





주행시 나타나는 운전자의 생리 신호 중 뇌파 신호를 추출하여 운전자가 작업부하를 얼마나 민감하게 나타내는지 조사하여, 운전자의 심리상태와 사고율과의 관계성을 파악하기위한 DB를 구축하는데 기초 자료로 활용되었다. 김용석 등(2004)은 긴 직선-곡선 연결선형에서 운전자 주행행태가 실제 조사된 운전자의 주행행태 변화를 잘 설명해주고 있다. 정봉조 등(2002)은 10명의 피실험자를 대상으로 직선도로와 일반도로 구간을 운전하는 운전자의 각성변화비교를 통하여 적절한 도로의 직선길이를 설계속도의 30배의 값으로 보아도 부정적인 영향이 없는 것으로 분석하였다.

### 3. 긴 직선구간의 문제점

도로의 주요 선형요소로서 직선은 현지에 설치하는 일이 가장 쉽고 최단거리로 점간을 연결할 수 있기 때문에 최선의 선형이라 생각하기 쉽다. 평탄한 지형이나 도로가 통과하는 지점의 경관이 시가에서의 가로망과 같이 인공적으로 직선형을 이루고 있는 경우는 도로의 선형으로서 직선을 쓸 수밖에 없게 한다. 하지만, 직선의 도로는 운전자에게 자기가 향할 방향을 명료하게 제시하는 반면, 전방에 주위를 환기시킬 어떤 목표물이 존재하지 않으면 매우 단조로운 운전자에게 피로를 유발하기 쉬우며, 운전자는 자기가 가고 있는 행선지를 분명하게 알고 있기 때문에 주의력이 산만해지고, 빨리 그곳에서 빠져나가려고 과도한 속도를 내기 쉽다. 또한 차간의 거리를 잘못하여 오히려 사고다발구간이 되는 경우가 있다.



〈그림1〉 서해대교 29중 추돌사고



〈그림2〉 체코 D1 고속도로 116중 추돌사고

2008년3월25일 오스트리아 빈과 찰츠부르크를 잇는 고속도로에서 심한 눈 폭풍으로 앞이 보이지 않고 도로가 얼어붙어 100중 추돌사고가 발생하여 1명의 사망하였다. 국내에서도 2006년10월3일 추석 연휴 첫날, 서해안 고속도로 서해대교 상행선 구간에서 안개로 인하여 29중 추돌사고가 발생하여, 11명이 사망하고, 46명이 부상당하는 사고가 발생하였다. 또한 2008년2월20일에는 자유로에서 안개의 영향으로 34중 추돌사고가 발생하였다. 이러한 다중 추돌사고는 기상이변, 과속, 미확인 운전 등의 이유로 발생한다. 대형사고가 일어나는 구간은 기상악조건에서도 고속으로 주행하기 쉬운 직선구간이다. 도로의 곡선구간이나 폭 경사 등이 적절히 배치된 구간에서는 운전자가 도로의 상황 및 차간의 간격을 쉽게 인지할 수 있어 수십 대의 차량이 얽혀드는 연쇄추돌사고를 일으키지 않는다. 위의 4가지 다중추돌사고의 공통점은 기상이변과 더불어 모두 직선구간에서 발생한 사고들이다. <표 1>과 <표 2>에서는 서해대교 사고구간에 대한 평면선형 현황 및 분석 자료를 나타내고 있다.



〈표 1〉 서해대교 평면선형현황

IP No.	직선부(m)	곡 선 부								비고
		K.A	B.C	E.C	원곡선장	완화곡선장	곡선장	R	A	
	31,611									시점
IP1		0+31,611	0+198,277	1+724,854	1,526,077	166,666	1,859,410	1,500	500	
	3,336,534									
IP2		-	5+227,555	6+814,968	1,587,413	-	1,587,413	3,000	-	
	1,387,880									
IP3		8+202,848	8+411,181	9+153,461	742,280	208,333	1,158,946	1,200	500	
	38,206									종점

〈표 2〉 서해대교 평면선형분석

구분		개소	연장(m)	비율(%)	비고
곡 선 부	$700 \leq R \leq 1,000$	-	-	-	최소곡선반경 (R)=1,200m
	$1,000 \leq R \leq 2,000$	2	3,018	32	
	$2,000 \leq R$	1	1,588	17	
	소 계	3	4,606	49	
직 선 부		4	4,794	51	
계		7	9,400	100	

서해대교는 총연장 9,400m 중 51%의 구간이 직선구간으로 이루어져있으며, 사고구간은 서해대교 IP2와 IP3사이에 설치된 직선구간으로 단일직선구간의 길이만 3,336m이다. 즉, 이러한 직선구간은 운전자가 주의 하여야할 요소가 비교적 적은 구간이기 때문에 과속과 미확인 운전을 쉽게 유발하는 구간이다.



〈그림 3〉 서해대교 직선구간 주행단면



〈그림 4〉 서해대교 직선구간 평면영상



## 4. 국내외 적용기준 검토

### 4.1 국내적용 기준

평면선형 설계시 주행의 안전성, 쾌적성, 연속성을 고려하여 직선구간의 적용을 다음과 같은 사항을 언급하고 있다.

- 1) 직선을 낀 두 평면곡선부가 반대방향으로 설치될 경우에 부득이 짧은 직선부를 두 곡선 사이에 설치할 때에는 직선의 길이는,  $l \leq 0.025(A_1 + A_2)$  을 만족하여야 한다.
- 2) 같은 방향으로 굴곡하는 두 평면곡선 간에 짧은 직선을 설치하여야 하는 선형은 가능한 두 평면곡선을 포함하는 큰 원을 설치하는 것이 좋다.
- 3) 직선구간의 적용은 지형과의 관계에 유의하고, 그 길이가 적당한 범위 내에서 다음과 같은 구간에 직선을 사용하는 것이 좋다.

〈표 3〉 직선구간의 적용

직선설치구간	설 명
평탄지	성토구간이 직선구간을 이룸으로 운전자의 주의를 끌 수 있는 건축물, 수목 등을 시계에 들어오도록 설계하는 것이 바람직 함.
산과 산 사이에 존재하는 넓은 골짜기	지형에 알맞은 종단선형을 취하는 관계로 오목(Sag)구간이 되기 쉬우므로, 종단선형과의 적절한 배치를 통하여 긴 내리막 경사를 두지 않는 것이 좋음
시가지 또는 그 근교지대로서 가로망 등이 직선적인 구성을 이루고 있는 지역	연도의 토지이용 효율성 향상 및 인공적인 경관과의 조화를 위하여 직선을 설치하는 것이 바람직함.
장대교 혹은 긴 고가구간	시공상의 용이성 및 경제적으로 유리한 직선선형을 설치
터널구간	경관과의 적용관계는 필요 없으므로, 시공성과 경제성 및 지질 등과의 관계를 고려하여 직선선형을 설치하는 것이 바람직함.

### 4.2 국외적용기준

일본, 미국 등에서는 직선구간 제한에 대한 규정이 없으며, 독일 RAS-L, P1에서는 1973년 이후 직선구간의 길이는 설계속도의 20배(설계속도로 주행시 72초 소요)를 넘지 못하도록 규정하고 있으며, 곡선부 사이의 직선은 배향곡선인 경우는,  $l \leq 0.08(A_1 + A_2)$  의 값을 사용하여 적용한다. 동일방향으로 굽어지는 곡선 사이의 직선은 가급적 없어야 하나, 설치해야 한다면 설계속도의 6배 이상을 권하고 있다. 직선과 단일 원곡선과의 연결은 예전(1973)에는 직선구간 길이가 500m를 최소 값으로 원곡선 반경 최소 값을 결정하였으나, 1995년에는 300m를 최저 값으로 조정하였다.

## 5. 향후과제

본 연구에서는 초고속주행환경에서의 최대직선의 제한 길이를 설정 하기위한 기초연구로서 직선구간의 문제점 및 국내적용기준을 검토하였다.

국내외 발생한 다중추돌사고에서 사고의 원인은 기상조건과 더불어 일반적인 도로구간이 아닌 직선부 구간에서 많이 발생하는 것을 알 수 있다. 긴 직선구간에서 운전자는 도로의 단조로운 연속성에 권태를 느끼고, 주의력을 집중하기가 어려워 운전자의 지각반응이 저하를 일으켜 사고가 발생되는 것으로 판단된다. 하지만 국내의 적용기준에서는 직선구간의 적용은 지형조건과 결부시켜 설치방법에 대한 지침을 제시하고 있다. 긴 직선구간의 제한 길이는 과거에 설계속도 20배로 규정한 것이 일반적인 직선과 동일 종단구배의 직선구간은 차이가 있다고 판단하여 그 내용을 삭제



하였지만, 운전자의 심리적 영향이 미치는 것을 고려하여 적용하여야 한다고 언급하고 있다.

따라서 도로의 직선구간 제한 길이 설정을 위해서는 다양한 도로설계요소를 고려한 차량 주행특성 분석이 필요하며, 인간공학적 특성 즉, 심리적, 시각적, 각성수준분석 연구가 필요할 것으로 판단된다.

**감사의 글**

본 논문은 “SMART Highway 도로시설기준 및 테스트베드 구축” 의 1세부 과제 일환으로 작성되었습니다.

**참고문헌**

1. 국토해양부, 도로구조 시설기준에 관한 규칙, 2000.
2. 김용석 외 1인, 긴 직선-곡선 연결선형에서 운전자 주행행태에 관한 현장조사 연구, 대한교통학회지 제22권 제7호, 2004. 12.
3. 김정룡 외 3인, 고속도로의 직선 구간별 운전자 생리 반응 분석, 대한인간공학회 학술대회 논문집, 1999.
4. 김홍상, 독일 도로의 설계와 안전, 월간교통, 29-35, 1999. 11.
5. 정봉조 외 3인, 운전자 작업부하를 고려한 최장 허용 직선길이 결정에 관한 연구, 대한교통학회지 제20권 제2호, 2002. 4.
6. Goran Kecklund and Torbjorn Akerstedt, Sleepiness in long distance truck driving an ambulatory EEG study of night driving, Ergonomics, vol. 36, No. 9, 1993.
7. Michon, J. A., A critical view of driver behavior models, Human Behavior and Traffic Safety, 485-524., 1985.