

초고층 건축물에 적용되는 구조안전 및 재난관리 기술

Structural safety and Disaster Management Technologies applied in High-rise Buildings

전 현 수* 양 원 직** 이 원 호***
 Jeon, Hyun-Soo Yang, Won-Jik Yi, Waon-Ho

Abstract

Recently, Incidence of natural disasters are growing gradually. The need for a monitoring system for maintaining the structural integrity of the high-rise buildings against extreme weather events such as typhoons, earthquakes is increasing gradually. One of the most important features in the tall building is to guarantee structural safety during the structure's life time. Structural monitoring technologies might be needed to manage structural safety and to protect human life.

키 워 드 : 초고층 건축물, 재난관리, 구조물 모니터링
 Keywords : high-rise building, disaster management, structural health monitoring

1. 서 론

최근 들어 지구온난화로 인한 자연재해의 발생빈도가 높아짐에 따라 지진, 태풍 등의 기상이변에 대비한 건축물의 구조 건전성을 유지하기 위한 모니터링 시스템 구축의 필요성이 점진적으로 증가되고 있다. 2012년 3월 제정된 “초고층 및 지하연계 복합건축물 재난관리에 관한 특별법”에 따라 송도지역 OO건물에 적용되고 있는 계측설비 및 모니터링시스템의 내용에 대해 검토하고, 이를 통해 초고층 건물의 유지관리 및 재난대응 관리체계 구축을 위한 실무적 방안을 제시하고자 한다

2. 유지관리 구축 시스템

구조물 건전성 모니터링(Structural Health Monitoring) 시스템은 건축물의 구조적 손상을 탐지하고 후속조치 전략을 구현하는 프로세스로서 지진 및 태풍 작용 시 그림 1과 같이 (1)운영 중 안전 및 유지관리 (2)건축물기능의 유지 (3)긴급 위험상황 경고에 대한 3가지 시나리오를 수립하여 운영함으로써 건축물의 안전과 재난의 위험을 모니터링하게 된다.

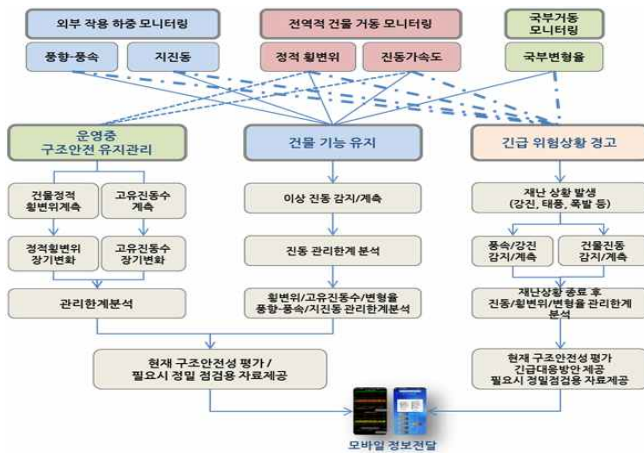


그림 1. 목적 및 운영시나리오

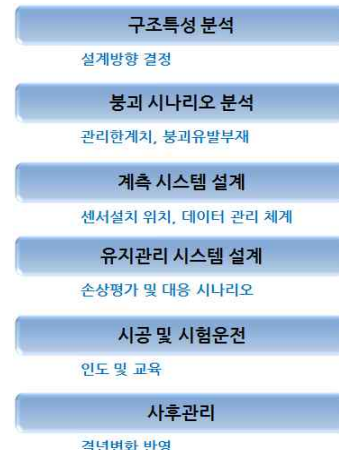


그림 2. 시스템 설계 절차

* 롯데건설 기술연구원 책임연구원, 광운대학교 환경대학원 석사과정
 ** 광운대학교 환경대학원 조교수, 공학박사, 교신저자(yangwj@nate.com)
 *** 광운대학교 건축공학과 교수, 공학박사

전체적인 유지관리의 설계 절차는 그림 2와 같이 대상건축물의 구조특성 분석 후 저항성을 평가하며, 손상에 의한 민감한 특징들을 추출할 수 있는 계측장비를 설치하고 주기적으로 샘플링된 구조물의 동적응답을 계측하게 된다. 이를 토대로 건축물의 상태를 분석하여 방재실 내에 유지관리를 위한 통합 운영시스템을 구축하게 된다. 시험운전을 통해서 장기 모니터링 데이터를 확보하여 운영 시스템을 보완하며 이 후 관리주체에게 교육을 실시하고 최종 인도하게 된다.

3. 계측데이터에 의한 손상평가 및 재난대응

계측 시스템은 그림 3과 같이 가속도계를 설치하여 진동을 상시 모니터링하고, 옥탑 지붕에 GPS 시스템과 풍향풍속계를 설치하여 건축물의 변위측정 및 풍하중을 계측할 수 있도록 하며, 변형률계를 설치해서 부재의 국부적 손상 상태를 평가할 수 있다. 1층 바닥과 지하층에는 지진가속도계를 설치하여 외부작용 지진하중의 크기를 추정할 수 있다. 대상 건축물의 보유성능은 비선형해석을 통한 이력거동으로 평가하며, 실제 건물 의 거동 및 특성과 유사한 결과를 예측할 수 있다.

건축물의 보유성능 상태와 외부하중 단계에 따라 발생할 수 있는 대응시나리오는 표 1에 나타낸다. 건축물의 건전성 상태는 상시 계측되는 데이터 결과로부터 지속적으로 감시되기 때문에 이상 진동 및 지진 등의 재난이 발생했을 때 뿐만 아니라 평상시에서도 성능 단계를 평가하여 건축물 노후화에 의한 성능 저하를 감지할 수 있게 된다. 외부하중이 작용했을때는 건축물의 성능단계별 하중과 비교하여 어느 정도 수준의 하중이 작용하는지 판별 가능하므로 관리자 및 거주자에게 후속 조치를 취할수 있는 단계별 대응절차 구축이 가능하다.

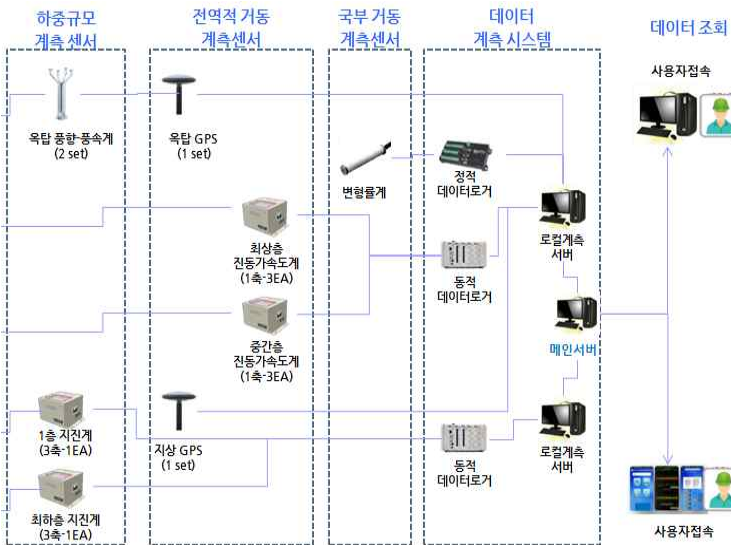


그림 3. 계측장비 구성도

표 1. 위험상황별 대응 시나리오

구분	보유성능 (변위)	외부하중 (풍/지진)	시나리오
1	안전단계	안전단계	관리한계 이하
2		주의단계	보유성능 : 안전단계 외부하중 : 경고발생(주의)
3	주의단계	위험단계	보유성능 : 안전단계 외부하중 : 경고발생(위험)
4		안전단계	보유성능 : 경고발생(주의) 외부하중 : 안전단계
5		주의단계	보유성능 : 경고발생(주의) 외부하중 : 경고발생(주의)
6	위험단계	위험단계	보유성능 : 경고발생(주의) 외부하중 : 경고발생(위험)
7		안전단계	보유성능 : 경고발생(위험) 외부하중 : 안전단계
8	위험단계	주의단계	보유성능 : 경고발생(위험) 외부하중 : 경고발생(주의)
9		위험단계	보유성능 : 경고발생(위험) 외부하중 : 경고발생(위험)

4. 결 론

이상과 같이 건축물 유지관리 시스템의 구축방안과 재난 발생시 운영시스템 및 단계별 대응절차에 대해서 검토했다. 건축물에 대한 지속적인 상태 모니터링을 통해서 지진 및 태풍 발생시 거주자의 불안감 해소뿐 아니라 건축물의 장수명화 유도에 따른 재산피해의 사전예방이 가능하다. 첨단 계측 및 정보기술, 통신기술을 융합한 유비쿼터스 기반의 실시간 모니터링을 통하여 위험상황에서도 인명과 재산을 지킬수 있는 스마트 건설기술이 건축물의 가치를 더할 것으로 기대된다.

감사의 글

본 논문은 2015년 국민안전처 방재안전분야 전문인력 양성사업의 일환으로 수행된 연구이며 이에 감사를 드립니다.

참 고 문 헌

- 김지영, 전현수, 송도캠퍼스타운에 적용된 구조 및 재난안전기술, 한국공간구조학회지, 제1권, pp.30~35, 2015
- Ji Young Kim, et. al., Damage Evaluations for a 3-story RC Structure Using Trained Perception, Proceedings of 5th World Conference on Structural Control and Monitoring, Tokyo, 2010