

도로표지구조물의 내풍설계기준에 관한 연구

A study on the wind-resistant specific of road sign support structures

손용춘*, 유길환**, 박수영***, 이철우****, 박중건*****

Sohn Yong chun, Yoo Kil Hwan, Park Soo Young, Lim Jong Guk, Shin Min Chol

1. 연구의 배경

도로표지는 도로교통의 안전과 원활한 소통을 확보하기 위해 반드시 필요한 주요 시설물로써 도로시스템이 그 기능을 완전하게 발휘하기 위해서는 도로구조물의 안전성 확보는 물론이고, 도로 이용자에게 필요한 정보를 명확하게 제공하는 도로표지가 적절히 설치, 관리되어 보존되어야 한다.

우리나라의 경우 2003년 9월에 남해안지역을 강타한 최대 순간풍속이 60m/s에 달하는 초대형 태풍 “매미”에 의하여 남해고속도로와 국도 등에서 많은 도로정보시설물이 붕괴되는 일이 발생하였다. 이렇게 붕괴된 시설물은 보수, 보강 대상구조물로서 구조적인 문제뿐 아니라 제2의 사고유발(주행차량 충돌 등)이 야기될 수 있어 경제적 피해를 증가 시킬 수 있다. 또한 풍하중에 의한 시설물의 파손으로 인한 도로의 기능약화 또는 도로차단과 시설물의 파손 및 기능 상실로 인한 2차적인 피해가 우려되고, 이는 도로교통 전체와 산업전반에 영향을 미치게 된다. 따라서 국가기간망의 정보제공을 담당하는 도로표지구조의 안전한 설계와 시공, 유지관리는 외형적 요소에 비하여 그 역할이 매우 크다고 볼 수 있다.

현재 우리나라의 기준은 설계풍하중 산정에 기본이 되는 설계풍속의 재현주기에 대한 내용이 결여되어 있고, 적용된 항력계수도 기둥의 다양한 단면형상과 구조형식을 고려하지 않고 있는 등 일본이나 미국에 비해 체계화되어 있지 않아 도로정보시설물의 내풍설계에 사용되는 풍하중에 대한 검토가 이루어져야 할 필요성이 있다. 따라서 본 연구에서 각국에서 정한 도로정보시설물 기준을 알고 국내 풍하중 기준의 개선방향에 대하여 검토해 보고자 한다.

2. 연구의 목표

본 연구는 지능형 교통 시스템(ITS)이 접목된 최적도로시스템을 이루는 한 부분, 즉 도로이용자에 대한 안전성을 제고하고 정보수집과 전달 등을 담당하는 도로안전 정보시설물인 도로전광표지 전용시설물의 지지구조체와 도로표지판에 대한 내풍 안전성을 확보하기 위한 것으로서 시설물에 대한 내풍 안전 설계기준의 정립과 설계기준에 따른 내풍 안전성해석을 통하여 현 시설물에 대한 문제점을 분석하고 개선사항을 제시하며 보다 안전하고 효율적인 기술을 개발하는 것을 최종 목표로 한다.

이러한 목표설정에 따라 급회의 연구에서는 기존의 도로표지관련 규정집(건교부)과 최근 국내에서 연구수행된 관련기준인 한국도로공사의 “표지판 설계풍하중 검토(2004.12)-설계실무자료집,2006” 및 2005년 건설교통 연구개발 과제인 “도로표지의 구조안전성 확보를 위한 연구(2005.10)-한국건설기술연구원”을 비롯한 국내의 설계기준들을 분석하여 최종목표 달성을 위한 안전성해석의 기본 기준을 수립하는데 있다.

* (주)홍익기술단, 이사, 토목구조기술사

** (주)홍익기술단, 부사장, 도로 및 공항기술사

*** (주)유신코퍼레이션, 상무이사, 공학박사, 토목구조기술사

**** 한국도로공사 기술심사실, 팀장

***** 한국도로공사 기술심사실, 차장

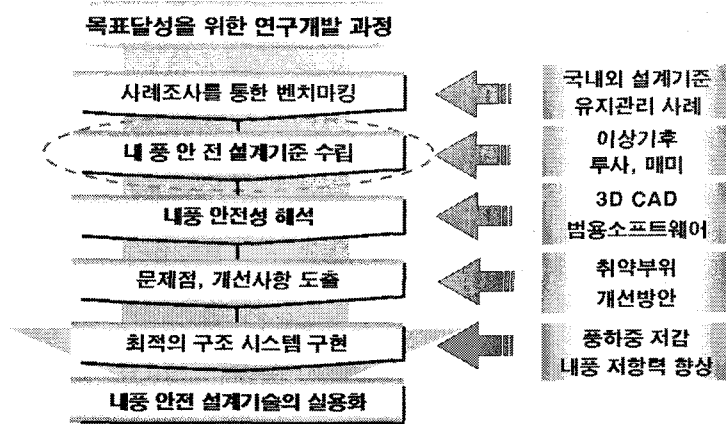


그림 1. 연구개발 과정도

3. 연구결과

연구개발의 목표 달성을 위하여 바람에 의한 표지판의 피해사례를 조사하고 국내외의 최근 설계규정 분석 및 검토를 통한 연구를 수행 하였다. 도로표지구조물의 내풍설계 규정에 대한 연구 수행 내용으로서는 일본, 유럽, 미국의 설계규정과 최근 국내에서 제정된 규정들을 비교분석하여 본 연구개발을 위한 기본기준으로 수립하였다.

도로표지 구조물의 내풍설계를 위한 설계기준에서는 지역별 설계풍속을 고려하고 고도 및 노출환경계수를 비롯하여 거스트계수와 항력계수를 설정 하였고 피로설계기준을 도입하도록 하였다.

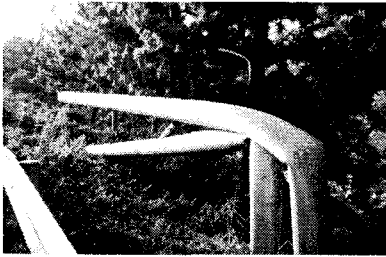
3.1 태풍매미에 의한 도로표지판의 피해사례

2004년에 발생한 태풍매미는 역대 우리나라에 상륙했던 어떤 태풍보다 강한 강풍을 동반하였다.

표 1. 태풍매미의 풍속 (m/s)

관측소	제주 고층	제주	여수	통영	부산	마산	성산포	남해	완도	서귀포	진주	울진	대구	울산	밀양	거제	합천	전주	고흥
일 최대순간 풍속	60.0	60.0	49.2	43.8	42.7	38.8	37.6	37.2	36.8	36.8	36.5	36.3	33.3	33.2	32.4	32.0	31.8	31.3	30.2
일 최대풍속	51.5	39.5	35.9	31.8	26.1	24.7	20.9	15.6	28.9	16.0	21.8	28.2	17.1	18.3	17.4	13.1	20.2	21.8	9.1
일 평균풍속	17.2	11.9	13.0	5.8	7.1	5.0	7.2	4.6	9.3	8.0	9.3	6.2	4.4	4.6	3.4	4.2	4.1	4.6	2.7

태풍매미의 최대 순간풍속은 표 1과 같이 제주 지역에서 무려 초속 60.0m까지 올랐다. 기상관측소가 설치된 이후 최고 풍속이다. 10분 동안의 바람 속도를 평균한 최대 풍속값은 태풍의 중심부근에서 초속 40m를 기록했다. 전국의 76개 관측소 중 순간최대풍속이 30m/s를 넘는 곳은 19개소에 달했으며, 일 최대평균풍속(10분간 평균풍속)이 20m/s를 넘는 관측소도 13개소나 되었다.



(a) 지주의 좌굴전도



(b) 지주 앵커부의 파괴

그림 2. 문형표지판의 전도 및 파단 (남해고속도로)

그림 2(a)는 도로상 문형식 표지판이 전도되어 엇가락처럼 휘어져 있는 사진이다. 그림 2(b)는 문형식 표지판 지주부의 원형기둥이 절단되어 지주부만 남아있는 사진으로서 파손된 면을 통하여 볼 때 상시하중에 의한 균열이나 초기 제작시 결함에 의한 초기균열이 강풍에 의해 급속히 진전되어 파손된 것으로 보인다.

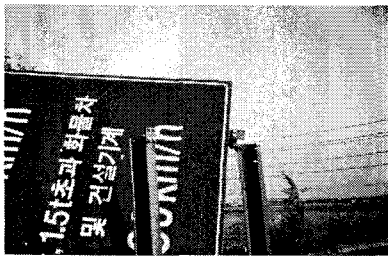


그림 3. 복주식 표지판의 볼트 이음부 파손 (남해고속도로)



그림 4. 자동차를 덮친 표지판 (국도14호선)

그림 3에서는 복주식 표지판의 H빔 지주 집합부 볼트체결 부위가 풍하중을 견디지 못하고 파손된 사진이다. 이 사진을 통해서 연결방식에 따른 파괴양상의 차이를 볼 수 있다. 그림 4는 경남통영시 국도 14호선상에서 편지식 표지판이 운행중인 자동차를 덮쳐 2차 사고를 유발한 사진이다.

3.2 국내외 설계기준 현황

진동과 처짐에 의한 사용성 검토와 피로설계 하중으로 켈로핑, 자연풍 거스트, 교통 유발 거스트에 의한 피로설계 등이 현재의 미국기준과 가장 차별화 되어 있다. 주요내용은 표 2와 같다.

표 2. 각국 도로정보시설물 설계기준 현황

구 분	한 국	미 국	일 본
설계기준 항목	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 체계화된 설계기준 없음. ▪ 사용성검토 없음 ▪ 피로설계 없음. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 체계화된 설계기준 있음. ▪ 사용성검토 있음 ▪ 피로설계 있음. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 체계화된 설계기준 있음. ▪ 사용성검토 없음 ▪ 피로설계 없음.



3.2.1 국내의 경우

국내 도로안전 정보시설물의 설계 시공에 대하여 기존 설계기준에 대한 안전성의 확보는 이루어지고 있으나 체계화된 설계기준이 수립되어있지 않은 상태로서 지구환경의 변화요인에 대응하여 안전성의 증진을 도모하기 위한 체계적 연구가 필요한 상황이다. 따라서 안전성해석 및 설계기술의 개발을 위한 설계기준을 정립하고 풍하중저감 또는 저항능력 향상과 사용성을 증대할 수 있는 기술개발이 필요한 상태이다. 표 3은 국내의 설계기준을 근간으로 수립된 최근 도로표지판의 풍하중관련 대표적인 연구 수행 현황과 이에 대한 검토내용으로서, 도로 안전 정보시설물의 풍하중관련 세부 설계기준을 비교분석하였다.

(1) 표지판 설계 풍하중 검토 (2004.12) - 한국도로공사, 실무자료집 (2006)

도로교 설계기준에 의거 설계풍속 및 거스트 계수에 대한 적용 근거를 확립하였고, 표지판 설치지역의 지역별 기본풍속과 지형적 특성을 반영한 지표조도를 이용하여 설계 풍속을 합리적으로 계산하였다. 이밖에 기후 변동으로 풍해의 증가가 예상되는 해안 지방에 대하여 설계 풍하중을 상향 하며, 상대적으로 풍하중의 영향이 적은 내륙지역에 대하여 설계 풍하중을 하향 적용토록 하였으며, 표지판의 내용년수를 고려한 중요도계수를 도입하여 설계의 합리화를 도모하였다.

(2) 도로표지의 구조안정성 확보를 위한 연구(2005.10) - 한국건설기술연구원

풍하중 산출식은 도로교 설계기준을 준용하고 있으며, 공기밀도의 산정을 지역별로 분리해 산출하여 적용토록 되어 있으나, AASHTO나 국내 지방규정에는 통일된 1.225 kg/m^3 를 적용하고 있다. 기본풍속은 건축물 하중기준에 근거한 지역별 풍속 값을 적용하고 있으나 건축물 하중기준에 비하여 내륙의 일부지역에서는 5m/s 를 상향조정하고 해안의 일부지역에서는 5m/s 를 하향조정하였다. 항력계수 또한 건축물 하중기준에 근거한 형태별 계수를 적용하고 있다.

(3) 도로표지 관련 규정집 (2003)

도로표지관련규정집(2003)에서는 설계기준으로서 체계가 갖추어져 있지 않다. 설계풍하중 산정에 기본이 되는 설계풍속의 재현주기에 대한 내용이 결여되어 있고, 적용된 항력계수도 기둥의 다양한 단면 형상과 구조형식이 고려되어있지 않다. 또한 지표조도에 의한 영향을 비롯하여 거스트효과 등이 배제되어 있어 현행 다른 설계기준과 비교할 때 합리적이지 못한 점이 있다

3.2.2 외국의 경우

도로 최적 설계프로그램의 연구가 활발한 미국의 경우 안전도 평가를 위한 전문가 시스템을 개발하여 설계자들에게 설계시에 안전도 확보를 위한 다양한 검토요건(피로설계, 차량에 의한 거스트의 영향, 사용성 향상을 위한 처짐 규정 등)들을 제시하여 설계에 대한 지원 체계를 구축하고 있다.

다음은 미국, 유럽, 일본에서 제시하고 있는 설계기준들의 내용을 검토하여 보았다.

(1) AASHTO, Design of Overhead Cantilevered Sign Supports (2001)

미국내 지역별 기준설계풍속과 구조형식별 설계풍압 계산은 ASCE에서 제정한 Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures에 따르고, 구조설계는 AASHTO의 Design of Overhead Cantilevered Sign Supports의 기준에 따라 이루어진다.

미국 AASHTO에서는 점검로나 서비스 플랫폼을 설치할 경우에 대비한 작업시 하중이 정해져 있으며, 지



역마다 적용여부가 결정될 병하중에 대한 기준도 있다. 풍하중에 의한 피로설계를 검토하기 위해 4가지 범주(바람에 의한 깔로핑, 보르텍스 웨딩, 거스트 영향, 교통유발 거스트)로 나누어 피로검토를 하도록 규정하고 있다.

(2) Eurocode 1 : Actions on structures - Part 1-4 : General actions - wind actions (2005)

유럽의 경우 Eurocode 1에서는 거의 모든 구조형식에 적용하는 설계풍하중의 크기 산정방법을 포함하고 있다. 풍하중 산정방법에 있어서는 합리적인 방법이나, 도로표지 지지구조물 설계에 그대로 적용하기에는 복잡하다고 판단된다.

(3) 일본, 수도고속도로공단 『표지주 설계요령(안) (2003)』

일본의 수도고속도로공단에서는 과거 지지구조물의 부재를 래티스구조의 조립부재를 제작 사용하였다. 그러나 제작시에 가로보 부분의 두께가 얇은 강관에 용접선이 집중되어 시공성이 저하되고 진동에 의한 피로 영향을 쉽게 받는 구조인 것으로 판단하여 최근에 지지구조물의 부재를 상자형 단면을 택하여 구조를 단순하게 하여 용접 시공상 문제를 해결하고 우수한 경관을 가지도록 하였다.

『표지주 설계요령(안) (2003)』에서는 바람에 의한 피로문제에 대해서는 언급이 없다. 다만, 지지구조물이 단일 기둥지지형식으로 설계될 경우 특히 고가교상의 경우에는 교통유발진동으로 인한 피로와 부식으로 기둥의 기저부가 손상되어 지지구조물이 전도될 경우에 피해를 최소화 줄이기 위해 전도방지구조(fail-safe 구조)를 의무적으로 설계하도록 하고 있다.

(4) 일본, 나고야고속도로공사 『표지 구조물 설계기준 및 표지 등 부속시설표준도집 (2001)』

나고야고속도로공사의 기준은 수도고속도로공단의 경우와 풍하중 산정방법 등은 같으나, 고속도로상의 경우는 지지구조물의 부재 단면형상을 고려한 항력계수를 고려하였다. 이밖에 피로설계를 교통유발진동에 의한 피로에 대해 지지구조물의 기둥기초 등의 모재에 대해 조사하는 것을 표준으로 하고 있다. 이 때 차량주행에 의한 동적응답을 이용하여 실시하여야 하나 설계 편의상 동적하중을 정적하중으로 바꿔 실시하는 것을 허용하고 있다. 이 기준의 또 하나의 특징은 표지판 설치에 사용된 쇠장식 부속자재가 부식이나 피로손상으로 인한 표지판의 낙하를 방지하기 위해 낙하방지용 로프 설치를 의무화하고 있다.

표 3. 국내 도로 정보시설물 풍하중관련 설계기준의 분석 및 검토

구분	도로표지관련 규정집 (건설교통부)	표지판 설계 풍하중 검토 (한국도로공사)	도로표지의 구조안전성 확보를 위한 연구 (한국건설기술연구원)	비고 (연구개발 기준 안)
풍하중	$P = \frac{1}{16} V^2 C$	$P = \frac{1}{2} \rho V_d^2 C_d C_{Lw}$	$P = \frac{1}{2} \rho V_d^2 G C I$	$P = 0.6125 \times 10^{-6} V_d^2 CG$
설계 풍속	형식별 고정풍속을 적용 • 단주식:복주식:40m/s • 편지식, 현수식, 문형식:50m/s	설계기준풍속 적용(지역별 기본풍속을 지표조도로 보정)(도로교설계기준) • 내륙:30m/s • 해안:35/40m/s	• 기본풍속에 고도 및 노출환경계수 고려 $V_d = K_z \cdot V_o$ • 기본풍속으로 "건축물 하중기준"에 근거한 지역별 풍속 적용	도로교설계기준
중요도 계수	규정 없음	• 내용년수(AASHTO) 편지식, 문형식:50년, 단주식,복주식:10년 • 중요도 계수(건축물 하중기준) - 편지식,문형식:0.90 - 단주식,복주식:0.66	• 내용년수 편지식,문형식:50년, 단주식,복주식:10년 • 중요도 계수(건축물 하중기준) - 편지식,현수식,문형식:0.90 - 단주식,복주식:0.66	• 중요도 계수 - 내민식, 현수식, 문형식: 0.9 - 단주식, 복주식(노견): 0.66
고도 및 노출 환경 계수	규정 없음	• 지표조도의 영향을 고려하되 도로교설계기준을 단순화 하여 적용 • 도로교설계기준의 II 적용, I은 별도검토	• 지표조도보정(z_G, z_b, α)적용 $V_d = 1.925 [z/z_G]^\alpha V_{10}, z \geq z_b$ $1.925 [z_b/z_G]^\alpha V_{10}, z < z_b$ (도로교설계기준의 조도구분 I, II)	도로교설계기준
거스트 효과	규정 없음	거스트 영향계수로 1.9를 적용 (도로교설계기준)	거스트 영향계수로 1.9를 적용	G: 1.9 적용
항력 계수	부재별 저항계수 • 지주: 0.7 • 표지판: 1.2 (일본도로공단)	• 지주: 0.7(원형), 1.2(각형) • 표지판: 1.2 (일본도로공단)	구조물의 형태에 따라 구분 적용 • 원형:0.5~1.2, • 사각형:1.3~2.0 (건축물 하중기준)	부재종별 설정 0.7~1.6
하중 조합	• 사하중과 풍하중을 고려 적설지역은 설하중 고려 • 조명기구 등 부차시 별도하중 고려 • 풍하중은 단기용력 고려	• 하중조합(할증계수) i) 사하중(1.0) ii) 풍하중(1.2) iii) 사하중+풍하중(1.25) • 작업하중 고려(작업통로 있는 문형식) • 지주의 허용용력(도로교설계기준)	• 차량진행방향 기초설계 :표지판직각풍 고려 • 차량진행 직각방향 기초설계 :45°사풍 적용	i) 사하중(1.0) ii) 사하중+풍하중(1.25) iii) 사하중+작업하중(1.25) iv) 페도 ※풍하중의 조합적용 고려
타	규정 없음	• 지주 및 기초 규격 설정 • 고속도로건설공사 표지판 표준도 개정(2006.1)	• 도로표지 설계조건 개선안 & 설계방법 • 도로표지 지주 규격 개선안 • 도로표지 기초 규격 제안 • 도로표지 형식별 표준 설계도 수록	• 사용성 규정 추가 - 자연풍 거스트와 교통유발 거스트에 의한 페도설계 추가



4. 국내 풍하중 기준 제정 방향의 수립

국내외 도로표지 지지구조물 풍하중 설계기준을 분석 검토한 결과를 반영하여 국내 기준 제정시 고려하여야 할 사항을 다음과 같이 제시한다.

- (가) 풍하중 산정시 설계풍속, 거스트계수, 중요도계수는 한국도로공사의 표지판 설계 풍하중 검토(2004.12)를 적용하였다. 기본풍속에 대한 태풍매미 등의 이상기후에 대하여 검토한 결과, 현재 수행중(2010년 완료)인 “이상기후를 고려한 설계기준 강화”의 연구용역의 결과를 이용해야 하므로 고려치 못했다. 그러나 현재 적용하고 있는 도로교 설계기준의 기본 풍속은 최근 발표된 기본 풍속관련 연구논문에 의해 건축물하중과 비교했을 때 남해안 지역의 태풍매미 등의 풍속을 고려한 경우와 유사하여 이를 적용하였다.
- (나) 풍하중의 산출식은 현 도로교 설계기준의 단위에 맞추어 SI단위계로 환산하여 산출식을 제안 하였다.
- (다) 기존의 국내기준은 2-3개의 단면에 대하여 항력계수를 고려하고 있으나 본 연구의 설계기준은 도로전광표지판 등을 고려한 항력계수를 다양화하여 체계화 하였으며, 향후 2차연도에 수행하는 풍동실험의 결과를 고려하여 수정 보완할 계획이다.
- (라) 풍하중에 의한 피로설계를 검토하기 위해 4 범주(바람에 의한 겔로핑, 볼텍스 웨딩, 거스트 영향, 교통유발 거스트)로 나누어 피로검토를 하도록 규정하였다. 이 기준은 이미 일본과 미국에서 도로정보판 지지구조물 설계기준에 정립 된 내용으로 국내에서 최초로 도입을 시도하였다.
- (마) 도로정보 시설물의 붕괴로 인한 2차의 대형사고가 유발 될 가능성이 있어 추가적으로 사용성에 대한 검토를 수행토록 설계기준을 보완 하였다.

또한, 국내 도로안전 정보시설물의 내풍설계기준을 마련하기 위하여 국내 관련 기준(도로표지 관련 규정집, 도로교설계기준 등)과 연관성 및 형평성을 고려하여 작성해야 하고, 풍하중의 경우 도로표지판 및 정보판이 설치되는 위치가 일반도로와 고속도로, 시가지 가로부 등에 따른 상황조건을 고려해야 하며, 지지구조물 기둥의 단면형상과 구조형식에 대한 고려가 이루어진 항력계수의 선택이 필요하다. 이밖에도 ITS 정보판이 설치, 운영되는 경우에 운영상 점검, 보수를 위한 점검로 및 서비스 플랫폼의 설치 필요성에 대한 검토가 있어야 한다.

5. 결론

자연상태의 바람은 난류의 특성을 갖고 있으며 이러한 난류는 구조물 벽면에 불균등한 풍압으로 작용할 뿐만 아니라 시간과 공간에 따라 변동하며 구조물에 동적인 하중을 가한다. 또한 바람에 난류작용이 없어도 벽면에 작용하는 풍압은 크게 변동하기 때문에 구조물이 진동하는 원인이 되기도 한다. 특히 구조물의 진동에 큰 영향을 줄 수 있는 강풍의 주된 변동풍속에 따른 진동수가 구조물의 고유진동수와 일치할 때 구조물의 응답특성이 문제가 된다. 따라서 본 논문은 도로표지구조물에 대한 설계기준분석을 통하여 향후 설계기술 개발에 적용할 내풍설계기준(안)을 마련하고자 한 것으로 도로표지관련규정집을 비롯하여 도로교 설계기준 및 건축물 하중기준 등 국내외의 제반 설계기준들을 비교분석하여 현 설계기준의 문제점을 파악하였다.

국내외의 도로표지구조물에 대한 대표적 설계기준인 도로표지관련규정집에서는 설계기준풍속으로 구조물의 형식별 고정된 풍속을 사용하고 있으며, 가설위치에 대한 지역별 풍속특성이 고려되어 있지 않은 상태이다. 도로표지관련규정집의 형태에 따른 고정된 설계풍하중은 구조물의 중요도에 대한 고려가 적용된 결과로 보여 지지만 도로표지의 설계수명과 지리적 위치나 지형영향 등 지역적 특성을 반영하지 않고 있다. 또한 급작스런 돌풍의 영향을 고려하기 위한 거스트 계수가 적용되어있지 않으며 구조물의 설계수명과 중요도를 고려한 중요도계수 및 구조물 부재형태의 특성에 따른 영향계수가 고려되어있지 않다.

본 연구는 도로안전 정보시설물에 대한 내풍안전 관련 기술개발을 위한 기본 기준을 수립하는 단계로서,



내풍안전성 해석을 위한 설계기준을 마련하였으며 이를 토대로 2, 3차년도 연구개발시 안전성 해석과 기술개발의 기준으로 삼을 것이다. 또한 관련 풍동실험 등을 통하여 설계기준의 제반 계수들을 확인하고 단계별 전문가 의견수렴 및 관계기관의 검토과정 등을 통하여 수정 보완할 계획이다. 이에 따른 본 연구개발결과의 최종 결과물에 대한 활용계획은 다음과 같다.

- 도로정보시설물의 설계 기술 향상에 기여하여 도로설계 업무의 체계화에 따른 효율성 증진 및 고품질의 성과품을 생산한다.
- 본 연구는 경제성분석 및 부대시설물 성능향상을 위한 설계기법개발의 연구과정에 포함하여 성공적인 도로건설사업의 중요한도구로 활용한다.

감사의 글

본 연구는 친환경·지능형 도로설계 기술개발 연구단을 통하여 지원된 건설교통부 건설핵심기술연구사업에 의하여 수행되었습니다. 연구지원에 감사드립니다.

참고문헌

1. 건설교통부, 1997, 시설물 유지 관리 지침
2. 건설교통부, 2000.12, 도로표지 관련 규정집
3. 한국도로공사, 2006, 실무설계편람
4. 건설교통부, 2005, 도로표지의 구조 안정성 확보를 위한 연구
5. 경찰청, 2000, 교통안전시설 실무편람
6. 건설교통부, 2000, 도로안전시설 설치 및 관리지침
7. 경찰청, 2000, 교통안전시설 실무편람
8. 건설교통부, 2005, 도로안전시설 설치 및 관리지침
9. 정운용, 박태규, 2004, 태풍매미에 의한 도로 구조물 피해사례, 한국풍공학회, 제7권제2호
10. ENV 1991-2-4:1995 Eurocode 1: Basis of design and actions on structures - Wind actions.
11. AASHTO, 2001, Design of Overhead Cantilevered Sign Supports, UTCA(University Transportation Center for Alabama)
12. SIGN BRIDGE ANALYSIS AND EVALUATION SYSTEM
13. Bridge Engineering Software & Technology Center Department of Civil Engineering University of Maryland College Park, MD
14. UTCA, 2004, Computer-based Sign, Luminaries, and Traffic Signal Support Design Tools for State and County Engineers, Report Number 00467
15. Christopher M. Foley, Raymond A Fomelle, 1999, Structural Analysis of Sign and Luminaire Support Structures
16. EN - 1991 - PART 1 - 6 : General actions, Actions during execution (FOREGN STANDARD)
17. AASHTO, 2001, Standard Specification for Structural Supports for Highway Signs, Luminaries and Traffic Signals, 4th
18. 日本道路協會, 昭和62年1月, 道路標識設計基準 · 同解説
19. 日本道路公團, 平成9年4月, 標識設計圖集
20. 日本建築學會, 2004, 建築物荷重指針 · 同解説
21. 日本高速道路公團, 平成15年5月, 道路標識設計基準
22. 名古屋高速道路公團, 平成13年, 道路標識設計基準