

차등적 고속도로 설계기준을 적용한 Smart Highway 설계기준 정립에 관한 연구

Study about setting up Smart Highway design standard
applied discriminative highway design standard

황인택

(서울대환경대학원 석사과정)

이영인

(서울대환경대학원 교수)

강정규

(한국도로공사 도로교통기술원
교통연구실 연구위원)

Key Words : Smart Highway, 고속도로, 등급분류, 7*9, 설계기준

목 차

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none">I. 연구의 배경 및 목적<ul style="list-style-type: none">1. 연구의 배경 및 목적2. 연구의 범위II. 고속도로 현황 및 관련계획 검토<ul style="list-style-type: none">1. 고속도로 현황검토2. 관련계획 검토III. 방법론 정립<ul style="list-style-type: none">1. 고속도로 설계기준 검토2. 차등적 고속도로 설계기준 정립 | <ul style="list-style-type: none">IV. 국가기간 교통망의 우선순위 정립<ul style="list-style-type: none">1. 우선순위 기준정립2. 신규노선 건설방안 검토V. 고속도로 등급분류<ul style="list-style-type: none">1. 국가기간교통망(7*9)노선의 등급분류2. 단구간연결 고속도로의 등급분류VI. 결론 및 향후연구과제 <p>참고문헌</p> |
|--|---|

I. 연구의 배경 및 목적

1. 연구의 배경 및 목적

기계 및 자동차 공학 분야의 급속한 발달로 자동차는 빠른 발전을 한 반면, 도로 및 부대시설은 그에 맞게 발전하지 못하고 있다. 그 뿐만 아니라, 고속철도의 개통과 저가 항공의 취항으로 신속한 원거리 이동이 가능해짐으로써, 고속도로의 경쟁력이 점점 낮아지고 있는 실정이다. 본 연구에서는 현실에 맞도록, 고속도로 설계기준을 차등화하여 새로운 기준에 의한 고속도로 건설방안을 수립하고자 하였고, 고속도로 건설에 있어서 일률적인 설계기준을 적용함으로써 발생하는 도로운영상의 비효율성과 불합리함을 제거하고자 하였다. 또한 이를 국가기간 교통망 계획(7*9)에 적용하여 국가간선도로망의 등급분류 및 이를 재검토 하는 방안을 제시하였다.

2. 연구의 범위

공간적 범위로는 우리나라 고속국도 노선을 대상으로 하였고, 내용적 범위로는 교통량에 따른 차등적 고속도로 설계기준 개선방안을 제시하였다.(예 : 고속도로 1등급, 고속도로 2등급) 또한 새로운 도로설계기준을 위한 향후 체계적인 연구방법과 내용을 제시함으로써, 차등적 고속도로 설계기준을 정립하였

다. 그리고 단계별 고속도로 건설방안을 검토하였다. 현재 우리나라의 국가기간 교통망(7*9)의 노선을 교통량을 기준으로 등급을 분류하였고, 또한 단구간 연결고속도로의 등급을 분류하였다.

II. 고속도로 현황 및 관련계획 검토

1. 고속도로 현황 검토

현재 우리나라는 전국에 지선·간선을 포함하여 총 31개의 고속도로 노선이 구축되어 있다.

<표 3> 고속도로 현황

노선번호	노선명	개통연장(km)
제1호	경부선	417.4
제10호	남해선	169.3
제12호	88 울림픽션	183
제14호	고창~담양선	
제15호	서해안선	340.6
제16호	울산선	14.3
제17호	서천~공주선	
제20호	익산~포항선	71.0
제22호	김천~영천선	
제25호	호남선, 논산~천안선	277.1
제27호	순천~완주선	
제30호	당진~상주선	
제35호	통영~대전선, 중부선	285.8
제37호	제2중부선	31.1
제40호	평택~충주선	25.8
제45호	중부내륙선	203.6
제50호	영동선	234.4
제55호	중앙선	288.9
제60호	서울~양양선	
제65호	동해선	60.7
제100호	서울외곽선	91.3
제102호	마산외곽선	16.2
제104호	남해제2지선	20.6
제110호	제2경인선	26.6
제120호	경인선	23.9
제130호	인천국제공항선	36.6
제202호	익산~포항선의 지선	
제251호	호남선의 지선	54.0
제300호	대전남부순환선	12.5
제451호	구마선	30.0
제551호	중앙선의 지선	8.2

2. 관련계획 검토

1) 국가간선 도로망(7*9)의 건설계획

장기적으로 전국을 포괄하는 남북 7개, 동서 9개축의 간선도로망 구축을 목표로 국가간선 도로망을 건설중이다. 국가간선 교통망계획에서 2020년까지 구축하도록 확정짓고, 이에 1차적으로 2001년~2005년 까지 12개구간 632.2km, 2차적으로 2006년~2010년까지 14개구간 963.2km, 3차적으로 2011년 이후 19개 구간 1,950.2km의 완공을 목표로 현재 건설을 추진 중에 있다.

2) 국토종합계획 (2000~2020, 건설교통부)

국토종합계획은 우리 나라의 미래 경제적·사회적 변동에 대응하여 민족의 삶의 터전인 국토의 미래상과 장기적 발전방향을 종합적으로 설정하고 국토의 이용·개발·보전에 관한 장기적·종합적인 정책방향을 설정하는 국가의 최상위 종합계획이다. 본 과업에서는 장래 국토골격의 이해 및 간선교통망체계, 과업 대상지역의 기본적인 개발방향을 이해하는 지침으로 활용할 수 있으며, 또한 장래 교통수요와 밀접한 관계가 있는 장래 인구, 산업관련지표 등 사회·경제지표 예측자료를 참고하는 데 활용할 수 있다.

제4차 국토종합계획은 “21세기 통합국토의 실현”이라는 기

조아래, 더불어 잘사는 「균형국토」, 자연과 어우러진 「녹색국토」, 지구촌으로 열린 「개방국토」, 민족이 화합하는 「통일국토」를 기본목표로 삼고 있고, 개방형 통합국토축 형성, 지역별 경쟁력 고도화, 건강하고 쾌적한 국토환경 조성, 고속교통·정보망 구축, 남북한 교류협력기반 조성을 5대 추진전략으로 제시하고 있다.

III. 방법론 정립

1. 고속도로 설계기준 검토

우리나라 기준은 지방부와 도시부를 기준으로 100, 120kph의 설계속도를 적용하며, 적용된 설계속도에 따라서 직접적으로 편구배, 시거, 곡선반경등의 선형요소 및 차로폭 갖길폭 등의 횡단면 요소가 결정된다.

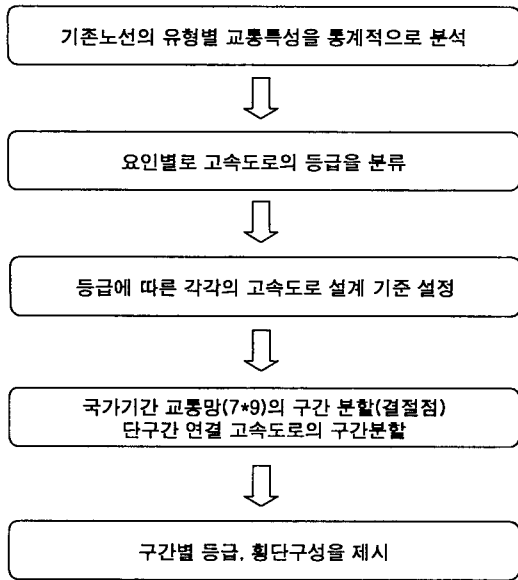
<표 4> 현행 고속도로 설계기준(도로의 구조·시설 기준)

구분	고속도로			
	지방부		도시부	
설계속도 (km/hr)	평지	산지	100	
	120	100		
설계구간 길이	30 ~ 20km		30 ~ 20km (자동차전용도로)	
설계서비스수준	C		D	
차로폭	3.5m 이상		3.5m 이상	
중앙분리대폭	3.0m 이상		2.0m 이상	
갓길폭	우측	좌측	우측	좌측
	3.0m 이상	1.0m 이상	2.0m 이상	1.0m 이상
측대	0.5m 이상		0.5m 이상	

위의 표에서 보는 것과 같이 현행 고속도로 설계기준은 교통량이 많고 적용에 상관없이 지방부와 도시부로 나뉘어 100~120km/h의 설계속도를 적용하고 있어, 일률적인 설계기준을 적용함으로써 발생하는 도로운영상의 비효율성을 감소시키기 위해 고속도로의 등급을 유사한 특성을 갖는 노선끼리 분류하고 등급별로 설계기준을 정립할 필요가 있다.

2. 차등적 고속도로 설계기준 정립

기 건설된 고속도로 및 계획·건설 중인 고속도로에 대한 등급분류를 실시하였고, 차등적 고속도로 설계기준을 정립하였다. 연구 진행절차는 다음 그림과 같다.



<그림 1> 연구 진행 절차

교통량을 설명변수로 하여 유사한 교통특성을 갖는 고속도로 노선으로 그룹화하여 3개의 등급과 도시고속도로 노선으로 분류하였다.

1등급에 해당하는 노선의 설계속도는 140kph로, 2~3등급과 도시고속도로 노선의 설계속도는 평지와 산지로 나누어 각각 80,100,120kph의 설계속도를 적용하였다.

<표 5> 등급별 고속도로 설계기준안

구분	고속도로							
	1등급		2등급		3등급		4등급	
설계속도(kph)	140		평지 120	산지 100	평지 100	산지 80	평지 100	산지 80
차로폭(m)	3.75		3.5		3.5		3.5	
갓길폭(m)	우측	좌측	우측	좌측	우측	좌측	우측	좌측
	3.0	2.0	3.0	1.0	2.0	1.0	2.0	1.0
중앙 분리대폭(m)	3.5		3.0		2.0		2.0	
측대폭(m)	1.0		0.5		0.5		0.5	
완화구간 최소길이(m)	80		70		60		50	
직선구간 제한길이(m)	3,000		2,400		2,000		1,600	

V. 고속도로 등급분류

교통량을 기준으로 설정된 축을 1등급(Smart Highway), 2등급(지역간연결 고속도로), 3등급(도시고속도로), 4등급(단구간연결 고속도로)으로 구분하였다.

1등급은 설계속도 140kph, 2등급은 설계속도 120kph, 3등급은 설계속도 100kph, 4등급은 설계속도 100kph,로 구분하였고, 도시고속도로의 경우 3등급으로, 단구간연결 고속도로의 경우 4등급으로 구분하였다.

1등급은 우리나라의 주요 교통량을 담당하는 노선으로써,

Smart Highway의 기능을 수행하고, 설계속도 140kph로 설계되었으며, 교통량, 전국적 규모의 연계성을 고려했을 때, 다른 국가기간교통망 노선들 중 가장 높은 설계속도로 설계되어야 할 것이다.

2등급은 우리나라의 교통량의 수요 분산 및 지역간 연결을 위한 도로로써의 역할을 수행하는 노선들로서, 설계속도 120kph이고, 전국규모의 교통수요분산과 지역별 연계성을 고려했을 때, 노선들에 대해 교통량, 지형적요인, 토지이용계획 등을 고려할 필요가 있다.

3등급에 해당하는 고속도로는 우리나라의 교통량의 수요 분산 및 도시고속도로로써의 역할을 수행하는 노선으로써, 설계속도 100kph이고, 지역적 규모의 교통수요분산과 지역별 연계성, 도시에 대한 순환성을 고려할 필요가 있다.

4등급에 해당하는 고속도로는 우리나라의 인접지역간의 연결로써의 역할을 수행하는 노선들로서, 단구간연결 고속도로에 해당되고, 설계속도 100kph이다.

신규 노선의 경우 차등적 고속도로 건설기준을 적용하여 고속건설을 추진할 수 있는 노선은 통행수요, 경제적 효과 등을 고려하여 결정하여야 한다. 현재 추진되고 있는 7*9의 국가기간교통망 건설계획에서 건설비 과다 등의 이유로 타당성 확보가 어려운 구간 및 지형적 장애구간 고속도로 건설은 굳이 1,2등급으로 건설하는 것 보다는, 3,4등급의 고속도로로 추진하는 방안이 훨씬 효율적이다. 지역간 이동성이 중요한 구간의 경우에는 1등급 및 2등급으로 건설하는 것이 타당하다.

1. 국가기간교통망(7*9)노선의 등급분류

7*9 국가 간선 도로망계획에 설계기준안을 적용하여, 이를 통하여 동서축 및 남북축과 만나는 계획된 결절점에 대하여 등급을 분류하였다. 기존노선의 분류기준들을 바탕으로 등급분류기준을 수립하였다.

1) 구간설정

본 연구에서의 조사대상은 고속도로로 한정하였고, 고속도로 일반구간의 노선을 대상으로 고속도로 교차지점(JC) 사이를 조사구간으로 정의하였다.

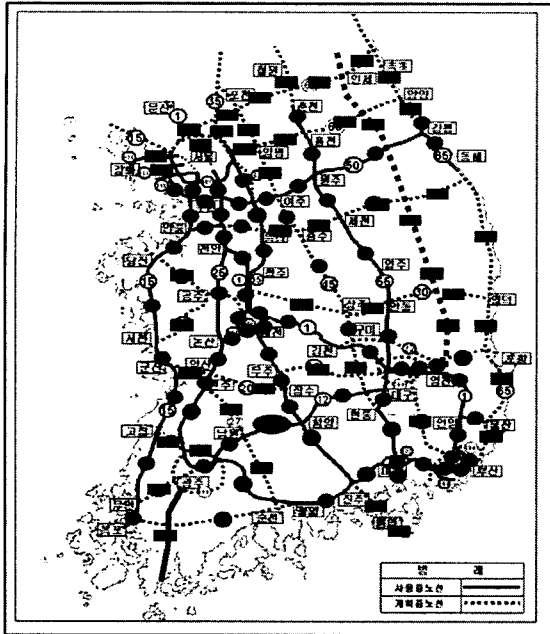


<그림 2> 조사구간의 개념도

본 연구를 위하여 현재 건설 운영 중인 구간에 대해서만 분석을 실시하였고, 이러한 기준으로 구간을 설정한 결과, 2004년 기준으로 기 건설된 구간은 총 67개 이며, 구간별 평균연장은 37.09km로 나타났다.

2) 자료수집

본 연구에서 사용된 자료의 경우 한국도로공사에서 구축한 2004년 고속도로 교통량 자료를 이용하여 분석을 실시하였다. 차종은 소형, 중형, 대형의 3가지 차종으로 분류하였다.



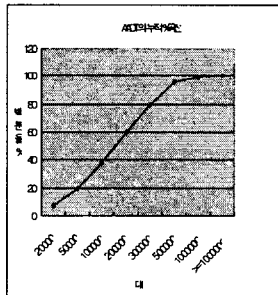
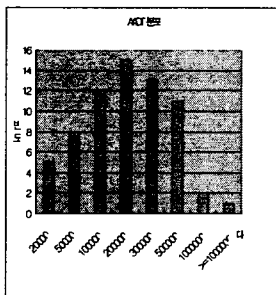
<그림 3> 국가기간교통망(7+9)에 대한 구간설정

3) 분석변수항목

연간 도로를 통과하는 차량의 평균 일일 대수로서, 도로의 교통량을 비교할 수 있는 변수인 AADT가 클수록 일일 교통량이 많고, 이는 도로인근 지역의 인구가 밀집해 있거나 산업이 발달한 도시형 지역의 도로일수록 AADT가 높게 나타나는 경향이 있기 때문에 AADT가 높을수록 고규격화 되어야 할 것으로 판단된다.

2004년의 고속도로 교통량 통계 자료를 이용하여 총 67개 구간에 대해 분석을 시행한 결과, 고속도로의 평균 AADT는 193,402대로 분석되었으며 10만~20만대, 20만~30만대 구간 순으로 많은 것으로 분석되었다.

항목별 분포도는 다음과 같으며, 전체구간의 평균과 표준편차에 따라 다음과 같이 4개 등급으로 구분하였다.



<표 6> 등급별 AADT기준

구분	AADT
1등급	AADT의 누적 %값이 85%이상
2등급	AADT의 누적 %값이 50%~85% 이내
3등급	AADT의 누적 %값이 15%~50% 이내
4등급	AADT의 누적 %값이 15%미만

4) 등급분류 결과

<표 7> 국가기간교통망(7+9)의 등급분류안 -남북축-

구 간 명	AADT	No	연장	등급
서서울 ~ 안산JC	240,142	21	14.8	2
안산JC ~ 서평택JC	395,975	22	34.4	1
서평택JC ~ 당진JC	265,014	23	36.3	2
당진JC ~ 서천	282,869	24	94.2	2
서천 ~ 군산	26,074	25	15.2	4
군산 ~ 고창	102,249	26	68.8	3
고창 ~ 무안	35,101	27	53.5	4
무안 ~ 목포	18,548	28	23.5	4
서울 ~ 신갈JC	200,097	1	23.1	2
신갈JC ~ 안성JC	780,409	2	30.4	1
안성JC ~ 천안JC	439,842	3	31.3	1
천안JC ~ 남이JC(경부)	275,646	4	32.9	2
천안JC ~ 논산JC(호남)	210,786	33	80.9	2
논산JC ~ 익산	50,658	34	10.5	3
익산 ~ 전주	82,202	35	14.3	3
전주 ~ 광주	329,749	36	102.1	2
회덕JC ~ 서대전JC	129,350	37	19.6	3
서대전JC ~ 논산JC	103,843	38	34.4	3
동서울 ~ 호벌JC	402,055	41	41	1
호벌JC ~ 음성	121,044	42	30.1	3
음성 ~ 남이JC	264,631	43	46.1	2
비룡JC ~ 산내JC	98,509	44	8.3	3
산내JC ~ 무주	146,029	45	41.8	3
무주 ~ 장수JC	49,250	46	30.5	3
장수JC ~ 함양JC	77,739	47	29.9	3
함양JC ~ 진주JC	146,072	48	58.1	3
서대전JC ~ 산내JC	80,711	71	12.5	3
여주JC ~ 충주	40,883	51	41.6	3
충주 ~ 상주	144,063	52	27.7	3
상주 ~ 김천JC	23,190	53	32.1	4
현풍 ~ 칠원JC	181,264	54	48.9	2
칠원JC ~ 칠원	17,884	55	3.5	4
화원 ~ 달성	150,699	72	30	2
금호JC ~ 서안동	245,450	62	85.8	2
서안동 ~ 제천	114,297	63	87.1	3
제천 ~ 만종JC	81,775	64	36.8	3
만종JC ~ 홍천	37,925	65	43.9	4
홍천 ~ 춘천	15,486	66	25.1	4
양산JC ~ 대동JC	218,858	67	7.6	2
대동JC ~ 대동	77,799	68	2.7	3
영천C ~ 연양JC	162,945	10	56.4	2
연양JC ~ 양산JC	354,239	11	27.5	1
양산JC ~ 부산	58,731	12	13	3
현남 ~ 강릉JC	17,918	69	17	4
강릉JC ~ 동해	53,911	70	44.4	3

<표 8> 국가기간교통망(7·9)의 등급분류안 -동서축-

구 간 명	AADT	No	연장	등급
군자 ~ 안산JC	392,332	56	18	1
안산JC ~ 신갈JC	1029,989	57	23.8	1
신갈JC ~ 호법JC	446,807	58	31.5	1
호법JC ~ 여주JC	189,735	59	15	2
여주JC ~ 만종JC	189,528	60	35.3	2
만종JC ~ 강릉JC	297,400	61	110.8	2
대전 ~ 비룡JC	103,599	6	3.5	3
비룡JC ~ 김천JC	398,137	7	87.3	1
김천JC ~ 금호JC	320,500	8	43.8	2
금호JC ~ 도동JC	208,250	9	14.55	2
도동JC ~ 영천	240,830	10(1)	28.45	2
고서JC ~ 남원	21,829	19	53	4
남원 ~ 함양JC	32,236	19(1)	45.3	4
함양JC ~ 옥포JC	71,631	20	84.7	3
목포(승주) ~ 순천JC	66,735	13	3.8	3
순천JC ~ 진주JC	301,219	14	64.7	2
진주JC ~ 산인JC	507,836	15	45.6	1
산인JC ~ 창원JC	64,348	16	17.9	3
창원JC ~ 냉정JC	306,261	17	17.7	2
냉정JC ~ 북부산	250,065	18	19.6	2
고서JC ~ 승주(호남)	161,598	40	68.3	2

2. 단구간연결 고속도로의 등급분류

앞에서 정립한 설계기준을 횡축연결도로에 적용해봄으로써, 각 구간의 설계요소가 적절한지에 대하여 검토하였다.

1) 횡축 연결 고속도로의 선정

중축 고속도로를 연결하는 민간 혹은 소규모의 고속도로를, 균형개발계획과 기능성, 지형적 특성을 고려하여 기존노선중 하나를 선정하고, 등급을 분류하였다.

⇒ 고창~장성 간 고속도로(민자, 사업기간 : 2005년~2009년)

2) 사업개요

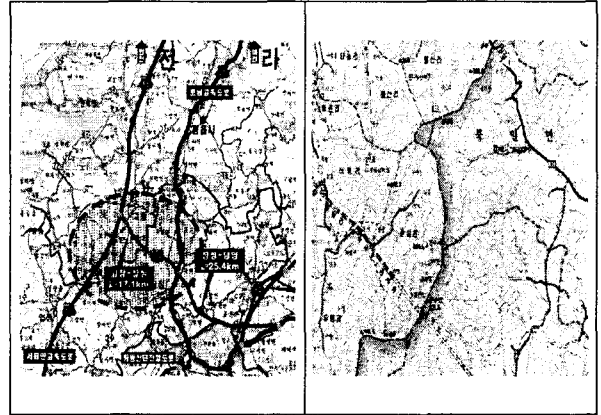
<표 9> 고창~장성간 고속도로 사업개요

구분	사업내용
수행주체	국가(건설교통부)
구간	고창~장성
연장	17,200m (4차로)
건설기간	2002년 12월 ~ 2009년 12월
폭원	23.4m
사업비	약 4,000억원
시설	터널 1개소 3,850m, 유출입시설 3개소

고창~장성간 고속도로가 개통되면 서해안고속도로와 호남고속도로를 횡방향으로 연결하여 호남 동부내륙지역에서의 서해안고속도로로의 편리한 접속으로 고속도로의 순기능 역할을 극대화한다. 또한 호남 동남부지역(광주권역)과 수도권 서부지역을 연결하기 위해 국도 21호선(전주~군산간)이나 국도 30호선(태인~부안간)을 이용해 서해안고속도로와 접속하던 시간, 경제적 비용, 사고위험 등을 크게 줄일 수 있다. 그리고 서해안

고속도로와 호남고속도로를 연결함으로써 호남 서해안지역의 물동량 수송과 관광자원 이용 확대 등 발전을 촉진하게 될 것이며, 호남권 내륙과 서해안의 연계성이 강화되어 호남지역 발전과 호남고속도로의 대체도로 역할을 수행함으로써 만성적인 호남고속도로로 적체현상을 해소할 수 있을 것으로 기대된다.

3) 등급결정



<그림 4> 고창~장성간 고속도로 위치도 및 지형도

앞서 제시한 고속도로망의 등급분류안에 따라 서해안 고속도로의 고창~군산간 구간의 경우 3등급으로 분류되었으며, 호남고속도로의 전주~광주간 구간의 경우 2등급으로 분류되었다. 고창~장성간 고속도로는, 국가 간선 교통망의 남북 제1축과 남북 제2축을 연결하는 단구간 연결 고속도로로 역할을 정의할 수 있다. 따라서, 1등급의 초 고규격 및 2등급의 고규격으로 설계할 필요는 없으며, 현재 2등급 구간과 3등급 구간을 연결하고 있으므로, 등급분류안을 적용할시 3등급 이하의 등급으로 설계하는 것이 타당한 것으로 판단된다. 고창 ~ 장성간 고속도로의 경우 고창군과 장성군의 경계에 있는 문수산을 통과하므로, 등급분류 시 4등급의 고속도로 규격을 적용하는 것이 타당한 것으로 판단된다.

VI. 결론 및 향후연구과제

본 연구에서는 고속도로 설계기준에 대해 일률적인 설계기준이 아닌, 차등화된 기준에 의한 고속도로 건설방안을 수립하고자 하였고, 도로운영상의 비효율성과 불합리함을 제거하고자 하였다. 또한 이를 국가기간 교통망 계획(7·9)과 단구간 연결 고속도로에 적용하였다.

고속도로의 등급분류에 있어 본 연구에서는 AADT만을 고려하였으나, 노선의 지형 및 토지이용형태, 선형 등이 고려되어야 할 것이다. 또한 고속도로교통량 특성의 일종인 계절적 특성, 대형차 혼입률, 장거리 통행량의 비율이 고려되어야 할 것이다. 위에서 제시한 기타 변수들을 고려한 등급분류에서는 각각의 변수들에 대한 중요도 및 상관관계를 면밀히 따져야 하며, 이들을 고려한 점수화 등의 방법으로 등급분류안이 마련되어야 할 것이다.

참고문헌

- 건설교통부, 『제4차 국토종합계획(2000~2020)』, 2000.1
건설교통부, 『국가기간 교통망계획(2000~2019)』, 1999.12
건설교통부, 『제1차 지방5대도시권 광역교통 5개년계획 및 추진계획(2001~2006)』, 2003.11
건설교통부, 『국도 기능분류 및 효율적 투자방안 연구』, 1999.4
건설교통부, 『도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙 해설 및 지침』, 2000. 3
한국도로공사, 『도로설계요령』, 2001
한국도로공사 홈페이지
<http://freeway.krdns.net>