

도로표지판 지지구조물의 내풍성능 향상에 관한 연구

A study on improvement of wind-resistance characteristics of the structure supporting road sign

손용춘* · 박수영** · 임종국*** · 신민철****

Abstract

The structure supporting road sign is a road information facility for ensuring the safe transportation and smooth traffic. But, lots of road information facilities were damaged by the typhoon "Maemi" in 2003. Such damaged facilities should be rehabilitated and could increase economic loss by causing traffic accident. Therefore, in this study, behavior that reduce wind load and improve wind resistance of the structure supporting road sign are studied about wind load beyond design specification by abnormal climate as below. The first is wind load reducing technique such that shear key resist wind load that is not greater than design wind speed but in case that it is over the design wind limit, column member is rotated on the inner steel pipe axis by the brittle failure of shear key. The second is the technique such that fail-safe the overturning of road sign panel by equipment installation in the vertical member. The third is the technique of installing stiffening plate inside the vertical member to relieve stress concentration.

key words : Road sign, Shear key, Fail-safe, Stiffening plate inside

1. 서 론

1970년대 경부고속도로 개통을 시작으로 국내 도로 총연장 100,000km 시대를 열어가면서 국가발전의 기본인 도로가 주요 사회간접 기반시설로서 인식되고 있으며, 도로 구조물의 중요도 또한 높아지고 있다.

최근 전 세계적으로 이상기후에 대한 문제가 대두 되고 있으며, 국내의 경우 최고풍속 60m/s이상의 강풍과 강우를 동반한 태풍 매미, 루사등에 의한 수많은 피해가 발생하였다. 본 연구의 대상구조물인 도로표지판 지지구조물에도 파손 및 심각한 피해가 발생하였고, 매년 피해가 증가하고 있는 상황이다. 도로표지판 지지구조물의 파손으로 인해 도로 안내체계의 기능상실 및 붕괴 잔해와 주행차량의 충돌로 인한 2차적인 사고를 야기시킬 수 있으며, 파손 도로표지판 지지구조물은 보수, 보강의 대상으로 경제적인 피해를 증가 시킬 수 있다. 따라서 본 연구에서는 이상기후에 대한 도로표지판 지지구조물의 피해사례를 조사하고, 이에 대한 대한 피해를 방지하기 위한 방안을 연구하는 것을 목적으로 한다.

2. 도로정보시설물 피해사례

최근 우리나라에서 발생된 매미, 루사 등과 같이 최고 풍속 60m/s를 초과하는 강풍을 동반한 이상기후에 의하여 도로 이용자의 편의를 제공하는 도로표지판 지지구조물에 많은 피해가 발생하였다. 이상기후에 의한 표지판 지지구조물의 대표 피해사례를 살펴보면 수직재의 하단부인 보강 리브 윗부분이 그림 1 과 같이 파괴되었다. 이것은 구조적 보강을 위해 보완한 보강리브가 또 다른 파괴양상을 유발함을 나타내고 있어 이

* (주)홍익기술단 · 구조부 · 이사 · 토목구조기술사 · E-mail : sohnyongchun@naver.com.
** 정희원 · (주)유신코퍼레이션 구조부 상무이사 · 토목구조기술사 공학박사 · E-mail :syPark@yooshin.co.kr
*** (주)홍익기술단 · 구조부 · 과장 · E-mail : jglim72@hanmail.net
**** (주)홍익기술단 · 구조부 · 과장 · E-mail : gongrion@hotmail.com

에 대한 충분한 연구가 필요한 상황이다. 또 다른 피해사례인 그림 2의 도로표지판 지지구조물의 수직재 좌굴전도에 의한 파괴는 표지판의 수직재인 원형강관이 표지판에 작용하는 풍하중을 견디지 못하고 좌굴 파손된 사례이다.

본 연구에서는 이와 같은 이상기후에 따른 설계기준 이상의 강풍에 의한 도로표지판 지지구조물의 대표 피해사례에 대한 대응 방안을 연구하여 도로표지판 지지구조물의 풍하중 저감과 내풍성능 향상을 위한 기술 개발을 목적으로 한다.



그림 1 남해고속도로 문형식표지판의 수직재 하단 리브부 파괴



그림 2 남해고속도로 표지판의 수직재의 좌굴전도

3. 기술개발

3.1 전단키 구조

도로표지판 지지구조물의 대표 피해사례 중 그림 2와 같이 도로표지판 지지구조물의 수직재 좌굴전도에 대한 표지판 지지구조물의 파손을 방지하기 위하여 풍하중을 저감 할 수 있는 방안으로 도로표지판 지지구조물의 수직재의 중간부에 그림 3과 같이 전단키 구조를 설치함으로써 설계풍속까지는 구조적 거동이 가능한 전단키에 의해 건디다가 설계풍속 이상의 강풍이 불어오면 전단키의 취성파괴에 의해 지주가 내측 강관을 축으로 회전하게 되어 풍하중을 일시에 저감하는 기술로 표지판 지지구조물의 지배하중인 풍하중의 분포 면적을 최소화하여 도로표지판 지지구조물의 수직재의 안전성을 향상시킬 수 있다.

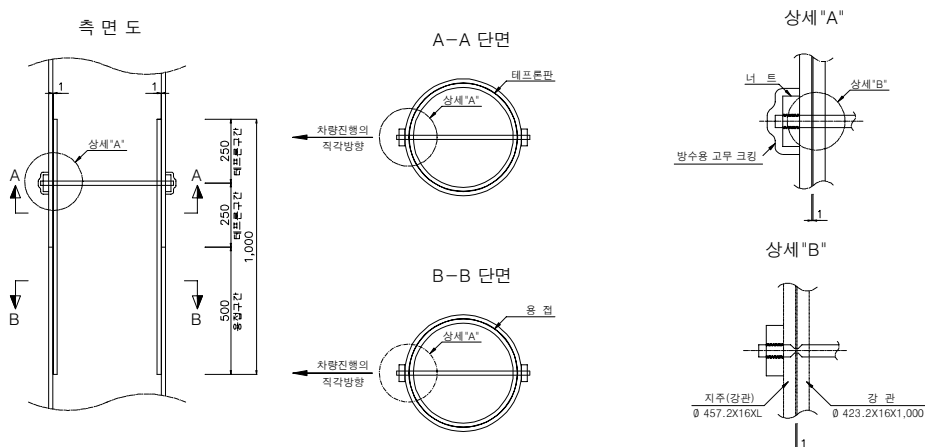


그림 3 이상기후에 대비한 전단키 구조

풍하중에 의해 표지판에 전달된 내력은 비틀림 모멘트로 수직재에 전달되고 이 힘은 전단키에 작용하는 전단력으로 작용하여 전단키로 전달하는 구조이다. 도로표지판 지지구조물에 작용하는 설계풍속별 내력에 대

한 내풍성을 확인하기 위하여 전단키 위치에서 풍동실험을 통한 5분력 정적 공기력 실험을 수행하였으며, 이를 통하여 도로표지판지지구조물의 구조적 안정성 및 내풍저항 성능을 확인하였다.

3.2 전도방지(fail-safe) 장치

이상기후에 의한 설계기준 이상의 풍속이 작용 할 경우 도로표지판 지지구조물의 대표 피해사례 중 그림 1과 같이 도로표지판 지지구조물의 수직재인 원형 또는 각형의 수직지주가 표지판에 작용하는 풍하중을 견디지 못하고 수직재의 하단부인 보강 리브 윗부분이 파괴되는 경우 도로표지판 지지구조물의 붕괴로 인한 2차사고를 미연에 방지하고 내풍 성능을 향상시키기 위한 방안으로 문형식 도로표지판 지지구조물에 그림 5와 같이 전도방지 장치를 설치하여 도로표지판 지지구조물의 안정성을 확보하는 방법이다.

도로표지판 지지구조물에 있어서 수직재의 파괴시 도로표지판 지지구조물은 전도방지 장치에 의해 지지되고, 이때 강풍에 의해 도로표지판 지지구조물의 구조안전성과 전도방지 장치의 구조안전성을 정적 구조해석을 통하여 확인하였다. 또한 항력에 의해 도로표지판 지지구조물의 잔해 이동을 확인하기 위하여 그림 4와 같이 설계풍속 40m/s까지 풍동실험을 수행하여 도로표지판 지지구조물 수직재의 하단부 파괴에 의한 전도방지 장치의 안전성과 내풍 저항성을 확인하였다.

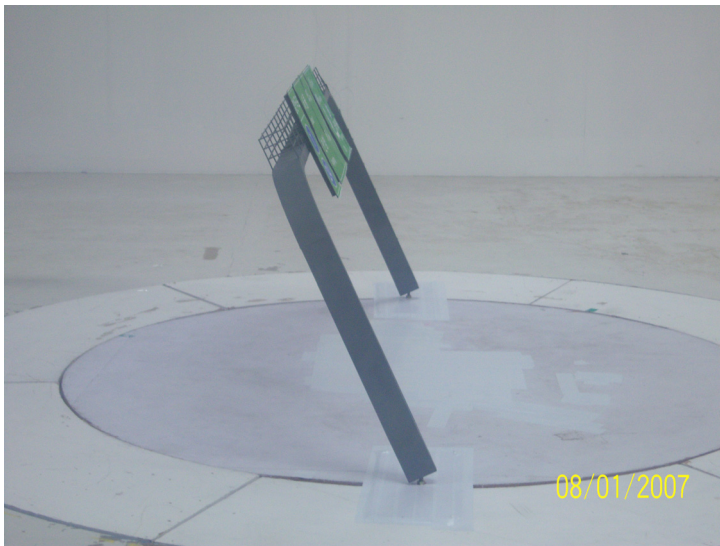
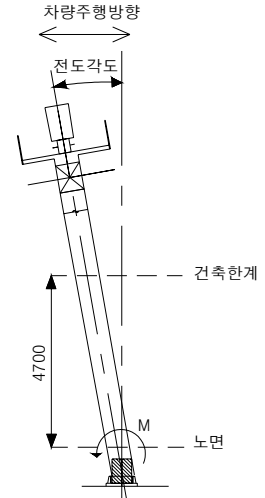
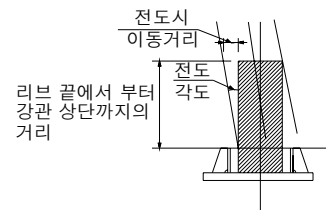


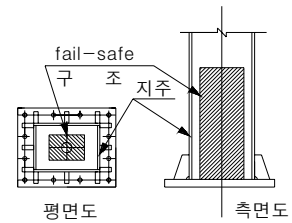
그림 4 문형식 표지판의 전도방지장치 풍동실험 전경



(a) 전단각도의 산출



(b) 전단각도의 산출



(c) 강관의 설치

그림 5 전도방지장치 개요도

3.3 수직재 내부 보강

도로표지판 지지구조물에 강풍에 의한 풍하중이 작용 할 경우 그림 1의 사례와 같이 도로표지판 지지구조물의 수직재 하단부의 보강 리브 윗부분이 파괴되어 도로표지판 지지구조물의 붕괴로 인한 2차사고를 유발하게 된다. 이를 미연에 방지하고 내풍성을 향상시키기 위한 방안으로 도로표지판 지지구조물을 그림 6과 같이 국부정밀해석(FEM)을 통하여 3차원 상세 해석을 수행한 결과 피해사례의 취약부위인 수직재 하단의 보강리브 윗부분에서 응력집중현상이 발생함을 확인하였다. 이에 대한 대응 방안으로 그림 6과 같은 표지판 지지구조의 수직재 내부에 그림 7과 같이 추가 내부 보강판을 설치하여 응력집중현상을 해소하도록 취약부위를 보강하여 도로표지판 지지구조물의 붕괴를 예방하는 방법이며, 국부정밀해석(FEM)을 통하여 구조적 안전성 및 내풍성을 확인하였다.

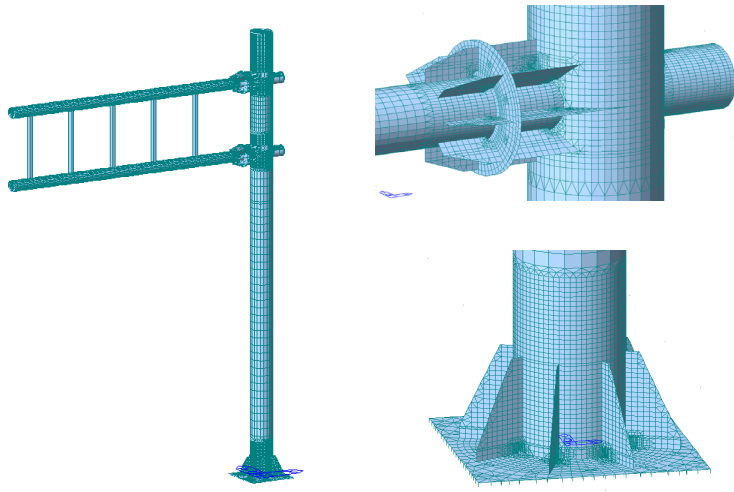


그림 6 국부 정밀해석 모델링

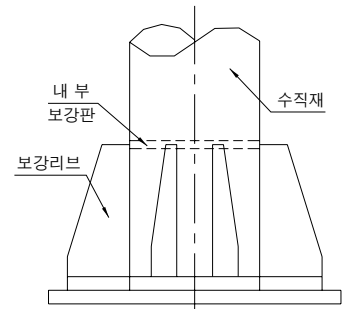


그림 7 수직재의 내부 보강판

4. 결 론

본 논문에서는 설계풍속이상의 풍하중이 작용되는 이상기후에 대비한 도로표지판 지지구조물의 구조적 안전성과 내풍성능향상을 위한 연구로 수직재 내부에 전단키를 설치하여 풍하중을 저감하는 기술과 수직재에 전도방지 장치를 설치하여 취약부위 파괴시 전도를 방지하는 기술, 수직재 내부에 보강판을 설치하여 응력집중현상을 개선하여 도로표지판 지지구조물의 풍하중 저감효과 및 내풍성능을 향상시키는 기술을 개발하여 도로 이용자들의 원활한 소통과 안전을 도모하고, 보수 및 보강에 대한 경제적 부담을 감소시켜 국가발전을 도모하고자 한다.

감사의 글

본 연구는 친환경.지능형 도로설계 기술개발 연구단(건설핵심D05-01)을 통하여 지원된 건설교통부 건설기술혁신사업에 의하여 수행되었습니다. 연구지원에 감사드립니다.

참고문헌

1. 정운용, 박태규 (2004) “태풍매미에 의한 도로 구조물 피해사례” 한국풍공학회 제7권 제2호
2. 손용춘, 임종국, 마정석 (2007) “내민식 도로표지판의 구조해석 및 풍동실험의 비교분석” 한국풍공학회 제11권 제2호
3. 건설교통부 (2006) 도로표지 관련 규정집
4. 건설교통부 (2005) 한국도로공사 도로표지판 표준도
5. 한국도로교통협회 (2005) 도로교설계기준
6. 日本道路協會, 昭和62年1月, 道路標識設計基準 · 同解説
7. 日本道路公團, 平成9年4月, 標識設計圖集