교통량조사방법 검토 및 개선방안

김종혁 안동균 이장희

Ⅰ. 서론

교통량 조사의 목적은 현재 교통 상황을 파악하여 문제점을 분석하고, 장래 교통개선을 하는데 있다. 따라서, 그 중요성이 상당함에도 불구하고 일부 교통량 조사는 형식적으로 이루어지고 있으며, 교통량 자료에 대한 신뢰성 검증 역시 이루어지지 않고 있다.

현재 적용되고 있는 교통량조사방법의 법적 근거는 「교통조사지침, 건설교통부, 2003.10」(이하 '지침'이라 한다)에 의하여 수행되고 있다. 지침에 의하면 교통량 조사방법은 조사원 이용방법 및 관측기기 이용방법 등이 있으며, 조사원이 수작업 또는 계수기를 사용하여 조사하는 방법에 대하여만 언급하고 있다. 지침에서는 상대적으로 조사원의 오차를 최소화할 수 있는 관측기기를 이용한 교통량 조사방법에 대해서는 구체적으로 언급되지 않고 있다.

현 지침에서 언급된 조사원에 의한 조사는 조사원모집, 교육, 감독 등에 많은 시간이 소요되고, 관리하는데 어려움이 있으며, 자료의 신뢰성 또한 추후에 증명할 수가 없다.

따라서, 본 검토에서는 조사원 조사 이외에 교통량조사에 적용되는 다양

김종혁 : (주)한국종합기술개발공사 교통계획부, mindle93@kecc.co.kr, 직장전화:3015-8540, 직장팩스:3015-8555
안동균 : (주)한국종합기술개발공사 교통계획부, vicancer@kecc.co.kr, 직장전화:3015-8557, 직장팩스:3015-8555
이장희 : 한국도로공사 교통처 교통관리팀, sonamu@freeway.co.kr, 직장전화:2230-4384, 직장팩스:2230-4302

한 방법에 대해 검토하여 상호 장단점을 분석한 후 추후 교통분석방법에 따라 적절한 교통량 조사방법을 적용하는데 있다.

Ⅱ. 교통량조사방법 검토

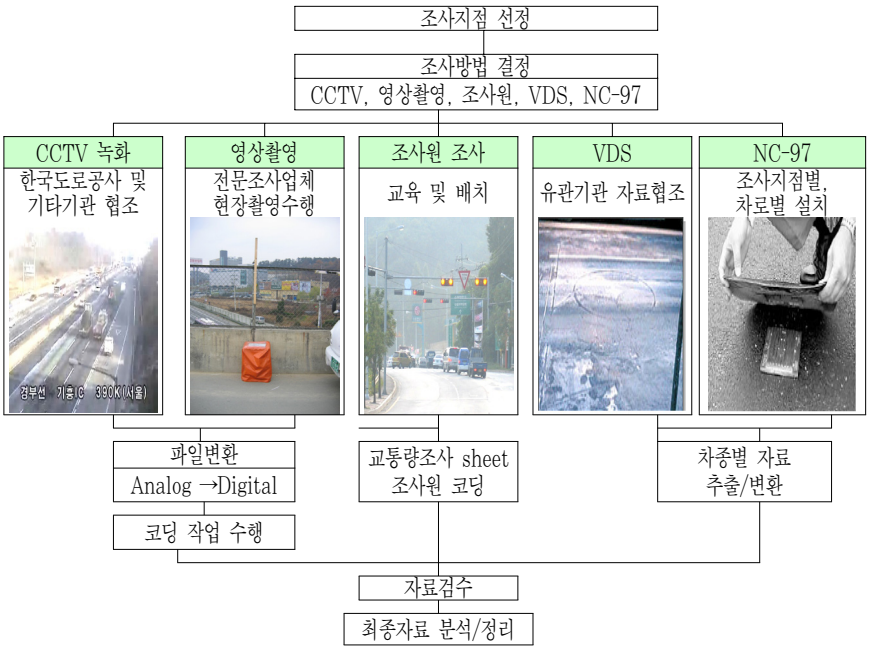
1. 교통량 조사방법 특성

교통량조사방법에는 여러 가지가 있으나, 본 검토에서는 국내에서 현재 널리 적용되고 있는 방법에 대해 주로 검토하고자 한다. 다만, 영상검지기는 비용의 한계 및 본 조사팀에서 보유하지 않은 관계로 검토에서 제외하기로 한다.

국내에서 현재 주로 사용되는 방법으로는 영상검지기, CCTV, 영상(비디오)촬영, VDS(고속도로 및 일반국도 상시조사지점), NC-97, 조사원조사 등의 방법이 있다.

〈표 1〉 교통량 조사방법의 종류

조사종류	조사방법
CCTV	도로관리청에서 관리하는 CCTV의 영상정보를 비디오테이프로 녹화한 후 이를 다시 재생하여 계수하는 조사 방법 (고속도로에 적용)
영상(비디오) 촬영	교통량조사 전문업체를 통해 원하는 지점을 영상촬영하여 녹화한 후 비디오테이프를 재생하면서 계수하는 조사 방법
VDS	루프검지기를 이용한 조사 방법(고속도로 및 국도등에 도로포장면 밑에 설치)
NC-97	NC-97(전자기장)을 이용한 교통량 조사 방법 차종 길이별로 8개 차종에 대한 분류가 가능하며, 개당 ₩1,500천원 가량. 설치 시에는 조사자가 직접 차로 중앙에 차로별로 설치. 저장된 자료는 엑셀로 변환가능
조사원	일반적인 조사원 배치를 통한 방법 (수작업(正자 표시)또는 계수기 사용)



〈그림1〉 교통량 조사방법별 조사순서

이러한 다양한 방법은 각기 장단점이 있으나, 현실적인 한계로 인해 조사가 불가능한 방법도 있다.

CCTV는 현재 고속도로 및 국도 ITS 또는 주요 도시의 ITS 사업으로 일부 지점에 설치되어 있으나 설치지점이 매우 한정되어 있으며, 자료의 획득도 용이하지 않다.

현재 국도(교통량상시조사지점) 및 고속도로(VDS)의 경우 도로교통량통계연보(국도) 및 실시간교통량자료(고속도로)를 통해 교통량 및 통행속도 자료를 구할 수 있다. 그러나, 일부 지점에만 설치되어 있어 실질적으로 필요한 지점의 자료를 취득하기 어렵고, 장비의 노후화 및 지속적인 유지보수가 이루어지지 않아 일부 지점의 자료가 누락되기도 한다.

조사원조사의 경우 사람이 조사하기 때문에 조사원에 대한 숙련도, 기상에 의한 영향 등의 오차발생 요인이 내포된다. 따라서, 오차 요인이 다른 조사에 비해 가장 크게 발생한다고 볼 수 있다.

NC-97은 조사대상 지점이 연속류 및 교통량이 많은 지점일 경우 교통통

제를 실시한 후 설치해야 하나 현실적인 여건상 교통통제를 실시하기는 어렵다. 또한, 설치 및 제거작업을 사람이 직접 수행해야 하므로 안전상 위험이 항상 상존해 있다.

2. 교통량 조사방법 특성 및 장단점 비교

〈표 2〉는 교통량 조사방법에 따른 특성 및 이에 대한 장단점을 비교한 것이다.

〈표 2〉 교통량 조사방법 특성 및 장단점 비교

구분	장점	단점
CCTV	• 정확한 교통량 계수가능 • 교통량 데이터의 검증가능	• 기상 악천후시 교통량 계수 곤란(황사,안개등) • 자료입력시 장시간을 필요함 • 필요한 조사지점 CCTV가 없을시 조사불가 • 교통량계수/차량비율 이외의 데이터를 얻기 어려움
영상촬영(비디오) 조사	• 정확한 교통량 계수가능 • 교통량 데이터의 검증가능	• 기상 악천후시 교통량 계수 곤란(황사,안개등) • 자료분석시 장시간 필요함 • 15~18m의 높이(사각문제)로 설치해야함 • 교통량계수/차량비율 이외의 데이터를 얻기 어려움
조사원 조사	• 단시간내 자료분석가능	• 기후 악천후시 교통량 계수 곤란(황사,안개등) • 대단위 조사원 모집 / 배치의 어려움 • 조사원배치시 안전사고 발생우려
VDS[1]	• 정확한 교통량 계수 가능 • 단시간내 자료분석/정리 가능 • 교통량, 차종비율, 속도, 차두간격, 차두시간등이 표현가능	• 조사지점에 미설치시 조사불가 • 구(舊)기종은 차량카운트만 가능하고 차종별 구분 불가
NC97[2]	• 정확한 교통량 계수 가능 • 단시간내 자료분석/정리 가능 • 교통량, 차종비율, 속도, 차두간격, 차두시간등이 표현가능	• NC97(고가)의 충분한 물량 확보 곤란 - 차로별로 설치가 필요함. 개당 ₩1,500천원 • 설치/제거시 안전사고 발생우려 • 장시간 설치시 파손 및 망실 우려 • 교차로 기하구조와 다른 통행(좌회전차로를 직진통행에 이용)등 발생시 왜곡된 교통집계 발생 우려

주 : 1) VDS(LOOP검지기) : 차량카운트의 신뢰도 96%(±1%)이상
2) NC97 : 차량카운트(저속(24km/h이하)/멈춤시) 신뢰도 95%(±1)이상
자료 : Report No. FHWA/TX-04-0-4156-1, title and subtitle: INTEGRATION OF POINT-BASED AND LINK-BASED INCIDENT DETECTION AND TRAFFIC ESTIMATION

위의 장단점에 따르면 교통량조사 방법은 날씨, 조사원 확보, 안전사고 등 주변 여건 및 조사목적에 따라 서로 보완하여 사용할 수 있을 것으로 판단된다.

〈표 3〉 현장상황에 따른 가능한 조사방법

구분	CCTV	영상촬영조사	조사원조사	VDS	NC97
일반적 조사시	○	○	○	○	○
기후 악천후시(안개,황사,폭우 등)	×	×	×	○	×
조사원의 미확보/조사당일 불참시	○	○	×	○	○
조사지점 임의 선택 여부	×	○	○	×	○
안전사고 우려지역 조사시	○	○	×	○	×

주 : ○:가능, ×:불가능

Ⅲ. 교통량 비교조사

상기 비교된 교통조사방법에 따른 교통량 계수 정확도를 상대적으로 비교 분석하기 위해 현황조사 지점을 선정하였다. 이 조사지점은 가급적이면 상기의 5가지 방법이 전부 적용될 수 있도록 선정하였으나, 현실적인 제약조건이 있어 5가지 방법을 모두 비교할 수 없는 지점은 5개중 3개 이상의 방법만으로 조사하였다.

1. 조사지점 선정

1) 조사지점 선정기준

- 조사목적에 부합하도록 조사방법별 특성이 명확하게 나타나는 지점 및 구간
- 전체 교통량 및 차종별 교통량 비교가 용이한 지점 및 구간
- 시야 및 화각(畵閣)이 넓어서 조사원 계수 및 촬영이 용이한 지점
- 고속도로 및 국도에 CCTV가 설치되어 상호 비교가 적절하다고 판단되는 지점
- 교통안전상 장비 설치가 용이한 지점

2) 선정조사지점 및 구간특성

- 조사지점 : 경부고속도로 수원 IC 부근 본선 및 수원 IC 연결로, 주변 도로의 교차로 및 가로
- 조사일시 : 2004년 11월 22일(월요일), 07:00~09:00

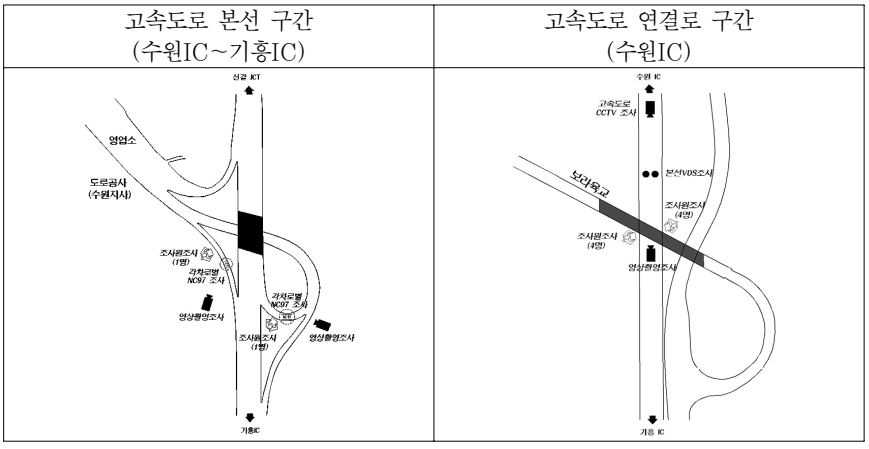
〈표 4〉 조사지점별 특성 및 조사방법 선정

구분	조사지점	조사방법					비고
		CCTV	영상 촬영	조사원	VDS (LOOP)	NC 97	
고속도로 본선 구간	수원IC~기흥IC	○	○	○	○	×[1)]	• 영상촬영은 보라횡단교에서 촬영
고속도로 연결로 구간	수원IC 연결로	N/A	○	○	N/A	○	• 고속도로 연결로는 CCTV로 확인이 불가함 • 수원→오산, 수원→서울 방향 연결로 NC97 설치
일반 가로 구간	신갈오거리 ~ 수원IC입구 삼거리	N/A	○	○	N/A	○	• 일반가로구간에는 CCTV와 VDS가 설치되어 있지 않음
일반 교차로 지점	하갈교삼거리	N/A	○	○	N/A	○	• 일반교차로구간에는 CCTV와 VDS가 설치되어 있지 않음

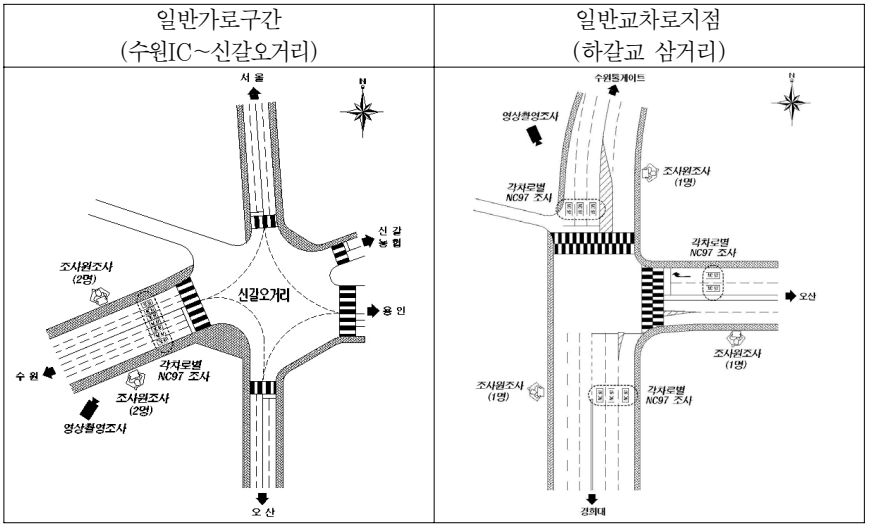
주 : ○ : 조사가능, × : 조사불가, N/A : 기기 미설치 1) 차량의 고속주행에 따른 안전문제로 미설치

3) 조사지점 기하구조 현황

조사대상지점은 경부고속도로 및 주변 도로이며, 기하구조는 아래와 같다. 각 지점별 비교조사가 용이하도록 교통량 계수가 적절한 지점을 조사지점으로 선정하였다.



〈그림 2〉 비교조사지점 기하구조 현황



〈그림 2〉 비교조사지점 기하구조 현황(계속)

2. 조사결과 분석

1) 교통량 조사결과 비교

교통량 조사 결과에 대한 조사 지점별, 종류별 교통량 차이를 비교하기 위한 기준값 설정은 각각의 교통량 조사결과가 서로 상대적인 값을 가지므로 조사결과의 오차를 줄이기 위하여 추후 재검증이 가능한 조사방법으로 설정하였다.

따라서, CCTV 및 영상(비디오) 촬영조사 방법은 여러 번 반복하여 계수가 가능하고, 교통량 계수자 상호간에 재검토할 수 있기 때문에 고속도로 본선구간은 CCTV를, 나머지 지점은 영상(비디오)촬영를 통한 조사교통량을 기준값으로 설정하여 타 조사방법과 비교하였다.

조사결과, 조사원조사는 ±6~15%의 오차를 보였으며, NC-97는 ±0.3~3.2%의 오차를 보여 총량적으로 볼 때 두 방법 모두 비교적 오차가 적은 것으로 나타났다.

〈표 5〉 비교조사 결과 (단위 : 대/2시간)

구분			승용차	버스		트럭			계
				소형	대형	소형	중형	대형	
경부고속도로 본선 (수원IC~기흥IC)	CCTV	기준값	14,258	738	1,190	1,632	1,351	987	20,156
	영상촬영	교통량	14,308	1,057	1,162	1,945	1,116	1,217	20,805
		오차율(%)	0.35	43.22	-2.35	19.18	-17.39	23.30	3.2
	조사원	교통량	15,220	1,135	1,291	1,994	1,637	856	22,133
		오차율(%)	6.75	53.79	8.49	22.18	21.17	-13.27	9.8
고속도로 연결로 (수원IC)	영상촬영	기준값	7,857	264	241	485	140	131	9,118
	조사원	교통량	8,396	619	356	759	264	89	10,483
		오차율(%)	6.86	134.47	47.72	56.49	88.57	-32.06	15.0
	NC97	교통량	7,034	453	305	637	206	191	8,826
		오차율(%)	-10.47	71.40	26.46	31.44	47.31	45.80	-3.2
가로구간 (신갈오거리~ 수원IC)	영상촬영	기준값	6,855	547	450	773	243	196	9,064
	조사원	교통량	8,115	242	438	648	221	192	9,856
		오차율(%)	18.38	-55.76	-2.67	-16.17	-9.05	-2.04	8.7
	NC97	교통량	7,112	402	313	725	163	173	8,888
		오차율(%)	3.75	-26.44	-30.52	-6.26	-32.77	-11.73	-1.9
교차로 (하갈교삼거리)	영상촬영	기준값	6,680	474	179	669	198	104	8,304
	조사원	교통량	6,247	476	169	520	210	161	7,783
		오차율(%)	-6.48	0.42	-5.59	-22.27	6.06	54.81	-6.3
	NC97	교통량	5,883	642	345	803	404	255	8,332
		오차율(%)	-11.93	35.39	92.61	20.06	104.15	145.19	0.3

〈표 6〉 비교조사 결과 분석

조사지점	조사결과분석
경부고속도로 본선 (수원IC~기흥IC)	• 영상촬영조사와 조사원조사의 차종별 패턴은 비슷한 것으로 나타남 • 영상촬영의 오차율이 3.2%로 근소한 차이를 보이고, 조사원의 오차율은 9.8%로 나타나 영상촬영이 비교적 우수한 것으로 분석됨
고속도로 연결로 (수원IC)	• NC-97 오차율 3.2%, 조사원 오차율 15.0%로 나타나 NC-97이 비교우위 • 조사원과 NC97은 차종별 교통량 오차가 커 정확한 분석결과 미흡
가로구간 (신갈오거리~수원IC)	• NC-97의 오차율이 -1.9%, 조사원의 오차율이 8.7%로 나타나 NC-97이 비교우위 • 조사원과 NC97은 차종별 교통량 오차가 커 정확한 분석결과 미흡
교차로 (하갈교삼거리)	• NC-97의 오차율이 0.3%, 조사원의 오차율이 -6.3%로 나타나 조사원의 오차율이 큰 것으로 분석됨.

2) 통계검정 분석

대응된 쌍을 이루는 두 표본자료를 이용한 두 모평균의 차에 대한 검정통계량을 구하여, 기준값(base)으로 사용되는 조사방법과 타 조사방법과의 교통량 차이를 검증하게 되며, 표본크기가 작아 t 분포를 따른다고 가정하였다.

조사방법에 따른 총교통량을 상·하행을 분리하고 2시간동안 조사된 교통량을 15분 단위 교통량으로 분류하여 16개의 표본을 추출하여 분석을 실시하였다.

〈표 7〉 SAS output

N Obs	Variable	N	Mean	Std Dev	T	Prob>|T|
16	D	16	-42.4375000	146.1337145	-1.1616074	0.2635
	E	16	-124.7500000	102.4054035	-4.8727897	0.0002

〈표 8〉 검정통계량 결과

조사지점	Variable	N (15교통량)	Mean (평균)	Std Dev (표준편차)	T (통계량)	Prob>|T|
고속도로 본선	D (cctv-video)	16	-42.4375	146.1337	-1.1616	0.2635
	E (cctv-human)	16	-124.7500	102.4054	-4.8728	0.0002
고속도로 연결로	D (video-human)	16	-85.3125	91.8025	-3.7172	0.0021
	E (video-NC97)	16	18.2500	51.8298	1.4085	0.1794
가로 구간	D (video-human)	16	41.1250	36.4963	4.5073	0.0004
	E (video-NC97)	16	6.8125	52.1526	0.5225	0.6090
교차로	D (video-human)	16	-49.5000	75.2852	-2.6300	0.0189
	E (video-NC97)	16	11.0000	76.7177	0.5735	0.5748

3) 통계분석 검토결과

- 영상촬영 및 NC-97의 경우, 검정통계량 T값에 해당하는 p-value가 유의수준 0.01보다 크므로 귀무가설을 채택한다. 즉, 두 조사방법에 있어서 영상촬영 및 NC-97은 총교통량으로 볼 때 차이가 없다고 판단할 수 있다.
- 조사원조사(human)의 경우, 검정통계량 T값에 해당하는 p-value가 유의수준 0.01보다 작으므로 귀무가설을 기각할 수 있다. 즉, 두 조사방법에 있어서 조사원 조사는 총교통량으로 볼 때 차이가 난다고 판단할 수 있다.

5. 결론

교통량 조사계획 수립시 현장상황에 맞는 조사계획을 수립하여 적절한 시기에 조사를 수행하여야 하나 교통적인 요인, 환경적인 요인, 인간적인 요인 등에 의해 조사가 원활히 이루어지지 않을 수 있다. 따라서, 교통량 조사계획 수립시 이러한 상황에 적절히 대처할 수 있도록 명확한 현장조사계획 및 조사방법을 선정하는 것이 중요하다.

교통량조사 비교방법을 통한 각 방법의 장단점은 아래와 같다.

- 영상녹화를 통한 조사방법(CCTV, 영상촬영)은 반복 재생에 따른 검증이 가능하고, 계수자의 정확성을 기본 전제로 할 경우 타 조사방법에 비해 비교우위에 있다고 판단된다. 그러나, 설치 위치에 제한이 있는 CCTV의 경우 조사지점이 한정되어 있으며, CCTV 및 영상촬영은 악천후 화면이 잘 보이지 않는 단점이 있다.
- NC-97조사는 차종별 교통량의 오차는 크게 나타나, 차종구분을 완벽하게 분류하지 못하였으나 총교통량은 3% 이내의 오차율로 비교적 정확하게 나타났다. 반면에 장비 설치시에는 차로를 통제하여 설치해야 하는 어려움이 있으며, 그렇지 않을 경우 교통사고의 위험이 상당히 발생한다.
- 조사원 조사방법은 가장 간략히 수행할 수 있으나, 시험조사지점에 따라 다른 방법에 비해 교통량 차이가 크고 교통량 조사결과가 타 방법과 비교하여 통계적으로도 유의하지 않은 것으로 나타났다.

결과적으로, 교통량 조사방법의 현실적인 대안을 제시한다면,

- 교통량 조사지점을 대표할 수 있는 곳을 선정한 후 NC-97을 이용하여 1주일 단위의 교통량 조사를 수행하여 첨두일을 선정한 후, 조사된 첨두일의 24시간 내지 12시간동안 연속적인 교통량 사전조사를 실시하여 첨두시간을 파악하고 교통량의 총량을 가늠하되, 이를 통해 분석가가 필요한 교통량 조사 시간을 추정할 수 있다.
- 교통량의 과다, 교통안전상의 문제, 기상적인 영향으로 조사원 조사가 어렵거나 시야불량으로 인해 조사원 배치가 부적절한 지점에 대해서는

영상촬영조사를 실시하여 교통량 조사의 신뢰도를 높일 수 있을 것으로 판단된다.

- 일반적으로 조사원을 통해 교통량 조사를 수행하는 경우 조사원의 오차가 교통량 조사에 참여한 경험을 바탕으로 한 숙련도에 따라 다르므로 영상촬영이나 NC-97 등의 장비를 이용하여 조사를 수행한 후 이를 전산화하여 보관하는 방법이 적절하다고 판단된다.

참고문헌

1. 한국도로공사(1999), 고속도로 타당성조사 및 기본설계 실무편람.
2. 건설교통부(2003), 교통조사지침.
3. 도철웅(2004), 교통공학원론.
4. 이종원・최현집(1995), SAS를 이용한 통계분석, 박영사.
5. FHWA(TX-04-0-4156-1), INTEGRATION OF POINT-BASED AND LINK-BASED INCIDENT DETECTION AND TRAFFIC ESTIMATION.
6. FHWA(OP-04-003,2003), Freeway Management Handbook.