KOSDI ISSN : 1976-2208 (Print)
ISSN : 2671-5287 (On-line)
www.sodi.or.kr

Journal of the Society of Disaster Information
Vol. 19, No. 4, pp. 882-896, December 2023
https://doi.org/10.15683/kosdi.2023.12.31.882

Original Article

국가산업단지의 지진재난 내진보강대책 수립 연구

Study on Establishing Earthquake-resistance Reinforcement Measures for Earthquake Disasters in National Industrial Complexes

송창영*
Chang Young Song*

Professor, Department of Architectural Engineering, Gwangju University, Gwangju, Republic of Korea

***Corresponding author:** Chang Young Song, song4624@hanmail.net

ABSTRACT

Pupose: The purpose is to prepare safety management and seismic reinforcement measures that can effectively improve the potential risks of earthquake-resistant design and the deficiencies of safety guidance and inspection of factory facilities in national industrial complexes. **Method:** In this study, problems and improvement measures were derived through investigation and analysis of overall earthquake disaster safety management, such as safety management status and management system in preparation for earthquake disasters in national industrial complexes. was implemented to suggest improvement plans based on facility types and structural characteristics. **Result:** In conclusion, the problems of safety management and seismic reinforcement in preparation for earthquake disasters in national industrial complexes were summarized and classified into four types (seismic performance evaluation and related system supplementation, authority of tenant companies and local governments, seismic reinforcement and safety management support measures, organizational structure capacity building) to derive improvement measures. **Conclusion:** Based on this, seismic reinforcement measures that companies in national industrial complexes should implement in preparation for earthquake disasters were prepared, and detailed plans for each measure were presented.

Keywords: National Industrial Complex, Seismic Reinforcement, Earthquake Disaster, Safety Management

요 약

연구목적: 국가산업단지 공장시설물이 보유한 내진설계의 잠재적 위험과 안전지도 및 점검의 미비점을 효과적으로 향상시킬 수 있는 안전관리 및 내진보강대책 마련을 목적으로 한다. **연구방법:** 본 연구에서는 국가산업단지의 지진재난 대비 안전관리 현황 및 관리체계 등 지진재난 안전관리 전반에 관한 조사·분석을 통해 문제점 및 개선방안을 도출하였고, 국가산업단지 내 입주기업체 내진설계 실태조사를 실시하여 시설유형과 구조적 특성에 기반한 개선방안을 제시하였다. **연구결과:** 결론적으로 국가산업단지 지진재난 대비 안전관리 및 내진보강에 대한 문제점을 정리하여 4가지 유형별(내진성능 평가 및 관련 제도 보완, 입주기업 및 지자체 권한, 내진보강 및 안전관리 지원대책, 조직의 역량강화)로 개선방안을 도출하였다. **결론:** 이를 기반으로 국가산업단지 입주기업이 지진재난을 대비하여 추진해야 하는 내진보강 대책을 마련하였으며, 각 대책별 세부적인 방안을 제시하였다.

핵심용어: 국가산업단지, 내진보강, 지진재난, 안전관리

Received | 26 October, 2023
Revised | 20 December, 2023
Accepted | 22 December, 2023

OPEN ACCESS

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0) which permits unrestricted noncommercial use, distribution, and reproduction in anymedium, provided the original work is properly cited.

ⓒ Society of Disaster Information All rights reserved.

서 론

연구배경 및 필요성

최근 전 세계적으로 대규모 지진이 지속적으로 발생하고 있고, 우리나라의 경우 경주, 포항의 연이은 지진 발생으로 인하여 국가산업단지의 지진대비 안전성 확보의 필요성이 대두되고 있다.

이로 인해 국가산업단지 내 시설물의 내진성능 보유 여부 파악에 대한 필요성이 대두되고 있으나 해당 시설에 내진설계가 적용되었는지 여부가 명확하지 않은 등 내진실태 현황자료의 신뢰성이 낮은 실정이다. 국내의 경우 지진안전지역이라는 인식과 개발우선주의에 의해 선진국에 비해 늦은 시기인 1988년에 건축법이 개정되어 최초로 내진설계 개념이 도입되었으며, 이전에 건설된 시설물의 경우 내진설계에 대한 법적인 의무가 없어 내진성능이 확보되었는지 확인이 어려운 실정이다.

이에 2008년 제정된 '지진·화산재해대책법'은 이와 같은 시설물 중 공공시설을 기존시설물로 범주화하여 해당 시설물들에 대한 내진보강을 의무화하고 있으며, 민간시설의 경우에도 신축시 건물의 층수, 면적, 용도에 따라 점차 내진설계 의무대상의 범위를 확대시키고 있다.

따라서 국가산업단지 건축물 의 지진 대비 내진성능 확보를 위해 국가산업단지의 안전관리 현황을 분석하고 입주기업체의 내진설계 실태를 조사·분석하여 도출된 문제점을 개선한 중장기적 내진보강 대책 마련이 필요하다.

연구목적

현재 국가산업단지 내 공장시설물 시공시 관련법에 의거하여, 구조적으로 안전한 내진설계를 수행하게 되어 있으나, 과거에 시공된 시설물은 내진설계 취약하거나, 내진설계가 이루어지지 않은 경우가 나타나고 있어, 잠재적인 붕괴위험이 대두되고 있다.

본 연구는 국가산업단지 공장시설물이 보유한 내진설계의 잠재적 위험과 안전지도 및 점검의 미비점을 효과적으로 향상시킬 수 있는 안전관리 및 내진보강대책 마련을 목적으로 하며, 국가산업단지의 지진대비 안전성 확보를 위한 체계적인 기틀을 마련하고자 한다.

연구방법

본 논문의 연구방법은 첫 번째로, 국가산업단지 안전관리의 이론적 고찰을 위해, 산업단지 시설물의 내진보강 개념 기술, 구조에 관한 전반적인 이론과 시설물 구조별(철근콘크리트, 철골조, 비구조체) 내진보강 공법에 대한 이론을 조사·분석한다. 두 번째로, 국가산업단지의 지진재난 대비 안전관리 현황 및 관리체계 등 지진재난 안전관리 전반 관한 조사·분석을 통해 문제점 및 개선방안을 도출한다. 세 번째, 국가산업단지 내 입주기업체 내진설계 실태조사 범위 및 기준을 설정하여, 28개 국가산업단지를 대상으로 실태조사를 실시하여, 국가산업단지별 내진실태에 따른 우선보강 필요 시설유형과 구조적 특성에 기반한 개선방안을 도출한다. 마지막으로, 상기과정에서 도출된 개선방안을 정리하여 국가산업단지 지진재난 대비 안전관리 및 내진보강대책을 제시한다.

국가산업단지 지진재난 안전관리 조사 및 분석

국가산업단지 안전관리 여건

한국산업단지관리공단은 국가산업단지 관리기관으로서 안전관리 지원을 위해 유관기관과 협업 및 안전교육 캠페인, 안전의식 제고, 재난안전 예방활동 등을 수행한다. 또한, 입주기업체에 대한 상시 점검·진단 시 정보 및 인력을 제공하며. 재난 및 사고발생시 상황보고 및 상화전파를 실시한다. 재난 예방 및 대비를 위해 취약시별 절차에 따른 업무를 추진하며, 산업통상자원부 치침에 의거하여 종합계획을 수립하여 아래와 같이 시행한다.

Table 1. Vulnerable period implementation procedures and tasks

취약시기	추진절차	주요 추진업무
동절기(폭설 등) 해빙기(붕괴 등) 여름철(풍수해) 명절(설, 추석)	산업통상자원부지침 시달 ⇩ 산업단지공단 종합대책 수립시행 ⇩ 지역본부/지사별 대책 수립시행	- 취약지 안전점검 · 지자체와 유기적 협조 - 지자체/유관기관 협조체제 · 시기별 회의/간담회 추진 등 - 입주기업 홍보 및 계도 · 재난안전 교육, 홍보 · 예방활동 공문 계도

한국산업단지공단은 재난발생시 재난관리 책임기관으로서 보유하고 있는 현장조치 행동매뉴얼에 의거 상황보고를 통한 소방서, 지자체 등 안전전문기관과 협조하여, 신속한 상황전파, 복구 협조·지원 업무를 수행하며 취약시기 및 국가안전대진단 기간에 입주기업을 대상으로 안전계도 및 홍보 업무를 수행한다. 또한 지역본부 단위에서 반기별 보유 시설물에 대한 자체점검을 실시하며, 유관기관과 합동점검을 통해 재난안전관리 및 집중관리대상시설, 산업단지 개발사업장 등에 관한 점검을 실시한다.

'산업단지안전위원회'는 산업단지 내 복합 다양화하는 각종 사고 발생에 대비하여 산업단지 안전관리 전반에 대한 심의 및 자문·지원을 위하여 운영하는 위원회로 한국산업단지공단 부이사장을 위원장으로 하고 내·외부 전문가 15명 내외로 구성하여 지역 산단안전센터 업무를 병행 운영한다. 산단안전위원회는 안전관리 종합계획 수립 및 위기대응 실무매뉴얼 운영·개선에 관한 사항을 심의하며, 안전관리 정책 자문 및 법·제도 개선과 안전관리 예산의 중·장기 편성, 안전조직 구축 및 활동, 안전관 교육·홍보·훈련, 안전관리 네트워크 구축, 피해복구 및 지원 등에 관한 사항을 자문한다. 산단안전위원회는 반기별로 정기회의를 소집하며 필요시 수시회의를 통해 논의 및 자문방식을 병행한다.

한국산업단지공단은 재난 및 안전관리업무를 수행하기 위한 법적근거로 「재난 및 안전관리 기본법」 제3조 및 제26조에 기초하고 있으며, 「산업집적 활성화 및 공장설립에 관한 법률」 제45조에 의거 산업단지내의 안전공해, 환경관리 등에 관하여 입주기업체를 대상으로 지도할 수 있는 사항을 규정하고 있다.

그러나, 국가산업단지 안전관리체계상 안전검사·점검 및 진단은 소관 분야별로 개별 법령 및 기관에서 담당하고 있으며, 예방점검을 위한 점검권한, 사고현장에 대한 접근권한, 후속조치를 위한 법적 권한 등이 한국산업단지공단에게 부여되지 않은 상황으로 국가산업단지 관리기관으로써 재난관리책임을 수행하기 위한 법적 뒷받침이 미흡한 실정이다. 결과적으로, 한국산업단지공단은 「재난 및 안전관리기본법」 제3조에 의해 재난관리책임기관으로 지정되어 있으나, 안전관리와 관련하여

법적인 강제력이 부족하고 관리범위도 한계가 존재한다.

또한, 한국산업단지공단에서 관리 운영 중인 산업단지 관리지침 상에 입주기업체는 공장설립 등의 완료 신고를 할 때 안전관리 계획서를 제출하도록 되어 있으며, 안전사고 정보 등의 신속한 전파를 위해 입주기업체의 동의하에 비상연락망을 작성을 위한 기업 정보를 수집할 수 있도록 규정하고 있다. 하지만 국가산업단지 내 입주기업에 대한 안전지도 및 사고발생시 상황보고 역할 또한 다른 재난관리책임기관과 업무 중복으로 그 책임이 모호하고, 국가적 사무임에도 불구하고 국고지원이 부재하여 재난관리책임기관으로서의 역할 수행이 어려운 상황이다.

내부적으로도 한국산업단지공단이 초기에 지원기관으로 출발하다보니 주로 단지 조성과 입주기업 유치 업무를 주로 담당하여, 상대적으로 안전에 대한 인력이나 예산이 열악한 상황으로 입주업체에 대한 안전관리 역할을 수행할 여건이 마련되어 있지 못한 실정이다.

한국산업단지공단에서 관리 중인 국가산업단지는 2023년 기준 조성 중인 단지를 제외하고, 48개로 총 63,147개의 기업이 입주해 있으며, 입주 업체의 93.4%가 50명 미만의 소기업으로 나타났다. 유독물질을 다루는 노후화된 시설의 영세업체들은 안전관리 업무의 범위가 너무 넓기 때문에 국가 차원의 지원 없이 업체들 스스로 안전을 담보하기 어려운 실정이다. 최근 국가산업단지가 위치한 인근 지역인 경주, 포항 지역에 5.0 이상의 지진 사례와 같이 외부 환경적인 위협요인이 발생하고 있어, 산업단지 안전관리를 등한시 할 경우 대형사고로 이어질 가능성이 높다.

국가산업단지 지진재난 대비 안전점검

내진보강 대상시설물 안전점검은 해빙기 집중점검에 포함되어 진행되며 국가안전대진단의 한 분야로 포함시켜 '재난안전관리 이행실태(비구조)' 및 '집중관리 대상시설(구조)'에 대한 종합적인 안전관리현황을 점검하고 있다.

Table 2. Seismic reinforcement safety inspection target

구분		지역(개소)	점검대상	점검내용	비고
비구조	재난안전 관리	지역본부/지사 (23개소)	서울, 인천, 경기, 충청, 대전, 경남, 부산, 울산, 광주전남, 전북, 강원	재난안전관리 이행실태 점검	사전수감자료 및 자체점검표 제시
구조	집중관리 대상시설	경기/인천/대경/경남본부 (17개소)	내진보강 대상시설(7), 특정관리대상시설(7) 산업단지 개발사업장(2), 건축사업장(1)	시설 및 사업장별 안전점검	"

점검팀은 한국산업단지공단 직원 및 기술사, 안전보건공단, 연구원 등의 합동점검단을 구성하며 해빙기 재난안전관리[추진계획 및 대응활동, 홍보활동 등)과 집중관리대상시설[내진보강 대상시설물(7개소), 특정관리대상시설(7개소), 산업단지 개발사업장(2개소), 건축사업장(1개소)]을 점검하고 있다.

해빙기 재난안전관리 이행실태 점검은 해빙기 재난안전관리 계획 수립 및 상황실 구성, 운영체계, 안전위원회 운영, 상황전파 체계, 안전센터 운영 실태 자원비축 관리 등 해빙기 대책에 관한 점검사항에 대해 전문위원 평가를 실시하고 있다.

집중관리 대상시설의 '내진보강 대상시설물'은 바닥 포장 부위 침하 및 균열 현상, 건축물의 부등침하, 위벽의 전도, 천정재의 탈락, 벽지 및 천정치 파손, 슬래브 상하부에 균열, 기둥의 결함 등 주요구조부 변형 및 균열과 옥상의 구조적 안전, 내진설계 적용 여부 등에 대해 적합 여부를 점검하고 있다. '특정관리대상 시설물'의 안전점검은 기계, 유지관리, 건축, 전기, 가스

분야로 구분하여 각각의 적정성과 관리상태를 점검하고 있다. '산업단지 개발사업장'은 일반사항과 사면붕괴, 흙막이 지보공, 지반침하, 구조물 공사, 절토부, 상부자연사면, 절개지·낙석위험지구, 도로, 보수·보강을 위한 설치 시설물, 긴급상황대비 등을 구분하여 적합여부를 점검하고 있다.

소결

국가산업단지 지진재난 안전관리 실태조사 분석에 따라 제도, 관리, 역량 분야의 5가지의 문제점을 도출하였다.

첫 번째, 현행 「재난 및 안전관리기본법」상 한국산업단지공단은 재난관리책임기관으로 지정되어 있으나, 안전관리와 관련하여 법적인 강제력이 없으며, 다른 법규인 '산업집적활성화 및 공장설립에 관한 법률'은 안전지도 권한만 부여하고 있다. 이에 따라 실제 상황이 발생했을 때는 개별 법규를 따를 수밖에 없는 상황으로, 실제로 화학물질이 유출되면 유해화학물질관리법에 따라 환경부가, 위험물 사고는 위험물안전관리법에 따라 행정안전부가, 가스 사고는 고압가스안전관리법에 따라 가스안전공사가, 전기 관련 사고는 전기안전공사가 전담하는 상황이다. 환경부(화학물질관리법), 고용부(산업안전보건법), 산업부(고압가스안전관리법), 행정안전부(위험물안전관리법) 등 부처별로 소관 법에 따라 화학물질을 관리함으로써 사각지대가 발생하고 있으며, 하나의 화학물질 취급사업장에 대한 지도·점검만 연간 10차례 이상 진행되어 사업장에 대한 부담을 초래하고 있다.

두 번째, 현재 산업단지 내의 안전관리는 안전교육/산업재해(산업안전보건법, 고용노동부), 가스안전(고압가스안전관리법, 산업부), 전기안전(전기사업법, 산업부), 소방안전(소방시설설치·유지법률, 행정안전부), 위험물취급(위험물안전관리법, 행정안전부), 유해화학물질(화학물질관리법, 환경부), 송유관 안전(송유관안전관리법, 산업부), 자연재난(자연재해대책법, 행정안전부) 등으로 여러 기관에서 나누어 수행하고 있다. 또한, 합동방재센터 차원의 합동점검을 시행하고 있으나 근거조항이 부족하여 기관 간 일정 조정 등의 어려움이 존재한다.

세 번째, 현재 안전관리를 담당하는 공단인력은 본사 6명, 전국 23개 지사 담당자 및 6개 통합방재센터에 파견된 인력을 포함하여 40여명 정도로 산업단지 내 입주업체의 숫자를 고려할 때 안전담당자 한 명이 관리하여야 하는 업체 수가 과다한 실정이다. 인력 등 여건이 마련되지 않은 상황에서 실시되는 재난 및 안전관리 현황점검으로 안전관리 담당자의 재난안전업무 피로도가 증가하여 형식적인 안전지도 및 점검이 이루어질 우려가 존재한다.(매년 취약시기별 점검으로 피상적 점검형태, 지역본부/입주기업의 실질적 도움에 한계)

네 번째, 한국산업단지공단 내 안전담당자의 경우 입주 관리업무와 겸직을 하는 등 주로 입주업체 관리 및 지원, 산단개발, 구조고도화 등에 치중하고 있어 재난관리 역량 및 전문성에 한계가 있다. 안전담당자 면담조사에 의하면 재난안전교육의 경우 주로 외부기관(국가민방위재난안전교육원 등)에 위탁교육 위주로 운영되어 산업단지 특성을 고려한 교육이 미흡한 것으로 나타났다.

다섯 번째, 한국산업단지 공단의 경우 지역별 특성에 따라 안전 관련 교육안내, 홍보자료 전시, 안전 정책지원 안내 등의 역할을 수행하고 있다. 표준화된 가이드라인 부재로 지역본부(지사)의 안전문화 활동(안전홍보 등) 간에 편차가 나타나며 활동이 저조하게 운영되고 있다.(예산부족 및 담당자별 의지 결여/표어, 포스터, 플랜카드, 입간판 등 한정된 홍보를 추진)

Table 3. Identifying disaster and safety management problems in national industrial complexes

분야	문제점	세부내용
제도	부처별 개별법에 의한 점검 횟수 부담 및 법적근거 부족	- 소관 법에 따라 화학물질을 관리함으로써 사각지대가 발생하고 있으며, 하나의 화학물질 취급사업장에 대한 지도·점검만 연간 10차례 이상 진행되어 사업장에 대한 부담을 초래 - 합동방재센터 차원의 합동점검을 시행하고 있으나 근거조항이 부족하여 기관 간 일정 조정 등의 어려움이 존재
관리	안전관리 담당자 인력 부족	- 산업단지 입주업체 수 대비 관리인력이 현저하게 부족함에 따라 안전관리 담당자의 재난안전업무 피로도가 증가하여 형식적인 안전지도 및 점검이 이루어질 우려가 존재
	안전관리업무 겸직으로 인한 전문성 한계	- 국산업단지공단 내 안전담당자의 경우 입주 관리업무와 겸직을 하는 등 주로 입주업체 관리 및 지원, 산단개발, 구조고도화 등에 치중하고 있어 재난관리 역량 및 전문성에 한계
역량	위탁교육으로 인한 역량 부족	- 외부기관(국가민방위재난안전교육원 등)에 위탁교육 위주로 운영되어 산업단지 특성을 고려한 교육이 미흡
	안전문화활동(홍보) 저조	- 표준화된 가이드라인 부재로 지역본부(지사)의 안전문화 활동(안전홍보 등) 간에 편차가 나타나며 활동이 저조

국가산업단지 내진설계 실태조사 및 분석

실태조사 범위 및 분류기준, 추진방법

국가산업단지 내 대상 시설물의 수량이 너무 방대하고, 또 설계도서를 보관하지 않는 경우가 많기 때문에 한정된 시간과 인력으로 시설물의 내진설계 적용여부를 현장조사를 통해 직접 파악하기는 불가능하다. 내진설계 실태조사는 대상 시설물에 대해 건축허가 시점에서 당시의 건축법에 정한 내진설계의무 대상인지 여부를각 기업체 건축물관리대장 및 내진설계확인서를 통해 조사하였으며, 전국 48개 산업단지 중 실태조사 정보를 제공받은 28개 국가산업단지 입주업체 19,703개사 소관 41,914개동을 대상으로 조사하였다. 건축물대장 상의 정보를 기준으로 하였기 때문에 미국이나 일본 등 선진국에서 설계하여 당시 외국의 내진기준을 적용하였거나, 입주업체 자체적으로 내진보강공사를 수행한 경우에는 본 연구에서 내진여부를 반영하지 못하였다.

건축물 관리대장 상 주용도 및 기타용도 항목을 기준으로 지원시설과 생산시설 2가지 유형으로 분류하였다. 건축물 관리대장 상에 명확한 용도가 명시되지 않고 공장으로만 되어 있는 경우, 지원시설로 분류하였으며, 건축물 1개 동이 지원용도와 생산용도로 모두 사용될 경우, 해당 건축물은 지원시설로 분류하였다. '아파트형공장'의 경우 대부분 사무실로 구성되어 있으므로, 지원시설로 분류하였다. 먼저, 지원시설의 경우, 주용도가 공장으로 분류된 건축물 중 사무동, 관리실, 경비동 등 제품생산에 간접적으로 관여하는 시설과 완제품을 적재하는 용도의 창고시설, 업무시설, 교육연구시설 등 사무업무 시설, 제1·2종근린생활시설 등 거주관련시설이 이에 해당한다. 두 번째로, 생산시설의 경우, 주용도가 공장으로 분류된 건축물 중 제품생산에 필요한 원재료를 저장하는 저장고, 컨베이어벨트, 펌프시설 등 제품 생산공정에 직접적으로 관여하는 시설, 발전시설, 위험물 저장 및 처리시설, 쓰레기(폐기물) 처리시설이 이에 해당한다.

관리주체별 공작물 관리실태 확인결과, 처음 공작물 관리대장을 구축할 당시 내진설계에 대한 고려가 부재하여, 이를 객관적인 DB로 활용하기 어려움에 따라 본 논문의 조사대상에서 제외하였고, 지자체 소관과 공공기관 소관, 입주업체 소관으로 4개 소관 공작물의 관리실태를 조사하였다.

먼저 지자체 소관 공작물의 경우, 공작물 관리가 법적 의무사항이 아니기 때문에, 지자체 차원에 구축되어 있는 DB 부재하

Table 4. Current status of companies subject to seismic design investigation

연번	국가산업단지	자가공장 업체수	임대업체수	합계
1	한국수출(서울디지털)	2468	1914	4382
2	한국수출(부평.주안)	572	112	684
3	구미	1090	51	1141
4	창원	1467	83	1550
5	반월(안산스마트허브)	2291	210	2501
6	여수	201	4	205
7	남동	1903	251	2154
8	시화(시흥스마트허브)	3103	336	3439
9	군산	109	5	114
10	안정	11	0	11
11	온산	221	15	236
12	군산2	254	5	259
13	아산	199	24	223
14	울산미포	552	87	639
15	석문	14	0	14
16	광주첨단과학	280	13	293
17	북평	5	0	5
18	파주출판문화정보	111	29	140
19	명지녹산	856	85	941
20	대불	204	25	229
21	광양	83	4	87
22	시화멀티테크노밸리	235	25	260
23	파주탄현영세중소기업전용	36	7	43
24	오송생명과학단지	47	0	47
25	익산	85	13	98
26	익산국가식품클러스터	3	0	3
27	포항	1	0	1
28	진해	4	0	4
	총합	16,405	3,298	19,703

고, 공작물의 경우 승인, 허가 대상이 아닌 신고의 대상으로 별도의 대장 등재 의무가 없음을 확인했다. 2005년도 이후부터 전산관리를 시작함에 따라, 2005년도 이전에 축조된 공작물의 경우 서류로만 입수되었으며, 문서 보존기간이 종료되면 폐기처리하여 남아있는 서류가 적게 조사되었다. 또한 도면 등에 건축법 상의 측정기준을 적용하고 있어, 이를 근거로 DB를 구축하는데 한계를 가지고 있다(설치 된 공작물의 크기가 아닌 부지를 측량하여 기재 / 저장탱크 용량 등 공작물 기능에 따른 수치 부재).

두 번째, 공공기관 소관 공작물의 경우 가스 석유 등 연료물질의 유형에 따라 관리법령이 다르기 때문에 공공기관 차원의 통합적인 관리체계가 부재한 것으로 조사되었다. 공작물(설비)은 작동 특성상 진동을 가정하여 설계되어 있으므로, 기본적으로 지진에 내성을 가지고 있으며,(실제, 경주지진 당시 산업단지 내 지진피해에 대한 보고는 없었음) 경주지진 이후 대기업

의 경우 자체적인 내진적용 관리DB를 구축한 곳도 있으나, 중소기업의 경우 여건상 개별적인 관리가 어려운 실정으로 조사되었다.

세 번째, 입주업체 소관 공작물의 경우, 설계도면 상에 명시된 기준으로 주로 설계사 국적의 해외 기준 적용하고 있었고(미국 : UBC 97, Zone Ⅱ 등), 내진적용 여부를 판별할 수 있는 설계도면은 조사대상 20개 업체 중 단 2곳만 관리하고 있는 것으로 응답하였으며, 그 이외의 업체는 기업의 이사 등을 사유로 설계도면과 같은 내진설계 적용여부를 확인할 수 있는 관련문서가 부재한 것으로 조사되었다. 설계도면 보유 업체의 경우에도, 해당시설에 적용된 내진설계기준에 대해 담당자가 인지하지 못하고 있는 경우가 많은 것으로 조사되었다.(수백장에 달하는 설계도면 중 내진설계 적용여부는 한줄로 기입되어 식별이 어려움)

실태조사 결과

전국 28개 국가산업단지에 입주업체를 대상으로 건축물관리대장 등 문헌조사를 수행하였으며, 필요시 입주업체 실무담당자를 대상으로 다음과 같이 내진실태 조사표를 활용하여 수행하였다. 건축허가일, 내진설계 적용여부, 연면적 등 조사항목은 엑셀프로그램을 활용하여 D/B를 구축하였으며, 국가산업단지 조성 목적과 시기별로 적용되는 내진설계 기준이 다름에 따라 건축허가 당시 내진설계기준을 기반으로 적용여부를 판단하였다. 국가산업단지 내진설계 적용실태 D/B 기반의 연도별 국가산업단지 내진설계 조사결과는 다음과 같다.

Table 5. Seismic design application fact-finding results by year

년도	전체건축물 (㎡)	내진적용건축물 (㎡)	내진율 (%)
1979년도 이전	4,706,159(1,534)	0 (0)	0.0%
1980~1989년도	10,858,341 (4,356)	480,704 (8)	4.4%
1990~1999년도	18,086,895 (9,500)	3,660,419 (153)	20.2%
2000~2009년도	28,420,102 (16,091)	17,979,069 (2,516)	63.3%
2010년도 이후	10,994,675 (8,644)	9,684,203 (2,976)	88.1%
승인날짜 없음	4,539,576 (1,789)	0 (0)	0.0%
합계	73,066,172 (41,914)	31,804,395 (5,653)	41.0%

* 표안 수치는 연면적이며, ( )는 건축물 동수를 나타냄

상기 Table 4와 같이 국가산업단지 조성 이후 내진율은 계속해서 상승하고 있으며, 2010년 이후 조성된 국가산업단지 내진율이 88.1%로 매우 높게 분석되었다. 이는 건축법 개정(1988년) 이후 최초로 내진설계 기준이 마련되면서 내진설계 적용 의무화 대상이 점진적으로 확대됨에 따라 국가산업단지의 내진율 증가에 큰 영향을 준 것으로 판단된다. 국가산업단지 시설물 용도에 따른 내진설계 적용 실정을 확인하기 위해 「건축법」 시행령 제3조의 5의 건축물 용도 구분으로 다시 정리하였다.

소결

국가산업단지 내진설계 적용 실태조사 결과에 따라 건축물의 용도는 총 28가지로 분류된다. 산업단지 총생산액 중 국가산업단지가 차지하는 비율이 56.04%로 (Korea Industrial Complex Corporation, 2016) 국가경제에 기여하는 정도가 상당하

Table 6. Result of investigation on seismic design application by facility type

유형	전체 건축물 (㎡)	내진적용 건축물 (㎡)	내진율(%)	유형	전체 건축물 (㎡)	내진적용 건축물 (㎡)	내진율(%)
공장	74,956,717 (39,440)	30,736,225 (5,437)	41.0	미분류	20,635 (25)	0 (0)	0.0
창고시설	931,442 (832)	365,302 (43)	39.2	분뇨.쓰레기처리시설	18,159 (50)	714 (2)	3.9
업무시설	406,838 (192)	126,213 (36)	31.0	숙박시설	17,072 (1)	17,072 (1)	100.0
위험물저장및처리시설	398,713 (668)	179,047 (78)	44.9	노유자시설	10,146 (7)	0 (0)	0.0
공동주택	210,745 (52)	145,032 (9)	68.8	자원순환관련시설	5,999 (8)	4,432 (5)	73.9
교육연구시설	160,993 (73)	46,956 (11)	29.2	문화및집회시설	5,277 (2)	4,749 (1)	90.0
제2종근린생활시설	156,812 (313)	10,997 (14)	7.0	근린생활시설	4,504 (2)	0 (0)	0.0
자동차관련시설	71,613 (79)	6,725 (4)	9.4	방송통신시설	717 (2)	0 (0)	0.0
판매시설	60,981 (2)	59,971 (1)	98.3	발전시설	665 (4)	0 (0)	0.0
단독주택	56,436 (17)	52,775 (1)	93.5	운동시설	522 (5)	0 (0)	0.0
제1종근린생활시설	40,098 (99)	16,467 (8)	41.1	교정및군사시설	379 (5)	0 (0)	0.0
교육연구및복지시설	25,877 (13)	0 (0)	0.0	동·식물관련시설	102 (2)	0 (0)	0.0
운수시설	23,577 (18)	10,529 (2)	44.7	가설건축물	28 (1)	0 (0)	0.0
의료시설	21,189 (1)	21,189 (1)	100.0	관광휴게시설	12 (1)	0 (0)	0.0

* 표안 수치는 연면적이며, ( )는 건축물 동수를 나타냄

다. 또한, 전체 중 연면적이 96.3%로 가장 높은 비율을 차지하는 것은 제조 목적으로 이용되는 공장으로 확인되었으며, 종교, 수련 등의 시설은 조성되지 않은 것으로 분석되었다. 내진설계가 적용된 면적의 비율은 41.0%로 분석되었으며, 공장 및 창고 시설의 내진율과 동등하게 분석되었다. 이는 숙박, 판매 등의 용도로 이용되는 연면적 비율이 4.7%로 공장 및 창고시설 연면적 대비 낮음에 따라 국가산업단지 내진율의 영향력이 저조한 것으로 판단된다. 때문에 국가산업단지 공장용도 내 시설물을 대상으로 내진성능평가를 우선적으로 실시해야 하며, 필요에 따라 보강조치가 요구된다.

위와 같이 실태조사 수행과정에서 발생된 지진재난 안전관리체계의 문제점을 정리하면 다음과 같다. 첫째, 건축물 이외 공작물에 해당하는 저장탱크, 설비 및 배관 등은 건축법상 신고대상임에 따라 한정된 한국산업단지공단의 안전인력을 통해 해당 단지 내 공작물 설치여부 및 위반사항 등의 전수조사와 입주업체, 건축주 등의 신고내용에 의존하는 한계가 있다. 또한, 공작물 전산관리 등록이 시행된 2005년 이전 문서자료의 폐기 및 보관 미흡으로 정확한 자료 확보에 어려움이 있다. 때문에 본 연구는 실태조사 대상에서 공작물을 제외하였으며, 향후 공작물을 포함한 추가 연구가 필요하다. 둘째, 건축물관리대장을 기준으로 D/B 자료를 수집함에 따라 설계 당시 입주기업 자체 내진보강공사 수행 또는 국외내진설계기준 적용한 경우 확인에 어려움이 있다. 셋째, 석유 및 가스 등 취급물질 종류에 따라 관리주체가 다르며, 통합적적으로 관리할 수 있는 체계 및 기

준이 미비하여 정확한 내진설계 데이터베이스 구축에 어려움이 있다. 넷째, 건축허가 당시 건축법에서 정한 내진설계기준에 의거 작성된 건축물관리대장에 현행 내진설계기준 적용시 실제 내진성능 발휘 여부확인이 어려움에 따라, 별도의 내진상세 능력에 대한 평가가 필요하다.

개선방안 기반 지진재난 안전관리를 위한 내진보강대책 제시

입주업체 및 관할 지자체 대상 한국산업단지공단 권한 확보

산업단지 입주업체의 내진실태 조사 등 안전관리를 위해서는 입주업체가 내부적으로 관리하고 있는 기업정보가 요구되는 상황임에 따라, 「산업집적활성화 및 공장설립에 관한 법률」 상에 설계도면, 내진설계, 가용물질 기준 등 안전관리에 필요한 정보를 입주 시 산업단지공단에 제출하도록 의무화하는 규정을 신설하여 관련 정보를 한국산업단지공단 차원에서 관리하여야 한다. 이를 위해 한국산업단지공단에서 단계별로 수행해야 하는 방안는 다음과 같다.

Table 7. Implementation plan for tenant company information request authority

단계	구분	수행내용
1단계	내진설계 DB구축관련 협조사항 검토	개별법에 의한 안전점검을 실시하는 기관의 임무와 역할, 관리하고 있는 내진관련 정보 등 산단공 차원의 DB를 구축하기 위한 기관별 협조사항 검토
2단계	내진설계 자료요청에 대한 권한 확보	산업집적법 상에 입주업체의 안전관련 정보제출 의무화 조항을 신설하여 산단공이 입주업체 및 개별법 상 관리주체에게 정기적으로 내진관련 정보를 요청할 수 있는 권한 확보
3단계	입주업체 내진실태 DB구축 및 지원체계 구축	제도개선을 통해 입주업체의 내진실태 정보에 대한 DB를 구축하여 이를 활용한 지진재난 지원체계 구축

또한, 현재 산업단지공단은 입주업체들이 자발적으로 제출하는 위험물정보 등에 근거하여 안전지도 업무를 수행하고 있으나, 이는 화학물질관리법 등 개별법에서 안전관리기관에게 해당 정보의 제출 의무화하고 있는 것과는 다르게 입주업체의 동의 하에 진행되는 신고사항이다. 또한 한국환경공단, 한국가스안전공사, 한국전기안전공사 등에서 관리하고 있는 입주업체의 정보가 별도의 요청 없이는 한국산업단지공단에게 공개되지 않은 상황으로 실질적인 지도점검을 수행하기에 애로사항이 존재한다. 따라서 환경공단을 비롯한 산업단지 안전관리를 담당하는 6개 안전관리 기관이 전기, 유독물, 가스, 위험물, 산업안전 등에 관련된 안전정보를 공유할 수 있도록 하고 필요시 이를 지자체 및 다른 유관기관에게 공개할 수 있도록 하는 조항을 신설하여 산업단지 내 사고발생률을 낮추고 사고발생 시 대응방안을 모색할 필요가 있다.

내진성능평가 및 관련제도 보완

현행 「재난 및 안전관리기본법」에서 국가산업단지의 재난관리책임기관은 산업단지공단으로 지정되어 있고, 지진·화산재해대책법 상 재난관리책임기관은 내진설계기준 설정 및 내진성능평가 및 보강 대책을 마련하게 되어있다. 그러나, 안전관리와 관련하여 법적인 강제력이 없으며, 관련 법규인 「산업집적활성화 및 공장설립에 관한 법률」은 안전지도에 대한 권한만 부여하고 있다. 산업단지 내 시설물은 화학물질 및 위험물질을 다루고 있어 지진이 발생할 경우 인근지역에 대규모 피해가 발생될 것으로 예상되는 중요 시설임에 따라, 시설물 안전관리에 강제력을 갖춘 법령인 「건축법」, 「시설물의 안전 및 유지관

리에 관한 특별법」 개정을 통해 현재 공공시설물만을 대상으로 진행하고 있는 내진성능평가 및 보강에 대한 의무화 규정을 산업단지 내 중요시설물에 적용하는 등 내진 관련 규제를 강화할 필요가 있다. 이를 위해 일정 규모 이상의 공장(위험물 관리 공장 등)이 신축 후 일정기간이 지났을 경우 내진성능평가를 받도록 의무화 하고, 평가결과를 DB로 구축하여 관리주체인 한국산업단지공단에서 관리하도록 하여야 하며, 평가결과 내진성능 기준을 충족하지 못한 경우 일정기간 내에 내진보강공사를 시행하도록 규정함에 따라 해당 기간내 내진보강이 안될 경우 업무정지 및 출입통제 등 규제 강화가 필요하다.

다만, 소규모 입주업체의 경우 내진성능평가 비용을 충당하기 어려우므로, 일정규모 이상 입주업체의 경우에 한하여 자체적으로 내진성능평가 비용을 충당토록 하여 입주업체의 경제적 부담을 완화시킬 필요가 있다. 대형공장 및 대규모 시설물(3000㎡~5000㎡)의 경우 입주업체에서 내진성능평가를 의무적으로 수행하고, 중·소규모 시설물(1000㎡~3000㎡)의 경우 지자체 및 시설관리공단에서 내진성능평가를 의무적으로 수행할 수 있는 규정이 필요하다. 노후도가 높은 시설물(30년 이상)의 경우 입주업체에 내진관리 의무를 부과하여 내진성능평가를 실시하도록 의무화하는 등 향후 추가적인 검토를 통하여 내진보강의 시급성과 자체적인 내진성능평가 비용을 충당할 수 있는 입주업체의 범위를 고려하여 자체적인 내진관리 의무를 부과하는 범위를 지정할 필요가 있다.

입주업체 내진보강 지원대책 마련

소규모 입주업체의 경우 내진보강을 실시할 여건이 되지 않기 때문에 자발적인 실시를 기대하기 어려우나, 이를 방치할 경우 산업단지 차원의 대규모 복합재난으로 확산될 가능성이 존재하기 때문에 산업단지 차원의 관리가 요구된다. 「재난 및 안전관리기본법」 시행령 제74조에 따르면 재난관리기금의 용도는 재난 및 안전관리를 위한 공공분야 재난예방활동 등 공공분야에 해당하나, 그 밖에 용도의 경우 해당 지자체 조례로 정할 수 있다. 울산시 등 산업단지가 위치한 지자체에서는 2018년 재난관리기금의 일부를 내진보강사업에 투입하려 하고 있으나, 주요 집행계획을 살펴보면 도로시설물, 내진성능평가 및 내진보강공사 등 공공부문에 한정되어 있다.

2016년에 발의된 법안인 '교육시설 내진보강기금법안'에서는 교육시설 내진보강, 긴급보수 등에 필요한 재원을 안정적으로 확보하기 위한 방안으로 내진보강기금법안을 별도로 발의하였다. 산업단지 역시 이같은 측면에서 산업단지 내진보강 지원기금을 조성하여 산자부 및 해당 지역 지자체 재난관리기금을 통해 재원을 확보하고, 위원회 수립을 통해 산업통상자원부 장관이 관리·운용하는 방안을 고려할 필요가 있다. 이처럼 조성된 기금을 활용하여 산업단지 차원의 내진성능평가를 실시하고, 평가결과를 기준으로 지원대상을 선정하여 단기(1년 이내), 중기(3～5년 이내), 장기(5년 이상) 등 시급한 입주업체

Table 8. Mid & long term seismic reinforcement project support period for tenant companies

지원대상	단기		중기		장기	
	`23	`24	`25	`26	`27	`28
500개사						
2,500개사						
5,000개사						
8,600개사						

에 대해 우선적으로 내진보강사업을 지원할 필요가 있다.

영세한 민간 기업의 경우 내진보강의 필요성을 인식하고 있더라도, 수익성과 연계성이 미흡하기 때문에 입주업체 차원에서 자발적으로 실시할 수 있는 여력이 부족한 실정이다. 따라서 산업단지 차원에서 자금 지원이나 세제 혜택 등 강한 인센티브를 부여하여 내진보강 사업을 자발적으로 실시하도록 유도하는 제도 도입이 필요하다.

내진설계가 미적용된 공장 건축물은, 먼저 건축물 소유자가 자신의 건축물을 대상으로 내진보강의 필요 여부를 평가해야 하는데, 내진 성능 평가를 외부 전문가에게 의뢰시 소요비용이 상당하다. 일본에서는 기존 건축물 내진 성능 보강시 관련 대출 및 세제 혜택, 자금보조 등 다방면의 지원 제도를 구축하고 있으며, 중앙정부 및 지자체에서 내진 진단 비용의 60% 이상을 부담하고 있다. 또한, 내진보강의 활성화를 목적으로 건폐율 및 용적률에 관한 특례를 적용하였으며, 건축물 소유자가 내진성능이 확보되었다는 사실을 관할 지자체로부터 인정받은 경우 '내진성능 적합 인증 마크'를 해당 건축물에 표시할 수 있다.

Table 9. Seismic reinforcement support details for resident companies

구분		지원 내용
대상 건축물		내진 진단은 모든 건축물 / 내진 개수는 아래 대상 건축물 - 다중이용 건축물(판매시설, 호텔 등 숙박시설, 의료시설, 오피스 등 (3층&1,000㎡ 이상 등) - 긴급 수송 도로 주변 건축물, 피난소 등
지원 비율	내진성능평가	국가 1/3, 지방 1/3
	내진보강공사	국가 11.5%, 지방 11.5%(긴급 수송도로 주변 건축물 등 경우 국가 1/3, 지방 1/3)
지원 한도액 (국가+지자체)		보조 대상 단가(50,300엔/㎡)×면적×교부율 (개축, 제거 공사는 개수 공사 비용 상당액을 조성)

현재 국내에서도 행정안전부 및 지자체 차원에서 지진안전 시설물 인증제도를 실시하여 민간차원의 내진보강 활성화를 장려하고 있음에 따라 한국산업단지공단에서도 입주업체를 대상으로 내진보강 시 대출 및 세재 혜택 부여, 지자체와 연계한 용적률 및 건폐율 특례 등 다각적인 차원에서 인센티브를 부여하고, 지진에 안전한 시설임을 산업단지공단 차원에서 인증해 주는 인증제도를 실시하여 입주업체의 자발적인 내진보강을 활성화시킬 필요가 있다.

국가산업단지 내진보강을 위한 시스템 개발

산업단지 내 위험요소를 체계적으로 관리하고 이를 활용한 효율적인 위험관리를 위하여 한국산업단지공단 차원에서 관할 단지 내 입주업체를 대상으로 자체적인 DB구축 및 위험평가를 실시하여 지역위험도에 대한 정보를 관리하고 이를 지도로 시각화하여 평상시 관리 및 지진과 같은 재난상황 발생시 피해 예상지역 산출 등을 위한 자료로 활용할 필요가 있다. 이러한 지진위험지도는 단순히 시각적인 모니터링의 한계를 넘어 GIS 및 3D 프린팅을 통해 지속적인 현행화와 피해 예상지역의 위험수준을 즉각적으로 나타내고, 재난발생시 알람기능 및 지능적으로 현황에 대한 정보를 제공하여 즉각적인 대응이 가능할 수 있게 구현할 필요가 있다.

또한, 내진보강의 실시하기 위해서는 해당 건물을 대상으로 내진성능평가를 실시하여 구조 특성 및 내진 성능을 확인할 필요가 있으나, 영세한 입주업체에서는 이에 대한 비용이 부담되어 실시를 꺼리고 있는 실정으로, 안전하다는 결과를 받았을 경우 비용만 지출하는 것이 아닌지에 대한 우려를 가지고 있다. 현재 서울시에서는 건축물 내진성능 자가점검 시스템을 개발하여 서울시에 위치한 주택 등 주거 건축물에 한하여 주민들이 자체적으로 간단한 체크리스트 확인 등을 통해 해당 건축물의

내진성능을 확인할 수 있도록 하고 있다. 비록 비전문가가 입력하여 입력정보의 수준이 비정확하고, 제대로 된 내진성능평가가 아닌 간소화한 평가기법으로 인해 판별되는 내진성능의 신뢰도는 저조하지만, 거주자에게 위험성을 인지시켜 전문적인 내진성능평가를 받도록 유도하는 역할로 한정하여 활용이 가능하다.

따라서 한국산업단지공단 차원에서 산업단지 내 공장건축물에 대한 내진성능 자가점검 시스템을 개발하여 영세한 산업단지 입주업체들이 이를 활용한 자체 점검을 실시할 수 있도록 하여 관리 건축물에 대한 내진성능평가의 필요성을 인지시키고, 내진보강 공사를 유도할 필요가 있다. 또한, 자가점검시스템 목적에 맞게 입주기업체가 내진성능에 대한 위험성을 인지할 수 있도록 내진성능 기준과 시기에 따라 내진성능평가와 보강 시점을 자동적으로 표출할 필요가 있다.

입주업체 내진보강을 위한 교육·홍보 역량 강화

현재 산업단지 내 입주업체를 대상으로 하는 안전교육의 경우 소방서, 안전보건공단 등 안전전문기관에서 주도적으로 실시하고 있으며 한국산업단지공단은 이를 지원하는 역할을 수행하고 있으나, 향후 산업단지 재난관리책임기관으로서 총괄적인 역할 수행을 위해서는 연간 교육 및 홍보에 대한 한국산업단지공단 차원의 종합계획 수립이 필요하다.

이러한 교육 및 홍보 종합계획은 기존의 안전관리에 관한 일반적인 교육의 한계를 넘어 국가산업단지공단의 지진재난 대비를 위해 내진성능평가 및 내진보강 방법, 내진설계 및 보강의 중요성, 지진으로 인한 붕괴사고 사례 등의 전문적인 교육과정이 포함되어야 한다.

추가적으로, 노후산업단지의 입주기업을 대상으로 해당 사업장 및 공장시설물의 노후화로 인한 지진재난 붕괴위험을 인지하고 내진보강 및 안전관리 역량을 강화할 수 있는 교육이 필요하다. 기술적인 노후 시설물의 내진성능보강뿐 아니라 사업장 임직원의 안전의식 제고가 재난피해 최소화의 중요한 역할 중 하나이다.

지진재난 및 내진설계(보강)를 포함한 연간 교육·홍보 종합계획은 한국산업단지공단이 총괄적으로 관리하여 해당분야 안전전문기관의 훈련, 교육, 안전점검 등 정보를 공유 및 전파하여 입주업체에서 적극적으로 참여하고 활용할 수 있도록 지원하여야 한다.

결 론

국가산업단지의 지진재난 안전관리 및 내진보강을 위해 기존에 국가산업단지를 대상으로 안전관리 및 내진설계에 관련된 선행연구를 검토하였다. 그 결과, 아직까지 1개의 샘플형 국가산업단지 대상이 아닌 전국단위 국가산업단지를 대상으로 입주기업의 내진성능 보강을 위한 대책을 마련한 연구는 진행되지 않았음을 확인하였다. 따라서 본 연구는 국가산업단지의 안전관리를 위한 내진보강대책 수립을 목적으로 2단계의 조사분석을 실시하였다. 1)국가산업단지 현재 여건 현황과 재난관리 책임기관인 산업단지공단의 지진분야 점검 및 안전관리 현황을 조사분석하여 관련 제도 및 관리 역량에 관한 문제점을 제시하였다. 2)28개 국가산업단지를 대상으로 입주기업 건축물관리대장 및 시설물관리대장 기반 실태조사를 실시하여 유형 및 구조, 규모, 노후화에 따른 내진설계 유무와 내진율을 분석하였다. 이에 따라 각각의 국가산업단지별 내진보강이 필요한 시설물 유형의 우선순위를 도출하였으며, 분석된 데이터를 기반으로 문제점을 제시하였다. 상기와 같은 방법에 따라 도출된 결과를 정리하여 국가산업단지 지진 대비 내진보강대책을 다음과 같이 제시한다.

첫째, 산업단지공단 및 관할 지자체의 권한 확보 방안을 제시한다. 산업단지공단이 국가산업단지의 재난관리책임기관임

에도 불구하고 지도점검에 대한 법적 강제가 부재함에 따라 안전점검과 후속조치 확인 등을 위한 산업단지공단의 입주업체 출입권한을 제도적으로 확보해야 한다.(「산업집적활성화 및 공장설립에 관한 법률」 시행령 제58조 산업단지의 안전관리 등 개정) 또한, 입주기업이 자발적으로 제출하는 위험물 정보를 기반으로 개별법에 따라 담당기관이 지도점검을 수행하고 있지만, 재난발생시 재난대응의 권한이 해당 지자체에게 있음에 따라 전기, 유독물, 가스, 위험물 등 안전관련 정보의 공유와 공개 가능 권한을 확보해야 한다.

둘째, 산업단지공단의 내진성능평가 의무 및 내진등급 위험시설 처리에 관한 권한 제도화 방안을 제시한다. 지진·화산재해대책법 상 재난관리책임기관은 내진설계기준 설정 및 내진성능평가 및 보강 대책을 마련하게 되어있다. 그러나, 산업단지공단은 안전관리에 관련하여, 법적인 강제력이 없으며, 관련 법규인 「산업집적활성화 및 공장설립에 관한 법률」은 안전지도에 대한 권한만 부여됨에 따라 내진성능에 관련된 규제가 어려운 실정이다. 이를 위해, 건축법 및 시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법을 개정하여 공공시설물만 해당하는 대상범위를 산업단지내 중요시설로 확대해야 한다.

셋째, 소규모 및 영세 입주업체가 내진성능평가 및 보강을 할 수 있는 경제적 지원제도 방안을 제시한다. 소규모 영세 입주기업이 내진보강을 수행할 수 없는 환경에서 강제적인 규제 강화만을 도모할 것이 아니라, 자발적으로 수행할 수 있도록 지원기금을 조성할 필요가 있다, 또한, 내진보강이 필요한 입주기업이 자발적으로 수행할 경우 산업단지 차원에서 자금지원 및 세제 혜택 등 강한 인센티브를 부여하여 소규모 산업단지 내진보강 활성화를 도모해야 한다. 추가적으로, 내진성능 확인 및 내진성능평가 유도를 위한 시스템 개발을 제시한다. 입주기업이 자체적인 내진성능 점검을 통해 내진성능평가 또는 내진보강의 필요성을 인지하고 자발적인 수행을 유도하기 위함이다,

넷째, 입주업체 및 산업단지공단 지진대비 내진보강 역량강화를 위한 교육·훈련·홍보의 종합계획 수립·시행을 제시한다. 현재 입주기업에 대한 안전관리 교육은 관할 소방서와 안전보건공단 등에서 주도적으로 실시함에 따라 내진설계 및 보강, 지진재난 등의 분야에 대한 교육내용은 전무하다. 또한, 산업단지공단의 경우 재난관리책임기관이 법적으로 이행해야되는 교육만을 수료하고 있으며, 해당 교육에 관리기관으로서 보유해야 할 내진성능평가 및 내진보강에 관한 내용은 미비한 실정이다. 이에 산업단지공단이 주도하는 입주기업 대상 교육·훈련·홍보 종합계획을 수립하고 지진재난 대비 내진성능평가 및 내진보강방법, 내진설계 및 보강의 중요성, 지진으로 인한 붕괴사고 사례 등 전문적인 교육과정을 포함시켜야 한다.

본 연구에서 제시한 4가지 내진보강대책은 국가산업단지 입주기업의 내진성능 향상 도모와 향후 정부 차원의 정책수립에 참고자료 활용이 가능하다. 다만, 본 연구는 한국산업단지공단에서 관리하고 있는 전체 국가산업단지 중 28개 산업단지에 한정하여 문헌조사 위주(건축물관리대장 및 시설물관리대장 등)의 내진설계 실태조사를 수행하였다. 이에 따라, 실제 내진성능평가를 통한 성능발휘 여부의 일치관계를 확인하는데 한계가 있다. 또한, 해당 국가산업단지 입주기업의 설계도서 의무보관기간이 10년으로 되어 있어, 2011년 이전의 입주기업 중 자료가 상실된 경우도 발생하였다. 따라서 건축물에 대한 내진성능 평가 및 현장조사 결과를 반영한 내진설계 적용실태 데이터베이스구축 및 전국산업단지로 범위를 확장하는 연구가 필요하다. 단, 해당 연구수행에 요구되는 비용 및 시간, 노력이 상당히 필요함 따라 산업단지공단 차원의 전수조사가 이루어져야 한다.

Acknowledgement

이 연구는 2023년도 광주대학교 대학 연구비의 지원을 받아 수행되었음 .

References

[1] Koo, J.Y. (2017). Quantitative Risk Assessment for LNG Tank Farm with Seismic Events & Domino Effect. Master Thesis, Ajou University.

[2] Korea Industrial Complex Corporation (2017). Seismic Management Manual for Factory Facilities in National Industrial Complexes. Daegu

[3] Korea Institute of Disaster & Safety (2016). Industrial Complex Safety Guidance Inspection Improvement Plan, Ansan.

[4] Korea Institute of Public Administration (2015). National Industrial Complex Safety Management Plan Research, Seoul.

[5] Korea Institute of Public Administration. (2015). Preparing Industrial Complex Safety Inspection Efficiency Measures, Seoul.

[6] Lim, Y.S. (2019). "Chemical Accident Disaster Evacuation Facilities and Response Manual Improvement Plan. Ph.D. Dissertation, Chungnam National University.

[7] Seo, M.J. (2022). A Study on the Regeneration Direction of Old Industrial Complexes: Focusing on Gumi 1 National Industrial Complex. Master Thesis, Kumoh National Institute of Technology.

[8] Tokyo Metropolitan Government (2015). Disaster Preparedness Tokyo. Tokyo, pp. 278-279.

[9] Yang, G.J. (2015). A Plan of Structural Advancement of Gumi National Industrial Complex. Master Thesis, Yeungnam University.