 큰 차이가 날 때 사용되며 우리 나라에서도 간혹 볼 수 있는 통제방식이다 (직진-동시신호-전용좌회전 순서도 가능하다).

그러나 이 현시방법은 한 쪽 접근방향에서는 좌회전 신호기 등화된 후 황색신호가 등화되고 적색신호가 들어오도록 되어 있다. 그러므로,

좌회전 종료후 황색신호가 등화될 때 운전자들이 다음에 직진을 위한 녹색신호가 등화되는 것으로 오관하고 직진을 하는 사례가 있어 교통사고의 위험이 있는 문제점이 있으므로 가급적 사용하지 않도록 해야 하며, 특히 접근속도가 높고, 운전자의 조기출발행태 및 신호무시현상이 많이 나타나는 국도상 신호교차로의 경우는 적용을 하지 않도록 해야 한다.

대향방향신호													
이동류							또는						
진행방향신호													

[그림 2-18] 양방 및 일방보호좌회전 현시방법

### (6) 좌회전금지 현시

좌회전을 금지할 경우 역시 녹색, 황색, 적색의 3색등을 사용하며, 가급적 좌회전 금지 표지를 부착하도록 한다.

대향방향 신호			
이동류			
진행방향 신호			



[그림 2-19] 좌회전 금지 현시방법

### 라. 현시방법 결정

신호교차로를 효율적으로 운영하기 위한 현시의 수는 접근로의 수와 교차로 형태뿐만 아니라 방향별 교통량에 따라 결정된다. 가장 기본적인 현시는 2현시로, 교차하는 두 도로에 교대로 통행우선권을 부여하는 것이다. 좌회전 교통량이 많거나 보행자 교통량이 많은 교차로 혹은 접근로가 4개보다 많은 교차로는 차량간 또는 차량과 보행자 간의 상충을

줄이기 위해 3개 이상의 현시를 사용한다. 현시는 수가 많아지면 주기가 길어져 지체가 커지고 황색시간으로 인한 소거손실시간(Clearance Lost Time)이 많아지므로 바람직하지 않다.

상충되지 않는 교통류를 순서대로 진행시킬 때 한 현시내에서 현시율이 가장 큰 이동류(Critical Movement)들의 현시율의 합이 가장 적은 것이 좋다. 다시 말하면 현시율, 즉 교통량비의 합이 가장 적으면 모든 이동류를 한 번씩 진행시키는 데 소요되는 시간, 즉 신호주기가 가장 짧아진다.

현시방법 결정을 위해서는 먼저 기하구조를 검토해야 한다. 즉, 전용 좌회전 차로를 설치할 수 있는지 유무에 따라 현시방법도 달라질 수 있기 때문이다. 그리고 횡단보도의 영향도 있다. 우리나라에서 현재 적용하고 있는 현시체계를 고려할 때 4지 교차로에서 주로 구현할 수 있는 현시방법은 다음과 같다.

<표 2-4> 4지 교차로에서 주로 구현할 수 있는 현시방법

1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					

## 7. 최소녹색시간의 산정

최소녹색시간은 횡단보도를 고려해야 하는 현시와 횡단보도 신호를 고려할 필요가 없는 현시로 나누어 각각 결정한다.

보행자 횡단을 고려해야하는 현시의 최소녹색신호시간은 보행자가 안전하게 횡단보도를 횡단하는 시간이 된다. 어떤 현시에 고려되어야 하는 횡단보도가 양쪽에 있고, 횡단거리가 서로 다를 경우는 횡단거리가 긴 횡단보도를 기준으로 해당 현시의 최소녹색시간을 계산해야 한다.

이 시간은 보행자가 횡단보도에 진입하는 시간에 보행자 횡단시간을 더한 후 전적색시간과 황색시간의 신호변환시간을 감한 시간이다.

보행신호를 고려하지 않아도 되는 현시의 최소녹색시간은 주교통류(보통 직진)인 경우는 15초, 주교통류가 아닌 경우는 5초로 한다.

최소녹색시간 (보행신호고려시)

= 보행자초기진입시간+보행자소거시간-(황색시간+전적색시간)

최소녹색시간 (보행신호 고려 불필요시)

= 주교통류 최소 15초

= 주교통류가 아닌 교통류 최소 5초

## 8. 주기길이 계산

신호주기길이는 주어진 순차적인 현시순서를 한번 완결하는데 필요한 시간이다. 일반적으로 짧은 주기는 정지해 있는 차량의 지체를 줄여주기 때문에 더 효율적이거나, 각 현시별 손실시간이 증가하기 때문에 교통량이 증가함에 따라 주기길이도 증가한다. 보통 신호교차로의 최소주기는 각 현시의 최소녹색시간의 합과 같으며, 최대 180초까지 허용하나 일반적으로 120초 범위 내에서 설정하도록 한다. 주기길이를 설정하기 위

한 다양한 종류의 기법들이 있으나 일반적으로 Webster방법에 따른다. Webster가 제안한 최적 주기길이를 산정하는 공식은 다음과 같다. 여기서의 최적주기란 교차로에서 지체를 최소화 할 수 있게 하는 주기를 말한다. 이 공식은 교차로가 v/c비 1.0이하의 과포화 상태가 아닌 교차로에 적용토록 해야 하며 과포화된 교차로에 적용할 경우 주기가 비정상적으로 높게 산출된다. 여기서 계산된 최적주기의 0.75배 또는 1.5배로 할 경우 차량의 지체에는 큰 영향을 미치지 않기 때문에 계산된 최적주기는 주변 여건을 고려하여 조정할 수 있다. 단일로 횡단보도의 신호주기는 횡단보도 보행신호시간이 주기의 최대 약 50%정도가 되도록 주기를 결정한다. 한편 인접한 교차로와 연계하여 운영되는 교차로의 주기는 연동되는 교차로군내에서 가장 긴 주기를 따르도록 한다.

$$C = \frac{1.5L + 5}{1.0 - Y_i}$$

여기서, C = 최적 주기길이 (초)

Y<sub>i</sub> = 임계차로 교통량(i번째 현시, vph)/  
(포화교통류율, vph)

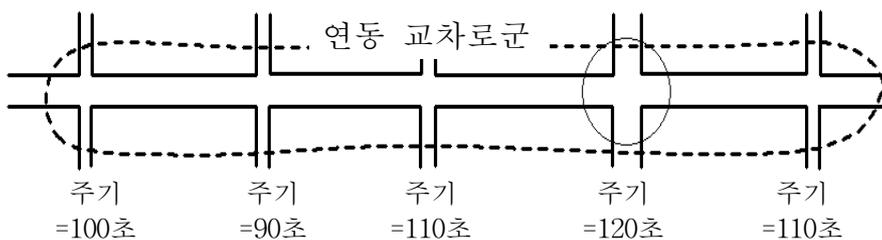
L = 주기당 손실시간 (초, nl + R)

n = 현시수

l = 현시당 평균 손실시간 (초)

R = 주기당 전체 전적색 시간 (초)

교차로군의 공통주기 = 120초



[그림 2-20] 교차로군의 연동주기 결정방법

## 9. 현시별 녹색시간 배분

각 현시에 배분되는 녹색시간을 결정하기 위해서는 우선 산출된 주기 내에서 활용할 수 있는 총 녹색시간을 계산한다. 총 녹색시간은 주기에서 황색시간과 전적색시간의 합을 감한 시간이다. 현시별 녹색시간은 산출된 총 녹색시간을 각 현시의 임계차로의 소요현시율에 비례해서 할당하면 된다.

다음 공식에서 산출된 현시별 녹색시간은 다시 보행자 횡단시간 등을 고려한 최소녹색시간과 비교하여 하나의 현시라도 최소녹색시간보다 작게 산출되었을 경우 주기가 90초 이하일 경우는 5초씩, 100초이상일 경우는 10초씩 증가시켜가며 현시별 녹색시간을 재배분하여 최소녹색시간보다 최소한 같거나 크게 되도록 조정한다.

1. 주기당 총 유효녹색시간 계산  
= 산출된 주기길이 -  $\Sigma$ (황색시간+전적색시간)
2. 각 현시 녹색시간 계산  
= 총 유효녹색시간  $\times$  (현시별 소요현시율/현시별 소요현시율 합)

## 제3절 신호연동계획

신호교차로는 상충되는 각 교통류들이 신호등 통제에 의해서 진행과 정지를 반복하는 지점으로써 교차로 하나 하나가 도로축의 중요한 용량 제약지점이기 때문에 연속적인 교통흐름을 저해하는 역기능도 하고 있다. 따라서 신호교차로에서는 차량의 지체와 정지수를 최소화하기 위한 효율적인 신호운영전략 수립이 필요하다. 특히 특정 지역이나 지구 혹은 신호교차로가 연속적으로 위치한 간선도로의 차원에서 볼 때, 상류부 신호교차로에서 녹색신호를 받고 출발한 차량군이 다음 교차로에서

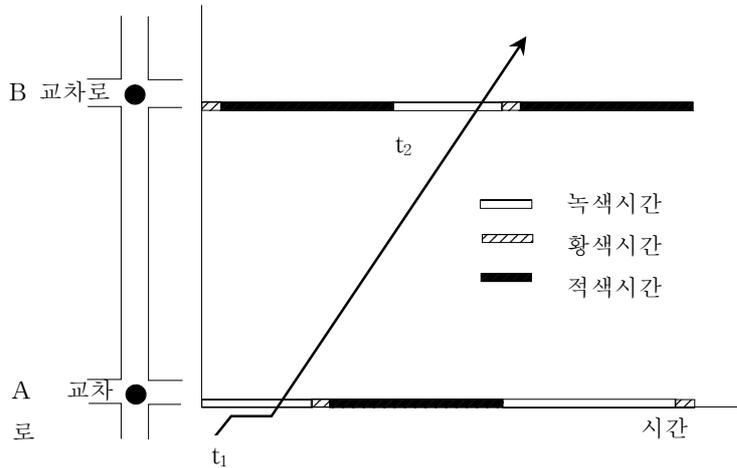
정지하지 않고 녹색시간을 이용하여 그대로 통과하도록 신호체계를 조정한다면 차량의 지체를 최소화 할 수 있을 것이다.

신호연동체계가 효율적으로 구축되어 있는 경우에는 교통수요가 많아 일부 교차로가 용량상태로 운영된다고 하더라도 각 개별차량이 느끼는 지체는 그리 크지 않게 된다. 하지만 용량이하로 운영되고 있는 교차로라 하더라도 연동방법이나 오프셋이 적절하게 설정되어 있지 못하다면 개별차량들이 느끼는 지체는 매우 크다.

그러므로, 주행차량의 연속진행을 위한 신호교차로간 연동계획은 교통 신호체계 운영에 있어 매우 중요한 과정이며, 도로운영상태, 각 교차로간 거리, 혼잡도, 접근로의 대기차량, 교통량, 링크 주행속도, 현시율 및 현시방법, 신호주기 등을 종합적으로 고려하여 이에 적합한 신호연동기법을 적용할 수 있도록 해야한다.

## 1. 신호연동 요건

다음 그림은 일방통행로상의 두 개 신호교차로를 연속진행할 수 있는 오프셋(offset)의 개념을 나타낸 것이다. [그림 2-20]과 같이 가로축에 신호등화에 따른 경과시간을 나타내고, 세로축에 각 신호교차로간 거리를 도표로써 나타낸 것을 시공도(Time-Space Diagram)라 하며 신호연동 계획시 차량군의 진행상황을 사전에 판단할 수 있게 해준다. 그림에서의 오프셋이란 상대적 오프셋의 개념으로써 「상류부 교차로의 녹색신호 시작시점과 하류부 교차로의 녹색신호 시작시점의 차이」를 나타내며, [그림 2-20]과 같은 경우 오프셋은  $(t_2-t_1)$ 이 된다. 이때의 오프셋은 대기차량이나 기타 제약요건이 없는 이상적 상태에서의 오프셋이다.



[그림 2-21] 웁셋의 개념 (시공도)

위 [그림 2-21]에서 보면 상류부를 출발한 차량이 사전에 계획된 연동속도(화살표의 기울기:  $V/S$ )로 주행할 경우 다음 교차로의 신호에 의해 정지하지 않고 진행하게 되는데 이러한 개념을 간선도로나 도로망으로 확장하여 적용하면 신호 교차로에 의해 발생하는 지체를 최소화시킬 수 있다.

신호연동계획을 수립하기 전에 먼저 고려해야 할 사항은 신호연동의 목적과 신호연동으로 발생할 수 있는 문제점 및 기타제약사항을 평가하는 것이다. 신호연동으로 발생하는 가장 큰 편익은 차량의 정지와 지체를 최소화하여 도로전체의 서비스수준을 향상시킬 수 있다는 것이며, 이 밖에 에너지 소비감소, 대기오염의 감소 등의 부수적 효과를 얻을 수 있다. 또한 신호연동계획 단계에서 적정속도를 유지할 수 있도록 차량의 주행속도를 제한할 수 있다. 계획된 연동속도를 초과하여 주행하는 차량은 각 교차로에서 자주 정지해야 하기 때문에 결국 계획된 연동속도를 따르게 된다.

실무자는 신호연동에 따른 발생편익을 종합적으로 고려해서 각 연동 계획대안의 우선순위를 면밀히 검토한 후 적용토록 해야 하며, 적용 후에는 필수적으로 모니터링을 실시하여 운영효과를 평가하도록 한다.

다음으로 신호연동계획수립에 요구되는 기초변수자료를 수집하고, 대상가로중에서 연동조건을 악화시키거나 편익을 감소시킬 수 있는 요인들을 찾아내 적절한 대책을 강구해야 한다. 간선도로의 신호연동계획을 수립하는데 고려해야 할 기본적 요소는 다음과 같다.

### 가. 도로운영상태 평가

대상 가로가 일방통행으로 운영중인지 혹은 양방통행인지를 평가한다. 일방통행도로의 경우 신호연동이 용이하고 차량군을 효과적으로 연속 진행시킬 수 있으므로 기존 도로가 양방통행일 경우 일방통행으로 전환도 검토하도록 한다.

### 나. 신호교차로간 거리

신호 교차로간의 거리가 너무 길어지면 주행중인 차량군이 분산정도가 커지기 때문에 연동효과가 감소하게 된다. 일반적으로 신호 교차로간 거리가 800m 이하일 경우는 적극적으로 신호연동을 고려하고, 1,500m이상인 경우에는 주행중인 차량의 분산정도가 커져 신호연동에 따른 효과가 없는 것으로 보고 있다.

### 다. 접근로의 상태 (대기차량/마찰요인)

이상적인 상태에서의 옵션은 교차로간 거리와 차량주행속도만을 고려해 설정할 수 있으나, 실제로는 하류부 교차로의 차량 대기행렬길이 및 기타 노측 마찰요인 (주·정차 활동, 링크중간지점의 유입차량, 버스정류장 등)을 고려해 결정하도록 해야 한다.

## 라. 주기

연동화 되는 교차로들의 신호주기는 동일하거나, 그 배수로 운영되도록 해야 한다. 이런 방법으로 연동시스템을 운영하는 것이 매우 비효율적으로 되는 경우 대상 교차로를 시스템내에서 분리해 독립교차로로써 운영하는 방법도 고려될 수 있다.

## 마. 적정주행속도

연동시스템내를 연속진행할 수 있는 연동속도가 사전에 결정됨으로 차량들의 주행속도를 일정범위내로 유지하도록 할 수 있다.

## 바. 제약요건

신호연동에 따른 편익을 감소시킬 수 있는 제반요인을 평가한다. 신호연동 효과와 편익은 여러 도로조건과 교통상황에 의해 급격히 감소될 수 있으므로 계획단계에서 반드시 이를 고려하도록 한다. 신호연동효과를 감소시킬 수 있는 요인은 다음과 같다.

- 부적절한 도로용량
- 주차 및 상/하차 활동 등 다차로 도로에서 유발되는 교통류 마찰요인
- 주행속도 분산의 증가
- 너무 짧은 신호교차로간 간격
- 회전교통량이 많은 지점

신호연동계획은 간선도로축을 따라 연동화하는 간선도로제어와 특정 지역이나 지구 전체를 고려하여 연동전략을 수립하는 도로망제어 등이 있으며 제어되는 교차로 범위에 대해서는 사전에 결정되도록 해야 한다. 또한 각 교차로의 현시체계가 어떻게 구성되어 있는지에 대해서도 면밀한 검토가 선행되어야 한다. 연동화 되는 그룹내의 현시체계가 동일할 경우 신호연동을 실행하기가 용이하다.

일반적으로 간선도로 신호연동을 위해서는 동일한 신호패턴이 반복되어야 하기 때문에 고정식 신호제어기로 이루어진 신호체계가 효율적이다. 특정지역이나 지구를 고려하여 신호연동계획을 수립할 경우 교차도로에 대한 연동까지 고려해야 하기 때문에 매우 복잡하게 되며 주로 컴퓨터로 제어하는 신호시스템내에서 적용하게 된다. 현재 서울과 경기일부지역에서 활용중인 첨단교통신호 제어시스템에서는 교차로에 유입하고 유출되는 교통량을 고려하여 미리 결정된 7개의 옵션패턴 중 하나를 선택하여 운영하도록 하고 있다.

## 2. 신호연동을 위한 공통주기 설정

신호교차로의 주기나 현시와 같은 신호제어변수들은 각 교차로의 특성이나 접근로별 교통수요에 따라 다르게 설정되게 된다. 하지만 신호교차로간 연동체계를 구축하기 위해서는 연동체계에 포함되는 각 신호교차로의 주기를 공통적으로 동일하게 설정하여 운영하여야 한다. 이 경우 연동시스템내의 각 교차로 중에서 가장 긴 주기를 운영되는 교차로의 주기를 기준으로 공통주기로 설정하여 운영하도록 한다. 이때 시스템 내에서 가장 긴 신호주기로 운영되는 교차로를 중요교차로 (CI, critical intersection)라 부른다.

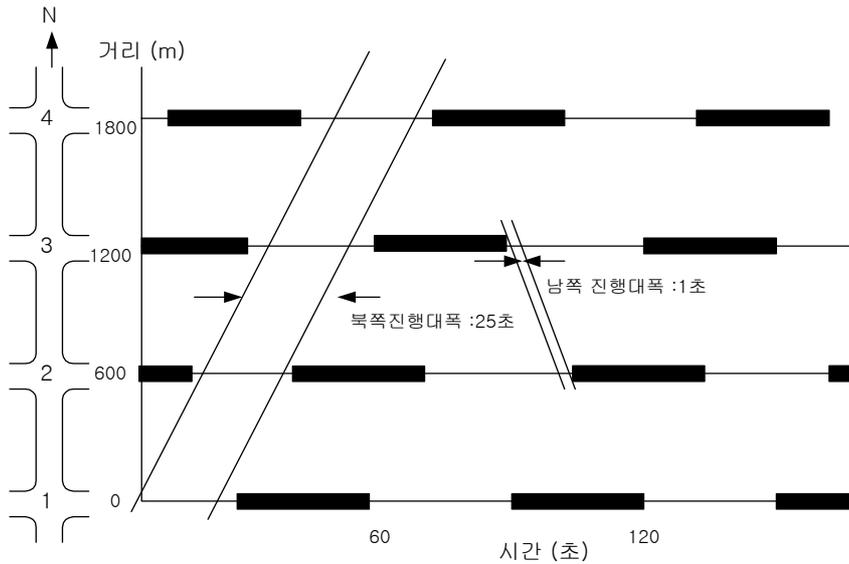
연동시스템내에 교통량이 특별히 많은 교차로가 존재하여 혼잡상황이 빈번하게 발생할 경우 이 교차로를 기준으로 공통주기를 설정하는 것은 신호운영상 매우 비합리적인 결과를 초래하게 될 수도 있다. 이와 같은 문제가 발생할 경우에는 대상교차로를 연동체계내에서 분리시키고 독립교차로로 운영하여 연동시스템을 두 개 분리하여 운영하거나, 또는 부분적인 연동효과를 얻기 위해 감응식 제어기를 설치할 수 있다.

긴 신호주기 문제를 해결하는 또 다른 방안은 문제교차로의 주변 교차로를 따라 신호연동계획을 수립하여 주행차량이 혼잡교차로를 우회하여 진행할 수 있도록 하게 하는 미터링 (Metering)기법을 적용하는 것이다. 하지만 이와 같은 기법은 인접한 도로축에 대한 신호연동에 영향을 미치고, 혼잡을 다른 교차로로 전이시킬 수 있기 때문에 적용하는데 많은 문제점이 있다.

공통주기가 설정되면 교차로간 거리와 계획주행속도를 고려해 오프셋을 결정하게 된다. 이렇게 공통신호주기와 오프셋이 결정되게 되면 시공도를 통해 각 방향별 연동효율을 구하고 이를 다시 조정하는 과정을 거쳐야 한다. 시공도에서 교차로간 녹색신호에 의해 연속적으로 진행할 수 있는 범위를 신호주기를 나눈값을 연동효율이라고 하며, 연동효율이 40%~50%정도면 연동시스템이 효과적으로 연동되어 운영되고 있다고 할 수 있다. 연동효율을 결정하는 공식은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\text{신호연동효율} = \frac{\text{진행대폭}}{\text{주기길이}} \times 100$$

다음 [그림 2-21]은 네 개 신호교차로에 대한 진행대폭 및 연동효율을 나타내고 있다. 북쪽으로 진행하는 이동류의 연동효율은 43%로 나타내며 남쪽방향 교통류의 연동효율이 훨씬 이에 못 미치기 때문에 재조정이 필요하다. 따라서 양방향의 교통류 처리가 동등하게 중요하게 취급해야 하는 경우에는 오프셋의 조정을 통해 남쪽방향 이동류와 북쪽방향 이동류가 비슷한 연동효율을 확보할 수 있도록 해야 한다.



[그림 2-22] 양방도로에서의 진행대폭 및 연동효율 비교

하지만, 실제 현장에서 이와 같은 시공도를 작성하여 읍셋을 결정하는 것은 절차가 복잡하고 어렵기 때문에 MAXBAND나 TRANSYT-7F와 같은 시뮬레이션 프로그램을 활용하면 연동시스템의 진행대폭을 최적화할 수 있는 합리적인 읍셋값을 산출해 낼 수 있다.

### 3. 신호연동방법

양방통행로에서 차량을 효과적으로 연속 진행시키기 위한 신호연동방법으로는 동시시스템, 교호시스템, 연속진행시스템 등의 방법이 있으며 각 운영기법과 제약요건은 다음과 같다.

#### 가. 동시연동 (Simultaneous System)

링크길이가 매우 짧은 교차로가 연속적으로 존재하고 차량군의 주행

속도가 매우 높은 경우 각 교차로의 녹색신호는 동시에 등화되도록 옵션을 조정하는 것이 효율적이다. 이 경우 각 교차로간 옵션은 0이 되며, 연동효율은 몇 개의 교차로간 연동화되었는가에 따라 결정되게 된다. 이러한 신호 연동방식을 동시신호시스템이라고 한다. 동시신호시스템 내에서 모든 교차로에 도착하는데 요구되는 주행속도는 다음 공식과 같이 구해진다.

$$V = \frac{C}{L}$$

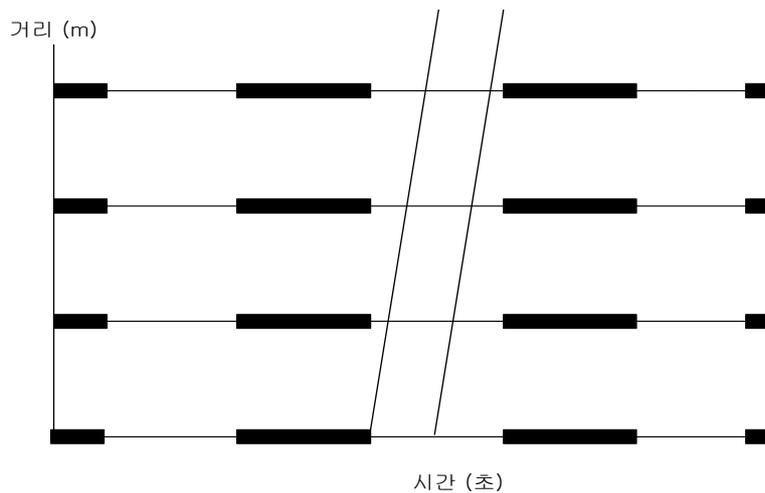
여기서,  $V$  = 연동속도 (m/s)

$C$  = 신호주기 (초)

$L$  = 교차로 간격 (m)

동시신호시스템은 구간길이가 매우 짧고 균일한 교차로가 연속적으로 존재할 경우 효과적으로 운영될 수 있으며 많은 교통량에 의해 대기행렬의 발생가능성이 있는 지역에서 적용하면 대기차량을 효과적으로 소거시킬 수 있는 장점이 있다.

하지만, 동시신호시스템은 차량들이 동시에 정지하고 동시에 출발하기 때문에 교차로사이 링크구간에서 주행중인 차량이 다음 교차로 녹색신호를 받기 위해 과속을 하려는 경향이 발생하고, 주도로의 교통량이 너무 많은 상태에서 적색신호가 켜지면 부도로에서 진행하거나 회전하는 것이 어렵게 되는 등 여러 가지 단점이 가지고 있기 때문에 신호실무에 적용할 경우 이와같은 상황이 큰 문제를 유발시키는지에 대한 면밀한 검토가 필요하다.



[그림 2-23] 동시연동 시스템의 시공도

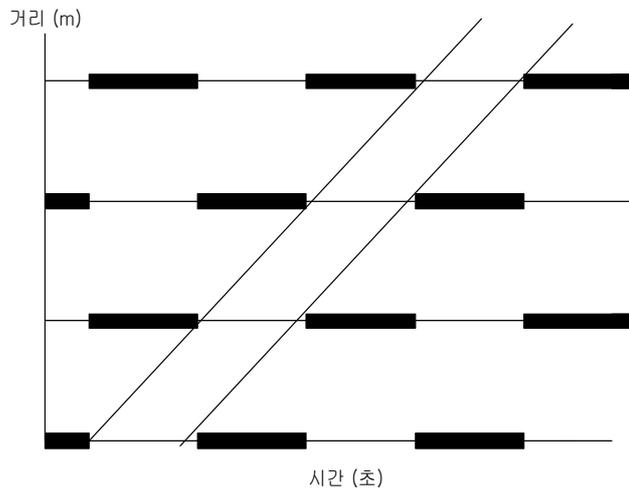
#### 나. 교차연동 (Alternate Progression System)

시간분할이 50:50이며, 교차로간 거리가 일정한 경우 인접교차로 또는 인접교차로 그룹의 신호가 정반대로 등화되면 차량의 연속진행을 확보할 수 있다. 이와 같은 연동방법을 교호시스템이라고 하며, 다시 단일교호시스템과 이중교호시스템으로 구분된다. 이중교호시스템은 교차로간 간격이 상대적으로 짧아 단일교호시스템을 적용하기가 적절치 않은 경우 사용될 수 있다.

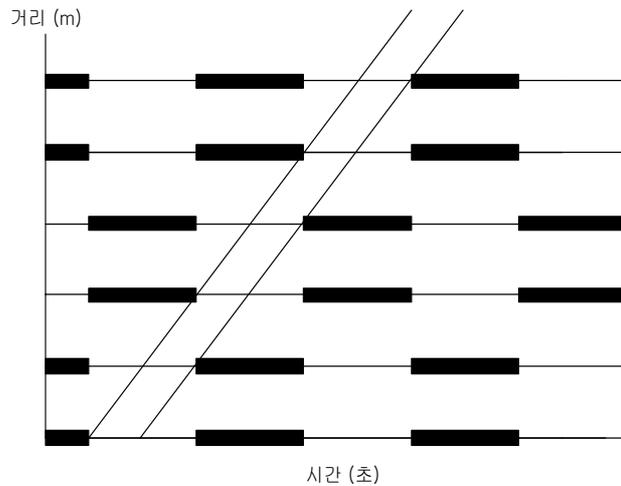
즉, 주행속도(V), 교차로 간격(L), 주기(C)와의 관계가 「 $V/L=C/2$ 」를 만족하는 경우 단일교호시스템을 적용하고, 「 $L/V=C/4$ 」를 만족하는 경우는 이중교호시스템을 적용하면 차량을 효과적으로 연속진행시킬 수 있다.

교호시스템은 동시신호시스템보다 진전된 신호운영체계로써 합리적이고 높은 주행속도로 연속적인 주행을 가능하게 한다. 하지만 교호시스

템은 교차로간의 길이 또는 교차로 그룹과의 길이가 동일하고 시간분할이 50:50인 경우에만 연동효과를 발휘할 수 있다. 시간분할이 50:50으로 구성된 경우 주도로와 교차도로의 녹색시간 배분이 동일하게 되어 자칫 신호운영이 비효율적으로 되기 쉽고, 교차로 간격이 균일하지 못한 경우 연동이 잘 맞지 않는 등 실무에 적용하는데는 한계가 있다.



단일교호시스템



이중교호시스템

[그림 2-24] 단일교호시스템과 이중교호시스템의 시공도

## 다. 연속진행 연동

연속진행시스템은 상류부 교차로를 출발한 차량이 다음 교차로에 도착할 시간에 맞추어 그 교차로에 녹색신호를 등화하는 시스템으로서 옹셋은 교차로간 거리를 주행속도로 나눈 값과 같게 된다. 연속진행시스템은 교통현장에서 일반적으로 활용하고 있는 연동방법으로 교차로간 거리나 각 교차로의 시간분할에 영향을 받지 않는다.

연속진행시스템은 제약된 조건하에서 적용하는 동시신호시스템이나 교호시스템에 비해 훨씬 더 효과적이기는 하나 교통량의 시간대별 변동에 탄력적으로 대응하기 위해서는 신호연동시간을 이것에 맞추어 조정해 주어야 한다. 또한 연속진행시스템내의 옹셋설정시 대기차량과 가로변의 교통류 마찰요인등을 종합적으로 고려해 결정하도록 해야 한다. 연속진행시스템은 다음과 같은 장점을 가지고 있기 때문에 실무에 널리 활용되고 있다.

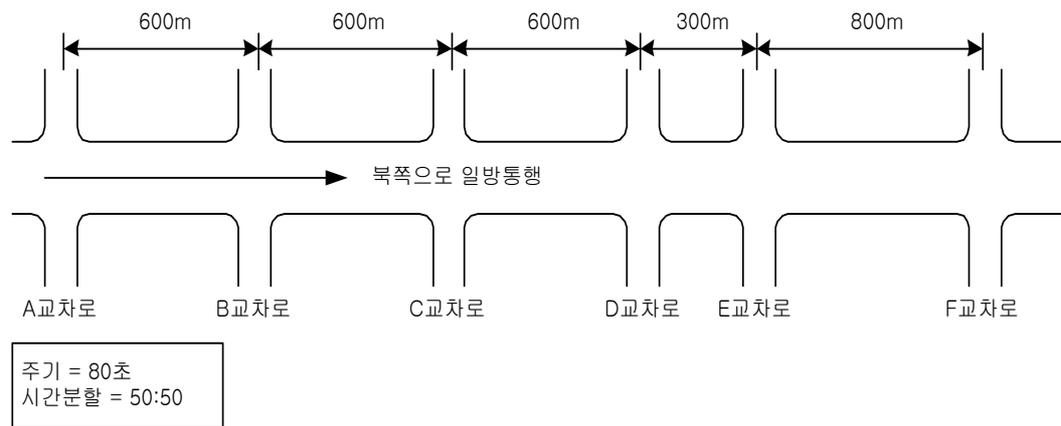
- 전체차량이 계획된 주행속도내에서 지체를 최소화하며 주행하게 된다.
- 각 교차로의 현시분할을 동일하게 할 필요성이 없으므로 교통류 처리에 훨씬 효과적이 된다.
- 연동속도이상으로 주행하는 차량은 자주 정지하게 됨으로 교차로 사이에서 과속을 억제시킨다.
- 교차로간 간격이 일정치 않아도 효과적인 연동효과를 거둘 수 있다.

## 4. 옹셋결정방법

### 가. 한방향 우선옹셋

일방통행도로의 경우 한쪽방향의 이동류만을 고려하면 되기 때문에 양방통행도로에 비해 효과적인 연동계획수립이 가능하며, 운영효율을 극대화 할 수 있다. 다음 [그림 2-24]은 북쪽방향으로 일방통행을 운영 중인 도로를 따라 설정된 신호연동을 나타내고 있다.

여기서 계획 주행속도를 60km/h로 가정하면 각 교차로간 옵셋은 다음 <표 2-5>와 같이 결정된다. 이 경우 옵셋은 이상적인 상태에서의 옵셋이며, 양호한 연동효율로 차량의 연속진행을 확보할 수 있다. 이와 같이 일방통행 시스템하에서는 효율적인 신호운영과 교통류 관리가 가능하기 때문에 국내·외적으로 각 도시마다 교통혼잡을 해소하기 위한 대안으로써 양방통행도로의 일방통행제의 전환이 심도있게 검토되고 있는 상황이다.



[그림 2-25] 일방통행로에서의 옵셋설정

<표 2-5> 각 교차로간 옵셋값 계산사례

교차로	교차로간 거리(m)	계획주행속도(m/s)	옵셋 (초)
B	600	16.7	$600/16.7 = 36$
C	600	16.7	$600/16.7 = 36$
D	600	16.7	$600/16.7 = 36$
E	300	16.7	$300/16.7 = 18$
F	800	16.7	$800/16.7 = 48$

양방통행도로에서 한쪽방향에 대한 옵셋설정은 대향방향의 옵셋도 사전에 결정하기 때문에 방향별 교통량을 고려하여 신중히 결정하여야 한

다. 하지만 양방향 도로라 할지라도 한쪽방향의 교통류 처리가 특별히 중요하여 다른 방향 교통흐름이 조금 지체되어도 좋을 상황이거나, 시간대별로 방향별 교통량의 차이가 뚜렷한 경우에는 주요방향의 교통류 처리에 중점을 두고 연동계획을 수립하면 된다. 이때 오전첨두나 오후 첨두시 등 시간대별로 방향별 교통량의 변화가 클 경우에 연동계획은 시간대별로 다르게 설정되어야 한다. 하지만 양방통행로를 일방통행도로와 같이 전적으로 한방향의 연속진행만을 고려할 경우 반대방향의 차량진행은 막대한 지체를 겪게 될 것이므로 한방향 우선우선택을 설정할 경우에도 다른 방향에 대해서도 일정수준의 진행효율이 확보되도록 조정해야 한다.

[그림 2-24]의 시공도를 다시 예를 들면, 교차로 1과 교차로 3의 녹색 신호시점이 조금 일찍 나타나도록 신호시간을 조정한다면 주방향인 북쪽방향의 연동효율에는 거의 영향을 미치지 않으면서 대항방향인 남쪽방향의 연속진행도 확보할 수 있게 된다.

#### 나. 양방향 균형우선택

간선도로 대부분을 차지하고 있는 양방통행도로의 경우 대부분 양방향 교통류의 처리가 모두 중요하게 취급되어야 할 상황으로 나타난다. 이 경우 한쪽방향만을 중심으로 하여 우선택을 설정하여 운영한다면 대항방향의 교통류는 신호교차로마다 빈번하게 정지를 해야 하고 많은 지체를 경험하게 될 것이다.

양방향 교통류에 대한 동등한 진행대폭을 확보하기 위한 최적의 방법은 동시신호시스템이나 교호시스템을 적용하는 것이다. 이미 언급한 것과 같이 단일교호시스템은 양방향 진행대폭 효율을 25%로 할 수 있고 이중교호시스템은 진행대폭을 50%로 동등하게 운영할 수 있으며, 동시

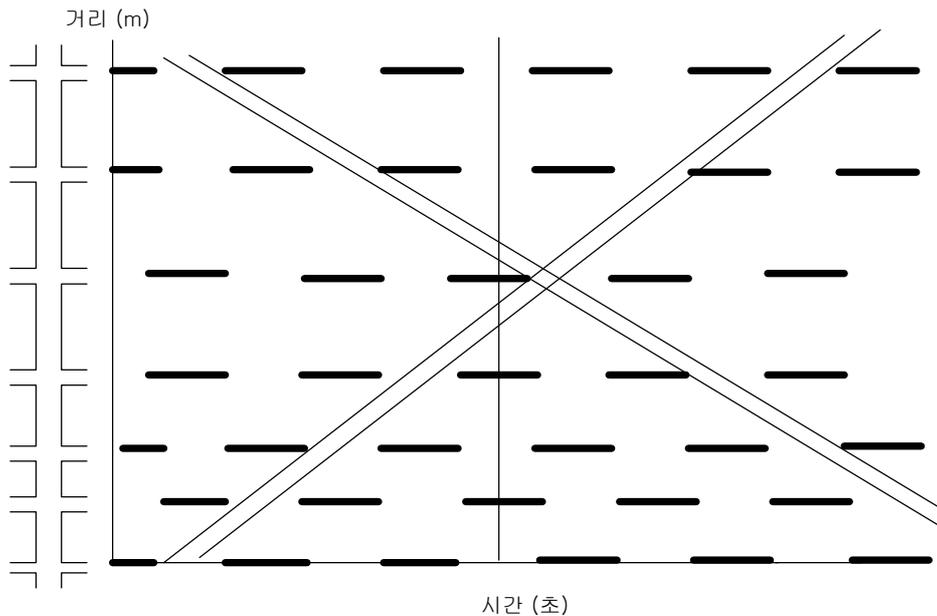
신호시스템의 경우 연동화되는 교차로수에 따라 연동효율이 다르지만 역시 양방향 이동류를 효율적으로 처리할 수 있다. 하지만, 동시신호시스템이나 교호시스템이 가지고 있는 여러 제약요건으로 인해 적용할 수 있는 지점이 한정적일 수밖에 없어 모든 교차로에 광범위하게 사용되지 못하는 단점이 있다.

그러므로 일반적인 조건하에서 양방향 교통류를 모두 효과적으로 진행시키기 위해서는 연동속도, 주기, 시간분할등을 종합적으로 고려하여 시행착오(trial-and-error)법을 사용해 접근하도록 해야한다. 즉, 연동시스템의 주기를 증가시킨다거나, 혹은 연동속도를 변화시켜 진행대를 나타내는 시공도의 기울기를 조정하는 방법을 통해 양방향 진행대폭의 효율을 효과적으로 조정할 수 있다. 일반적으로 시스템내의 주기길이를 증가시키면 일정수준 이상의 차량진행효율 확보가 비교적 용이하게 될 수 있으며 교차로 처리용량도 어느정도 증가하게 되지만 연동속도는 낮아지게 된다. 그리고 연동체계내 전체 주기의 증가는 시스템내의 차량 대기시간의 증가나 지체의 확산도 초래할 수 있기 때문에 이를 반드시 고려하여 결정하도록 해야 한다.

다음은 신호연동화계획시 대상 간선도로에 대하여 시공도를 작성하고 시행착오법을 이용해 양방향 교통류가 동등한 진행대폭을 갖도록 하는 절차를 나타낸 것이다. 이런 과정을 거쳐 완성된 시공도를 보면 교차로 간 거리가 다르기 때문에 연동시스템내에 동시신호시스템과 교호시스템이 혼합되어 사용되어진 것을 알 수 있다.

- 시공도에서 기준이 되는 첫 교차로의 적색신호시간의 반을 수평축에 나타낸다
- 기준 교차로의 녹색신호시점을 지나는 기울기로 선을 그리되, 이 선에 요망주행속도를 나타내도록 기울기를 결정한다.

- 기준 교차로 신호의 적색 또는 녹색신호의 중심선을 지나는 수직선을 그린다.
- 연동화 되는 모든 교차로의 적색 또는 녹색신호의 중간지점이 이 수직선을 지나도록 하면서 양방향 교통이 동등한 진행대폭을 갖게끔 요망속도, 주기, 시간분할을 시행착오법을 활용해 반복 조정한다.



[그림 2-26] 양방향 균형오프셋의 설정방법

#### 다. 대기차량길이를 고려한 오프셋

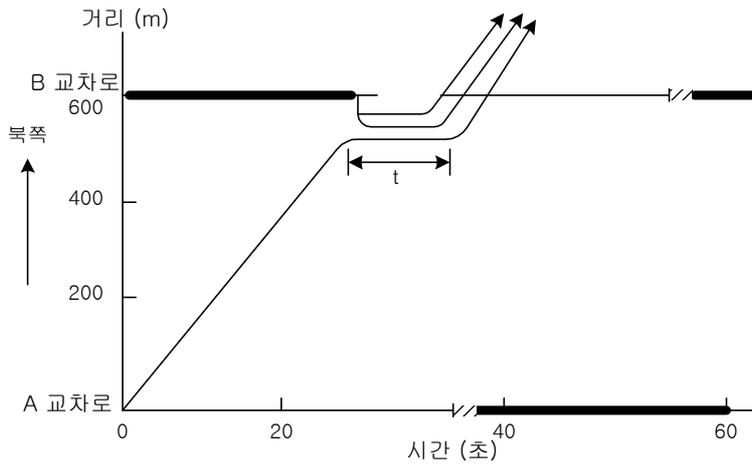
오프셋은 상류부 교차로를 출발한 차량이 하류부 교차로 도착시점에 녹색신호를 나타내도록 설정하는 것이 이상적이다. 하지만 현실적으로는 신호교차로의 각 접근로에는 좌회전이나 우회전으로 유입되는 차량, 링크중간이나 주차지역에서 유입되는 차량, 그리고 이전 주기에서 미처 교차로를 통과하지 못하고 남아있는 차량들로 인해 대기행렬이 형성되

게 되어 옹셋결정에도 영향을 미치게 된다.

즉, 대기행렬을 형성하고 있는 차량이 존재할 경우에는 녹색신호를 받아 출발하기 시작하여 마지막 대기차량이 움직이기 시작할 때 상류교차로에서 출발한 차량군이 대기행렬의 후미에 도착하도록 옹셋을 설정하는 것이 바람직하다. 다음 [그림 2-26]은 하류부에 대기차량이 존재할 경우에 차량진행의 개념을 시공도로 나타낸 것이다.

[그림 2-26]의 경우 A교차로에서 출발한 차량은 B교차로에서 대기하고 있는 차량의 영향으로 인해 t초 가량의 지체를 경험한 후 교차로를 통과하게 된다. 이 때 설정된 옹셋은 이상적인 상태에서의 옹셋으로써 주행속도가 40km/h인 경우 55초가 되며, 이것은 하류부 교차로의 대기차량 영향을 반영하지 못한 상태이다. 이런 경우 하류부 B교차로의 녹색시간이 조금 일찍 등화되도록 신호시간과 옹셋을 조정할 경우 상류부에서 출발한 차량이 대기차량의 후미에 도착하기 전에 대기차량들을 소거시켜 연속진행을 확보할 수 있으며 지체를 최소화 할 수 있다. 하류부 교차로의 대기차량을 고려한 옹셋 결정식은 다음과 같이 나타낼 수 있다. 이 공식을 활용하여 [그림 2-26]의 시공도에서 적용한 옹셋을 조정하면, [그림 2-27]과 같이 주행차량이 하류부 교차로에서 지체하지 않고 연속진행을 할 수 있게 된다

이와 같은 대기차량의 영향으로 인해 하류부 교차로에 대기차량이 증가할수록 옹셋은 「+」 값에서 「-」 값으로 이동하게 되며, 일정시점에서는 상류부 교차로와 하류부 교차로의 녹색신호가 동시에 등화되는 것이 연속진행에 효율적이 된다. 즉, 대기차량이 일정수준이상 증가하게 되면 상류부에서 유출된 차량이 대기차량 후미에 도착하기 전에 대기차량을 먼저 소거시키기 위해 상류부 교차로의 녹색신호보다 하류부 교차로의 녹색시간 먼저 등화되어야 한다는 것을 의미하게 된다. 이 경우 녹색신호가 등화되는 시각적 이미지는 차량의 진행방향과 반대인 상류부를 따라 이동하게 된다.



[그림 2-27] 대기차량을 고려하지 않은 오프셋설정

$$t_{adj} = \frac{L}{V} - (Nh + Loss_1)$$

여기서,  $t_{adj}$  = 대기차량을 고려한 오프셋 (초)

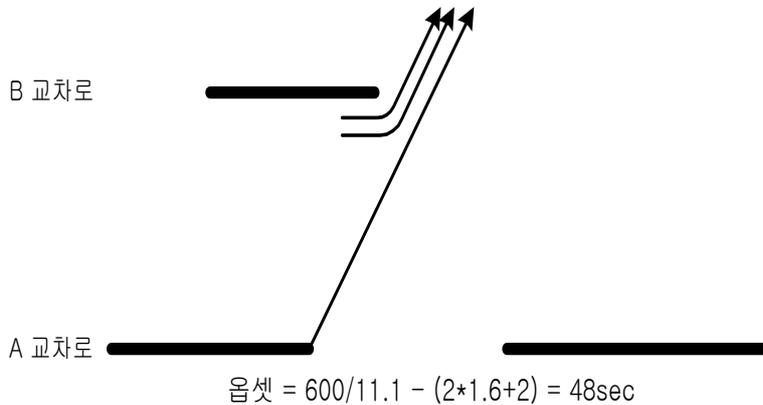
$L$  = 링크길이 (m)

$V$  = 주행속도 (m/s)

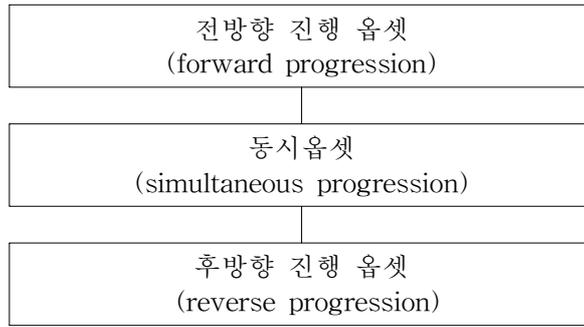
$N$  = 대기차량수 (대)

$h$  = 대기차량의 유출차두시간 (초/대), 보통 1.7초 사용

$Loss_1$  = 첫 번째 교차로에서 경험하는 차량의 출발손실시간 (초), 보통 2초사용



[그림 2-28] 대기차량을 고려한 오프셋결정



[그림 2-29] 대기차량증가에 따른 옵션의 변화

## 라. Equity 옵션

도시부 지역의 경우 차량이 지속적인 증가와 도로시설의 공급부족으로 인해 만성적으로 정체가 발생하고 있다. 특히, 오전 출근시간대나 오후 퇴근시간대의 경우 특정한 주요교차로의 처리용량을 훨씬 초과하는 교통수요가 집중되어 극심한 혼잡현상이 발생하고 있다. 이런 경우 지속적인 용량부족으로 인해 주기가 반복될수록 하류부 교차로 접근상에 대기차량은 증가하게 되고 결국은 상류부 교차로의 녹색신호가 등화되어도 차량이 교차로를 진입할 수 없는 앞막힘 현상(spillback)이 발생하게 된다. 앞막힘 현상이 발생하게 되면 교차도로의 차량도 진행하지 못하게 되고 결국 교통흐름이 와해되어 버리는 결과를 초래하게 된다.

앞막힘 현상이 발생했거나 발생할 가능성이 있는 경우에는 기존의 연동방법을 통해서는 혼잡을 가중시킬 수밖에 없게 된다. 즉 대기차량이 증가할수록 옵션은 전방향진행 옵션 (forward progression)에서 동시진행 옵션(simultaneous progression)으로, 다시 후방향진행 옵션(reverse progression)으로 변경되어야 하지만, 대기차량 길이가 링크길이에 접근하게 되면 신호연동은 그 기능을 상실하게 되고 결국 앞막힘 현상이 발생하게 된다.

이러한 혼잡을 사전에 예방하고 교차도로의 이동성을 확보하기 위한 방안으로 제안될 수 있는 것이 Equity 옵션을 활용하는 것이다. Equity 옵션은 앞막힘 현상이 발생했거나, 발생할 가능성이 있는 주요교차로의 상류교차로에 혼잡을 예방하기 위한 목적으로 사용되며, 상류부 교차로 내에 차량이 소거되는 시점에 교차도로의 녹색신호가 등화되어 차량의 이동성을 확보하며 혼잡링크로의 차량진입도 억제하여 기존 도로용량을 최대한으로 사용하기 위해 적용한다.

Equity 옵션은 교통량과 차량 대기행렬의 증가추세에 따라 적용시기를 적절히 선택할 경우 앞막힘 현상을 사전에 예방할 수 있고 교차도로의 녹색시간을 효율적으로 활용할 수 있어 도심전체의 교통혼잡 해소에 기여할 수 있지만, 교통량/용량비가 크지않은 한산한 교통상태에서 적용할 경우 오히려 주도로 차량의 연속진행을 방해하여 처리효율을 떨어뜨리게 되는 결과를 초래하게 된다.

# 부록 3. 교통신호기 지주설계 계산예

## 제1절 설계계산시 고려사항

### 1. 사하중 (Dead Load)

교통신호등은 측주식 폴리카보네이트 합체와 부착기구를 포함하여 1색등 중량을 4kg로 간주하여 계산한다.

### 2. 풍하중 (Wind Load)

교통신호기 지주에 미치는 풍하중의 영향은 공기의 밀도 및 속도, 구조물의 형상 및 강도, 그리고 평면의 조도 등에 좌우된다. 풍하중 계산시 다음식에 따른다.

$$\begin{aligned} P &= \frac{1}{2} \times \rho \times V^2 \times C_d \\ &= 0.06232 \times V^2 \times C_d \\ &\approx P = \frac{1}{16} \times V^2 \times C_d \end{aligned}$$

여기서,  $\rho$  는 공기의 밀도로  $\rho = 0.12464 \text{ kg/m}^3$ 이고  $C_d$  항력 계수로 신호등 및 표지판 1.2 지주 0.7의 값을 사용한다.

$V$  : 기본 풍속 (m/s)으로 아래경우에서 가장 적절한 것을 택하여 적용한다.

※ 교통안전시설설치·관리매뉴얼: 정주식 (40m/s), 측주식 및 문형식 (50m/s)

※ 도로표지 관련 규정집: 단주, 복주식 (40m/s), 편지, 현수, 문형식 (50m/s)

### 3. 설하중 (Ice Load)

우리나라에서는 적설량이 적고 또 신호기에 강봉을 사용함으로 실제

눈이 쌓이는 면적은 적은 편이기 때문에 특별한 경우를 제외하고는 고려하지 아니 한다. 만약, 고려시에는 다음 식을 이용한다.

$$S=p \times h \times C$$

여기서, S : 적설하중

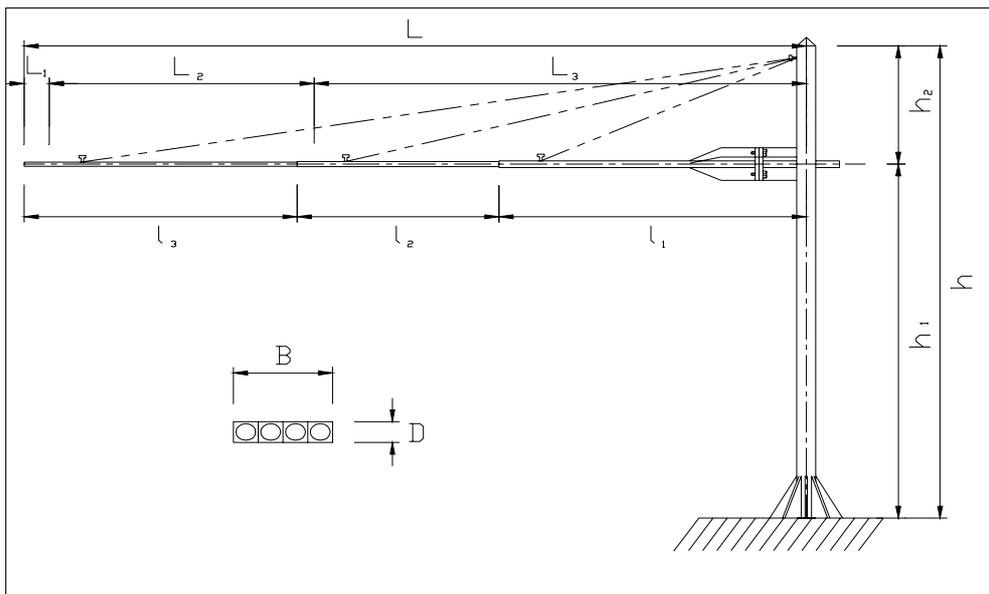
p : 눈의 평균 단위중량(적설깊이 1cm당 Kg/m<sup>2</sup>)

h : 적설량

C : 계수(지붕의 경사도 및 형상등에 따른계수)

## 제2절 교통신호등 지주설계

교통신호기 지주 설계에는 가장 일반적인 지주와 부착대를 이용한 방법 ( [그림 3-1] 참조)에 대하여 설계예를 제시한다.



사양	철 주			보				신 호 등		
	h <sub>1</sub>	h <sub>2</sub>	h <sub>3</sub>	l <sub>1</sub>	l <sub>2</sub>	l <sub>3</sub>	L	n등수	가로	세로

[그림 3-1] 교통신호기 지주설계 예시도

## 1. 사하중

사용재료에 대한 사하중 (자중)은 사용재료의 단위 길이당 무게를 이용하여 각 재료의 길이를 곱하여 구한다. 강관의 무게 및 단면력 (KS D 3566 내응력표 참조) 참조와 교통신호등의 경우는 신호등면 (signal section)에 따라 위의 1절 1항의 사하중을 참고로하여 계산에 포함한다.

## 2. 풍하중

풍하중 계산식은 다음과 같다.

$$P = \frac{1}{16} \times V^2 \times C_d$$

V는 설계 풍속으로 풍하중 참조  
C는 항력 계수 파이프 0.7 신호등 1.2

○ 단위면적당 풍하중 계산

파이프  $P_{h0}$  (Kg/m<sup>2</sup>), 신호등  $P_{h1}$  (Kg/m<sup>2</sup>)라고 단위를 정의하면 풍하중은 단위면적당 풍하중×면적이 된다.

- 신호등의 풍하중계산 :  $w_2$ (Kg) =  $P_{h1} \times (B \times D)$

- 가로재(보) :  $w_{2a}$ (Kg/m) =  $P_{h0} \times$ 지름

$w_{2b}, w_{2c}$  도 마찬가지로 구함.

$w_3$  와이어는 미소하므로 생략

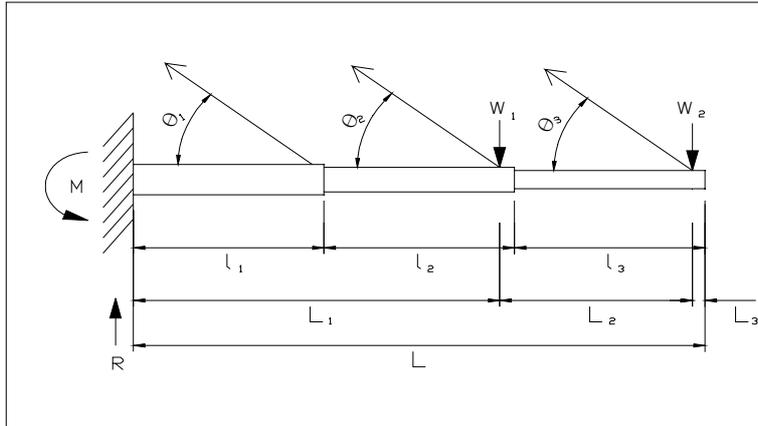
- 지주재 :  $w_4$ (Kg/m) =  $P_{h0} \times$ 지름

## 3. 응력계산

### 가. 가로재(보)의 산정

(1) 하중 조건

수직 하중 : W1, W1a, W1b, W1c    수평 하중 : W2, W2a, W2b,  
W2c



$W_{3a} = \frac{W_{1a} \times l_1}{\sin \theta_1}$	$\theta_1$	$24.34^\circ$	∴ Wire는 미관과 안전을 고려 $\Psi 8\text{mm}$ 이상으로 한다.
$W_{3b} = \frac{W_{1b} \times l_2}{\sin \theta_2}$	$\theta_2$	$15.08^\circ$	
$W_{3c} = \frac{W_{1c} \times l_3}{\sin \theta_3}$	$\theta_3$	$10.35^\circ$	

## (2) 가로재 c의 단면

○ 고정지점의 반력 및 휨모멘트

- 반력 [V=0 ↓+]

$$R_{z1} = [n \times W_1] + [W_{1a} \times l_1] + [W_{1b} \times l_2] + [W_{1c} \times l_3] - [W_{3a} \times \sin \theta_1] - [W_{3b} \times \sin \theta_2] - [W_{3c} \times \sin \theta_3]$$

- 휨모멘트

$$\sum M_{z1} = [W_1 \times ((L_1 + L_2) + L_1)] + [W_{1a} \times \frac{l_1^2}{2}] + [W_{1b} \times l_2 \times (l_1 + \frac{l_2}{2})] + [W_{1c} \times l_3 \times (l_1 + l_2 + \frac{l_3}{2})] - [W_{3a} \times \sin \theta_1 \times (l_1 - 0.5)]$$

$$- [W_{3b} \times \sin \theta_2 \times (l_1 + l_2 - 0.15)] - [W_{3c} \times \sin \theta_3 \times (l_1 + l_2 + l_3 - 0.5)]$$

○ 고정 및 적재품하중

- 반력

$$R_{x1} = [n \times W_2] + [W_{2a} \times l_1] + [W_{2b} \times (l_2 - B)] + [W_{2c} \times (l_3 - B)]$$

- 휨모멘트

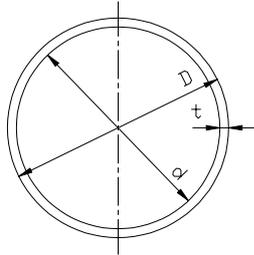
$$M_{x1} = [W_2 \times ((L_1 + L_2) + L_1)] + [W_{2a} \times \frac{l_1^2}{2}] + [W_{2b} \times (l_2 - B) \times (l_1 + \frac{l_2 - B}{2})] \\ + [W_{2c} \times (l_3 - B) \times (l_1 + l_2 + \frac{l_3 - B}{2})]$$

○ 합성응력

- 전단력(剪斷力) :  $S_1 = \sqrt{R_{z1}^2 + R_{x1}^2}$

- 휨 모멘트 :  $M_1 = \sqrt{M_{z1}^2 + M_{x1}^2}$

○ 단면 검토 시도



Pipe	D = 바깥지름 d = 안지름 t = 두께 A = 면적
------	---

• 단면 계산

- 단면 2차 모멘트 :  $(I = \frac{\pi(D^4 - d^4)}{64})$  또는 강관 내응력표 참조

- 단면 계수 :  $(Z = \frac{I}{D/2})$  또는 강관 내응력표 참조

- 단면 2차 반경 :  $(r = \sqrt{\frac{I}{A}})$  또는 강관 내응력표 참조

• 단면 가정

- 휨응력 :  $\sigma_b = \frac{M_1}{Z}$       $\frac{\sigma_b}{f_a \times 1.5} = ? < 1$

$f_a=1.6$  값이 1보다 작을 경우 OK, 1보다 클 경우 단면을 늘리거나 하중을 줄인다.

- 전단응력 :  $\tau = \frac{2 \times S_1}{A}$ ,  $\frac{\tau}{f_s \times 1.5} = < 1$ ,  $f_s=0.924$  위와 동일  
 $f_a$  및  $f_s$ 는 강재의 허용응력도 참조

### (3) 가로재 b의 단면

• 반력 [V=0 ↓ +]

$$R_{z2} = [n \times W_1] + [W_{1b} \times l_2] + [W_{1c} \times l_3] - [W_{3b} \times \sin \theta_2] - [W_{3c} \times \sin \theta_3]$$

• 휨모멘트

$$\begin{aligned} \sum M_{z2} = & [W_1 \times (l_2 + l_3 - L_2 - L_3)] + [W_1 \times (l_2 + l_3 - L_3)] + [W_{1b} \times \frac{l_2^2}{2}] \\ & + [W_{1c} \times l_3 \times (l_2 + \frac{l_3}{2})] - [W_{3b} \times \sin \theta_2 \times (l_2 - 0.15)] \\ & - [W_{3c} \times \sin \theta_3 \times (l_2 + l_3 - 0.5)] \end{aligned}$$

○ 고정 및 적재품하중

• 반력 :  $R_{x2} = [n \times W_2] + [W_{2b} \times (l_2 - B)] + [W_{2c} \times (l_3 - B)]$

• 휨모멘트

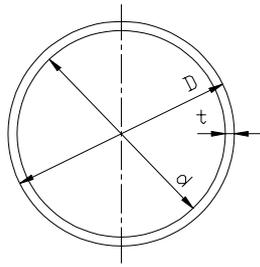
$$\begin{aligned} M_{x2} = & [W_2 \times (l_2 + l_3 - L_2 - L_3)] + [W_2 \times (l_2 + l_3 - L_3)] + [W_{2b} \times \frac{(l_2 - B)^2}{2}] \\ & + [W_{2c} \times (l_3 - B) \times (l_2 + \frac{l_3 - B}{2})] \end{aligned}$$

○ 합성응력

• 전단력 :  $S_2 = \sqrt{R_{z2}^2 + R_{x2}^2}$

• 휨모멘트 :  $M_2 = \sqrt{M_{z2}^2 + M_{x2}^2}$

○ 단면 검토 시도



Pipe	D = 바깥지름 d = 안지름 t = 두께 A = 면적
------	---

○ 단면 계산

- 단면 2차 모멘트 :  $(I = \frac{\pi(D^4 - d^4)}{64})$  또는 강관 내응력표 참조

- 단 면 계 수 :  $(Z = \frac{I}{D/2})$  또는 강관 내응력표 참조

- 단면 2차 반경 :  $(r = \sqrt{\frac{I}{A}})$  또는 강관 내응력표 참조

• 단면 가정

- 휨응력 :  $\sigma_b = \frac{M_1}{Z}$ ,  $\frac{\sigma_b}{f_a \times 1.5} = < 1$   $f_a = 1.6$

- 전단응력 :  $\tau = \frac{2 \times S_1}{A}$ ,  $\frac{\tau}{f_s \times 1.5} = < 1$   $f_s = 0.924$

$f_a$  및  $f_s$ 는 강재의 허용응력도 참조

(4) 가로재 a의 단면

• 반력  $[V=0 \downarrow +]$ ,  $R_{z3} = [n \times W_1] + [W_{1c} \times l_3] - [W_{3c} \times \sin \theta_3]$

• 휨모멘트

$$\sum M_{z3} = [W_1 \times (l_2 - L_3)] + [W_{1c} \times \frac{l_3^2}{2}] - [W_{3c} \times \sin \theta_3 \times (l_3 - 0.5)]$$

○ 고정 및 적재풍하중

• 반력  $R_{x3} = [n \times W_2] + [W_{2c} \times (l_3 - B)]$

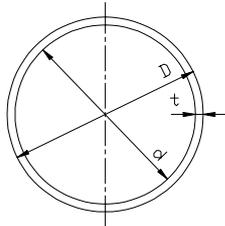
• 휨모멘트 :  $M_{x3} = [W_2 \times (l_3 - L_3)] + [W_{2c} \times \frac{(l_3 - B)^2}{2}]$

○ 합성응력

• 전단력 :  $S_3 = \sqrt{R_{z3}^2 + R_{x3}^2}$

• 휨 모멘트 :  $M_3 = \sqrt{M_{z3}^2 + M_{x3}^2}$

○ 단면 검토 시도



Pipe	D = 바깥지름 d = 안지름 t = 두께 A = 면적
------	---

• 단면 계산

- 단면 2차 모멘트 :  $(I = \frac{\pi(D^4 - d^4)}{64})$  또는 강관 내응력표 참조

- 단 면 계 수 :  $(Z = \frac{I}{D})$  또는 강관 내응력표 참조

- 단면 2차 반경 :  $(r = \sqrt{\frac{I}{A}})$  또는 강관 내응력표 참조

• 단면 가정

- 휨응력 :  $\sigma_b = \frac{M_3}{Z}$ ,  $\frac{\sigma_b}{f_a \times 1.5} = < 1$   $f_a = 1.6$

- 전단응력 :  $\tau = \frac{2 \times S_3}{A}$ ,  $\frac{\tau}{f_s \times 1.5} = < 1$ ,  $f_s = 0.924$

$f_a$  및  $f_s$ 는 강재의 허용응력도 참조

## 나. 지주의 산정

### (1) 하중 조건

#### ○ 사하중

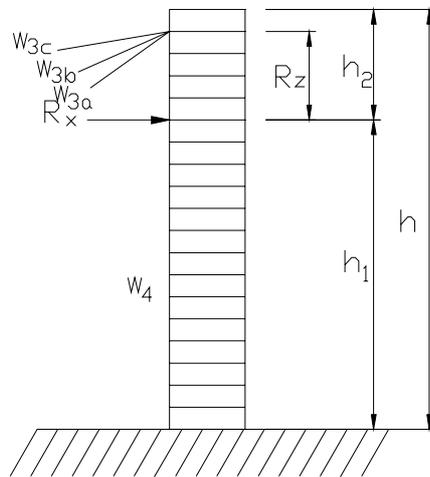
- 가로재(보)의 반력 :  $R_{z1}$
- 가로재(보)의 휨모멘트 :  $M_{z1}$
- 지주(post) :  $W_4$

#### ○ 풍하중

- 가로재(보)의 반력 :  $R_{x1}$
- 가로재(보)의 휨모멘트 :  $M_{x1}$
- 지주(post) :  $W_4$

### (2) 지주(post)의 산정

#### ○ 지주응력의 산정



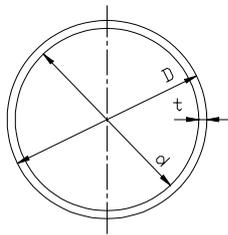
고정하중 및 등분포하중으로 지주 고정단의 응력을 산정한다.

- 수직력 :  $N_1 = R_{z1} + W_4 \times h + W_{3a} \times \sin \theta_1 + W_{3b} \times \sin \theta_2 + W_{3c} \times \sin \theta_3$
- 수평력 :  $H_1 = R_{x1} + W_4 \times h$
- 사하중에 의한 휨모멘트

$$M_{zc} = R_{z1} \times h_1 + W_4 \times \frac{h^2}{2} + (W_{3a} \times \cos \theta_1 + W_{3b} \times \cos \theta_2 + W_{3c} \times \cos \theta_3) \times (h-1)$$

- 풍하중에 의한 휨모멘트 :  $M_{xc} = R_{x1} \times h_1 + W_4 \times \frac{h^2}{2}$
- 풍하중에 의한 회전 모멘트 :  $M_n$

○ 지주단면의 산정



Pipe	D = 바깥지름 d = 안지름 t = 두께 A = 면적
------	---

• 단면계산

- 단면 2차 모멘트 :  $(I = \frac{\pi(D^4 - d^4)}{64})$  또는 강관 내응력표 참조
- 극 관 성 모멘트 :  $(I_p = \frac{\pi(D^4 - d^4)}{32})$  또는 강관 내응력표 참조
- 단 면 계 수 :  $(Z = \frac{I}{D/2})$  또는 강관 내응력표 참조
- 단면 2차 반경 :  $(r = \sqrt{\frac{I}{A}})$  또는 강관 내응력표 참조
- 좌 굴 장 :  $L_A = 2 \times h, \quad \lambda = \frac{L}{r}$
- ∴ 허용압축응력도  $f_c(t/cm^2)$  (표에 의해 구함)

○ 합성응력

• 휨모멘트 :  $M = \sqrt{M_{zc}^2 + M_{xc}^2}$

○ 단면산정

• 압축응력 (compression stress) :  $\sigma_c = \frac{N_1}{A}$

• 굽힘응력 (Bending stress) :  $\sigma_b = \frac{M}{z}$

• 합성응력 :  $\sigma = \sigma_c + \sigma_b$

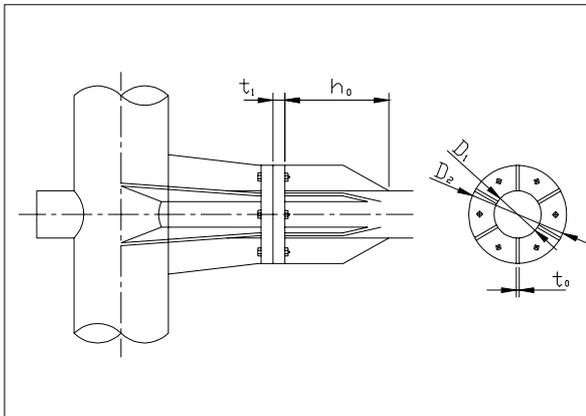
$$\frac{\sigma_c}{f_c \times 1.5} + \frac{\sigma_b}{f_b \times 1.5} = < 1$$

• 비틀림 전단응력 :  $\tau = \frac{M_n}{I_p} \times \frac{D}{2}$

• 최대 전단 응력 :  $\tau_{MAX} = \frac{1}{2} \times \sqrt{\sigma^2 + 4 \times \tau^2}$ ,  $\frac{\tau_{MAX}}{f_b \times 1.5} = < 1$

• 최대 주응력 :  $\sigma_{MAX} = \frac{\sigma}{2} + \tau_{MAX}$ ,  $\frac{\tau_{MAX}}{f_b \times 1.5} = < 1$

(3) 지주와 가로재(보)의 설계



보 강 판	$t_0$ $h_0$
플 램 지	$t_1$ $D_1$ $D_2$
볼 트	M16 n : 6 EA A

○ 존재응력

- 전단력 :  $S_1$
- 휨모멘트 :  $M_1$

○ 볼트설계 M16  $A=2.01\text{cm}^2$   $n = 6EA$

• 단면검토

- 볼트 1본당 인장력  $T = \frac{4 \times M_1}{n \times D_1}$

- 볼트 1본당 전단력  $S = \frac{S_1}{n}$

- 인장응력 :  $\sigma_t = \frac{T}{A}$ ,  $\frac{\tau_t}{f_b \times 1.5}$

○ plate 설계 : 리브플레이트로 둘러싸인 부분을 장방형으로 한 3변 고정단으로 계산

• 자유단 길이  $L_y = D_1 \times \sin\left(\frac{180^\circ}{n}\right)$

• 고정단 길이  $L_x = \frac{1}{2} \times (D_2 - \phi)$

• 응력 산정

- 단위 압축응력 :  $W_5 = \frac{T}{L_y \times L_x}$

- 삼변 고정단 :  $\frac{L_y}{L_x}$

철근 콘크리트 구조 설계규준(일본)의 슬래브 응력도에 의해

$\alpha_0 = 0.166$

- 자유단 모멘트  $M_0 = W_5 \times L_x^2 \times \alpha_0$

• 단면산정

- Plate 두께  $t_1 = \sqrt{\frac{6 \times M_0}{f_{bt} \times 1.5}}$

- Plate 두께는 15t로 결정

• Rib plate 설계

- 응력 산정

$$\text{전단력 } S_0 = W_5 \times L_x^2 \times 2$$

- 단면 산정

길이 :  $h_0$ , 두께 :  $t_0$

- 전단응력 :  $\tau = \frac{S_0}{t_0 \times h_0}, \frac{\tau}{f_s \times 1.5} < 1$

○ 용접

• 단면 산정

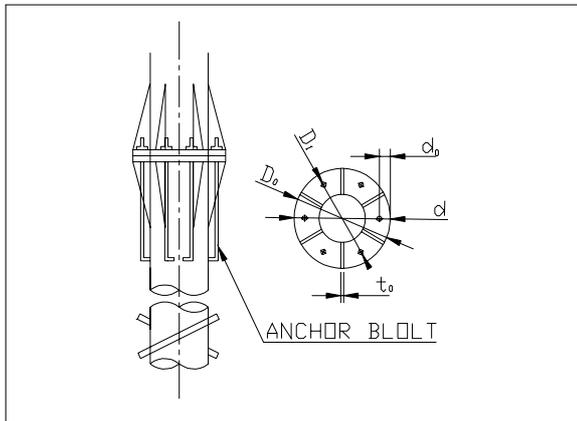
- 필렛 :  $s_1$

- 목 두께 :  $a_t = 0.7 \times L$

- 용접길이 :  $L$

- 전단응력 :  $\tau_0 = \frac{Q_0}{2 \times a_t \times L}, \frac{\tau_0}{f_s \times 1.5} = < 1$

(4) 주각부 설계



플랜지	외경(D <sub>0</sub> )	
	Center(D <sub>1</sub> )	
	두께(t <sub>1</sub> )	
	d	
보강판	d <sub>0</sub>	
	높이(h <sub>1</sub> )	
볼트	두께(t <sub>1</sub> )	
	M	
	n	8EA
	A	4.91cm <sup>2</sup>

○ 응력 산정

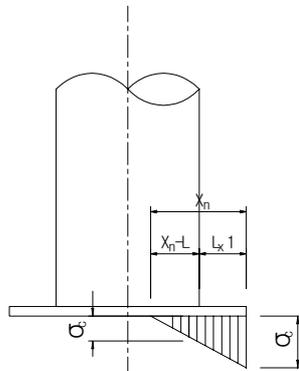
- 수직력 :  $N_1$
- 수평력 :  $H_1$
- 휨모멘트 :  $M_2$
- 비틀림 모멘트 :  $M_n$
- 중립축의 산정

- 편심 거리 :  $e_0 = \frac{M_2}{N_1}$

- 영계수 :  $n_0$

• Anchor Bolt 산정 (M25) :  $A = 4.91\text{cm}^2$     $n=8EA$

- 인장 볼트 단면적  $a_t = A \times \frac{n}{3}$



$$X_n^3 + 3 \times (e_0 - \frac{D_0}{2}) X_n^2 - \frac{6 \times n_0 \times a}{b} \times (d - X_n) = 0$$

∴ 중립축  $X_n$

○ 콘크리트의 최대 압축응력 산정

$$\sigma_c' = 2 \times N_1 \times \frac{e_0 + \frac{D_0}{2} - d_t}{b \times X_n \times (d - \frac{X_n}{3})}, \quad \frac{\sigma_c'}{f_d \times 1.5} = < 1$$

○ Anchor Bolt의 산정

• 단면 산정

- 인장력  $T_1 = \frac{N_1 \times (e_0 - \frac{D_0}{2} - \frac{X_n}{3})}{d - \frac{X_n}{3}}$

- 인장응력 :  $\sigma_t = \frac{T_1}{A}$ ,  $\frac{\sigma_t}{f \times 1.5} = < 1$

• Anchor 길이 산정 :  $L = \frac{\sigma_t \times \phi}{6 \times f} \times \frac{1}{1.5} = < 180\text{cm}$

• Plate 설계: 리브 플레이트로 둘러싸인 부분을 장방형으로 한 3변 고정단으로 계산

- 자유단 길이 :  $L_{y1}$

- 고정단 길이 :  $L_{x1}$

• 응력산정 : 압축반력을 평균 등분포로 작용시켜서

• 단위 압축응력  $W_6 = \frac{\sigma_c \times \sigma_c'}{2} = \text{t/cm}^2$

• 삼변고정단  $\frac{L_{y1}}{L_{x1}}$

철근 콘크리트구조 설계 규준(일본)의 슬래브 응력도에 의해  $\alpha = 0.12$

• 자유단 모멘트  $M_3 = w_6 \times L_{x1}^2 \times \alpha$

• 단면 가정

- Base Plate 두께,  $f_{b1} = \text{면외하중에 대한 허용휨응력}$

$t_2 = \sqrt{\frac{6 \times M_3}{f_b \times 1.5}} = < 1.5\text{cm}$

- Rip Plate 설계

응력 산정 : 전단력  $Q_2 = w_6 \times L_{x1}^2 \times u$

단면산정 높이( $h_4$ ), 두께( $t_4$ )

전단 응력 :  $\tau = \frac{Q_2}{t_4 \times h_4}$ ,  $\frac{\tau}{f_s \times 1.5} = < 1$

○ 용접

• 단면 산정

- 필렛 :  $s_2$
- 목 두께 :  $a_2 = 0.7 \times L$
- 용접길이 :  $L$

• 전단응력 :  $\tau = \frac{Q_2}{2 \times a_2 \times L}$ ,  $\frac{\tau}{f_s \times 1.5} = < 1$

○ 처짐

사하중에 의한 처짐은 부재 단면의 변경 또는 처짐량 만큼 미관을 고려 강선 (wire)을 당기거나, 지주를 기울여서 설치하는 등의 조치가 필요하다.

• 보의 처짐 (가로재) = 강선으로 당겨서 처짐량을 조절하므로 생략

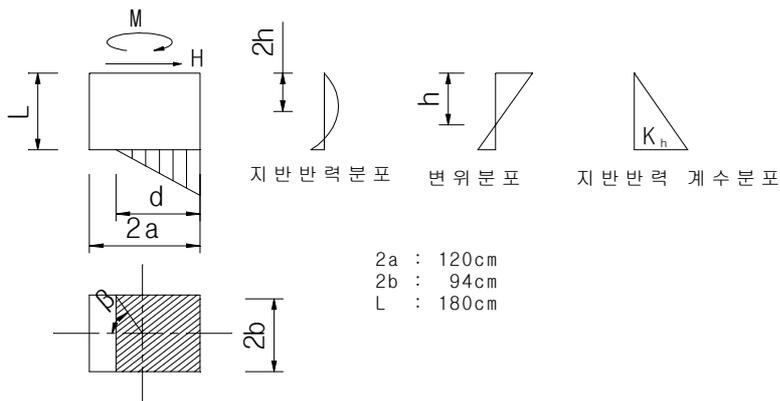
$y_{1a} = 0.00\text{cm}$

• 지주의 처짐각 :  $\theta = \frac{R_{z1} \times h_1^2}{2 \times E \times I}$

• 지주의 휨에 따른 보의 처짐 :  $y_2 = L \times \theta$

• 보의 총처짐 :  $\Sigma y = y_1 + y_2$

라. 기초 계산



(1) 존재 응력

- 압축력 : N1
- 수평력 : H1
- 휨모멘트 : M

(2) 저면 지반 응력도

○ 수평방향 지반 반력 계수 :  $K_H = K_{HO} \times \left(\frac{B_H}{30}\right)^{-3/4}$

여기서, KH : 수평방향 지반 반력 계수

- KHO :  $\frac{1}{30} \times a \times E_0$  (시험계수)
- BH :  $\sqrt{A_h}$  (기초환산재우폭)
- E0 : 28×N (지반변형계수 N=10)
- a : 2 (지반반력계수)
- AH : 16920cm<sup>2</sup> (기초환산재우면적)

○ 수직 방향 지반 반력계수

$K_V = K_{VO} \times \left(\frac{B_V}{30}\right)^{-3/4}$

여기서, KV : 수직방향 지반 반력 계수

- KVO :  $\frac{1}{30} \times a \times E_0$  (시험계수)
- BV :  $\sqrt{A_v}$  (기초환산재우폭)
- E0 : 28×N (지반변형계수 N=10)
- a : 2 (지반반력계수)
- AH : 11280cm<sup>2</sup> (기초환산재우면적)

○ β의 계산

$2a \times 2b \times L \times \gamma_c = K_v \times a^3 \times \theta \times v_1$  (β를 85°로 가정, 단위: t,m)

$$v1 = n \times (1 + n \times \cot \beta)^2, \quad v2 = \frac{n}{3} \times (2 - n \times \cot \beta) \times (1 + n \times \cot \beta)^2$$

여기서  $n = \frac{2b}{2a}$ ,  $K1 = b \times Kh \times L$ ,  $K2 = \frac{2}{3} \times b \times Kh \times L^2$ ,

$$K3 = \frac{1}{2} \times b \times Kh \times L^3 + K_v \times a^4 \times v2$$

$$\theta = \frac{M \times K_1 + H \times K_2}{K_1 \times K_3 - K_2^2}$$

$K_v \times a^3 \times \theta \times v1 = 2a \times 2b \times L \times \gamma_c$ 에 의해서  $\beta$  값 산정

여기서  $\gamma_c$  (기초 콘크리트 중량) : 2.35t/m<sup>3</sup>

$\gamma$  (지반 단위체적 중량) : 1.7t/m<sup>3</sup>

$K_p$  (토압계수) : 3.53

○ 안전 점검

$$h \times \theta \leq 2.4L \times \gamma \times \frac{K_p}{K_H}, \quad h \times \theta = \frac{M \times K_2 + H \times K_3}{M \times K_1 + H \times K_2} \times \theta, \quad 2.4 \times L \times \gamma \times \frac{K_p}{K_H}$$

○ 계산치와 실시공상의 비교 검토

$$2a = 120\text{cm} \leq 120\text{cm}$$

$$2b = 94\text{cm} \leq 120\text{cm}$$

$$L = 180\text{cm} \leq 180\text{cm} \quad \therefore \text{적정함}$$

## 경찰청에서 종합관리하는 「기본매뉴얼」은

기능별 대분류·업무단위별 중분류를 정한 후, 발간순서에 따라 소분류 번호를 부여하여 관리번호를 정합니다.

대분류	중분류 번호
경무	① 기획 ② 경리·예산 ③ 법무 ④ 인사교육 ⑤ 장비 ⑥ 총무
생활안전	① 범죄예방 ② 지역경찰운용 ③ 지도·단속 ④ 여성·청소년
수사	① 인권 ② 수사일반 ③ 과학수사 ④ 지능범죄수사 ⑤ 강력범죄수사 ⑥ 사이버범죄수사
경비	① 일반경비 ② 집회·시위관리 ③ 경호·대테러 ④ 작전실무 ⑤ 전·의경 관리 ⑥ 항공대운영
정보	① 정보일반 ② 집시법 운용
보안	① 보안일반 ② 보안수사
공보	① 공보
감사	① 감찰 ② 감사 ③ 민원업무
정보통신	① 정보통신
외사	① 외사기획 ② 국제보안 ③ 외사정보 ④ 외사수사
교통	① 면허 ② 관제 ③ 교통사고 ④ 교통단속

## 그동안 발간된 기본매뉴얼

연번	관리번호	매뉴얼명	구분	발간일	발간부서
1	경무 2-1	관서운영경비 매뉴얼	전문	'05. 4	총무과
2	경무 5-1	경찰장비실무 매뉴얼	전문	'04.12	경무기획국
3	경무 6-1	보안업무편람	일반	'03.11	총무과
4	생활안전 3-1	보호조치대상자 처리 매뉴얼	일반	'04. 5	생활안전국
5	생활안전 3-2	유실물처리 매뉴얼	일반	'04.10	생활안전국
6	수사 1-1	범죄피해자 보호 매뉴얼	일반	'05. 4	수사국
7	수사 2-1	출입국규제, 알고 합시다	일반	'03. 9	수사국
8	수사 3-1	범죄현장감식기법	전문	'03.11	수사국
9	수사 3-2	수사자료표의 이해	전문	'03.11	수사국
10	수사 3-3	범죄수법수사	전문	'03.10	수사국
11	수사 5-1	마약류범죄수사 매뉴얼	전문	'03. 9	수사국
12	수사 5-2	조직폭력 수사 매뉴얼	전문	'05. 4	수사국
13	수사 6-1	사이버수사현장핸드북	전문	'03.10	수사국
14	경비 1-1	치안상황처리 매뉴얼	일반	'05. 4	경비국
15	경비 2-1	주요시설 기습시위 대처요령	일반	'04. 5	경비국
16	경비 5-1	전·의경 자체사고 예방 및 처리 매뉴얼	일반	'02.11	중앙학교
17	경비 6-1	경찰항공운영 매뉴얼	전문	'05. 7	경비국
18	정보 2-1	집회및시위에관한법률 운용 매뉴얼	전문	'05. 4	정보국
19	정보통신 1-1	경찰정보통신운용 매뉴얼	전문	'02. 8	중앙학교
20	교통 3-1	대형교통사고처리 매뉴얼	일반	'04.12	교통관리관
21	교통 3-2	교통사고 현장초동조치 매뉴얼	일반	'04. 9	교통관리관
22	경무 4-1	인사실무 매뉴얼	전문	'05. 4	경무기획국
23	수사 4-1	시위사범수사 매뉴얼	전문	'05. 4	수사국
24	수사 4-2	공직선거사범수사 매뉴얼	전문	'05. 4	수사국
25	경비 3-1	테러 예방과 대응 매뉴얼	일반	'05. 4	경비국
26	교통 2-1	교통안전표지 설치·관리 매뉴얼	전문	'05. 4	교통관리관
27	정보통신 1-2	정보통신관리 매뉴얼	전문	'05. 5	정보통신
28	경비 2-2	집회시위현장 인권보호 매뉴얼	일반	'05. 5	경비국
29	경무 1-1	국회업무 매뉴얼	전문	'05. 6	경무기획국
30	수사 4-3	신용카드범죄 수사 매뉴얼	전문	'05. 6	수사국

## 그동안 발간된 기본매뉴얼

연번	관리번호	매뉴얼명	구분	발간일	발간부서
31	수사 4-4	부패방지위원회 신고사건 처리 매뉴얼	전문	'05. 6	수사국
32	외사 4-1	SOFA사건 처리 매뉴얼	일반	'05. 6	외사관리관
33	생활안전 1-1	절도예방 및 현장조치 매뉴얼	일반	'05. 6	생활안전국
34	수사 6-2	사이버범죄수사 일반 매뉴얼	전문	'05. 6	수사국
35	경무 4-2	경찰 호신·체포술 매뉴얼	일반	'05. 6	경무기획국
36	수사 5-3	인질강도 수사 매뉴얼	전문	'05. 7	수사국
37	경무 3-1	행정심판 매뉴얼	전문	'05. 7	경무기획국
38	수사 2-2	수사지휘 매뉴얼 I	일반	'05. 9	수사국
39	수사 2-3	수사지휘 매뉴얼 II	일반	'05. 9	수사국
40	생활안전 3-3	경비업법 업무처리 매뉴얼	전문	'05. 10	생활안전국
41	교통 2-2	교통 노면표시 설치·관리 매뉴얼	전문	'05. 10	교통관리관
42	경비 1-2	수익성 행사 관리 매뉴얼	일반	'05. 10	경비국
43	정보 2-2	집회·시위 소음측정 매뉴얼	전문	'05. 10	정보국
44	교통 3-3	교통사고조사 매뉴얼(I)	전문	'05. 11	교통관리관
45	교통 1-1	자동차운전학원 관리 매뉴얼	전문	'05. 11	교통관리관
46	교통 3-4	교통사고조사 매뉴얼(II)	전문	'05. 11	교통관리관
47	교통 3-5	교통사고조사 매뉴얼(III)	전문	'05. 11	교통관리관
48	외사 4-2	국제공조수사 매뉴얼	전문	'05. 11	외사관리관
49	경무 2-2	예산·결산 매뉴얼	전문	'05. 11	경무기획국
50	경무 4-3	사격술 매뉴얼	일반	'05. 11	경무기획국
51	홍보 1-1	홍보 매뉴얼	일반	'05. 11	홍보관리관
52	외사 4-3	산업보안수사 매뉴얼	전문	'05. 11	외사관리관
53	생활안전 4-1	실종아동·가출인 업무 매뉴얼	일반	'05. 12	생활안전국
54	교통 2-3	교통신호기 설치·관리 매뉴얼	전문	'05. 12	교통관리관
55	수사 5-4	마약류범죄 수사 매뉴얼 (II)	전문	'05. 12	수사국
56	외사 1-1	국제교류협력 매뉴얼	전문	'05. 12	외사관리관

## 그동안 발간된 기본매뉴얼

-직책별 매뉴얼-

연번	관리번호	매뉴얼명	발간일
1	직책별-1	경찰서 경무과장 매뉴얼	'05. 12
2	직책별-2	경찰서 생활안전과장 매뉴얼	"
3	직책별-3	경찰서 경비과장 매뉴얼	"
4	직책별-4	경찰서 수사과장 매뉴얼	"
5	직책별-5	경찰서 형사과장 매뉴얼	"
6	직책별-6	경찰서 교통과장 매뉴얼	"
7	직책별-7	경찰서 정보과장 매뉴얼	"
8	직책별-8	경찰서 보안과장 매뉴얼	"
9	직책별-9	경찰서 청문감사관 매뉴얼	"
10	직책별-10	지구대장 매뉴얼	"
11	직책별-11	기동중대장 매뉴얼	"
12	직책별-12	전경대장 매뉴얼	"
13	직책별-13	방법순찰대장 매뉴얼	"

본 매뉴얼에 대한 의견이나 문의가 있을 때에는  
아래로 연락주시면 감사하겠습니다.

**문의처**

**경찰청 교통기획담당관실 관제계**

**전 화 : 02)313-0034,      경비 2653, 2753**

**F A X : 02)313-0673,      경비 3853**

**교통신호기 설치·관리 매뉴얼(교통 2-3)**

---

**2005년 12월 일 인쇄**

**2005년 12월 일 발행**

**발행처 : 경찰청**

**인쇄 : (주)범신사**

**02)720-9786~9**

---