

변화된 고속도로 중앙분리대 운용안(案)에 관한 설계 고안

A Study of Design for Improved Expressway Median Barrier

(컬러링 중앙분리대 설계안(案)과 이동식분리대 소개를 중심으로)

(Design of Coloring Barrier and Introduction of Movable Barrier)



이 종 만 (Jong-Man Lee)
(주)大韓콘설탄트 부사장, 공학박사
ljm2277@naver.com

I. 연구 개요 및 배경

국토는 매우 한정되어 있어 언제나 활용 효율성에 대한 시민의 인식은 한결같이 전통화 되어가고 있는 현실이다.

따라서 경제 규모나 삶의 질이 향상되므로 증가되는 자동차에 대한 사회적 문제가 발생하게 되면, 이와 수반되어 등장하는 이슈가 국토이용에 있어 양적인 개념보다도 정해진 범위내 에서 어떻게 하면 최대의 효과를 거둘수 있을까를 두고 고민하게 된다.

이같은 문제는 고도화 되어가는 생활의 질과 상생하는 차원에서는 무엇보다도 풍부한 상상력에서 도출되는 새로운 아이디어만이 그 본질에 대처하고, 해소될 수 있을 것으로 믿는다.

고속도로상에서 중앙분리대가 직접적으로 운하중

이 미치지 않는 점을 이용하여 유지관리에 유용하게 활용하므로, 폭설이나 화재 또는 대형 교통사고에 효율적으로 대처하여 전통적 관리 차원에서 차세대적인 유지관리 기법을 제시할 수 있을 것이다.

이같은 맥락으로 본 고에서는 기존의 중앙분리대의 재질이나 색상에 있어서 일관된 콘크리트 잿빛 색상에서 벗어나, 에폭시나 플라스틱 재질을 활용하여 기존 콘크리트 구체에 대등한 중량과 자동차 충격에 대응하는 변화된 구체로써, 투명성을 확보하므로 내부에 인입된 전기를 이용하여 다양한 색상의 빛을 상황에 따라 다르게 발산하여 변화되는 중앙분리대로 운전자에게 안전과 주행의 쾌적을 제공하고자 하는 설계안이다.

다시 말하여 이용자에게 운행에 편리하고 안전하게 주행할 수 있는 새로운 컬러링 베리어(Coloring-Barrier)를 고안 제작하여, 이에 부합되는 도로를 설

게 시공하므로, 획기적인 도로 교통 시설물의 발상을 달리하므로 차세대적인 교통 패턴으로 바꾸어보는 설계 기법 차원에서 연구하였다.

두 번째는 중앙분리대의 종류에는 일반적으로 이용하고 있는 콘크리트방호벽, 토사분리형(Mountable), 철재 가드레일형, 그리고 레인마킹(Lane-Marking)형 등이 있으나 본 고에서는 콘크리트 방호벽형에 있어서 중앙분리대 자체에 대한 고정적인 개념을 떠나 도로 양방향 센터에서 물리적인 분리 기능으로 일관되어온 기존의 분리대도 이제 교통량의 중방향비(比)에 따라서 움직이는 중앙분리대로 고안 설계하므로, 교통 혼잡을 해소하고 용량을 증대시키고자 하는 시스템 도입이다.

기존에 설치되어 있는 중앙 분리대는 콘크리트로서 구체가 설치될 때부터 도로 포장면과 일체를 위하여 하부에 키(Key)를 이용하고 있을 뿐 아니라 방향에 따른 교통량에 탄력적으로 대응하기에는 어려운 실정이다.

이러한 단점을 극복하는 차원에서 차로수를 최대한으로 활용할 수 있는 방법의 일환으로 고정식에서 이동식으로 전환하여 상황에 대처하므로 교통 소통에 원활을 기하고자 하는데 있다.

II. 중앙분리대 운용실태

중앙분리대는 고속도로의 중앙에서 교통을 물리적으로 분리하여주는 시설로서 치명적인 교통사고 예방과 동시에 교통 혼잡을 해소하면서 교통 용량을 증대시키는 매우 중요한 교통 시설물이다.

기존의 콘크리트 방호벽형 중앙분리대는 도로중앙부에서 포장면은 수평으로 폭원은 3m로써 높이는 90~135cm로 설치되어 있다.

이렇게 위치한 분리대는 양방향의 교통량의 변화에 대응하지 못하고 고정된 분리 시설로서 그 역할을 다하고 있는 실정이다.

이러한 분리대가 도시지역이나 공단 또는 신도시 등을 연결하는 기 종점부에서 출·퇴근 등의 한시적

인 시간에 본 시스템을 도입하여 대응한다면 많은 교통 처리로 혼잡을 예방하고 사회적 기회비용을 엄청나게 감소할 수 있는 좋은 방법으로 예상된다.

이는 중방향교통량에 대응하여 차로 활용을 극대화하므로 소통원활의 기능을 다하고 기존의 중앙분리대와의 성능은 조금 미달되더라도 큰 영향이 없을 것이다.

왜냐하면 본 시스템을 도입하는 구간에서는 교통량이 혼잡하여 주행하는 속도가 엄청나게 떨어지므로, 사고시에 가하는 충격 등은 비혼잡 고속도로의 주행속도와는 현저하게 다르기 때문이다.

III. 새로운 중앙분리대 고안

새롭게 제안한 중앙분리대는 기존의 콘크리트에 의한 방호벽 재질을 수지계나 에폭시 계통으로 차량 충격에 대응하고 그 성능을 다하면서 투명한 재질에 의해서 상황에 따라 색상을 변화시키는 컬러링(Coloring) 중앙분리대로서 교통사고예방과 이용자의 피로도를 최소화하므로 교통소통을 원활히 처리할 수 있는 안(案)과, 또 하나는 기존에 고정으로 설치되어 있는 분리대를 움직여서 교통량의 중방향의 비(比)에 맞추어 이동하므로 교통량에 대처해보기 위한 도로와 방호벽의 설계 및 제작, 장비 도입 등에 대한 방안이다.

1. 컬러링(Coloring) 중앙분리대 설계

● 변화하는 중앙분리대 설계

기존의 중앙분리대는 콘크리트에 의해서 포장 색상이나 동일하게 콘크리트색상으로 일률적으로 구성이 되어 있어, 고속도로를 오래 동안 운행하는 운전자는 많은 피로도나 단조로움으로 안전 운행에도 크게 도움이 되지 못하고 있는 실정이다.

뿐만 아니라 야간, 폭설, 안개시나 폭우시 대형사고 등 상황의 변함에도 아무런 변화 없이 일관된 시설물을 이용하고 주행하고 있는것에 대하여 발상을

달리해 볼 필요가 있다.

따라서 중앙분리대를 투명한 콘크리트 또는 수지 몰탈계 또는 에폭시 등을 활용하는 재료로서, 중앙 분리대 내부에서는 색상 있는 전기시설을 인입하여 상황에 따라 분리대구체가 푸른, 주황, 흑색 등으로 색상의 변화를 주므로 운행자가 진행하는 축대의 간접적인 효과를 극대화하고, 안전하고 편안함을 주는 분리대를 만들어 시행하므로 고속도로 이용자에게 주행에 좋은 효과를 가져올 것으로 판단된다.

예를 들면, 야간일 경우에는 푸른 색상을 부여하여 주행하는 운전자의 시선을 집중시켜주고, 폭풍우가 치는 날에는 붉은 색상을 주어 주의를 경고하고, 안개 낀 아침에는 짙은 주황색을, 그리고 곡선반경이 작은 곳 내측주행에서는 눈의 피로도를 낮추는 연한 푸른 색상을 넣어 주어 운전자에게 안전과 편안함을 유도하고, 폭설시에는 흰눈에 반대되는 색깔인 검정색을 나타내어 주어, 운전자들이 안전하고 무미건조함을 해소하면서 운행할 수 있는 방법이 될 것이다.

물론 이 경우에는 베리어의 중량이나, 사고시 자동차 충격에 대응하는 강도 등은 아래 그림 1에서 보는 바와 같이 기존의 콘크리트 방호벽 성능 이상이 되는 구체의 재질로 만들어져야 할 것이다.

또한 전기시설은 인터체인지, 휴게소, 비상주차대 등 기존 고속도로에 이미 설치되어 있는 전기를 활용 인입하면 문제가 없을 것으로 생각된다.

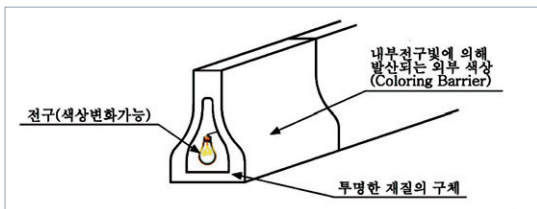


그림 1. 색상있는 전기 인입된 분리대

● 변화된 중앙분리대의 설치와 유지관리

새로운 재질에 의해서 만들어진 중앙분리대 구체는 중량 또는 강도 측면에서 기존의 콘크리트 구체

의 성능 이상이 되고 투명하여 내부에서 밝혀지는 전등빛의 색상에 따라 외부로 표현되는 변화된 중앙분리대 즉 컬러링(Coloring) 분리대로서 설치하는 기존과 같이 포장시공과 동시에 바닥에 고정(Key)하여 설치하면 될 것이다.

그 후 자동차에 의한 충돌 및 선명도 유지 등 유지관리 측면에서는 기존의 콘크리트 구체는 단순하지만 변경된 컬러링(Coloring) 구체는 내부에 전기가 인입이 되어 있어 한부분이 파손되었을 경우, 손상된 유선을 긴급히 보수하여 원상 복구할 수 있는 방법의 일환으로 연속적인 전류보다 부분적이고 구간적으로 전류를 흐르게 하여, 파손시에 타 구간에 영향을 최소화하는 방안 등을 충분히 검토하여야 한다.

뿐만 아니라 컬러링(Coloring) 구체의 투명에 의한 선명도를 유지하기 위하여는 매연에 의한 청결 등도 고려되어야 할 것이다.

이러한 점으로 보아 기존의 콘크리트 베리어에 비해 단점이 있을 수는 있으나 그 외의 많은 장점을 고려해 기존과의 비교 검토를 충분히 하여 새로운 컬러링(Coloring) 중앙분리대에 대한 인식과 운영의 문제점 그리고 효과성 등을 입증하기 위해, 일정구간에서 시범시행(Pilot Project)을 해 보는 것도 좋은 방법일 것으로 기대된다.

2. 이동식 중앙 분리대(Quickly Movable Barrier) 운용

이동식 중앙분리대에 의한 가변차로제는 이미 미국, 뉴질랜드 등에서 오래 전부터 교통량이 혼잡한 구간 특히 교량에서 출퇴근 첨두시간대에 교통해소를 위하여 운용하고 있으나, 우리나라의 경우에는 아직까지 이에 대하여 검토하거나 시행 적용한 바가 없다.

그러나 수도권을 중심으로 많은 위성 신도시가 배치되어 있는 우리나라의 특성을 고려하여 특정시간대나 기간에 교통 완화 정책으로 본 시스템에 대하여는 연구 도입해야 할 시기가 아닌가 생각을 해본다.

1) 외국의 사례

미국 텍사스주 달라스에 위치한 EAST R.L THORNTON Freeway의 경우, 이는 도심과 연결된 고속도로로 66년 5월에 8차로로 건설되었다. 이후에 아침저녁 출퇴근차량들로 인하여 평균주행속도가 30mph(약40km/hr) 이하로 심한 교통체증현상이 지속되어 텍사스주 운수성 도로교통 연구회에서 본 구간에 대하여 통행패턴 조사를 실시하여 분석한 결과 콘크리트 이동식 방호벽을 이용하여 물리적인 시설에 의한 가변 운영을 연구 검토하여 실시한 결과, 많은 교통 혼잡에 대한 편익을 초래하였다.

당시 텍사스 운수성에서는 도로협화와 공동으로 달라스 지역에 4개의 고속도로에 대하여 다인승전용차로와 함께 도입타당성을 평가하였던바 2개노선인 EAST R.L Thornton과 South R.L Thornton Freeway는 가변차로 운용으로 적용하기로 하고, 나머지 구간에 대하여는 경과 후에 결과를 보고 결정하는 것으로 되어 있었다.

뿐만 아니라 뉴욕시의 북쪽 1.3mile(20.9km)지점의 Hudson강을 사이에 두고 Rockland와 Westchester를 연결함으로 뉴욕주의 도로망에 중요한 연결부 역할을 하고 있는 템펜지교량(L=3.03mile, 4.9km)은 트러스 강구조물로 출퇴근 첨두시간에 교통 혼잡에 대응 하기 위한 본 가변 차로를 운용하고 있었다.

물론 교량의 상단부에는 버스와 같은 형태인 QMB차량과 운전하는 기능공이 대기하고 있다가 지사 교통 관제 센터에서 혼잡예상 시간을 고려하여 주문이 떨어지면 바로 이동식 베리어를 활용 차로를 가변해 주는 방식이다.

또 샌디에고에서도 콘도라 교량도 교통 완화 차원에서 본 시스템을 활용하고 있다.

2) 이동식 방호벽 도입을 위한 도로 설계

이동식(QMB)베리어를 도입하기 위하여는 우선 여기에 부합하는 도로설계가 검토되어야 할 것이다.

기존의 도로와 비교하여 운행상의 안전성이나 주행성을 고려하여 설계속도에 대한 검토가 우선되어야 하며, 만약에 교량구간에 본 시스템을 적용할 경우에는 교량자체의 이동과 운전자를 고려하는 횡단면에 대한 충분한 연구가 있어야 하며 교량 단부에서 일반구간과의 연계되는 부분에 까지 상세하게 연구가 수반되어야 할 것이며, 도로의 각 기하구조 요소 하나 하나에 관심을 갖고 설계를 하여야 한다.

● 직선구간

직선구간에서 현재의 횡단면은 중앙분리대가 접촉하는 폭원 3m는 수평으로 건설되어 있고, 차로폭 원에서는 2%의 횡단 구배, 그리고 마지막 길어깨는 4%의 횡단구배로 구성되어 있다.

물론 횡단구배의 기능은 도로의 배수처리를 위한 구배이겠지만 그대로 수평이면 자동차운행에 있어서 더 이상적인 도로가 없을 것이다.

직선구간에서는 수평면으로 이동되는 방호벽의 입선 각도는 도로 횡단구배에 의해서 영향을 받기 때문에, 이에 대한 이동자체나 운전자의 운전영향에는 문제가 없을 것으로 판단된다.

따라서 직선구간에서는 교량구간이든 일반구간이든 적용구간의 시종점부 연결부분에 처리를 위한 체계구조와 이를 운용하는 차량과 운전자의 대기소 등도 함께 검토되어야 한다.

● 곡선구간

일반적으로 설계속도로 100~120km/hr의 규격으로 설계된 도로에서는 곡선반경이 비교적 양호하여 중앙분리대의 각도에 따른 운전자들의 운행지장은 없을 것으로 판단된다.

다만 곡선이 아주 급하게 설계되어 있는 기존의 인터체인지 등에서 도로횡단면에 대한 중앙분리대 콘크리트 방호벽의 입사각이 운전자에게 미치는 영향은 거의 없고, 베리어의 이동구간은 인터체인지

등의 구간에서 극히 제한이 되므로 주로 본선에서 본 시스템을 운영하기 때문이다.

따라서 일반구간에서 그림 2에서 보는 바와 같이 4차로 도로 폭원일 경우에 23.4m 폭원에 중앙분리대 바닥면 폭 60cm, 높이 127cm의 방호벽 기울기는 시각적으로나 물리적으로 영향을 미치지 않는다는 것이다. 그러나 이동식 베리어를 이용할시 횡방향으로 이동되는 순간에서 베리어의 움직임과 이동 차량의 횡단 이동 운동등에 관한 설계는 충분히 검토 반영 되어야 할 것이다.

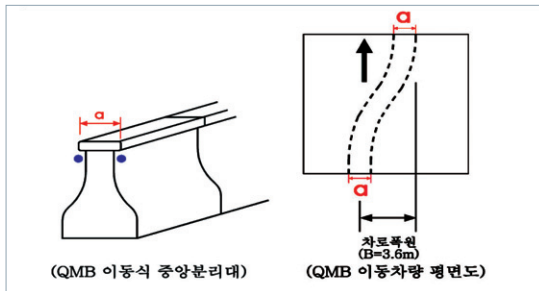


그림 2 이동식 분리대



사진 1. QMB 운영차량광경

● 교량구간

교량 위에서 본 시스템을 도입하기 위해서는 중앙의 종방향 조인트를 고려하는 설계가 되어야 하고, 중앙분리대 자체가 횡방향으로 이동되므로 교량에 미치는 하중을 감안하고 중앙부에는 가급적 구배를 완화하게 처리되어야 할 것이다.

본 시스템은 강이나 계곡을 중앙에 두고 두 도시 또는 지방 간의 종방향비(比)가 시간이나 기간에 따라서 현저하게 차이가 있을 때 이를 도입하여 시행하면 좋은 효과를 가져올 수 있는 시스템으로 예를

들어서 서울에서 강남과 강북을 연결하는 한강위에 건설되는 교량을 본 시스템을 도입하는 설계로 시공하여 운영할 경우 출·퇴근시에 차로를 물리적으로, 안전하게 교통량에 따라서 처리하므로, 매우 좋은 효과를 초래할 것으로 판단된다.

이러한 효과적인 시스템도입을 위한 새로운 발상과 새로운 운영이 가져올 수 있는 설계를 모색하여야 한다.

● 터널 구간

터널구간에서는 도로의 횡단 이동에 따르는 별다른 문제는 없을 것으로 판단되나, 운영에도 일반구간과 같이 적용을 하면 가능 할 것으로 판단된다.

터널구간에서 시행할 경우에는 도로신설 당시에 차로수를 미리 확보해 놓아야 하여, 건설시의 예산적인 문제가 수반이 되므로 경제성을 충분히 검토하여야 할 것이다.

뿐만 아니라 교통사고 및 혼잡 등을 고려하여 가급적 터널구간에서는 본 시스템도입에 대하여 극히 부정적이다.

IV. 향후 추진 방안

첫번째는 기존의 중앙분리대에 대한 고정된 인식과 관념을 완전 바꾸어야 본 문제 접근이 가능할 것이다.

고속도로 중앙에 설치되어 있는 콘크리트 중앙분리대는 콘크리트 그대로의 모습으로 포장면과 똑같은 색깔로 일정여 현실적으로 고속도로를 주행하는 운전자에게는 무미건조한 감정으로 운행하고 있다.

이를 극복하는 차원인 안전하고 조화로운 운행을 위하여 주변의 환경과 기후변화에 따라 색상을 다르게 부여하는 컬러링(Coloring) 중앙분리대는 이용자의 안전운행과 피로 등의 간접효과를 초래하는 시스템이 될 것으로 기대된다.

또한 도로의 선형에 있어 곡선부가 심한 내측구

간에서는 시거상 중앙분리대를 많이 볼 수가 있어
 눈의 피로도를 낮추는 빛의 발산 등 상황에 따라 변
 화하는 컬러링(Coloring) 중앙분리대를 운용하기 위
 해서는 우선 기존의 콘크리트 베리어에 상응되는
 강도로써 색상의 빛이 투영되는 재질에 의한 구체
 를 만드는 것이 관건일 것으로 판단된다.

이에 해당되는 재질로서는 프라스틱, 레진, 수지
 등을 예로 들 수 있는데 이러한 형태의 재질적으로
 안정하고 강도에 대응할 수 있는 구체를 개발하고,
 이를 운용시에는 기존과는 달리 구체 내부에 인입
 되는 전류가 유선으로 연결되어 있을 경우에는 자
 동차에 의한 충돌시에 긴급히 복구될 수 있는 방안
 과 매연에 의해서 더럽혀진 분리대의 선명도를 유
 지하는 관리에도 충분한 비교 검토가 되어서 유리
 한 방안 도출하여 적용 도입하여야 할 것이다.

다음은 혼잡 되는 일부구간에서 교통 지체를 해소
 하기 위한 물리적인 시설로 콘크리트 베리어를 상황
 에 따라서 차로수를 확보해 도로 이용의 효율을 가져
 오는 물리적인 차로 가변건에 대하여는, 이미 미국
 등 선진국에서 이용하고 있는 QMB장비를 도입 또는
 국내 연구 제작하여 적용하기 위하여 우선 시스템 도
 입을 위한 도로설계부터 검토되어야 할 것이다.

새로운 도로 건설시에 교량이나 도시간을 잇는
 도로에서 중방향비(比)가 현저하게 발생 될 것으로
 예상되는 구간을 선정하여 시범적으로 적용하는 도

로 설계를 하여야 할 것이다.

기존 고속도로와 움직이는 중앙분리대를 적용할
 수 있는 도로의 기하구조적인 조건 등을 충분히 검
 토하여 베리어와 아울러 운용 장비의 삼위일체적인
 조화를 이루는 시스템으로 검토하여 그 효과를 입증
 할 수 있는 방법의 절차를 진행하므로, 본 시스템 도
 입에 대한 신뢰와 운용에 유리할 것으로 판단 된다.

한정된 공간적 범위에 효율을 극대화하기 위하여
 서는 기술에 대한 새로운 발상과 풍부한 상상력이
 좋은 고속도로를 만들고, 그 위를 달리는 운행자는
 도로에 대한 직간접 만족감이 고조되어, 고객감동에
 충실하므로 한단계 더 좋은 사회적 삶을 추구하게
 될 것으로 기대된다. 

참 고 문 헌

1. A policy on Geometric Design of Highway and Streets (1994)
2. 도로구조 및 시설에 관한 규정(국토부)
3. 도로설계요령(한국도로공사)
4. 유지관리지침(한국도로공사)
5. 공무해외귀국보고서(1994. 10. 광원문, 이종만)

기획 : 윤자걸 편집간사 yoonjg@dic.co.kr