

포항지진 재난 사례를 통한 공공기관의 안전책임체계 구축 및 역할

KICEM



이정석 한국시설안전공단 진단본부 건축생활시설안전실 차장, archirus@kistec.or.kr

김종덕 한국시설안전공단 진단본부 건축생활시설안전실 실장

I. 서론

최근 경주 및 포항지역을 중심으로 발생한 지진으로 말미암아 국가적 재난에 대한 위기감이 고조되고 있다. 2016년 9월에 발생한 경주지역 지진피해에서는 우리나라 지진 관측 이래 최대치인 M5.8 규모의 피해가 발생하였고, 작년 11월에는 포항지역을 중심으로 M5.4 규모의 연이은 국가적 재난발생이 초래되었다.

이에 한반도는 이제 더 이상 지진 안전지대가 아니라는 심각한 재난위기 상황에 처해 있으며, 국민의 재산보호 및 안전확보 뿐만 아니라 시설물 내진 관련 국가적 관심도 역시 증대되고 있는 실정이다. 정부 역시 문재인대통령 지시사항(18.11 국무회의)으로 서민주거시설 등 취약시설에 대한 전반적 점검과 내진 보강이 시급함에 따라 지진방지대책 전반을 점검하여 국민들의 안전과 생명을 지킬 수 있는 근본적인 대책 마련을 주문하였다.

이를 통해 본고에서는 지난 지진 재난사례를 통하여 정부 및 공공기관이 재난 발생 전 선제적으로 대비하여야 할 근본적인 대안을 마련하고, 재난 발생 후 신속히 대응 및 조치할 수 있는 안전책임체계를 구축하지는 데 의의가 있다.

II. 포항지진 재난 피해현황 및 원인¹⁾

1. 건축시설물 지진피해 발생 현황

2017년 포항지진 발생 후 구조 및 안전분야 등 관련 실무전문가로 구성된 합동 조사단이 실시한 조사결과에 따르면 전체 시설물 31,644개소가 피해를 입었으며, 그 중에서 민간시설물(주택, 상가, 공장 등)은 31,000개소로 나타났다. 그리고 피해발생 시설물 중 건축물 2,297개소에 대해 4차례에 걸쳐 안전상태 및 위험정도를 점검(17.11.15~12.1)하였고, 해당 육안점검 조사결과, 위험, 사용제한, 사용기능의 3단계로 판정하였고, 위험단계(사용제한보다 심각한 피해)는 117개소, 사용제한단계 135개소, 사용가능단계 2,045개소로 나타났다.

또한 앞서 조사된 위험 및 사용제한 단계의 세부내용을 분석을 통해 다음과 같은 특성을 도출할 수 있었다.

첫째, 내진설계 적용 측면에서 피해건축물 중 내진설계가 미 적용된 건축물은 162개소(64.3%), 내진설계 적용 건축물은 50개소(19.8%)로 나타났고, 둘째, 건축물 규모에서는 설계 시 건축구조기술사의 협력 대상이 아닌 5층 이하 소규모 건축물에 피해가 집중된 것으로 조사되었다. 이에 반해 6층 이상 건축물

구분	전체	1층	2층	3층	4층	5층	6층 이상	대장기재누락
동수 (%)	252 (100%)	69 (27.4%)	58 (23.0%)	20 (7.9%)	56 (22.2%)	7 (2.8%)	1 (0.4%)	41 (16.3%)

출처 : 한국시설안전공단 포항지진 내부 보고자료(2017.12)

1) 한국시설안전공단이 수행한 포항지역 자체 긴급점검 추진 결과보고서(17.12) 일부 내용 인용

에서는 조직벽체 균열에 따른 1개소 만이 피해가 발생하였고, 층수에 따른 피해 건축물 현황은 아래 표와 같다. 마지막으로 피해 양상으로는 필로티 기둥 등 주요 구조부 균열·파괴, 조직벽체 균열, 외장재 파손·탈락, 난간·담장 손상 등 다양하게 발생했다.

2. 피해유형에 의한 발생원인 분석

본고에서는 위험단계(117개소)와 사용제한단계(135개소)로 판정된 건축물 252개소에 대하여 건축구조기술사 등 전문가를 대상으로 현장조사 및 설계도서 확인(일부)에 의한 피해발생 원인을 도출한 결과, 내진설계 미적용, 설계 미흡, 부실 시공, 유지관리 불량 등 크게 4가지 주요 원인으로 나타났다.

포항지진 사례에 나타난 내진설계 미적용 원인을 분석한 결과, 이미 국내 710만개소 건축물 중 약 57개소 동(8%)에 대해서만 내진설계가 적용되어 있는 것으로 조사되었고, 포항지역의 사례에서는 초등학교, 연립주택 및 공동주택 등에서 내진설계가 미적용 된 것으로 나타났다.

그리고 설계 미흡과 관련된 피해원인으로는 주로 필로티 구조물에 발생한 지진하중 미적용과 내진벽체·기둥의 편향 설계로 조사되었다. 이로 인해 대다수의 필로티 건축물은 지진하중 할증이 미적용 되었거나, 초기 편심코어로 계획된 것임에도 불구하고 하중이 건물에 적절히 배분되지 않았음을 추정할 수 있다.

부실 시공과 관련해서는 주요 구조부에서 나타난 철근배근 간격 미준수, 기둥 내 우수관 배치 등 시공 불량의 사례로 조사

되었다. 이는 설계도서 상 철근을 감싸고 있는 콘크리트의 피복 두께, 철근배근 및 띠철근 정착 등이 적정하게 표기되었으나, 실제 시공 시에는 설계도서와 다르게 시공된 것으로 확인되었다. 이로 인해 띠철근을 주근 밖으로 감아야 함에도 불구하고 주근 안쪽으로 시공하거나, 필로티 기둥 내 우수관을 매입하여 콘크리트 단면적 감소를 초래한 것으로 나타났다.

마지막으로 유지관리 불량과 관련된 피해원인으로는 구조물 내·외부를 연결하는 고정철물의 부식 등으로 접합부 강도가 저하되거나, 보수 또는 보강없이 장기간 습식공간으로 사용함에 따라 철근부식에 따른 콘크리트 파괴가 유발된 것으로 조사되었다.

III. 지진 재난대비 분야별 문제요인 및 개선방향

앞서 제시한 포항 지진사례 발생현황과 피해유형별 주요원인을 통해서 중점 추진전략에 따른 전반적인 문제점과 그에 대한 개선방안을 제시하고자 한다.

이는 기존 건축물의 내진보강을 강화하고, 신규 건축물의 내진성능을 향상시키기 위함이며, 중점 추진전략으로는 기존 건축물 지진 안전 대책 마련, 내진설계 기준 및 제도 개선, 구조설계 전문성 강화 등 부실설계 방지, 부실시공 근절을 위한 감리 및 처벌 강화 등으로 제안하고자 한다.

주요 추진전략에 의한 문제요인과 그에 대한 개선방안은 다음과 같다.

표 1. 내진설계 기준 개선

추진전략	문제요인	개선방안
전반적 기준 개선 검토	<ul style="list-style-type: none"> · 설계 지진력 초과(외장벽돌 등) 탈락 관련 내진 설계기준 적용 → 현행 기준에 대한 불안감 야기 · 현행 기준 적용 아파트(14년 준공) → 외벽 손상 발생 · 내진설계 기준의 지반, 지진파특성 고려한 적용 여부 → 자료 불충분, 외국(미국) 기준 활용 	<ul style="list-style-type: none"> · 설계기속도 조정 필요성 검토 · 건축물 사용성 확보차원의 설계기준 마련 · 한국형 내진설계 기준 마련
설계기준 보완 (필로티·비구조재 등)	<ul style="list-style-type: none"> · 필로티 기둥 파괴, 비구조재(외장벽돌 등) 탈락 관련 내진 설계기준 적용 → 배근상세 등 구조설계 복잡하여 기준 오적용 사례 빈번 · 비구조재의 내진설계 의무 법령 규정불명확 → 일선 현장에서 비구조재의 내진설계 이행에 한계 상황 · 필로티의 하중 분담 고려 설계기준 불명확 → 대다수 기둥 파괴 발생 	<ul style="list-style-type: none"> · 내진설계 기준 알기 쉽게 개선 · 비구조재 내진설계 의무 명확화 · 필로티 설계기준 개선 추진
액상화 대응 기준 마련	<ul style="list-style-type: none"> · 포항지진에 의해 국내 최초로 액상화현상 관측 → 액상화에 대한 기준 마련 필요 · 액상화 발생 시 기초 안정성에 문제 야기 → 현행 설계기준 액상화에 대한 평가, 대책마련 등 선연적으로 규정 	<ul style="list-style-type: none"> · 액상화 검토 필요 지반과 평가방법의 구체화 · 액상화 위험저감 관련 규정 마련 · 액상화 대응 기반 구축

표 2. 부실설계 방지

추진전략	문제요인	개선방안
구조설계 전문성 강화	· 건축물 구조설계 복잡, 다양, 고도화, 전문성 요구 → 구조 전문가 참여 의무는 일부 건축물(6층 이상) 국한	· 건축구조기술사 협력 대상 확대 · 건축구조기술사 배출 확대 · BIM 기반 내진설계· 해석 기술 개발
관계자 교육 강화	· 「지역건축안전센터」설치 지자체 재량 → '18년 설치 예정 지자체 7곳 불과 · 5층 이하 건축물(전체 건축물의 90% 이상) 건축사 책임 하 설계 → 건축사 구조 전문성에 대한 문제제기 상황	· 허가권자 전문성(교육, 단계적 의무화, 채용 등) 제고 · 건축사 교육(구조안전 과목 신설, 현장실습 위주 교육) 강화
구조설계 모니터링 내실화	· 구조설계 적정성 모니터링 '14년부터 매년 실시 → 전국 건축물 중 일부 국한 · 모니터링 결과 '부적정' 경우 도서보완 후 후속공사 가능 → 업계 경각심 저하된 상황	· 부실설계 우려 건축물 집중 시행(모니터링 효과 극대화) · 후속조치 강화(관계자 고발 등) · 지역 주도의 모니터링 체계 구축(관련 규정 마련)
착공도서 구체화	· 착공신고 시 제출도서 "도서의 종류"로만 규정 → 착공도서 형식적 제출 이행	· 착공도서 내용 구체적으로 규정 · 구조도면 표기 상세화 · 구조계산서 지반조사내용 첨부 의무

표 3. 부실시공 방지

추진전략	문제요인	개선방안
공사관리 강화	· 다중이용건축물 기초, 매 5층, 지붕 슬래브 배근 시 시공현황 동영상 촬영 → 중소규모 건축물 관리 미흡 · 지방청 건축공사 등 건설현장 점검 시행 → 점검조치 작고, 대규모 현장(60억원 초과)에 국한	· 영상촬영 대상 건축물/시기 확대 · 시공현장 점검 강화
감리제도 강화	· 건축주로부터 직접 감리비를 받는 감리자 건축주에게 종속 → 감리업무 부실 경향 · 공사단계별 감리중간보고서 준공 시 일괄 제출 → 사후확인 수준, 감리 시행 상황 파악 미흡	· 감리비 예치제 도입 · 건축구조기술사 협력 대상 확대 · 감리보고서 제출시기 조정 및 감리 체크리스트 보완
처벌규정 강화	· 공사현장 점검 기준 불명확 → 점검자 재량 개입될 여지 가능성 · 재하도급, 면허대여 등 관행 지속	· 벌점제도 실효성 강화 · 불법 재하도급, 등록증 대여 단속 강화 · 부실시공업체 제재 및 처벌 강화

① 내진설계 기준 개선

포항지진 시 필로티 건축물의 피해와 비구조재(벽돌 등 외장재)의 낙하 등이 많아 현행 기준을 면밀하게 살펴볼 필요가 있으며, 최초로 지반 액상화가 관측되는 등 새로운 상황에도 대응할 필요가 있다.

② 부실설계 방지

적정한 설계는 내진성능 확보의 시작으로서 중요함을 감안하면 설계 전문성 제고, 모니터링 내실화, BIM 기능 고도화 등의 추진 전략이 필요한 것으로 사료된다.

③ 부실시공 방지

시공단계는 설계도서가 실제 현장에 이행되는 단계로 철저한

공사관리, 감리 실효성 제고, 처벌 강화 등 추진전략이 필요하다.

④ 기존 건축물 관리 강화

기존건축물의 90%이상(전체 710개소 중 650만개소)이 내진설계가 되어있지 않은 상황에서 지진의 강도와 빈도가 증가하고 있어, 국민의 생명과 재산을 지키기 위하여 국가차원의 내진보강 대책 마련이 반드시 필요하다.

IV. 정부 및 공공기관의 기능 및 역할

16년 경주 지진피해 및 17년 포항 지진피해로 인해 시설물 내진 관련 국가적 관심이 증대하고 있고, 국가 차원의 시설물 내진관리체계가 미흡한 것으로 나타났다. 이는 개별법에 따른 각

표 4. 기존 건축물 관리 강화

추진전략	문제요인	개선방안
국가차원 내진보강 전략 수립	· 내진설계 제도· 기준 개선 지속(신규 건축물), 기존 건축물은 일부 인센티브 운용 및 성과 없음 → 현행 인센티브 내진보강 비용 대비 실익 작음 → 취약 건축물 유형 및 현황 등 관리소홀 상황	· 국가차원의 내진보강 종합전략 마련 · 건축기준 완화 한도 상향(조례 제정) · 세제 감면 확대 협의(지방세 및 임대소득세)
건축물 관리제도 강화	· 현행 관리점검의 종합안전(지진, 화재 등) 확보에 한계점 노출 · 내진성능평가 의무 대상 대형건축물국한	· 포괄적/실효성있는 안전관리체계 구축 · 내진성능평가 의무대상 확대 및 규정 실효성 제고
도시재생사업 연계 복구 지원	· 특별재난지역의 형식적인 복구 지원 · 도시재생과 무관한 복구사업 지속	· 특별재난지역 선포지역 재생지원 필요시 절차 간소화하여 신속한 특별재생지역 지정 및 사업계획 착수 지원
국가내진센터 설립 및 운영	· 관련 정부부처 및 기관들의 통합 논의 어려움 · 재해 및 재난 대비 컨트롤타워 기능 및 역할 미흡	· 지진 발생 시 지자체 위험도 평가 체계적 지원 · 상시 내진성능평가 결과 적정성 검토, 내진 기술자 교육 등 예방적 업무 수행

부처별 시설물 내진정책 추진으로 일관성 부족하며, 특히 내진 안전진단 부적정, 내진보강 설계·시공 불량, 내진보강 공사비 과다 산정 등 조치결과에 대한 신뢰성 및 예산 투자의 효율성 저하로 시설물 내진통합 관리체계가 체계적으로 구축되어야 하고, 전담기구 역시 설립이 필요함을 의미한다.

이에 정부 및 각 산하기관에서는 시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법(시설물안전법) 전부 개정·시행을 통하여 정밀 안전진단시 내진안전진단 대상 시설물을 확대하였고, 지진·화산재해대책법(지진대책법)의 시설물 내진성능 관련 법 개정을 통해 내진설계기준의 설정, 기존 시설물 내진보강 기본계획 수

립 및 추진, 민간소유 건축물의 내진보강 지원, 지진안전 시설물 인증, R&D 등을 추진중에 있다. 또한 국가 SOC 안전 총괄, 지진재난 등 유사시 위기상황을 신속히 대응하기 위하여 시설 안전공단 내 국가내진센터를 마련하였다.

이에 따라 내진관련 주요 추진전략으로는 다음과 같이 제시하고자 한다. 첫째, 범정부 차원의 국가내진센터 설립 추진 시 우선순위를 선정하여 주요 임무를 선정하고, 법제화 및 통합관리체계를 마련해야 한다. 둘째, 주요 임무 선정 시 국가 정책, 법·제도, 중복성 검토, 기관특성 등을 고려하여 기준을 수립하여야 한다. 셋째, 예산 및 인력 확보에 있어서 해당 임무의 범



그림 1. 정부 및 산하기관 내진 관련 특성 분석

위, 중요도, 시급성 등을 고려하여 단계별(단기/중장기) 전략을 마련해야 할 것이다.

앞서 제시한 주요 추진전략을 기반으로 향후 정부 및 공공기관은 부처별·기관별 협업을 통하여 9개 중점 추진과제를 선정하였으며, 과제 우선순위에 따라 기간, 인력, 조직 및 예산 등을 고려하여 추진단계별 로드맵을 구체화 시켜야 할 것이다.

- ① 부처별 소관시설 내진실태 전수조사
- ② 지진피해 발생지역 시설물 안전점검 통합지원체계 구축 (재난 시)
- ③ 민간시설물 내진안전진단 지원체계 운영(상시)
- ④ 내진안전진단 고도화를 위한 대상시설 확대 및 대가기준 마련
- ⑤ 내진안전진단(내진성능) 실시결과 평가
- ⑥ 내진보강 설계에 대한 적정성 평가
- ⑦ 내진보강 시공성 실태조사 및 환류
- ⑧ 시설물 지진관련 연구, 내진기술자 양성 및 국제교류
- ⑨ 지진안전 시설물 인증제 도입에 따른 인증기관 추진

작년 심각한 피해를 초래하여 국가적 위기를 야기시킨 포항 지진 재난이 발생하였다. 이에 중앙정부의 초동대처에 발맞추어 국가 유일 안전진단 전문기관인 한국시설안전공단(KISTEC)은 국가적 위기 발생 후 골든타임 확보를 위하여 재난지역 공공기관으로써 최초 현장 투입 안전점검 임무를 훌륭히 수행하였다.

이에 지난 재난 사례를 교훈삼아 향후 발생 가능한 재해 및 재난을 대비하여 공공기관의 안전책임체계를 구축하고, 관련기관의 특성을 반영한 주요 추진과제를 제시하고자 하였다. 이를 통하여 궁극적으로 정부 및 관련 공공기관들은 시설물 내진정책의 체계적 이행을 통해 지진으로부터 시설물의 안전을 확보하고, 국민의 생명과 재산 보호를 위하여 국가적 책무를 이행하여야 할 것이다.