

교통사고 분석 연구보고서

사고차량의 충돌전 진행경로 분석



PNS A&I Co., Ltd.

www.goodpns.com

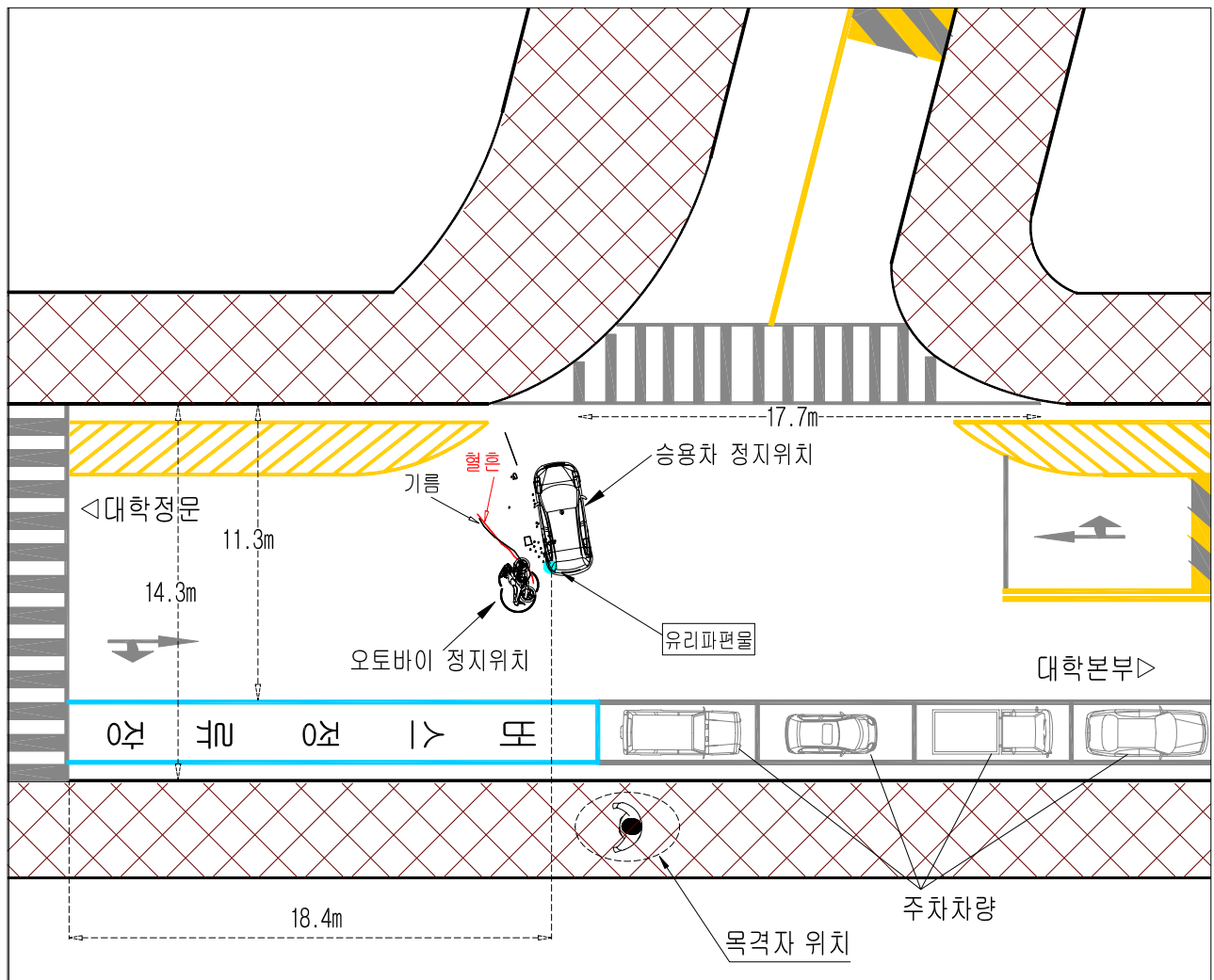
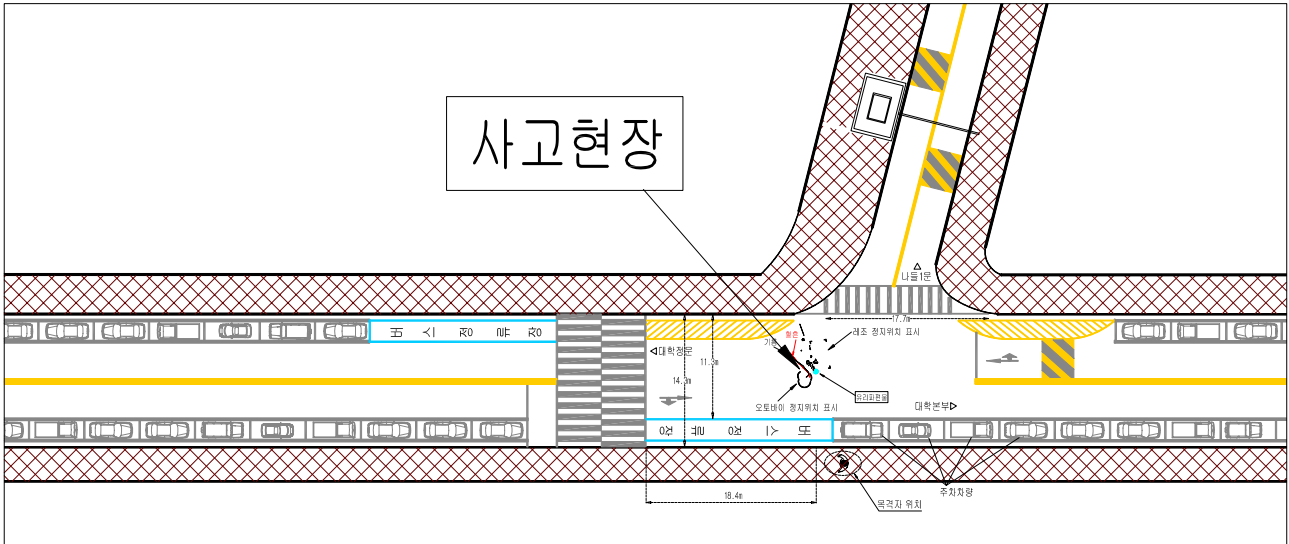
법 과학 기술 연구 소
Forensic Science & Technology Institute

ISO9001 제K-1311호 / 과학기술부 기업부설연구소 제20022031호

(우)410-837 경기 고양시 일산동구 장항2동 863-2 일호골든타워 602

Tel. 031)817-8833~5 Fax. 817-8836 report@goodpns.com

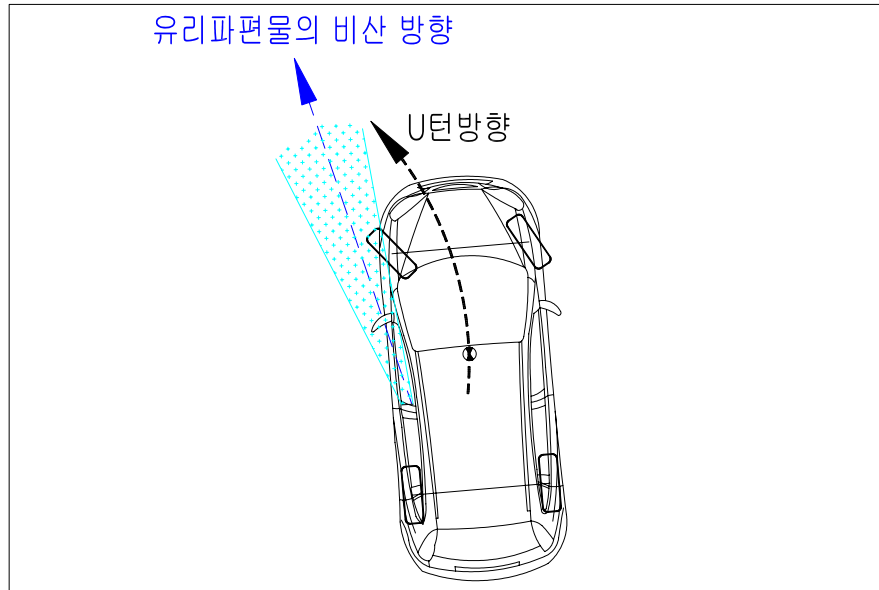
1.2. 사고현장 상황(도로구조, 노면흔적, 정지위치표시, 안전시설물)



<그림 1> 사고후 정지 상황도.

(2) 충돌직후 파편물의 이동 방향

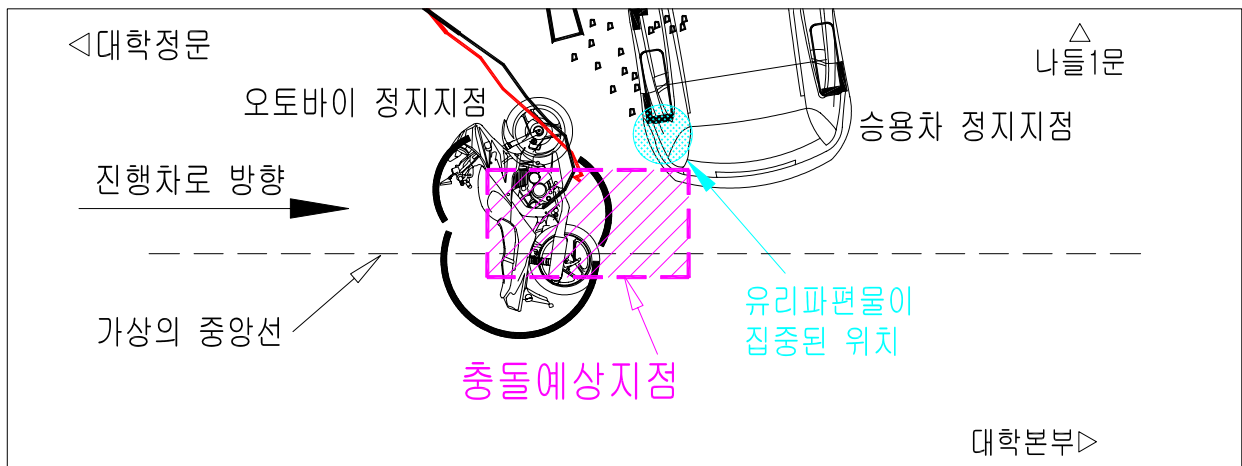
- 이러한 파편물들은 오토바이의 정면과 승용차 좌측면 부품들이 파손·이탈된 것이므로, 승용차의 U턴 진행상황에 비추어 아래 <그림 3>과 같이 승용차의 U턴방향(속도방향)을 따라 이동하면서 떨어진 것이다.



<그림 3> 충돌직후 파편물들의 비산 방향.

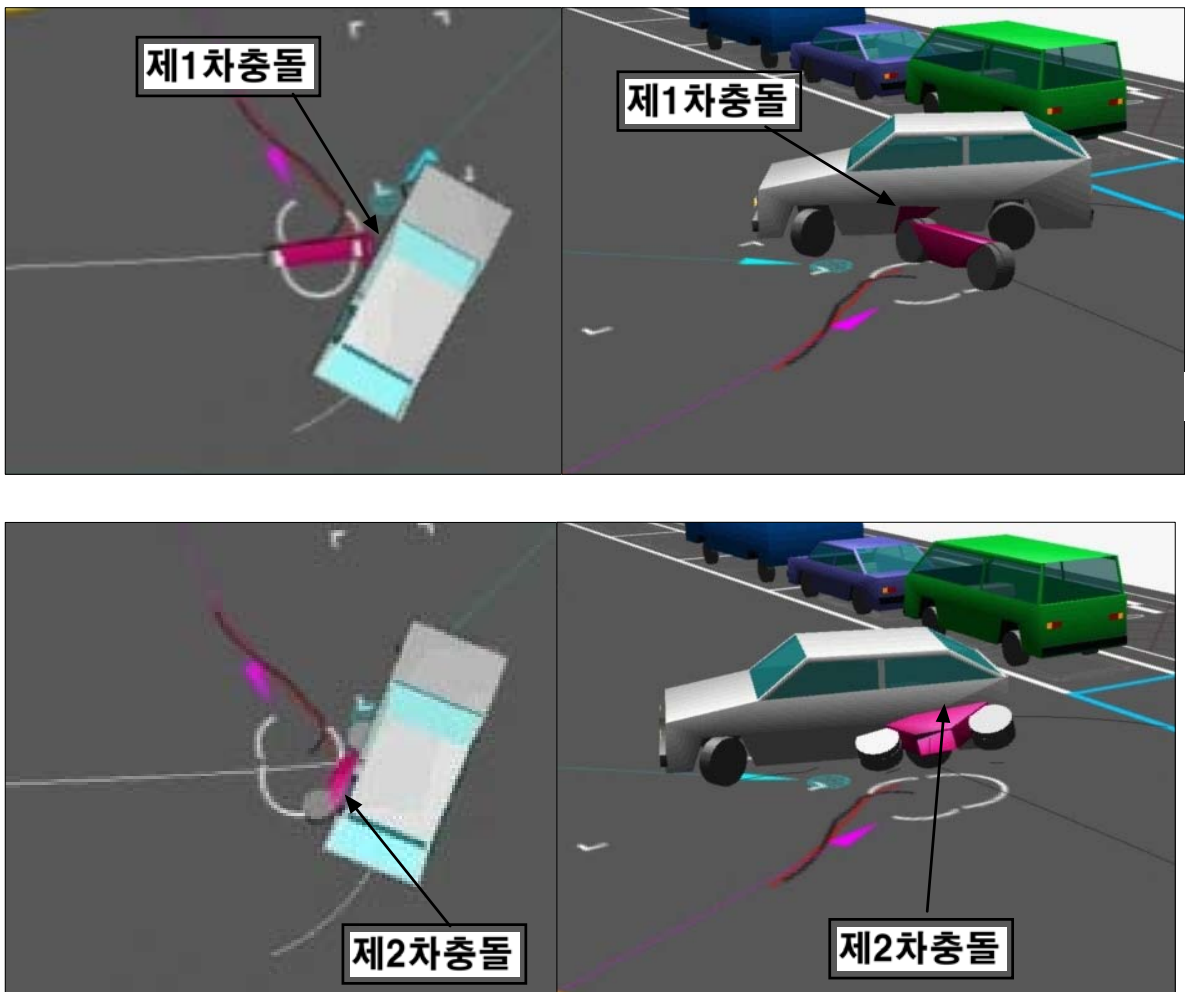
(3) 충돌지점 분석

- 위 (1)~(2)항의 결과 **충돌지점**은 정지상태의 승용차 좌후륜 뒤에서 발견되는 유리 파편물이 집중된 위치 부근으로서, 좀 더 특정하자면 오토바이 진행방향으로 볼 때 유리파편물 집중된 위치보다 다소 우측 후방 지점이 된다.



<그림 4> 충돌예상지점.

③ 또한, 최초 충돌각도가 예각인 경우 충돌직후 오토바이는 뒷부분이 회전되면서 아래 <그림 9>와 같이 **제2차 충돌**을 일으킬 가능성이 매우 높으며, 이로 인해 승용차의 좌측면 뒷부분(뒷문짝과 리어웬다)에는 오토바이 우측면에 직접 충돌된 함몰 손상 또는 적어도 오토바이 색상인 적색의 접촉흔적이 묻어 있어야 하나 충돌직후 촬영된 사진자료에서는 그러한 2차충돌흔적을 발견할 수 없어 양차량 사이에 제2차충돌은 발생하지 않았던 것으로 판단된다.



<그림 9> 충돌각도가 예각인 경우 충돌 형태 : 제2차충돌까지 발생하여 실황과 다르다.

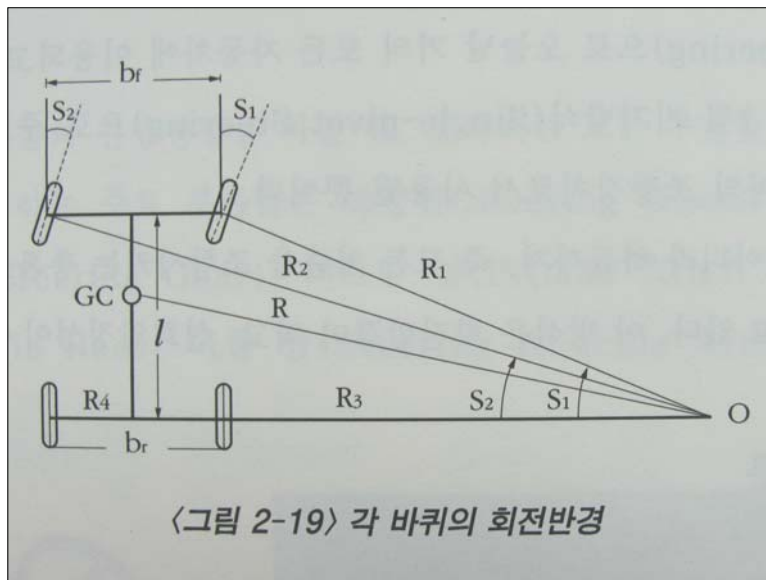
==> 이 그림은 컴퓨터 시뮬레이션 프로그램인 PC-CRASH 결과 중 일부를 발췌한 것임(본문 41면에 첨부된 동영상 CD의 「No.2」 참조)

따라서, 충돌각도를 약90도가 아닌 예각으로 설정할 경우에 파손상태에서 모순점이 나타나고, **약90도 정도의 직각 충돌형태에 가까울 때** 완전 충격(Full Impact)이 일어나면서 실황과 같은 차량파손이 발생한 것으로 분석된다.

3.1. 자동차의 핸들조향 원리와 U턴 궤적

(1) 자동차의 핸들조향 원리

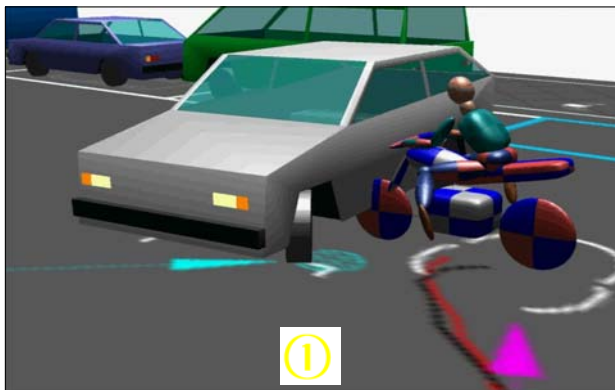
- 차량의 조향장치는 에커먼 장토 방식(Ackerman-jean toud Type)에 따라 아래 <그림 11> 과 같이 조향너클의 연장선이 뒤택축의 중심에서 만나게 되고 선회시 안쪽 바퀴의 조향각(S_1)이 바깥쪽 바퀴의 조향각(S_2)보다 더 크게 되어 뒤택축의 연장선상의 한 점(O)에서 모든 바퀴가 동심원을 그리게 되며,



<그림 11> 차량의 조향장치 원리(Ackerman-jean toud Type).

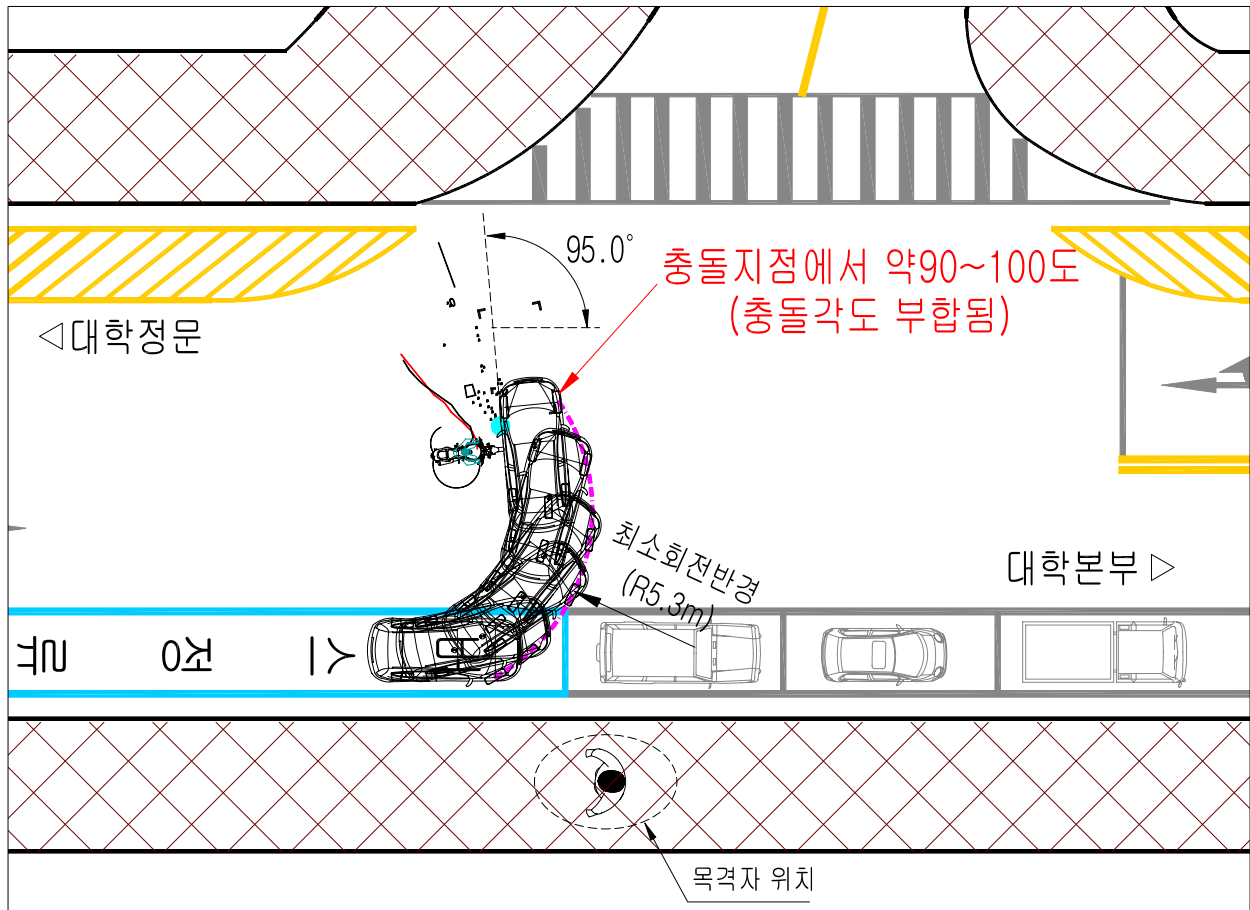
- 차량이 정지상태에서 핸들을 최대한 조향하고 선회할 때 그려지는 바깥쪽 앞바퀴의 동심원을 **최소회전반경(R2)**이라고 하는데, 그 수치는 차량의 축거(軸距) · 윤거(輪距)에 따라 달라진다. 승용차 차량의 최소회전반경(R2)은 5.3m로 조사되었다.¹⁾
- 이러한 최소회전반경과 사고현장의 노폭(전체 약14.3m)을 감안하여 볼 때 사고당시 승용차 운전자는 핸들을 최대한 또는 그에 가깝게 돌려서 최소회전반경 또는 그에 가까운 반경으로 U턴한 것으로 간주된다.

1) 제조자 제원에 근거



<그림 14> 컴퓨터시뮬레이션 PC-CRASH 결과 : 충돌직후 승용차의 거동과 자세변화(①~⑥).
==> 본문 41면에 첨부한 동영상 CD의 「No.3」 내용중 일부 발췌.

②아래 <그림 16>와 같이 승용차가 버스정류장 구역 내에서 주·정차해 있다가 U턴한 경우에는 충돌지점에 이르러 약95도의 충돌자세를 갖추는 것이 가능하므로 부합된다.

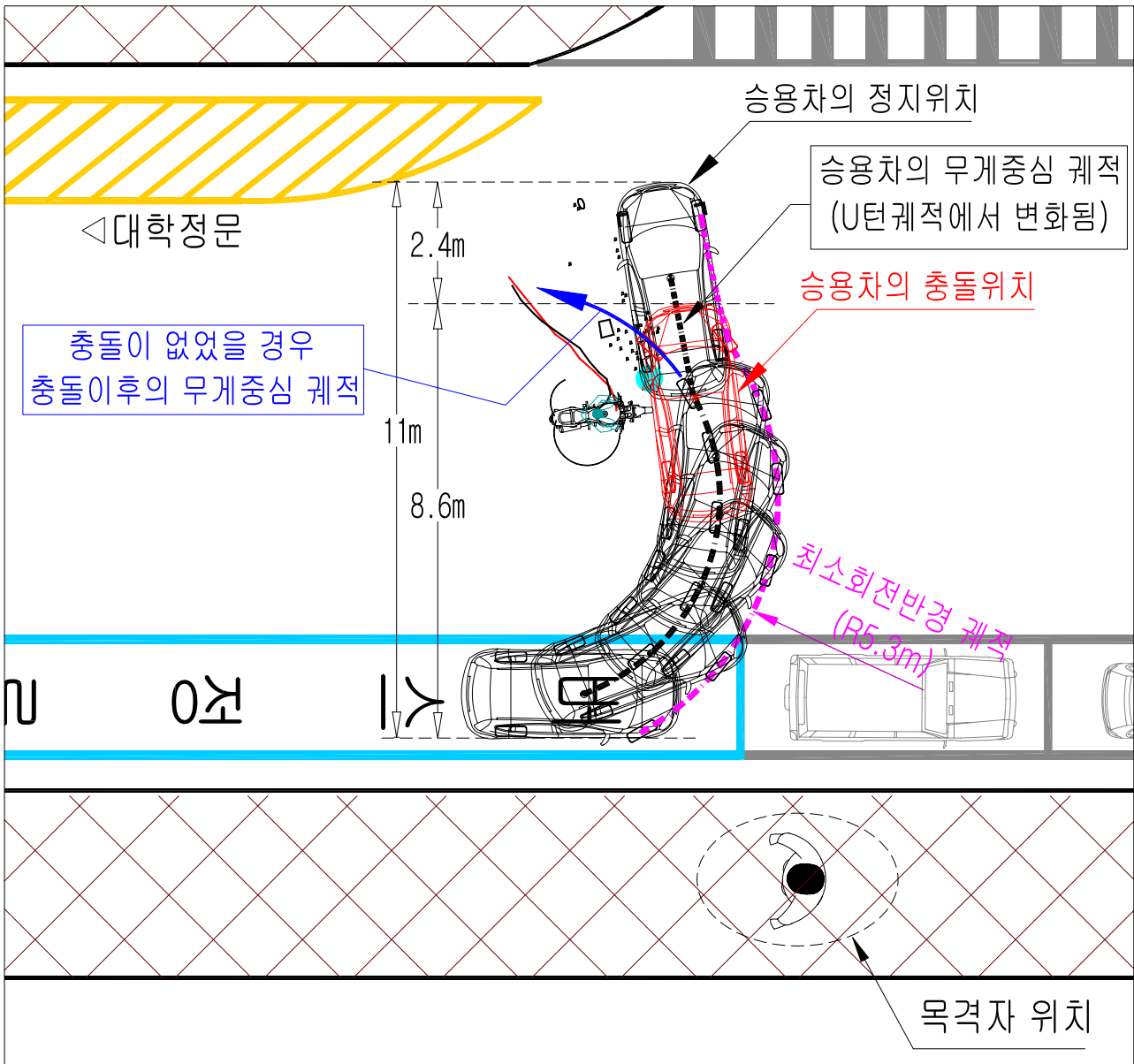


<그림 16> 승용차의 U턴 시작지점에 따른 충돌자세 비교 ②(버스정류장 구역에서 U턴한 경우).

3.3. 충돌상황 해석

(1) 승용차의 U턴 시작지점

- 사고도로의 노퍽을 감안하면 승용차는 버스정류장 구역 내에 진입하지 않더라도 한 번에 U턴하는 것이 가능하지만, 사고직후 사진에 나타난 사고차량의 정지상태(위치·자세·바퀴각도), 차량 파손상태, 파편물 분포 상황 등이 사고의 기초자료와 자동차의 조향원리, 승용차의 최소회전반경, 파편물의 분포상태, 충돌역학적인 현상과 부합되는 승용차의 U턴 시작지점은 버스정류장 구역선 내인 것으로 해석된다.



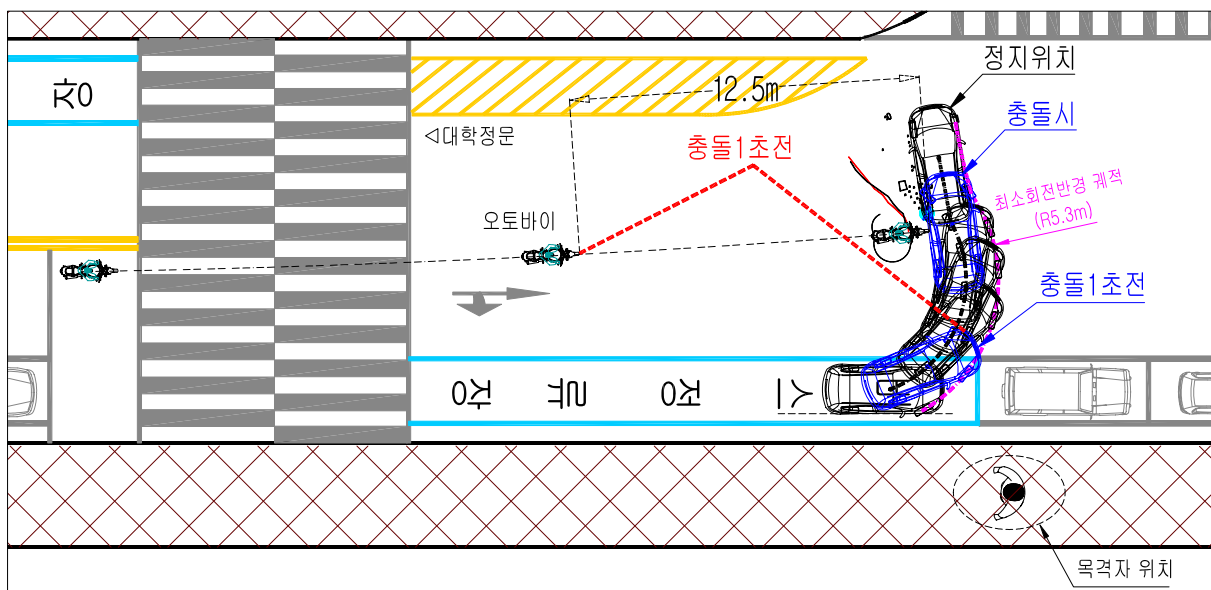
<그림 18> 승용차의 이동궤적(충돌전과 충돌후가 구분된다.)

- * ① 충돌전에는 차량 ‘운행’역학에 따라 단일원 궤적을 나타내고 있으나, ② 충돌후에는 차량 ‘충돌’역학에 따라 직선에 가까운 궤적을 나타내고 있어서 **충돌자세와 정지자세는 유사한 것**으로 분석된다.
- * 따라서, 이러한 충돌에 의한 현상(승용차의 자세변화, 핸들 복귀조향)이 고려되지 않거나 이에 대한 전문지식이 없는 상태에서 단순히 버스정류장 구역선 내에서 U턴하여 정지위치에 그와 같은 자세로 도달 할 수 있는지 여부를 판단하는 조사 방법은 의미가 없는 것으로 사료된다.
- * 단, 이미 실시된 경찰의 조사(실차 U턴 실험) 결과를 평가하자면 「승용차가 버스정류장 구역선 내에서 그와 같이 U턴 테스트를 하여 정지위치에 그와 같은 자세를 갖추지 못하였다」는 것은 충돌의 영향을 감안하여 볼 때, 목격자 진술이 오히려 신빙성이 있는 것으로 받아들여져야 할 것이다.

제4장 충돌 전 상황 및 컴퓨터시뮬레이션 검증

(1) 충돌 전 진행상황 해석(사고발생 원인)

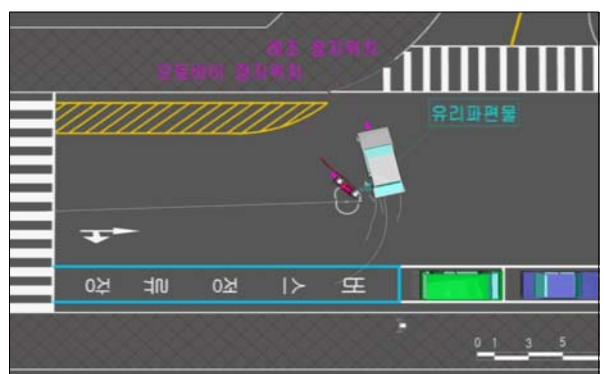
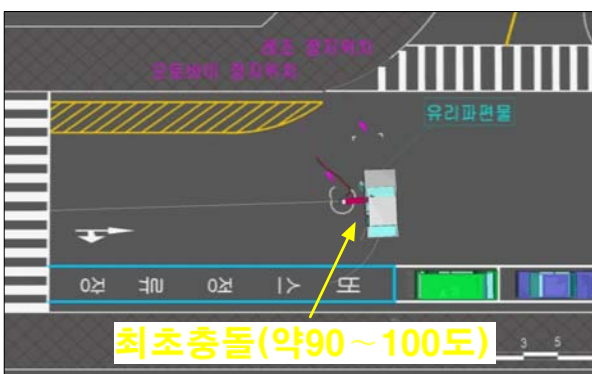
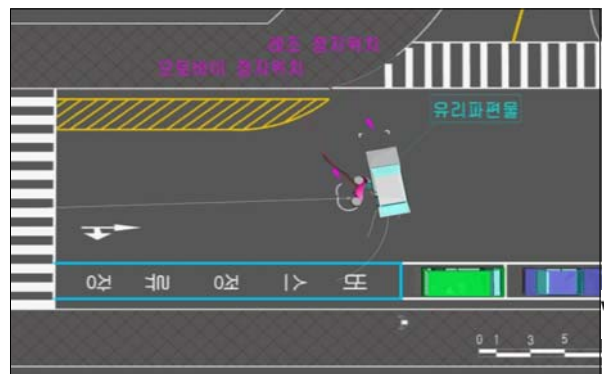
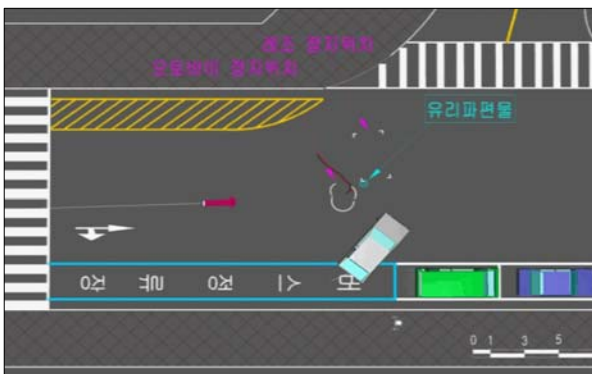
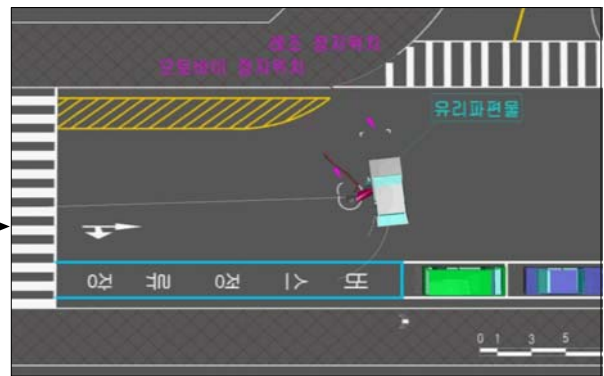
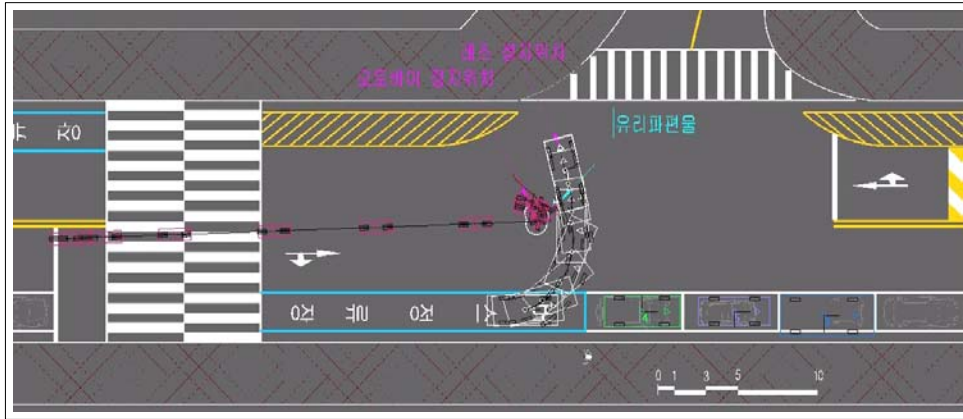
- 버스정류장 구역에서 주·정차하고 있던 승용차가 U턴을 하기 위해서는 반대차로의 상황과 좌측의 나들1분 쪽 상황 뿐만 아니라 진행차로 후방의 상황까지 모두 주시하여야 하나, 사고상황에서는 전방과 좌측방만 주시하고 후방 좌측 진행차로에 대해서는 미처 정확히 확인하지 않은 상태에서 U턴 출발하다가 충돌한 것으로 해석된다.
- 오토바이는 충돌직전 급제동 조치 내지는 본능적으로 넘어지는 회피동작 없이 다소(약5도 이내) 좌측으로 향하면서 정면 충돌한 형태인데, 이것은 승용차가 정지후 점차 가속하는 상황이므로 오토바이가 위험회피 조치를 할 만한 시점에서는 승용차의 진행차로 진입량이 적고 속도도 느렸으나 충돌직전에 이르러서는 승용차의 이동량이 가속도 만큼 증가하고 급격히 도로를 가로막는 장애가 되어 오토바이로서는 확실한 회피조치를 취할 겨를 없이 충돌한 것으로 해석된다(본문 41면의 컴퓨터 시뮬레이션 동영상CD의 「No. 1」 참조).
- 양 차량의 충돌 1초전(최소한의 위험회피 가능시점) 위치관계에 대해서는 사고현장 통행속도가 약40~50km/h 이하라는 점, 횡단보도와 교차로가 설치되어 있다는 점, 승용차는 출발후 가속하는 상황이라는 점에 따라 다음 <그림 23>과 같이 해석된다.



<그림 23> 충돌 약1초전 진행상황 : 승용차는 점차 가속하는 상황이므로 충돌 1초전 위치는 버스정류장 구역선을 벗어나기 시작하는 위치가 된다.

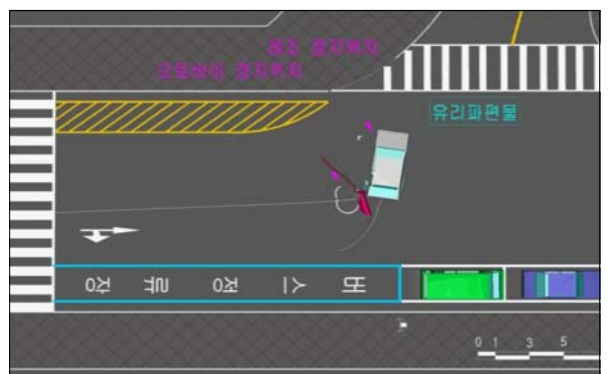
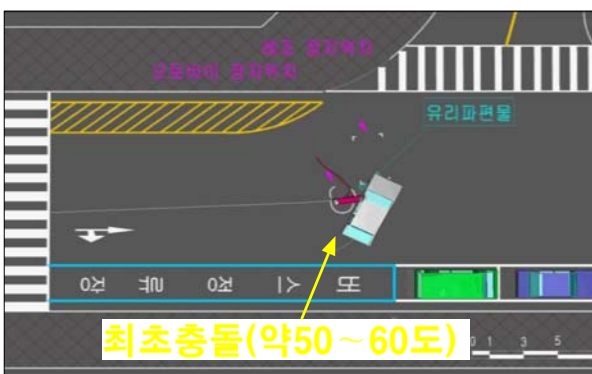
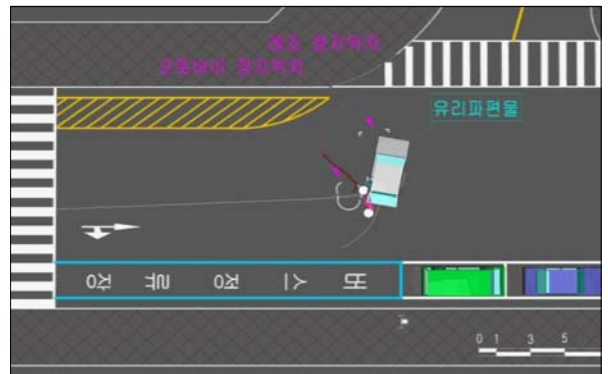
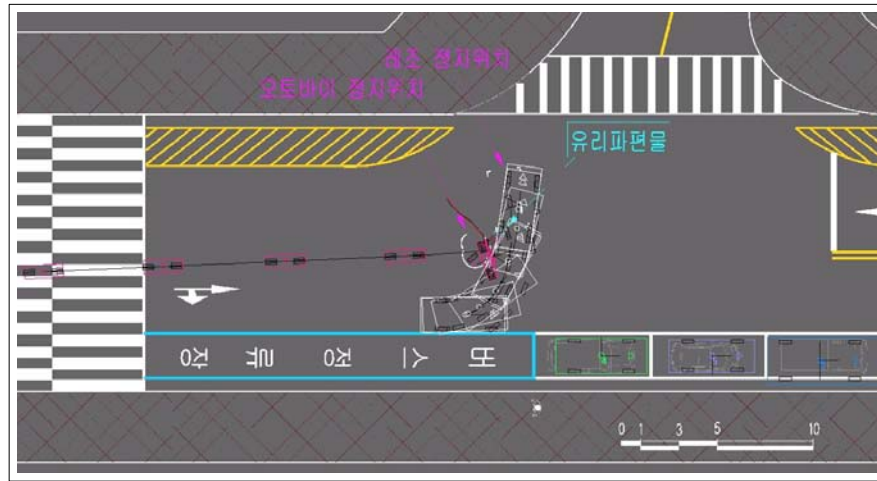
(2) 컴퓨터 시뮬레이션(PC-CRASH)을 통한 검증

1) 사고분석 결과에 따른 충돌 시뮬레이션(본문 41면 동영상 CD의 「No.1」 참조)



<그림 24> 사고분석 결과에 따른 컴퓨터 시뮬레이션 주요 장면.

2) 승용차측 주장에 따른 충돌 시뮬레이션(본문 41면 동영상 CD의 「No.2」 참조)



<그림 25> 승용차측 주장에 따른 컴퓨터시뮬레이션 주요 장면(충돌각, 파손상태, 정지지점이 모순).