

장대해상교량의 방재시스템 구축에 관한 연구

공병승*

*동서대학교 토목공학과

Study on Disaster Prevention System for Long Span Bridge over the Sea

Byung-Seung Kong*

*Department of Civil Engineering, Dongseo University, Busan, Korea

KEY WORDS: Long span bridge 장대교량, Disaster prevention system 방재시스템, a preliminary perception 사전인지, Flame envelope 화염포락, Self rescue 자력구조

ABSTRACT: Bridge types such as the suspension bridges and the cable stayed bridges maintained by cables present the dangerous possibility of a ship running through the bottom of the bridge. Due to hangers and main cables in the upper structural system, the bridge is also susceptible to disasters. However, these cable bridges are usually used for long span bridges over the sea. This structure is relatively more exposed to disasters, such as wind, hail, and earthquake, than other structures. This structure also has the potential to cause car accidents on account of the poor visibility due to foggy conditions. If a fire breaks out because of a car accident due to wind, a car explosion will likely occur.

1. 서 론

교량의 구조적 형식이 케이블로 지지되는 사장교, 현수교 등은 하부구조에서는 대형의 선박 통과가 빈번하고, 상부구조에서는 케이블이나 행거 등으로 인해서 재해에 취약한 구조물이지만, 장지간으로 인하여 주로 해상 장대교량에 적용되고 있다. 바람, 해일, 지진 등의 자연재해에도 상대적으로 다른 구조물보다 노출이 심한 환경에 위치하고 있으며, 안개 등 교통 시야장애에 의한 열악한 환경으로 교통사고의 발생도 많고, 또한 교통사고로 인한 화재 발생시 바람에 의한 후속 차량의 급격한 화재 발생이 필연적이다. 그리고 선박의 교각 충돌에 의한 선박 화재시 화염 푸름의 급격한 솟구침에 의해서도 큰 피해가 예상되어진다. 이러한 재해 발생시 국내해상교량의 회차로 부족으로 더 큰 재해 발생의 위험에 노출되어 있다. 또한 유류를 적재한 위험물 트럭의 사고로 인한 화재시 해상 교량의 구조에 치명적 손상이 예상되며, 적재 위험물의 해상, 하상 낙하에 의한 환경재앙의 발생 가능성도 크다. 이러한 재해로 인한 구조적 결함, 유지관리 결여에 의한 교량 붕괴시 국가 신뢰도 또한 심대한 영향을 초래할 수 있다(임정순, 2005).

1.1 장대해상교량의 방재시스템 필요성

2006년 10월 3일 오전, 경기도 평택시 포승면 만호리 서해안 고속도로 상행선 서해대교 상에서 30중 추돌사고로 화재가 발생하여 다수의 인명피해가 생겼으며, 교량 상에도 화재로 인한 대형 재난의 가능성을 시사하였다. 평소에도 안개가 많이 끼는

지역으로 사고 당일에는 극심한 안개로 차량의 시야가 제대로 확보되지 않은 상태에서 무려 30여대에 달하는 차량이 제동거리를 확보하지 못하여 추돌하게 되었다.

사고발생 후에 119 구조대 및 소방차가 출동하였으나 차량들이 혼잡하게 엉키고 화재 및 사상 인원으로 인해 서해안 고속도로는 극심한 교통체증을 빚으며 한나절 가까이 마비됐다.

2007년 4월 29일, 미국의 샌프란시스코 고속도로의 교량 상에서 가솔린을 실은 트럭이 전복되어 불길에 휩싸이면서 교량까지 화재에 노출되어 한 경간이 그대로 아래로 낙하하는 사고가 발생하였다. 이 사고로 샌프란시스코와 버클리 지역을 오가는 80번과 880번 고속도로가 동시에 폐쇄돼 이곳을 오가는 하루 평균 27만대에 이르는 차량들이 다른 고속도로를 이용하게 됨에 따라 샌프란시스코 전역이 극심한 교통 혼란에 빠지게 되었다.



Fig. 1 A fire breaks out at a Seohae Grand Bridge



Fig. 2 The downfall of the San Francisco Bridge by Fire breakouts

1.2 방재시스템 구축목적

위에 언급한 교량의 재난사례에서 사전 시스템이 구축되어 대비할 수 있었다면 피해는 상당히 줄어 들 수 있었다. 방재시스템에서 짙은 안개가 끼었음을 감지하고, 전후구간에서 차량의 속도를 줄일 수 있도록 통지하며, 통지한 속도 이상의 과속차량에 대해서는 단속하는, 차량속도 제한기능을 작동하여 사고발생 가능성을 줄인다. 적어도 추돌의 횟수를 줄일 수 있고, 이는 사상자의 감소와 추후 복구 조치에 있어서도 매우 큰 도움이 된다(윤명호와 심재강, 2003).

추돌 사고 발생 후 차량에서 화재가 발생했는데, 안개가 짙어서 CCTV가 감지를 할 수 없었다. 이는 CCTV가 안개가 짙을 때는 그 기능을 상실함을 보여주며, CCTV 설치 간격 기준에 그 지역의 안개 등의 상태를 고려한 간격 기준 및 성능 기준이 포함되어야 할 필요성을 알려준다. 또한 화재 발생시 소화설비가 되어 있었다면 피해가 줄었을 것이다. 사고 수습시 소방차 접근 및 차량 회차에 매우 어려움이 있었다. 차량들이 엉키면서 혼잡성이 가중 되고, 이는 교량 구간마다 충분대가 가동형으로 설치되고 회차에 대한 고려가 되었으면 하는 아쉬움이 남는 부분이다.

캘리포니아 고속도로 차량 화재사고의 경우 그 화재의 규모상 교량이 녹아 떨어지도록 불을 끌 수가 없었다. 가솔린을 실은 매우 큰 유조차로써 다른 차량과의 접촉사고로 인해서 뒤집어지면서 화재가 발생했는데, 독일의 아우토반에서와 같이 대규모 화물차량의 경우 교량 구간 등을 지날 때는 수행하는 차량이 추가로 있어 차량의 추월 등을 막아서 사고를 미연에 방지하는 제도가 있었다면 중요 교량이 완전히 파괴되는 사고가 방지되었을 것으로 보이고, 교량 위에 또 교량이 시공된 상기와 같은 경우에는 상부측 교량 등에 특수한 소화 시설이 설치되는 것이 필수적이라 판단케 한다(임정순, 2005).

서해대교와 캘리포니아 고속도로 차량 화재사고에서 보는 바와 같이 교량 상에 재해를 예방하고 감지, 통지, 소화 및 자기보호(화재의 경우)의 기능 및 대피, 피난, 복구를 원활히 하기 위한 시설 등을 포함하는 방재시스템의 구축이 절실함을 알 수 있으며, 국가 재정 및 피해의 규모를 고려할 때 우선적으로 장

대해상교량의 방재시스템 연구 및 도입이 시급함을 알 수 있다(전상수와 장현민, 2008).

2. 장대교량의 재해유형 조사

전세계적으로 교량과 관련한 재해들이 발생되고 있으며 각 사고유형별로 다음과 같이 정리할 수 있다.

2.1 교량화재

서해대교(2006)의 경우 차량과속, 추돌 및 전복으로 화재발생하여 11명 사망, 40여명 부상의 피해를 입었고, 미국 샌프란시스코(2007)에서는 유류 탱크로리 전복으로 인한 화재발생이 있었으며, Tappan Zee 교량(2005, 미국)에서 발생한 차량화재사건, 독일의 4경간 연속교(1965)에서 교량하부 적재물의 화재가 있었고, 역시 1979년 독일에서 발생한 상자형교 에서는 교량에 부착되어 있는 고압가스관 폭발 및 화재가 발생했고, 노랑대교(1998)에서는 탱크로리 차량이 전복되었었다. 교량화재에 따른 예방조치 및 필요설비로는 교량에 인접한 위치에 가연성 물질을 배제토록 관리하여야 하고 가연성 물질 공급 도관은 부대시설을 계획하여 따로 설치하며, 긴급 소화설비 구축이 이루어져야 한다.

2.2 부설시공 및 구조물 열화

성수대교(1994)의 원인은 교량관리에 대한 제도적 장치 부재, 부설시공 및 기술력 부족, 유지관리 부실, 과적차량 통행에 따른 균열진전이 원인이 되었다. 이러한 사례의 사고를 예방하기 위해서는 중(과적)차량 통행 단속, 구조물 안전확보를 위한 기술적, 제도적 장치가 보완되어야 한다. 또한, 창선교(1992)의 경우에는 부설시공 및 기술력 부족과 해수중 콘크리트의 중성화로 인한 교량 기초의 부식이 원인이다. 이에대한 예방조치로는 기초부 내염 및 방식도장과 철근부식계 설치, 철근방식설비가 설치되어야 한다.

2.3 설계오류 및 유지관리 문제

1992년 신행주대교의 경우 부설시공, 부설설계, 부설감리가 문제가 됐었고, Silver Bridge(1927, 미국)는 정기적인 점검 또는 진단 부재가 원인이었으며, Mianus River교(1983, 미국)는 방청 대책 부족이 원인이었다. Tacoma Narrow Brodge(1934, 미국)는 바람에 의한 진동, Hatchie River Bridge(1934, 미국)는 교각 부의 하상 세굴이 원인이며, 위의 원인에 대한 대책으로는 내염 및 방식도장이 필요하고, 감쇠구조설계 및 체진 댐퍼장치가 요구되며, 세굴측정에 의한 유지관리가 필수적이다.

2.4 케이블의 부식 및 파단

이 유형에 대한 사례로는 강재사장교(1974, 독일)가 있는데 이는 케이블 내·외측의 부식보호가 부실했고, 강교(1967, 독일)는 강선의 표면노치에 의한 파단이 발생했다. 이에 대한 예방조치로는 케이블 부식방지 피복을 입히고, 케이블 건전도 항시 모니터링이 필요하다.

2.5 선박충돌 혹은 차량충돌

이에 대한 사례는 꽤 많다. 먼저 Sunshine Skyway Bridge (1980, 미국), Mobile Railroad Bridge(1993, 미국), Queen Isabella Causeway(2001, 미국), I-40 Webb's Fall Bridge(2002, 미국) 등의 교량 교각부에 선박 및 바지선이 충돌하여 교량 상판이 붕괴된 사례이다. 이의 방지를 위하여 선박의 교량 근접시 자동 경보체계를 구축해야 하고, 교각에 충돌방지용 가드를 설치하여야 한다.

2.6 자연재해

1차 집중호우 및 태풍 루사(2002 한국)에 의하여 경부선, 영동선, 정선선, 전라선, 경전선 등 대부분의 구간에서 교량피해가 발생하였고, 경호강 교량 전도를 비롯하여 총 12건의 교량 유실사고 중 교각전도 5건, 익벽붕괴 3건, 거더유실 4건이 발생하였다. 태풍 제니스(1995)에 의하여 교량붕괴사건 33건으로 대부분이 교대 및 교각 붕괴로 유발되었다. 이는 적절한 교량형상과 산정과 풍하중에 대하여 안전한 설계가 필요하고, 유목 등 부유물이 흘러나오지 않도록 꾸준한 하천관리가 필요하다.

3. 국내 · 외 기술동향

3.1 국내 기술현황

현재 국내의 교량 방재 기준은 전무한 상태이며, 특히 해상교량의 경우 화재 등의 인위적 재해에 대비한 설계가 미흡한 실정이다. 2006년 10월 3일 발생한 서해대교상의 30중 차량 화재 사고로 인한 대형 재난의 가능성을 시사하고 하고 있으며, 신설되고 있는 해상교량의 경우 점차적으로 방재시설을 설계에 반영하고 있는 실정이다.

3.2 국외 기술현황

유럽의 경우 유럽 통합시방서(Eurocode)에 교량에 대한 방재 설계를 권고하여 적용하고 있으며, 가까운 일본의 경우에도 배연설비를 제외한 터널 방재시설 기준을 교량에 적용하고 있다(정인화, 2004). 미국의 경우 Wireless Sensor Network 기술의 접목시도로 교량의 방재에 대비하고 있다(김태환, 2002).

3.3 국내 안전관리현황 조사 분석

현재 국내 교량의 방재시설은 거의 전무한 상태로 사고에 대한 대응 능력이 부족한 상태이며, 소화전이 설치된 교량은 소록대교 1개소로 90% 이상이 전무하고 차량회전이 가능한 비상유턴 우회로가 없으며, 간이소화기만 비치되어 있다. 현재 국내 장대해상교량의 재해방지 시스템 현황 또한 안개 등의 날씨, 온도 등의 정보전달의 효율적 전달 시스템의 성능이 매우 부족한 상태이다. 서해대교, 영종대교, 광안대교, 성산2대교, 인천대교, 소록대교 등 6개의 교량에 가속도계, 가속도형 변위계, 변위계, 초음파풍속계 등의 유지관리 설비가 있으며, 소화전은 소록대교만 50m 간격으로 설치되어 있다. 기상관측설비로는 풍향풍속계, 기온계, 우설량계, 감정계 등이 있고, 교통제어시설로는

Table 1 Cable Bridge Situation over the sea by internal regional groups

Region Division	Seoul, Incheon	Busan Gyeongnam	Gwangju Jeonnam	Gangwon Jeju
Cable-stayed Bridge	4	1	2	
Suspension Bridge	1	2		
Arch Bridge	8	13	3	22

CCTV, 비상전화, 원격감시제어설비, 도로정보가변표시설비 등이 있다. 아래표는 국내 지역별 해상 케이블교량 현황인데, 앞으로 연륙교 등의 수요증가 및 운하 건설시 케이블 교량의 증설이 향후 활발해질 것으로 예상된다.

3.4 선진국의 안전관리현황 조사 분석

Oeresund 교량(스웨덴과 덴마크 연결해상교량)의 경우 케이블 시스템에 대한 화재의 영향을 특별히 고려하여 설계되었으며, 차량회전이 가능한 비상유턴 우회로의 신설을 의무화하였고, 소화전이 비치되었고, 안개 등의 날씨, 온도 등의 정보전달의 효율적 전달 시스템 구축을 의무화하였다.

일본의 장대해상교량의 재해 방지시스템 현황은 쿠루시마교, 인노시마교, 이쿠치교, 타타라교, 오이시마교, 쿠루시마교에서 지진계, 가속도계, 가속도형 변위계, 변위계, 초음파 풍속계 등의 유지관리설비가 있고, 소화전 및 연결송수관은 오이시마교의 30m 간격을 제외한 나머지 교량에는 모두 50m 간격으로 설치되어 있다. 기상관측설비로는 풍향풍속계, 기온계, 노면온도·지면온도계, 강수검지기, 우설량계, 감정계, 노면수분계, 시정거리(시계정보 자동응답설비)계가 있고, 교통제어시설로는 CCTV, 방송설비, 비상전화, 원격감시제어설비, 도로정보 가변표시설비 등이 있어 효율적인 재해방지 시스템 운용이 가능하도록 하고 있다(이대영, 2003).

3.5 각종 방재설비 설치 사례

장대해상교량의 방재설비로는 방재를 직접적으로 대응할 수 있는 교량내 급수시설, 방풍, 제습시설 등이 있으며, 하부시설로 대피가 가능한 비상계단 등이 설치되어있다(Fig. 3~7). 또한, 평



Fig. 3 Hydrant in Tatar Bridge (Japan)

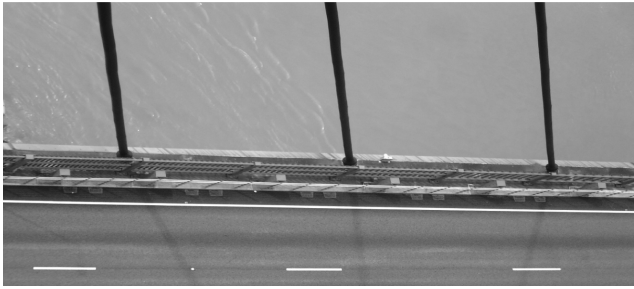


Fig. 4 Windscreens in Kap Shui Mun Bridge (Japan)

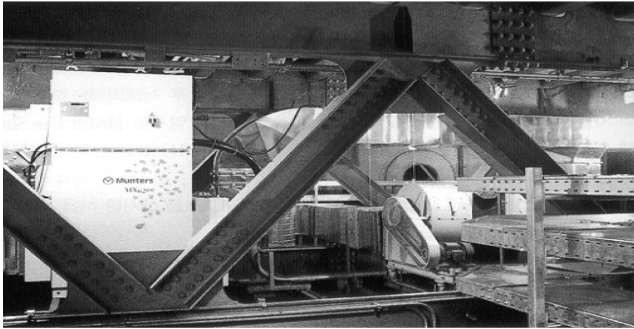


Fig. 5 Dehumidify facility



Fig. 6 Rescue stairs in Yokohama Bay Bridge (Japan)



Fig. 7 Rescue stairs and parking area under Daikoku Bridge (Japan)

상시 점검이 가능한 대차, 곤도라, 점검용 계단 등이 이용되고 있다(Fig. 8~10).

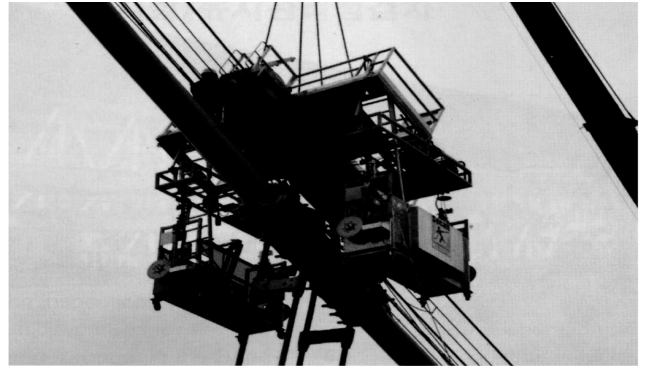


Fig. 8 Inspection facility (gondola)



Fig. 9 Inspection car in Youngjong Bridge (Korea)



Fig. 10 Inspection stairs

4. 장대해상교량의 재해요인 분석과 실효성 있는 안전관리기준의 초안제시

4.1 차량 교통사고

차량사고의 요인 분석으로는 안개, 운무에 따른 시야확보가 미흡하여 사고가 일어나므로 안개, 운무 등 기상정보 분석에 대한 대응시스템으로 채택되어야 한다. 우천, 강설 풍력에 따른 차량운행 영향의 요인에 대한 대응시스템으로는 기상정보에 따른 경보시스템 채택, 제한 속도위반 감지장치가 있어야 하고, 운전자 임의과속 및 졸음운전에 따른 제어능력상실에 대해서는

과속방지를 위한 가변제한속도 통보시스템이 있어야 한다. 또한, 사고에 의한 교통정체 및 혼란에 대해서는 분리식 중앙분리대 적용으로 차량을 회차할 수 있도록 하여야 한다(윤명호와 심재강, 2003).

재난 유형의 요인을 분석해 보면 화재에 관하여 차량추돌, 전복, 방호벽 충돌에 의한 발화 혹은 유류 등의 인화물질 과적, 누유에 의한 발화가 원인이 되는데 이에 대한 대응시스템으로는 운전자의 자발적 진화 유도시스템이 구축되어야 하고, 후속차량 진입의 통제, 탑승자의 자력대피유도, 소방대의 접근성이 향상되어야 한다. 환경오염에 관한 요인으로는 환경오염가능물질의 적재차량의 전복에 의한 오염을 들 수 있는데, 환경오염물질 적재차량의 통행제한, 환경오염물질의 처리시스템 등이 구축되어야 한다.

4.2 지진, 태풍 등의 외력에 의한사고

지진에 대한 요인으로는 기능 수행 수준 지진의 재현 주기 초과, 재료의 불량 및 시공오류, 붕괴방지수준을 초과하는 지진력이 발생하는데, 신뢰성 있는 지진예측기관과의 연계, 위험 평가 및 통제시스템과의 연계, 인공지능(AI)검지 및 계측 시스템이 구축되어야 한다(정인화, 2004).

또 다른 요인으로는 케이블 파단 및 붕괴에 의하여 사고가 생길 수 있는데 이는 반복적 하중 재하에 의한 피로 발생, 케이블 및 행어의 과도한 부재력 발생, 붕괴 발생 가능한 케이블이 파단할 경우 차량의 운행 통제 및 구조장비의 접근이 제한되어야 하고, 재해복구시스템이 가동되어야 한다.

4.3 유지관리 부실에 의한 사고

유지관리 부실에 의한 요인은 과적차량 통과시 설계 하중의 초과, 피로현상의 급격한 진행 유발이 원인이 되는데, 과적차량 검측 및 통행제한 시스템을 구축하고, 신호처리에 의한 피로도 상태판단 시스템 등의 대응시스템이 구축되어야 한다.

교량 및 부재 열화현상에 의한 요인으로는 교면표장 및 바닥판의 손상, 보강형의 균열 및 피로진행, 케이블 부재 피로손상 및 파단 보강형의 과도한 변형 및 케이블의 파단을 요인으로 들 수 있는데, 부재별 건전성 검측시스템 구축, 재해복구 시스템이 가동되어야 한다.

4.4 안전관리 기준 구축

4.4.1 기술적 측면

(1) 자력구조(Self-Rescue)가 가능한 피난 시설의 확충 의무화가 되어야 한다. 즉, 장대해상교량의 재난 발생시 교량 상부의 하차 승객 또는 피난객의 안전한 보행을 위한 보도신설의 의무화를 추진하고, 상부에서의 피난객을 교량 하부의 유지관리 보행로의 피난 시설로의 전용 유도의 시설이 필요하며, 교각 등반래더 및 승강기 등의 비상 수직계단의 신설 확충이 필요하다.

(2) 노면 위험요소의 사전감지 및 주행상태정보의 유지관리 시스템 구축과 차량의 미끄럼 방지, 결빙 방지가 가능한 유지관리 시설 및 사고 차량의 케이블 구조로의 접촉 방지가 가능한 방호 시스템 구축을 의무화하여야 한다.

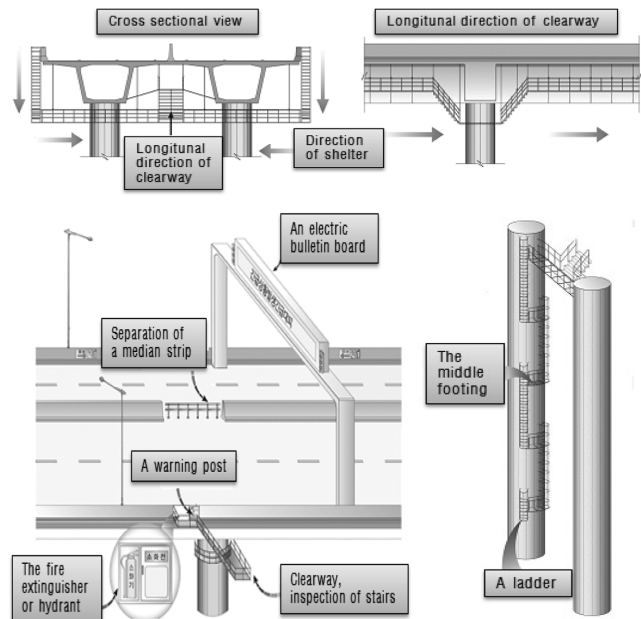


Fig. 11 Safety standards draft on technical view

(3) 위험정보의 신속한 전달 및 경고시스템 구축 또한 시급하다. 차량 추돌 및 전복 등의 사고시 사전 방지용 기상계측, 교량 제어 시스템 및 처짐변위, 변형 등의 구조적 건전성 판단 계측장비의 설치 및 구축이 필수적이다.

(4) 사고시 피해의 최소화를 위한 구조, 구급시스템 구축과 소방차 등의 외부 소방대 진입을 용이하게 하는 비상진입로 신설 및 사고지점의 후속차량 반대편 차도로의 우회가 가능한 비상연결 게이트의 신설을 의무화하여야 한다.

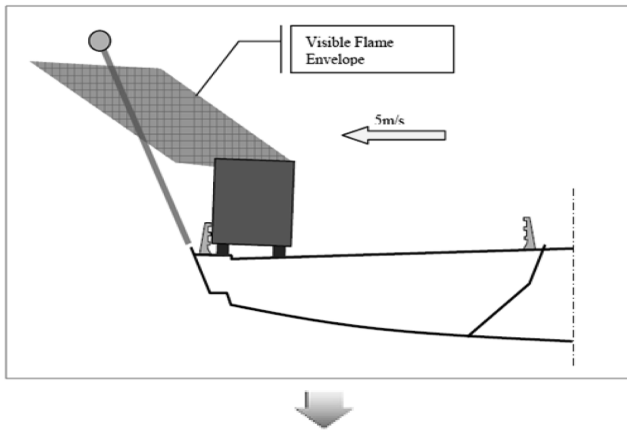
(5) 기존 해상교량의 재난 방지 시스템의 구축을 위한 지방자치 단체 관할 대상 해상교량 역시 시스템의 적용 가능성을 판단하여 재난의 위험성을 인지하여 방재 시스템의 구축을 검토하고, 추후 큰 재난을 피할수 있도록 시스템 구축이 요망된다(이대영, 2003).

4.4.2 관리적 측면

재해 유형에 신속한 대응이 가능한 관리시스템 구축 필요하다. 교량의 자동제어가 가능한 전산시스템과 재해 대응 방호시스템의 자동 작동관리 시스템의 구축을 위한 위험정보의 인근 소방대로의 신속한 전달 및 광역 모니터링 시스템이 요구된다. 차량 추돌 및 전복 등의 교통사고 발생시 신속한 출동을 유도하기 위한 광역 제어 시스템과의 연계 시스템 구축과 처짐변위, 변형 등의 구조적 위험성 판단이 가능한 경고 시스템 공유의 의무화가 시급한 실정이다.

5. 결 론

국내 장대해상교량에 적합한 종합 안전시스템에 관한 방재시스템으로의 전환을 고려한 유지관리시스템의 설계 제시가 가장 시급한 과제이며, 다음과 같은 연계 시스템이 필요하다.



- 1) Decide of Flame envelope size and the ratiang
- 2) Flame intensity(MW)
- 3) Flame duration(Min)
- 4) Air current intensity (m/s)
- 5) The greatest temperature of flame

Fig. 12 Construct system for prevent damage by flame envelope

(1) 탑승자의 자력구조(Self-Rescue)가 가능한 유지관리 보행로 설계해야한다. 교량상, 하부에 비상시 탑승객의 피난로 전용 가능한 유지관리용 보행로의 구축과 주탑, 교각에서 해상으로 하강 가능하고, 일시 대피 가능한 대피구호소 구축 및 케이블 유지보수용 수직승강기 등의 비상시 노약자 사용 가능한 시스템 구축이 필요하다.

(2) 노면 미끄럼 방지를 위한 노면상태 유지관리 시스템의 정보화 시스템과의 연계 설계가 필요하다. 노면의 결빙 등에 의한 미끄럼 방지시스템과 노면의 온, 습도 감지 등 계측 자료의 실시간 정보화 시스템의 구축을 설계시 반영하여야 한다.

(3) 지진, 풍력 등의 재해방지를 위한 계측 값에 대한 위험도 평가를 실시간 반영하는 정보전달 시스템 및 교통 통제시스템과의 연계 설계를 바탕으로 차량 충돌 및 전복 등의 사고의 사전 방지용 기상계측, 교량제어 시스템의 구축을 의무화하며, 처짐변위, 변형 등의 구조적 건전성 판단 계측장비의 설치를 교량의 설계시부터 의무화 하여야 한다. 또한, 차량화재시 화염포락에 의한 케이블 손상방지 또는 위험상태 감지를 위한 시스템 구축해야 한다. 차량화재시 화염포락에 의한 케이블 손상방지 또는 위험상태 감지를 위한 시스템을 구축되어야 하며, 그림

Fig. 12에 시스템이 표시되었다.

향후 발전 방향으로서

(1) 장대해상 교량상의 재난, 재해방재를 위한 핵심연구과제의 공론화가 시급하다. 장대해상교량의 재난, 재해 방지를 위하여 IT기술의 도입을 활성화하는 교량 방재시스템의 상용화 연구과제가 필요하다고 판단되어지며, USN, Data Acquisition 등 Ubiquitous 기술 기반의 교량 유지관리 기술의 개발 필요성이 대두된다.

(2) 국토해양부에 장대교량 방재시스템의 활성화를 위한 실효성 있는 방재기준 수립 제안과 소방방재청, 환경부 등의 관련 연구소와의 공동연구를 통한 협조 및 지방자치단체의 유지관리 투자 강화가 요구된다.

후 기

본 연구는 동서대학교 교내 특별연구과제의 지원으로 완성되었으며, 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

- 김태환 (2002). “방재행정의 문제점과 체계적 방재시스템 구축 방안”, 한국도시방재학회지, 제2권, 제1호, pp 28-38.
- 윤명오, 심재강 (2003). “통합방재상황관리와 도시방재정보시스템”, 국토연구원, 국토, 통권258호, pp. 25-39.
- 이대영 (2003). “차세대형 방재 시스템”, 한국도시방재학회지, 제3권, 제2호, pp 59-64.
- 임정순 (2005). “우리나라 방재정책의 현황과 문제점”, 국토연구원, 통권285호, pp 6-17.
- 전상수, 장현민 (2008). “부산시 U-City 모델 구축을 위한 재해 취약지 분석”, 한국방재학회 논문집, 제8권, 제2호, pp 65-73.
- 정인화 (2004). “일본 방재 활동의 최근동향과 우리나라의 현황”, 한국방재학회지, 제4권, 제4호 pp 70-82.

2009년 4월 8일 원고 투고

2009년 5월 18일 심사 완료

2009년 6월 22일 게재 확정