





현재 시선유도봉은 한국원사직물시험연구원, 한국생활환경시험연구원 등에서 반사지의 반사성능과 함께 인장강도, 신장율, 경도, 인열강도, 내굴곡성 등의 조달청 기준에 대한 적합 여부를 시험하고 있다. 그러나 내굴곡성 시험의 경우 시간이 오래 걸릴 뿐 아니라 이 실험으로 불합격되는 제품이 없어 시험의 존재 여부가 논의되고 있으며 다른 시험들의 경우도 시험 통과 후 설치되는 제품의 내구성이 크지 않아 새로운 기준 마련이 시급한 실정이다.



〈그림 1〉 시선유도봉의 설치 및 파손 예시

### 3. 해외사례

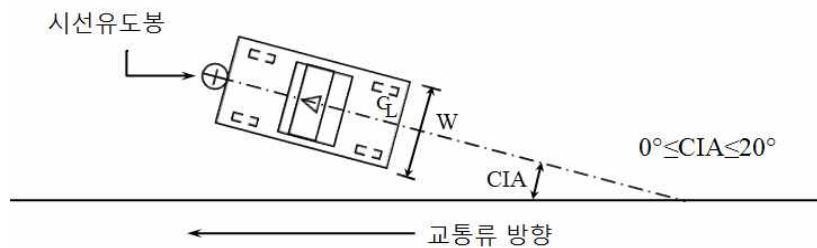
#### 3.1 미국 Roadside Design Guide 2006(NCHRP Report 350)

이 guide에서 시선유도봉(Tubular Marker)은 교통제어장비(Traffic Control Device) 중 채널화 장비(channelizing device)에 속한다. 교통제어장비는 시선유도봉 외에도 경고나 안내를 하기 위해, 또는 일반 교통류에 적용되는 표지, 조명시설, 신호기 등을 포함한다. 이 장비들은 충격도를 최소화하도록 설계되고 시공되어야 한다. 공사구간(Work-Zone) 교통제어장비는 내충격성에 따라 4개의 카테고리로 나뉘지며 시선유도봉은 카테고리 1에 속하며 카테고리 1의 내충격성 시험방법은 NCHRP Reprot 350에서 추천하는 Test 3-71을 만족해야 한다.

시선유도봉의 충돌시험 방법은 다음 표와 같으며 이를 도식화하면 〈그림 1〉과 같다. 이 방법으로 실험한 후 평가기준 B, D, E, F, H, I(J), K, N을 만족해야 한다. 자세한 평가기준은 〈표 2〉와 같다.

〈표 1〉 시선유도봉의 충돌시험 방법

시험 수준	시험 명칭	충돌 상황		충돌 지점	평가 기준	Nominal IS(kJ)	Suggested IS Tolerance(kJ)
		차량	Nominal Speed (km/h)				
3	3-71	820C	100	0 ~ 20	b	B, D, E, F, H, I(J), K, N	316.4 -24.8 ~ +25.8



〈그림 2〉 시선유도봉 실물충돌 시험



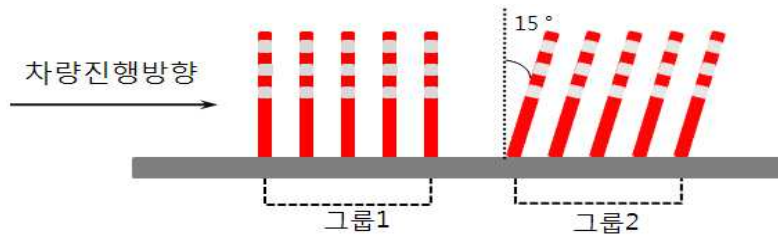
〈표 2〉 시선유도봉의 성능평가 기준(Test 3-71)

평가항목	평 가 기 준								
구조적 적합성	B. 시험체는 분리, 파손, 또는 휨 등에 의해 예상가능한 방법으로 즉시 활성화되어야 한다.								
탑승자 위험도	D. 시험체로부터의 분리된 요소, 조각이나 다른 파편들이 탑승자 객실에 관통하거나 그걸 가능성이 있어서는 안되고 다른 차량이나 보행자, 작업장의 작업원에 대한 과도한 위험을 주어서는 안된다.								
	E. 시험체로부터 분리된 요소, 조각이나 다른 파편들, 또는 차량 손상이 운전자의 시야를 막거나 운전자가 차량 제어를 할 수 없도록 해서는 안된다.								
	F. 비록 적절한 Rolling, Pitching, Yawing이라도 차량은 충돌 시 혹은 충돌 후에 바로 서 있어야 한다.								
	H. 탑승자 충돌속도는 다음을 만족하여야 한다.								
	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <th colspan="3">탑승자 충격속도 한계치 (m/sec)</th> </tr> <tr> <th>분류</th> <th>제안값</th> <th>최대치</th> </tr> <tr> <td>종방향</td> <td>3</td> <td>5</td> </tr> </table>	탑승자 충격속도 한계치 (m/sec)			분류	제안값	최대치	종방향	3
탑승자 충격속도 한계치 (m/sec)									
분류	제안값	최대치							
종방향	3	5							
I. 탑승자의 최대가속도는 다음을 만족하여야 한다.									
<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <th colspan="3">탑승자 최대가속도 한계치 (g's)</th> </tr> <tr> <th>분류</th> <th>제안값</th> <th>최대치</th> </tr> <tr> <td>종방향과 횡방향</td> <td>15</td> <td>20</td> </tr> </table>	탑승자 최대가속도 한계치 (g's)			분류	제안값	최대치	종방향과 횡방향	15	20
탑승자 최대가속도 한계치 (g's)									
분류	제안값	최대치							
종방향과 횡방향	15	20							
	J. (선택) Hybrid III Dummy 시험결과가 연방규정(Federal Regulation) 시방의 49편 5장 571.208의 평가기준을 만족시켜야만 한다.								
충돌 후 차량 거동	K. 충돌 후 차량의 궤적이 인접 차로로 침범하지 않는 것이 바람직하다.								
	N. 시험체 후방에서의 차량궤적이 합당해야 한다.								

### 3.2 Ohio DOT(Department of Transportation), Driveable Flexible Delineator Post Prequalification Procedure(Supplement 1020)

이 문서의 1020.06 Field Impact Test Methodology는 시선유도봉의 실물차량 충돌 시험방법을 제시한다. 이에 따르면 성능평가시험은 4회의 충돌실험과 1회의 타이어 런오버(tire run-over, 타이어로 밟고 지나감) 실험의 조합으로 구성된다. 먼저 충돌실험은 시선유도봉에 날카로운 윤곽 또는 불연속면이 없는 자동차의 범퍼를 반복적으로 충돌시키는 방법으로 수행되며 자동차는 90km/h(55mph)로 주행한다. 이후에 수행되는 타이어 런오버(tire run-over, 타이어로 밟고 지나감) 실험은 1회를 실시하며, 상기 조합의 실험은 각 그룹당 5개씩인 두 그룹에 대해 실시한다.

성능평가 시험에서 시선유도봉은 인접한 시선유도봉에 접촉되지 않도록 일정한 간격의 직선으로 배치되며 길이는 지면으로부터 1.37m(54 inches) 높이다(즉, 0.45m(18 inches)가 최소한 묻혀있음). 또한, 첫 번째 그룹은 자동차경로에 관해 0도의 각도로 충돌실험을 실시하고, 두 번째 그룹은 15도 회전시켜 충돌실험을 실시하며 시선유도봉 샘플은 제조업자가 추천한 방법으로 현장에 설치된다<그림 3>.



〈그림 3〉 시선유도봉 차량 충돌시험 방법

시선유도봉의 성능기준은 다음과 같다.

- 시선유도봉이 뽑히지 않아야 함.
- 시선유도봉의 파손, 찢어짐, 반사지 접착 불량 등의 이유로 떨어지는 반사지가 50% 미만이어야 함.
- 시선유도봉은 포장 말단에 직각인 수직평면도로부터 측정하였을 때 반사지가 부착된 부분을 일분 안에 원래의 위치로부터 30도 미만의 위치에 복귀시켜야 함. 이 30도 제한 각도는 수평적으로 시선유도봉의 비틀어짐을 나타내기 위해, 수직적으로는 복원능력을 나타내기 위해 또는 이 영향들의 최대 조합을 나타내는 각도에서 측정된 것임.

각각 5개의 시선유도봉으로 구성된 두 그룹에 대하여 앞에서 서술한 횟수의 반복충돌 시험을 실시하며 결과값은 중앙에 배치된 시선유도봉이 성능기준을 만족한 충돌 횟수로 기록한다. 각 그룹에 대해 중앙 시선유도봉의 시험 결과값이 결정되면 두 개의 수치를 평균한다. 여기서 평균 충돌횟수가 5회 이상인 시선유도봉은 충돌시험을 성공적으로 통과한 것으로 평가된다.

### 3.3 Texas DOT, Flexible Delineator and Object Marker Posts(Drivable and Surface-Mount Types)(DMS-4400)

이 시방서는 장애물 표적표지, 구조물 도색 및 빗금표지(Object marker)와 함께 시선유도봉의 품질기준 및 시험평가 방법에 대해 기술하고 있다. 이 시방서에 따르면 시선유도봉은 사전승인 단계에서 충돌시험(Impact Testing)을 통과하도록 되어있다. 이 충돌시험에 대해 간단히 설명하면 다음과 같다.

- 최소 샘플 개수 : 8개
- 충돌 횟수 : 10회 승용차 충돌 시험 후 제자리에 있어야 하고 어떤 방향으로도 20이상 구부러지지 않아야 함.
- 충돌 속도 : 50 ~ 55 mph (80 ~ 90 km/h)
- 반사 성능 : 5회 충돌 시험 후 일정 기준(DMS-8600)을 만족해야 함
- 제출 자료 : 5회 충돌 및 10회 충돌 후 시험하였던 시선유도봉과 충돌차량의 사진

### 3.4 Ontario Provincial Standard Specification, Material Specification for flexible Delineator Posts

캐나다 온타리오 주의 시선유도시설의 시방서는 재료 부분에서 반사지와 몸체의 기준에 대해 다루고 있는데 이중 몸체에 대한 시험방법에는 색, 온냉저항성 시험, 변색저항시험(colourfastness test), 충돌저항시험(Impact



Resistance Test) 등이 있다.

이 중 몸체에 대한 충돌저항시험을 자세히 살펴보면, 우선 시선유도봉은 제조업자의 설명에 따라 설치되어야 하고 반사지가 부착된 상태로 제공되어야 한다. 시선유도봉은 55km/h의 속도에서 정면(90°)으로 10회의 충돌을 견뎌야 한다. 또한 90km/h의 속도로 75° 각도의 5회 충돌도 견뎌야 한다. 충돌 차량은 충돌시험 동안 거의 또는 전혀 손상을 입지 않아야 하고 시선유도봉은 하중이 제거된 후에 매년 스스로 원래 위치로 복귀하여야 한다.

#### 4. 결론

시선유도봉은 받침대, 몸체, 재귀반사체로 구성되어 있으므로 앞에서 언급한 시선유도봉의 재질에 대한 기준은 사실상 시선유도봉 자체에 대한 성능기준으로 볼 수 있다. 그러나 현행 지침에서는 시선유도봉의 재질에 대한 요구성능이 포괄적으로 제시되어 있을 뿐이다. 따라서 시선유도봉에 대한 요구성능을 세분화하고 구체화된 성능기준과 함께 국내실정에 맞는 평가방법을 개발한다면 시선유도봉의 효율성을 극대화할 뿐만 아니라 파손 등에 따른 유지관리 비용의 획기적인 절감이 가능할 것이다.

이를 위한 방법론적인 측면에서 본다면, 여러 해외 문헌을 조사한 결과 성능기준의 만족 여부를 실제 실물차량 충돌시험으로 평가하고 있다. 이에 우리도 시선유도봉의 성능평가를 실물차량 충돌시험으로 하되 이에 적합한 평가방법, 즉 충돌 차량 제원, 충돌 상황 등을 세부적으로 국내 사정에 맞게 결정하여야 할 것이다. 또한 새로운 평가시설을 만들기 보다 기존의 차량방호안전시설의 성능기준을 평가하기 위한 실물차량 충돌시험장(한국도로공사 도로교통연구원, 교통안전공단 자동차성능시험연구소 등)을 활용한다면 신설 시설비 절감에 따른 경제적인 효과도 얻을 수 있을 것이다.

#### 감사의 글

이 논문은 건설 교통 R&D 정책 · 인프라 사업, "성능중심의 건설기준 표준화" 과제('06~'11) 연구 결과의 일부입니다.

#### 참고문헌

건설교통부, 도로안전시설 설치 및 관리지침 - 시선유도시설 편, 2002

산업 및 교통안전용 재귀 반사시트, KS A 3507

Roadside Design Guide, American Association of State Highway and Transportation Officials, 2002

Standard specification for retroreflective sheeting for traffic control, ASTM D 4956

Standard Specification for Extended Life Type Nonplowable, Prismatic, Raised Retroreflective Pavement Markers, ASTM D 4280

Recommended Procedures for the Safety Performance Evaluation of Highway Features, NCHRP Report 350, TRB

Supplement 1020, Driveable Flexible Delineator Post Prequalification Procedure, Ohio Department of Transportation

Material Specification for Flexible Delineator Posts, Ontario Provincial Standard Specification

DMS-4400, Flexible Delineator and Object Marker Posts(Drivable and Surface-Mount Types), Texas Department of Transportation

Texas Manual on Uniform Traffic Control Devices for Streets and Highways, Texas Department of Transportation, 2003