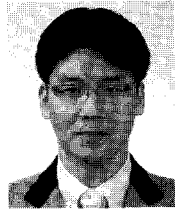


시거에 관한 국내외 기준 및 기술동향



박 제 진 | 정회원 · 한국도로공사 도로교통연구원 책임연구원

1. 이론적 배경

도로 기하구조 설계의 기준이 되는 주요 요소에는 시거, 운전자의 안락감·쾌적성, 차량의 안정성, 도로상의 배수, 도로주변경관 등으로 구성되어지며, 이중 도로 기하구조 선형결정에 있어서 가장 결정적인 요소로 작용하는 것이 바로 시거이다.

운전자는 도로를 주행하는 동안 도로의 기하구조 및 교통상황, 신호등, 표지판 등을 통하여 많은 정보를 얻게 되고, 이에 따라 가감속도 및 주행방향 등을 결정하게 되는데 대부분의 정보를 운전자의 시각을 통하여 얻게 된다. 따라서 도로주행 시 운전자의 시거확보는 도로 기하구조 선형의 안전설계 및 안전한 도로주행을 위하여 반드시 필요하다.

현행의 도로 기하구조 및 시거 설계지침에서는 설계과정상 여러 가지 제약조건으로 인해 평면선형과 종단선형을 분리하여 2차원적 시거를 분석함으로써 복합선형에 대한 정량적 설계기준을 제시하지 못하고 단순히 평면선형만을 고려하여 선형설계에 적용하여 왔다. 그러나 도로설계에 내포된 안전여유(Safety Margin)를 정확하게 계산하기 위해서는 정확한 입체시거의 적용이 필요하다.

본고에서는 도로설계의 안전성 확보차원에서 시거를 이용한 도로 기하구조 안전성 평가를 위한 국내외 기준 및 기술동향을 살펴보고자 한다.

2. 시거의 정의 및 현행 기준

2.1 정지시거

정지시거는 운전자가 자동차 진행방향의 전방에 있는 장애물 또는 위험요소를 인지하고 제동을 걸어 정지하거나 혹은 장애물을 피해서 주행할 수 있는 길이로서, 주행상의 안전과 쾌적성의 확보에 주요한 요소로 간주되는 것으로 도로선형에 의해 운전자의 시야에 방해가 되지 않도록 도로 전구간에 걸쳐 정지시거가 확보되도록 설계하는 것이 매우 중요하다. 현 도로설계기준인 「도로의 구조·시설기준에 관한 규칙」(건설교통부, 2000)은 평면이나 종단선형을 구분하여 시거계산방법을 제시하고 있으며 표 1과 같다.

AASHTO(2001)에 의하면 기존의 횡방향 미끄럼 마찰계수를 사용하던 방법에서 벗어나 자동차의 제

표 1. 정지시거 계산 방법

구 분		설 계 기 준		
AASHTO (2001)	정지시거	$D = \frac{V}{3.6}t + \frac{V^2}{254 \times \frac{a}{9.81}}$ (a = 3.4m/s ² :감속도)		
	중단경사 영향	$D = \frac{V}{3.6}t + \frac{V^2}{254 \times (\frac{a}{9.81} \pm \frac{s}{100})}$		
도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙 (2000)	정지시거	$D = \frac{V}{3.6}t + \frac{V^2}{254f}$		
	중단경사 영향	$D = 0.694V + \frac{V^2}{254(f \pm s/100)}$		
	볼록곡선	파라미터	정지시거 고려시*	
		D > L 경우	$L = 2D - \frac{385}{S}$	
	오목곡선	파라미터	전조등 야간투시 고려시**	
		D > L 경우	$L = 2D - \frac{120 + 3.5D}{S}$	
오목곡선	D < L 경우	$L = \frac{SD^2}{120 + 3.5D}$		
	* 국내 정지시거 고려시, 눈높이 : 1.0m 물체높이 : 0.15m		D : 정지시거(m) f : 종방향미끄럼마찰계수 V : 속도(km/h) s : 중단경사(%)	
** 전조등 야간투시 고려시, 전조등 높이 : 1.0m 전조등 조광각 : 1°		t : 반응시간(2.5sec) L : 중단곡선길이(m)		

동이 일어난 이후의 감속도를 사용하여 정지시거를 산출하고 있다. 1940년 이후 AASHTO의 정지시거와 관련한 인자의 변화는 표 2와 같다.

2.2 평면선형에서의 시거

평면선형에서 운전자가 전방을 볼 수 있는 거리는 장애물의 위치, 흠깊이부 위치 및 기타 시야를 방해하는 물체에 의해 결정된다. 평면곡선부에서 시거를 측정하기 위한 기준은 운전자의 눈과 내측 차로의 중심선에서 보이는 물체이다. 시거는 차로의 중심을 따라서 관측되고, 중앙지점에서 이에 상응하는 최소 측방여유폭이 계산된다.

현광방지시설을 포함한 중앙분리대 높이와 흠깊이부에 대한 일반적인 횡단면에서 최소 정지시거는 최소곡선반경을 고려하며, 시거제약에 대한 추가적인 조치가 필요할 수 있다. 고가연결로에서 건물과 난간에 근접해 있거나 지하차도에서 교량의 교대에 근접한 경우는 선형의 재조정이 요구된다.

최소 정지시거는 도로의 전구간에 걸쳐 확보되어야 하나 너무 많은 비용이 소요되거나 정상적인 운영상태에서 최소 정지시거 구간의 감소가 유효한 구간에서는 예외구간으로 고려할 수 있다.

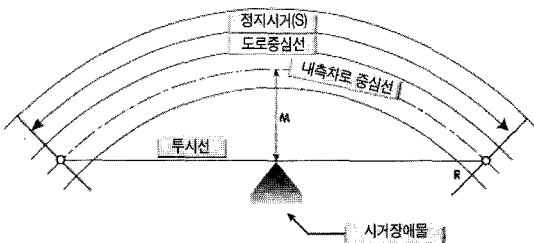
AASHTO(2001)에서는 평면곡선부의 최소 정지

표 2. 정지시거 관련 인자의 변화(AASHTO)

연 도		1940	1954	1965	1971	1990	1994	2001
인 자								
설 계 속 도		설계속도	85~95% 설계속도	80~93% 설계속도	최소 : 80~93% 설계속도 최대 : 설계속도			설계속도
반응시간 (sec)	30mph	3.0	2.5					
	70mph	2.0						
포장상태		건조	습윤					
마찰력	30mph	0.5	0.36	0.5				감속도 3.4m/s ²
	70mph	0.4	0.29	0.4				
운전자 눈높이		4.5ft(1.4m)		3.75ft(1.2m)		3.5ft(1.0m)		
장애물 높이		4.0in(0.1m)		6.0in(0.15m)				24in(0.6m)

주 : TRB, Determination of Stopping Sight Distance, NCHRP Report 400

시거를 구할 때, '조건에 대한 가정속도'로 평균주행 속도의 개념을 가지고 최소 정지시거에 대한 범위를 설정한다. 최소 정지시거의 상한값은 설계속도를 통해 계산한 값이며 하한값은 평균주행속도를 통해 계산한 값이다. 이를 토대로 평면곡선부에서 최소 정지시거를 고려하기 위한 곡선반경 내측차로 중심에서 시거장애물까지의 측방여유폭(M)간의 관계식을 토대로 구한 상한값과 하한값의 범위는 그림 1과 같다.



$$M = R(1 - \cos 28.65 \frac{S}{R})$$

그림 1. 평면선형에서의 시거

2.3 종단선형에서의 시거

블록 종단곡선의 최소길이는 통상 소요시거에 따라 결정된다. 운전자는 곡선에 있는 물체를 소요시거보다 더 멀리서 볼 수 있어야 한다. 종단곡선 길이 L과 종단경사차 S, 두 지점간의 투시거리 D에 대한 방정식을 유도하기 위해서 L과 D는 수평거리로 나타낸다.

오목종단곡선의 길이를 결정하는데 고려해야 할 사항은 전조등 시거, 승차감, 배수 등이며, 이 중에서 전조등 시거와 지하차도의 시거확보가 중요하다. 또한, 자동차가 야간에 오목종단곡선을 운행할 때 운전자가 볼 수 있는 범위는 전조등이 밝히는 범위에 국한된다.

3.4 평면선형과 종단선형의 설계와 조합

도로 기하구조에 있어서 특히 곡선부의 시거는 안

전운행에 큰 영향을 미친다. 만약, 평면선형과 종단선형이 따로 설계되거나 적절히 조화를 이루지 못하면 아주 부적절한 형상이 되어 운전자에게 미치는 안전상의 불이익, 안전상의 역효과가 크게 발생되어 질 수 있다.

평면선형과 종단경사의 결합은 도로의 주요 구간과 연결로나 교차로 등 방향전환을 하는 곳에서도 균형과 조화를 이루어 설치되어야 한다. 속도를 줄일 필요가 있으면서 평면곡선과 종단곡선이 연결되는 곳에는 평면곡선부를 오르막길에 설치하는 것이 좋다.

어떠한 경우이든 충분한 시거가 확보되어야 하며, 특히 곡선부가 시작되는 부분을 멀리서 잘 볼 수 있도록 하는 것이 안전측면에서 대단히 중요하다 할 것이다. 연결로의 끝 부분에 곡선부가 설치된다면 이러한 모양이 눈에 잘 띄어야 되며 또 적절한 감속 거리가 확보되어야 한다. 급한 평면곡선이 블록곡선의 정상부근이나 오목곡선의 하단부에 설치되는 것은 매우 위험하다.

결과적으로 평면선형과 종단선형의 선형조화를 위해서는 도로 기하구조상 선형의 시각적 연속성을 확보하고 선형의 시각적 및 심리적 균형을 확보해야 하며, 주변 도로환경과의 조화도 동시에 고려할 수 있도록 함으로써 안전성 확보를 위해 최선의 노력을 경주해야 할 것이다.

3. 국내외 연구동향

기존의 도로설계 지침서인 「도로의 구조·시설기준에 관한 규칙」(건설교통부, 2000)에서 제시된 2차원적 시거 계산방법으로는 선형이 연속적으로 연결되거나 평면곡선과 종단곡선이 합성된 입체선형에서의 시거를 계산하는 것은 사실상 불가능하다. 지금까지 이러한 복잡한 선형에서의 시거계산방법을 제시하기 위해 수많은 연구들이 수행되어져 왔다. 본 절에서는 우리나라 도로설계 기준상의 시거

에 대한 기본적인 개념 및 현행기준을 살펴보고, 시거와 관련된 제반 연구동향 및 시거를 통한 설계일관성 평가에 관한 연구를 중점적으로 살펴보고자 한다.

우리나라 시거기준의 경우 미국의 AASHTO (2001)에서 제시하는 시거기준과 그 원리가 동일한 것으로써 이들 기준에서 제시되는 시거계산방법은 매우 단순한 선형해석에만 사용되어질 뿐 기존의 선형과 시거와의 기본개념의 설명범주를 벗어난 복잡한 선형에 대한 시거분석은 여전히 설계자의 몫으로 남겨져 있으며, 도로설계 시 즉흥적이고 원시적인 방법의 사용이 불가피한 실정이다. 다행히 최근에는 보다 정확하고 자동화된 3차원적인 입체시거를 이용한 시거분석방법을 제시하는 연구들이 꾸준히 수행되어지고 있는 실정이다.

시거분석은 평면선형과 종단선형으로 구분하여 기존의 연구동향을 제시하고, 최근에 주로 수행되어지는 평면과 종단의 합성을 통한 복합선형(입체선형)에서의 시거분석에 관한 연구동향을 제시하였다.

3.1 평면선형에 대한 시거분석 연구

1) Olson(1984), Numan(1984), Glennon(1987)
AASHTO의 기준을 직접 적용할 수 있는 선형이 매우 제한되어 있음을 지적하고 차량이 곡선부 이전의 직선부에 위치한 경우에 대한 시거계산방법을 각기 제시하고 있다. 이들은 차량과 곡선의 시점간의 거리가 변함에 따라 필요로 하는 측방여유폭이 0~M의 범위 내에 있다는 것을 확인하였다(그림1 참조).

2) Waissi(1987)

Olson(1984)의 연구결과를 이용하여 평면곡선의 요소와 운전자 및 장애물의 위치, 곡선부 내측의 시거장애물 위치간의 상호관계를 나타내는 식을 유도·제시하였다. 이 방법은 장애물이 곡선부 이후에 위치하는 경우까지를 포함한 시거가 곡선의 길이보다 긴 경우에도 적용이 가능하도록 하였고, 최소시거값

을 결정하는 절차에 근사해적인 방법을 포함시켜 제시하였다.

3) Easa(1991a, 1993, 1994)

Easa(1991a)의 연구에서는 원곡선의 파라메타 값, 측방여유폭과 장애물의 위치, 그리고 운전자와 장애물의 위치정보를 이용하여 시거를 계산하는 정확한 공식을 유도한 후, 이용가능성을 확인하기 위해 분석에 필요한 변수들을 임의로 설정하고 최소시거를 산정하였다. 이 방법을 적용할 경우 최대 측방여유폭의 계산이 가능해진다.

또한, Easa(1993, 1994)는 시거분석모형의 적용 가능범위를 확대시키고자 곡선이 연결된 평면선형에서의 시거분석에 관하여 연구한 것으로, 연속된 복합곡선과 배향곡선에서 측방여유폭 및 곡선의 최소길이 등을 계산할 수 있는 방법을 제시하였다. 기존의 시거모형을 배향곡선에 적용할 경우 평면곡선의 측방여유폭과 종단곡선의 최소길이가 실제로 필요한 것보다 큰 값으로 계산되었는데, 이 연구를 통하여 곡선이 결합된 경우의 정확한 설계요소 값에 대한 계산이 가능하게 되었다.

4) Hassan(1995)

Hassan은 평면시거 계산모형들이 연속적인 측방 장애물이나 복합곡선에 적용이 불가능하다는 단점을 보완하고 있다. 당시까지 단일 원곡선 내에서만 적용이 가능하였던 초기의 AASHTO의 시거분석 모형이 점차 발전되어 직선과 곡선이 연결된 경우 및 두 개의 곡선이 연결된 선형에서의 시거분석 모형에 대한 연구가 진행되었다. 그러나 완화곡선을 고려하지 못하는 점, 측방장애물을 연속적인 요소로 표현하지 못하는 점 등으로 인하여 도면상에서 직접 시거를 구해야 하는 불편함은 여전히 남아있다. 따라서 Hassan은 연속적인 장애물에 대한 시거를 계산할 수 있는 방법을 제시하였고, 직선·원곡선·완화곡선의 어떠한 평면선형의 조합도 가능하도록 하였다. 또한, 이러한 방법을 토대로 양방향 2차로 도로의

추월금지구간을 산정할 수 있는 컴퓨터 프로그램을 개발하였다.

5) Lovell(1999, 2001)

Lovell은 평면선형에서 시거를 작성할 수 있는 쉬운 방법을 제시하였다. 시거를 제한하는 도로 측방 여유폭이 일정한 임의의 평면선형 조합에 대한 시거 프로파일의 작성이 가능토록 하였다. 이 방법은 기존 Easa의 모형보다 계산과정이 간결한 것으로, 기존의 유한요소법을 이용한 시거분석의 단점을 보완할 수 있는 3차원 시거모형으로의 발전가능성을 제시하는 것으로 파악되었다.

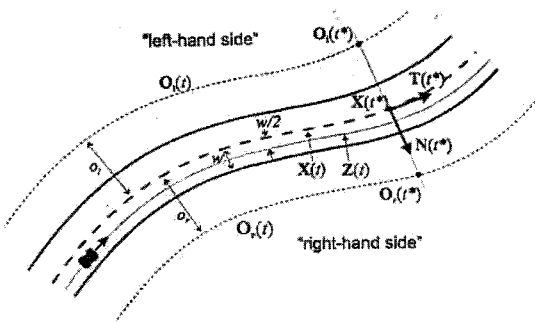


그림 2. Lovell의 평면시거 프로파일

3.2 종단선형에 대한 시거분석 연구

종단선형에 대한 시거분석은 대체적으로 Easa (1991b, 1991c, 1992a, 1992b, 1996)에 의해 수행되어졌다. 비대칭 종단곡선에서의 시거분석 모형을 오목곡선과 종단곡선에 대하여 각각 제시하였고, 오목곡선에서의 상부구조물에 의한 시거의 영향을 연구하였다. 이는 야간에 전조등의 도달거리에 의한 오목곡선의 설계기준 이외에 오목곡선의 새로운 설계조건으로 선정되었다. 평면선형에서의 시거분석의 자동화와 마찬가지로 종단선형에서도 직선과 곡선들의 모든 선형의 조합을 고려할 수 있는 시거분석 모형과 소프트웨어가 동시에 개발되었다.

3.3 복합선형(입체선형)에 대한 시거분석 연구

1) Sanches(1994)

3차원으로 연결된 인터체인지 접속부의 선형과 시거와의 상호작용에 대해 연구한 것으로, 이 연구의 방법은 세 가지의 단계로 요약될 수 있다. 첫째, 선형은 InRoads라는 소프트웨어를 사용하여 형성된 삼각형 면들의 망으로 이상화된다. 둘째, 이상화된 망의 조감도가 컴퓨터를 이용하여 만들어지고, 시선과 정지시거 결정기준이 되는 장애물을 연결하는 시선이 그려진다. 마지막으로, 다양한 운전자와 장애물의 위치를 통해 시야를 방해하는 제한요소를 결정할 수 있게 된다.

2) (주)평화엔지니어링(2000)

평화엔지니어링에서 제시하는 그래픽을 이용한 시거산정방법은 최근 국내의 도로설계 프로그램에서도 적용되고 있다. 하지만 이러한 방법을 이용할 경우, 삼각망으로 모델링하고 시거를 분석하는데 많은 시간을 필요로 한다. 물론 이 방법은 컴퓨터산업의 발전으로 그러한 분석시간의 단축이 가능하지만 시거가 계산에 의한 절차가 아닌 그래픽적인 조건으로 결정되기 때문에 3차원 기하설계의 기준마련에는 이용될 수 없는 한계를 내포하고 있다.

3) Easa(1996, 1997)

당시의 시거모형이 단지 2차원의 평면선형이나 종단선형에만 적용 가능함을 지적한 후 3차원 선형에서 시거를 산정할 수 있는 새로운 방법을 제시하였다. 이 연구는 Sanches(1994)의 연구와 같은 3차원 선형에서의 시거분석 내용을 다루었으나 그래픽 프로그램을 이용한 방법이 아닌 계산적인 알고리즘을 토대로 하였다는 점에 의의가 있다. 이 모형에는 유한요소법이 적용되었는데, 유한요소법은 도로 표면을 4절점, 6절점, 그리고 8절점 요소의 사각형이나 삼각형 형태로 표현하는데 이용되었다. 이 연구를 통해 얻어진 새로운 모형은 수치적인 예를 이

용하여 평가되었고, 그 결과는 2차원 모델이 시거를 과소평가하거나 과대평가할 수 있다는 것을 보여주었다.

야간의 사고율이 주간보다 높다는 사실에도 불구하고 입체선형에서 야간의 시거분석 모형의 개발이 없었다. Easa(1997)는 전조등 시거를 평가할 수 있는 모형을 개발하였는데, 이 모형에는 유한요소법이 적용되었고, 그 연구결과는 오목종단곡선이 평면곡선과 조합될 때 3차원 시거값이 2차원 시거값보다 더 낮게 나타났으며 볼록종단곡선과 평면곡선의 조합에서는 입체시거값이 더 높게 나타난 것으로 제시되었다.

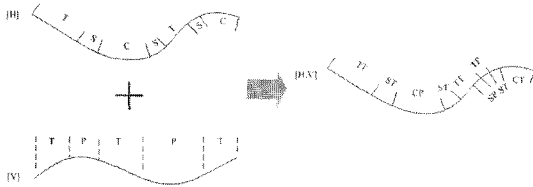


그림 3. 입체선형 구간의 구분

4) 최주용(2003)

시거와 관련한 기존의 연구들은 그래픽적 소프트웨어를 사용하거나 유한요소법을 이용하여 시거를 계산하는 방법들로서 계산적이지 못하고 그래픽 프로그램이 필요하며, 도로의 형상을 정확히 표현하지 못하는 근사적인 방법이었음을 지적하고 있으며, 연구결과로서 3차원적인 형상에서의 3차원 시거를 계산할 수 있는 방법을 개발하였다. X-Y-Z 공간좌표계 상에 분석요소들을 직선의 요소들로 표현하는 등의 정확한 수학적 개념들을 이용하여 2차원 시거분석에서는 불가능하였던 도로의 측방사면을 고려한 3차원적인 시거를 계산하는 방법에 대한 수식의 유도를 실행한 다음 평면선형을 좌표상에 표현하고 시거 분석을 실시하고 종단선형의 정보를 합성하여 3차원 시거를 계산하는 조건식을 개발하였다.

이상의 내용 이외에도 시거를 감안할 때 도로설계시 반드시 연계하여 검토되어야 할 내용의 일

환으로 설계일관성을 들 수 있다. 현행 도로의 설계일관성 평가에서 가장 중요한 척도는 시거와 더불어 속도개념이 대표적이라 할 수 있다. 본 원고에서 검토하지 못한 내용 중 도로의 안전성 평가와 일관성 평가는 유사한 개념으로 사용되어지고 있으며, 안전성 평가가 일관성 평가를 포함한다고 할 수 있다.

도로 설계일관성은 운전자 기대를 저버리지 않는다는 의미로서, 곧 운전자 기대에 부합하는 설계는 사고를 줄일 수 있다는 의미로 해석된다. 따라서 일관성 있는 설계가 이루어진 도로는 안전한 도로이고, 일관성 평가는 곧 안전성 평가를 뜻하는 것이다. 결국, 시거부문은 도로 기하구조 안전성 평가를 위해서 반드시 다루어져야 할 분야의 하나로 본고에서 다루고 있는 시거를 이용한 도로설계 일관성 평가를 의미한다고 할 수 있을 것이다. 이를 통해 도로설계 단계에서 도로상의 위험을 최소화하고 도로 기하구조 상의 안전성을 확보하기 위한 정확한 평가방안을 수립하는데 일조할 수 있을 것으로 판단된다.

4. 실무 활용 : 도로설계 프로그램

시거를 이용한 도로 안전성 평가를 포함한 도로 기하구조 설계의 국내 기술동향을 파악할 수 있는 가장 용이한 방법으로 현재 국내에서 도로설계시 주로 활용되어지는 관련 프로그램 및 개발장비 등을 검토해 보았다. 국내 기술수준의 검토를 통해 도로 안전성 평가의 중요도를 감안하여 향후 도로설계시 필수적으로 적용할 수 있도록 관련법이나 지침, 기준을 새로이 정립하는 방안을 모색해 볼 수 있을 것이다.

4.1 상용 프로그램

현재 국내의 도로설계에 많이 사용되는 프로그램 중 하나인 Namosoft의 RP 5.0(Road Projector

5.0)의 경우 기존 2D CAD상에서 구현되어지던 것을 최근 버전(2007. 5. 7 기준)을 높여 출시하면서 3D CAD상에서 3차원영상을 구현하는 단순설계 프로그램에 해당한다. RP 5.0은 수치지도나 지형자료에서 종단·횡단지반고를 자동으로 추출할 수 있고, 토공과 측구 구조물 등의 개략적인 공사비 산출도 가능하다. 또한 평면선형도, 종단면도, 횡단면도 등의 도면과 이의 계산서를 포함한 성과품을 얻을 수 있고, 설계변경 또는 비교 대안 등의 작성기능도 포함하고 있다.

RP 3D(Road Projector 3D)는 AutoCAD의 씨드파티로 실행되는 것으로, 도로설계 작업환경을 AutoCAD 환경에 맞추어 좀 더 효율적이고, 원활하게 도로설계작업을 지원하는 프로그램이다. 최근 버전(2008. 4. 1 기준)의 경우 기존의 도로설계작업에 복합곡선 생성·추출기능과 지점좌표를 통한 평면선형 추출기능, 그리고 3차원 가상 시뮬레이션 및 계획평면 3D 모델링 생성 등을 추가하여 도로설계시 효용성을 보다 더 강화한 것으로 평가된다.

RD 2005는 AutoCAD에서 호환하여 운영되는

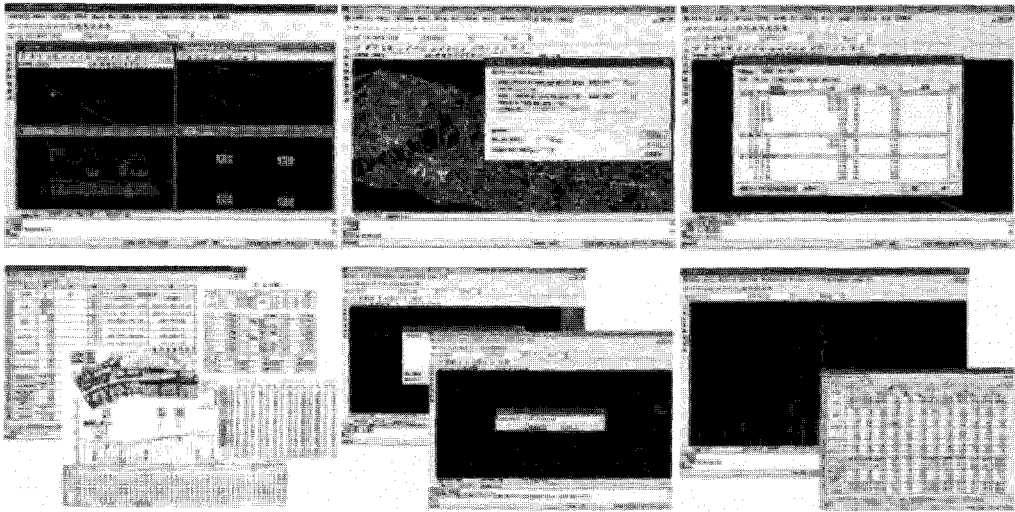


그림 4. RP 5.0프로그램 운영 예시

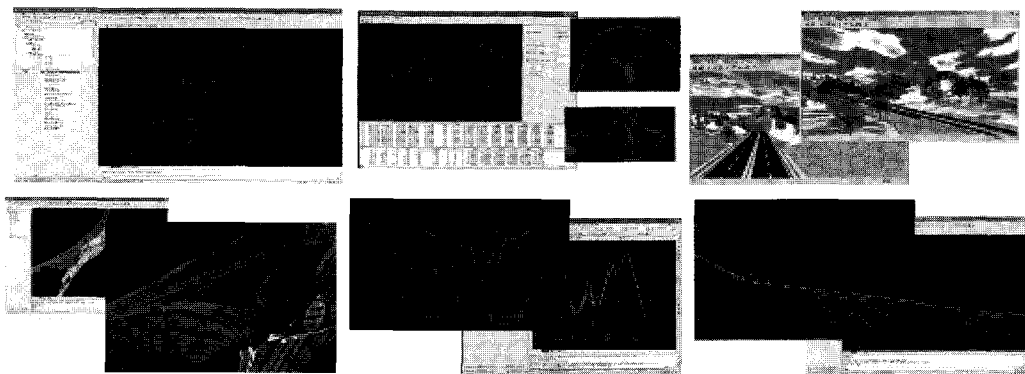


그림 5. RP 3D 프로그램 운영 예시

것으로 도로기본설계에서부터 최적 실시설계에 이르기까지 일괄적인 토목전반의 설계가 가능한 프로그램이다. 특히 도로 시거를 이용한 안전성 평가를 지원하는 프로그램으로 3차원 Viewer를 이용한 시거 계산으로 운전자 가상주행을 통해 운전자 정지시거 및 앞지르기 시거에 대한 설계검토가 가능하다. 이외에도 기본적인 종단·횡단선형 설계는 물론 도로설계 자료의 설계규정, 선형의 운용 및 안전도를 체크할 수 있는 도로설계 검사시스템이 구축되어져 있다. 도로설계 검사시스템의 경우, 국가·산·학·연 공동연구개발사업의 일환으로 한국도로공사와의 공동연구를 통해 도로설계 결과물을 효과적이고 정확하게 검사함으로써 부실설계 방지와 그로 인한 부실시공을 예방하는데 활용되어진다. 도로설계 검사시스템의 주요 내용은 평면선형·종단선형·횡단설계의 검사와 시뮬레이션을 통해 주변지형과의 조화 및 정지시거·앞지르기 시거, 그리고 선형의 적정성을 평가

할 수 있는 시뮬레이션 검토방안 수립이 가능하도록 구성되어져 있다.

4.2 최근 개발동향

도로설계 검사시스템 이외에 지능형 도로 최적설계 프로그램 개발이 이루어졌다. 지능형 도로 최적설계 프로그램 또한 국가·산·학·연 공동연구개발사업을 통해 한국도로공사와 공동연구의 일환으로 수행되어진 것으로, 도로설계시 고려해야 하는 정량적 인자는 물론 정성적 인자들까지도 정리, 분류하고 경험 많은 기술자들의 노하우를 지식베이스화한 연후, GIS 공간분석기술과 탐색알고리즘 등을 활용하여 객관적이고 합리적인 최적의 도로설계가 가능하도록 하는 프로그램으로서 도로 최적선형 및 대안별 최적설계의 사결정 시스템이 추가로 구성되어져 있다.

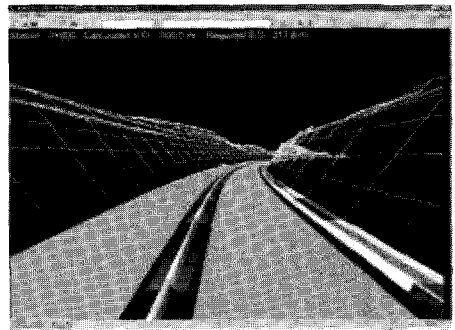
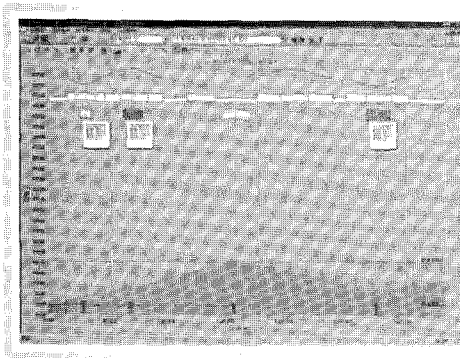


그림 6. 도로설계 검사시스템 운영 예시

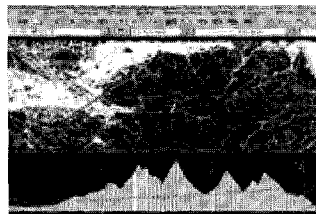
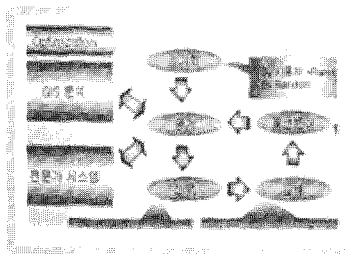


그림 7. 지능형 도로 최적설계 프로그램 운영 예시

5. 결론 및 제언

21세기 도로는 무엇보다도 안전하고, 이용자 중심의 편리함이 요구되어지며, 이를 위해 도로건설·운영이 보다 체계적·효율적으로 이루어지도록 하는 등 도로설계 전반의 패러다임의 변화가 요구되어진다.

최근 들어 도로안전문제에 대한 이용자 관심의 증가로 도로 전반에 대한 항의, 소송 등이 지속적으로 증가하는 추세로서 향후 미래 도로의 핵심의제로 대두되어질 수 있을 것으로 전망된다. 이렇듯 도로안전문제에 대한 사회적 인식의 전환에 발맞춰 도로의 설계와 관리수준에 있어서 일관성을 유지하고, 설계기준의 적용에서부터 유지관리수준의 일관성을 확보할 수 있도록 해야 한다.

결국, 전통적인 도로설계 패러다임에서 명시적으로 고려하지 못했던 운전자 특성을 실질적으로 반영할 수 있도록 합리적인 도로설계기준과 기술 대안의 정립을 위해 운전자 입장의 시각적 왜곡을 최소화하거나 합리적인 시거기준의 적용을 통한 최적의 도로설계를 함으로써 도로설계 단계에서부터 안정적인 주행환경의 확보가 이루어져야 할 것이다.

이를 위해서는 도로의 기하구조 선형 설계단계에서부터 기존의 2차원 평면선형 설계방법을 기초로 하여 도로선형 조건에 따른 3차원 입체시거의 산정 및 3차원 입체시거를 고려한 도로설계 일관성 평가기법 등의 개발이 지속적으로 이루어져야 할 것이며, 이외에도 도로 평면선형과 종단선형 조건을 통합하는 복합선형(입체선형) 조건에 따른 도로설계 일관성 및 안전성 평가 등이 이루어져야 할 것이다.

결과적으로, 이상에서 제시된 내용이 체계적으로 잘 수행되어질 경우 도로의 안전성 및 설계일관성을 우선으로 하는 도로 기하구조 설계 및 해석기술의 향상을 통해 선진국 수준의 기술력을 확보할 수 있고, 종합적인 도로의 안전성 및 설계일관성 분석을 통해 도로상의 안전을 획기적으로 향상시킴으로써 사회적 요구사항인 안전한 도로선형과 안전한 주행

환경을 확보할 수 있는 기반을 구축하게 됨으로써 궁극적으로는 양질의 도로 서비스 제공이 가능할 것으로 판단된다.

더불어 현 정부에서 교통사고로 인해 발생하는 사회적 문제의 해결과 교통안전도의 선진국 수준 제고 계획의 일환으로 추진중인 “교통사고 사상자 절반줄이기”와 같은 대형 국정과제의 선진국형 교통안전관리시스템 구축을 위한 핵심 전략과제 수행시 도로 기하구조 안전성 평가 등의 연구를 포함함으로써 도로의 계획, 설계단계에서부터 최종 운영단계에 이르기까지 교통사고를 예방할 수 있는 보다 근원적인 처방, 즉 교통안전을 위한 종합시행대책의 수립을 기대해 본다.

참고문헌

1. 건설교통부(2000), 도로의 구조·시설기준에 관한 규칙, 건설교통부
2. 김상엽·최재성·양지은·김문겸(2006), 설계 일관성 평가 모형의 고찰과 개선방안 연구, 한국도로학회 논문집, 제8권, 제4호
3. 박제진·최주용·하태준(2008), 3차원 입체선형을 고려한 도로시거산정모형 개발에 관한 연구, 한국도로학회논문집, 제10권 제1호
4. 이슬기·이용재·김상기(2006), 신뢰성을 고려한 도로 시거 설계의 재고, 대한교통학회지 제24권, 제1호
5. 이점호(2000), 설계일관성 분석을 통한 도로선형 설계의 적정성 평가 연구, 서울시립대학교 박사학위 논문
6. 정준화(2001), 주행속도를 이용한 도로의 평면선형 일관성 평가 모형 개발, 서울대학교 일반대학원 박사학위논문
7. 최재성(1998), 도로선형에 대한 설계일관성 평가모형의 개발, 대한교통학회지 제16권, 제4호
8. 최주용(2003), 도로의 입체시거 모형의 개발, 전남대학교 일반대학원 석사학위논문
9. D.J.Lovell (1999), “Automated Calculation of Sight Distance form Horizontal Geometry”,

- Journal of Transportation Engineering, ASCE, Vol. 125, No. 4, pp. 297-304.
10. D.J.Lovell, J.C.Jong, and P.C.Chang (2000), "Generating Sight Distance Profiles for Arbitrary Horizontal Alignments with Nonuniform Lateral Clearance", Proceedings, 2nd Int. Symp. on Hwy. Geometric Des., FGSV-Verlag GmbH, Mainz, Germany, pp. 422-433
 11. D.J.Lovell, J.C.Jong, and P.C.Chang (2001), "Improvements to Sight Distance Algorithm, Journal of Transportation Engineering", ASCE, Vol. 127, No. 4, pp. 283-288.
 12. Eddie Sanchez (1994), "Three-Dimensional Analysis of Sight Distance on Interchange Connectors", Transportation Research Record, TRB, No. 1445, pp. 101-108.
 13. Hassan, Y., Easa, S.M., Abd EL Halim, A.O.(1996), "Analytical Model for Sight Distance Analysis on 3-D Highways Alignment", Transportation Research Record 1523, TRB
 14. Hassan, Y., Easa, S.M., Abd EL Halim, A.O.(1997), "Modeling Headlight Distance on 3-D Highway Alignment", Transportation Research Record 1579, TRB
 15. K. Fitzpatrick and J.M Collins(2000), "Speed Profile Model for Two-Lane Rural Highways", TRR 1737
 16. R. Lamm(2000), "Highway Design and Traffic Safety Engineering Handbook", McGraw-Hill
 17. Salvatore Cafiso, Alessandro Di Graziano, and Grazia La Cava(2005), "Actual Driving Data Analysis for Design Consistency Evaluation", Transportation Research Record 1912, TRB
 18. Y.Hassan, S.M.Easa and A.O.AbdElHalim (1995), "Sight Distance on Horizontal Alignments with Continuous Lateral Obstructions", Transportation Research Record, TRB, No. 1500, pp. 31-42.
 19. Y.Hassan, S.M.Easa and A.O.AbdElHalim (1996), "Analytical Model for Sight Distance on 3-D Highway Alignment", Transportation Research Record, TRB, No. 1523, pp. 1-10.
 20. <http://rosas.kict.re.kr/index.asp>
RoSAS(Road Safety Analysis System), 한국건설기술연구원
 21. <http://www.pec.ne.kr>
(주)평화엔지니어링
 22. <http://www.namosoft.co.kr>
나모소프트

학회지 광고접수 안내

본 학회지에 게재할 광고를 모집합니다. 우리 학회지는 계간으로 매회 2,100부를 발간하여 회원과 건설관련 기관에 배포하고 있습니다. 회사 영업신장과 이미지 제고를 원하시는 업체는 우리 학회지를 이용하시기 바랍니다.

광고료 : 표2 · 표3 · 표4(300만원) · 간 지(200만원)

※ 상기금액은 연간(4회)광고료임.

사단법인 **한국도로학회**

전화 (02) 3272-1992 전송 (02) 3272-1994