

日本学術会議公開シンポジウム 2019年1月15日

免震・制振の信頼回復への一つの提案(仮案)

第三者検査機関の必要性

—免震・制振の信頼回復のために—

日本学術会議 土木工学・建築学委員会

一つの提案執筆者

米田雅子 委員長、慶應義塾大学

高橋良和 京都大学

竹内 徹 東京工業大学

田村和夫 千葉工業大学

永野正行 東京理科大学

依田照彦 早稲田大学

和田 章 東京工業大学

1 はじめに

2 免震・制振構造の現状と課題

- (1)耐震構造の取り組み
- (2)建築構造の耐震基準の考え方
- (3)建築の免震・制振技術の進展と普及
- (4)橋梁と免震・制振技術
- (5)実物を用いた試験の重要性

3 提言

- (1)第三者による抜き取り検査の実現
- (2)大型製品の実大試験施設の導入
- (3)共用の大型試験設備を持つ検査機関の設置

1 はじめに (1/3)

- オイルダンパー、高減衰積層ゴム免震支承のデータ改ざん。
- 免震構造と制振構造の信頼性が大きく揺らいでいる。
- 建物に組み込まれているため、再検査や取り替えは容易でない。
- 建物の居住者・使用者を不安に陥れ、建設業界・設計業界、不動産業界に混乱を招いている。

1 はじめに (2/3)

- 地震に負けない免震構造・制振構造のため、免震や制振の製品の性能を担保することが重要である。
- 確実な試験による性能検査が必要である。
- 技術者を性善説にもとづき暗黙に信頼し、重要な製品の性能確認を製造会社の自社出荷検査に任せてきたことに、この問題の発生の大きな要因がある。

1 はじめに (3/3)

- これらの製品の取り替え工事は、多大な労力と巨額の費用がかかる。
- メーカーがこの全額を負担するとしても、この仕事は、所有者、居住者、設計・施工の関係者だけでなく日本にとっての大きな無駄である。
- 二度と同じことが起きないための方策が必要である。

2 免震・制振構造の現状と課題

(1)耐震構造の取り組み(1/3)

- 地震国において、明治以降、安全な社会、安心して暮らせる社会の構築に努力してきた。
- ある地域に大地震が発生するのは人の寿命を超える長い年月に一度である。
- 構造物の耐震性能が要求通りであるかどうかを、大地震が起こる前に確認することは簡単ではない。
- 工業製品(電気製品・自動車など)は、製品が利用者に渡ったときに要求した性能が発揮されなければならないが、耐震構造は異なる。

(1)耐震構造の取り組み(2/3)

- 大震災を軽減するために、建築・土木構造物が壊れないことが第一に必要である。
- 大地震に備えて、多くの関係者が地震に耐えうる構造物の構築に努力を続けている。
- 各種の製品、構造部材、構造物全体を要求通りに製造し施工することが最も重要であり、大前提である。

(1)耐震構造の取り組み(3/3)

- 大地震は極めてまれにしか起こらないから、要求通りの性能を有しない製品や部材を出荷し施工しても、簡単には顕在化しないと考える技術者がいる。
- これは倫理上大きな問題であるが、このようなリスクに対しても、我々の社会は十分に配慮する必要がある。

(2)建築構造の耐震基準の考え方

- 建築基準法は最低基準である。
- 数10年に2、3度起こる中小地震に、建物に小さなひびは起こるかもしれないが、建物は続けて使えることを目指す。
- 数100年に1度起こる大地震のとき、建物に多くのひび割れが入り、傾くことがあっても、人命を守るため、倒壊は防ぐ。
- このように、基準通りの建物は、大地震後に使えなくなり、取り壊しになる可能性が高い。
- 大地震後の生活、企業や社会の継続性は確保できない。

(3) 建築の免震・制振技術の進展と普及(1/4)

- 大地震後にも続けて使える、免震構造と制振構造建物の研究と技術が進み普及してきた。
- 免震構造は、建物基部に建物の重量を支えつつ自由に動く免震支承と、各種のダンパーを組み合わせ設置し、地震時の揺れを制御する構造である。
- 免震装置の上の建物の揺れはゆっくりであり、過大な地震水平力が作用しないため、建物は損傷しにくく、内部の人々、コンピュータ、高度な医療機器、美術品などの安全も守られる。

(3) 建築の免震・制振技術の進展と普及(2/4)

- 免震建物は地震後に機能を維持し、続けて使うことができる大きな利点がある。
- 免震構造は、行政施設、病院、学校、事務所、計算センター、高層住宅、美術館、大型倉庫など、4300棟以上の建物に使われている。
- 阪神淡路大震災、東日本大震災、熊本地震などで、設計通りの優れた性能を次々に発揮している。

(3) 建築の免震・制振技術の進展と普及 (3/4)

- 制振構造は、建物各階に各種のダンパーを分散して組み込み、地震時の揺れを抑え、柱や梁にひび割れなどの損傷が生じにくい構造。
- 地震後の建物の継続使用にも効果を発揮し、超高層事務所ビル、高層住宅、行政施設、学校などに多用され、全国で1400棟を超えている。
- 東日本大震災でも、ダンパーを備えたある建物の揺れ幅は周辺建物の約半分であり、周辺の建物にも各種のダンパーが次々に設置されたことから、制振構造への期待が高いことがわかる。

(3) 建築の免震・制振技術の進展と普及 (4/4)

- 大地震を受けた免震構造・制振構造の性能は、免震支承やダンパーの特性により左右される。
- 専門家から一般の方々に、これら構造物の大地震時の性能を分かりやすく伝えることは難しい。
- 免震支承やダンパーの確かな試験結果を基にして耐震設計を行うことで、信頼の回復を図る必要がある。

(4) 橋梁と免震・制振技術(1/3)

- 橋梁の荷重を確実に支持し、上部構造の水平移動、回転変位に対して円滑に追従するため、上部構造と下部構造の接続部に支承が設置される。
- 1995年阪神・淡路大震災以降、免震支承を含むゴム支承が採用されてきた。
- 2011年の東日本大震災、2016年の熊本地震などで、支点部分に用いられていたゴム支承に多くの損傷が起きた。
- オイルダンパーを用いた橋梁の制振装置の部分にも被害が生じた。

(4) 橋梁と免震・制振技術(2/3)

- 支承部の損傷は、被災地の復旧・復興に大きな影響を与えるため極力減じなければならない。
- 免震・制振装置は屋外に設置されるため、環境作用による劣化を免れない。
- 免震・非免震接続部の車両走行性の観点から、大きな相対変形を許容していない。
- 建物の設計思想と施工の進め方とは同一ではなく、製品の性能試験の方法や体制も異なる。

(4) 橋梁と免震・制振技術(3/3)

- 橋梁の大型化にともない免震支承は大型化し、特に橋軸方向に対しては大容量のダンパーを使わざるを得ない。
- 少数の大型装置による性能改善策は冗長性が少ないため、装置が確実に性能を発揮しなければならない。
- 常時の使用、地震時において免震支承の損傷が実際に発生している。
- 土木分野においても、実物大の製品に実際の地震時を想定した力と変形を与える試験の必要性は建築の場合以上であるといえる。

(5) 実物を用いた試験の重要性

- 免震ゴム支承は鋼材とゴムを積層接着して製作するが、不良品ができることもある。
- 力学的性能は鋼材とゴムそれぞれの力学的性質と計算だけで求めることはできず、性能は、実物の積層ゴムを試験しなければわからない。
- オイルダンパーは精巧な機械であり、シリンダーやピストン、バルブの設計形状とオイルの性質から自動的にダンパー全体の正確な性能が求まるわけではない。
- オイルダンパーの性能も、実物を試験しなければわからない。

3 提言

(1) 第三者による抜き取り検査の実現(1/4)

- 製造会社所有の試験機を用いた自社検査が長年にわたり行われている。
- しかも実大の製品を地震時の実際の状況に近い形で試験する装置がない。
- 非常に低速度の試験や小型の試験体の試験結果をもとに種々の計算式を用いて外挿し、実大製品の地震時の性能を推測している。
- このような方法は、データ改ざんが行われる温床になりやすく、外部の技術者は改ざんに気付くことができず、発覚を逃れてきた。

(1) 第三者による抜き取り検査の実現(2/4)

- 免震支承やダンパーについても、製造会社による自社検査だけでなく、第三者による試験実施により、製品の性能担保を可能にすることが是非とも必要である。
- 製品を海外メーカーから輸入する場合、国内の第三者による試験実施は、製品の性能を確実に検査することができ非常に有効である。

(1) 第三者による抜き取り検査の実現(3/4)

- 海外では国内外の他者に対して暗黙の信頼をおく習慣はなく、免震支承やダンパーについて、製造会社の自社試験だけを信頼する方法は用いられていない。
- 米国、中国、台湾、イタリアには第三者検査機関があり、実際の建設に用いる免震支承やダンパーの製品を任意に抜き取り、厳しい検査を行っている。
- 日本でも同じことができれば、データ改ざんの再発を防ぎ、免震構造・制振構造の信頼性の回復につながるはずである。

(1) 第三者による抜き取り検査の実現(4/4)

- 第三者検査機関が設置されれば、装置製造会社から納品される免震支承やダンパーの性能や特性に関わる大量のデータを蓄積することができる。
- 免震構造や制振構造に関わる構造設計者、施工会社の技術者は、これらの全貌を把握しつつ、個々の製品の仕組、性能、特性などを理解し、確認することが肝要である。

(2)大型製品の実大試験施設の導入(1/3)

- 免震支承やダンパーがますます大型化し、要求性能も高度化している。
- 大地震時を想定した実物大の動的試験により実性能を把握することが極めて重要である。
- 低速度、縮小モデル、単純な加力法の試験が行われ、設計に用いる性能を推測して求めている。
- 米国、中国、台湾、イタリアには本格的な実験・試験装置があり、実物大の製品について動的実験・試験が可能である。

(2)大型製品の実大試験施設の導入(2/3)

- 国内外とも、発注者や設計者は製造会社に実物大の試験を求める傾向がある。
- 大学や公的機関が共同利用を前提とした大型試験設備を所有しており、有料で実験・試験を行っている。
- 同種の試験設備は日本にはない。
- 本格的な試験設備の建設費用が高額であるため、1社では作れず、競合する企業と共同して作る動きもなかった。

(2) 大型製品の実大試験施設の導入(3/3)

- 日本の製造会社が製品を輸出する際には、海外の試験設備を借りて試験せざるをえない。
- サンディエゴ校の大型試験機は、1年先まで予約が詰まっていて、この試験機の利用者の1/3は日本企業である。
- 日本に基本的な実験・試験設備がないため、研究や技術開発における国際競争力の低下も懸念される。
- 免震構造や制振構造の安全確保にとって重要な、免震支承やダンパーの実大試験を行える試験装置を整備することが、強く望まれる。

(3) 共用の大型試験設備を持つ検査機関の設置(1/3)

- 共同利用を前提とした大型試験施設を保有する第三者検査機関の設置を提案する。
- 官民連携で、国の支援に加えて、民間から広く出資を募ることを考えたい。
- 免震構造と制振構造の製造会社、設計事務所、建設会社、不動産業等にとって、免震・制振の信頼回復は喫緊の重大課題である。
- 製品検査のデータ改ざんによる多大な負の仕事を二度と起こさないため、ぜひとも出資への協力をお願いしたい。

(3) 共用の大型試験設備を持つ検査機関の設置(2/3)

- 地震国の国民の生命や財産の保護、多くの事業の継続性を高めることは、国の安全・安心の重要問題であり、国からの支援も得て早急に設立したい。
- 製造メーカーと独立に、免震支承やダンパーの本格的な試験を行うことができる。
- 実際の建物の工事に際して、オーナー、設計事務所、建設会社からの要望により、実際に設置される免震装置やダンパーそのものを抜き取りで持ち込み、試験を行うことができる。

(3) 共用の大型試験設備を持つ検査機関の設置(3/3)

- 製品の破壊までの試験検証も可能である。
- 研究開発、技術開発、自社製品検査などの実大試験にも、広く利用される。このように需要は大きく、運転費用はそれほど大きくないため、検査機関は検査料と設備使用料を収入源として自立的に運用できると考える。
- 本分野に携わるものとして真摯に反省し、これを機に、積年の課題を乗り越えるとともに将来の日本の免震技術・制振技術の発展の礎となるこの提案の実現に向けて全力を尽くしたい。

なお、本提案は、

- 免震・制振データ改ざんの被害者・関係者にとって抜本的な対策が喫緊の課題であるため、短期的な対策に焦点を当てて論じてきた。
- その一方で、品質に関するデータ不正は、免震・制振だけでなく、自動車、鉄鋼、化学などの製造業でも発覚している。
- ここには、企業倫理や技術者倫理の問題、製品のコスト削減や納期短縮への過大な要求、製品に設定された高めの安全率への過信、製品の品質表示の形骸化と検査体制の不備、製造現場の人手不足と人材育成の問題、経営と製造の分離、品質よりも利益を優先する風潮などの問題がある。
- 日本が強みとしてきたものづくりの再生は、中長期の視点で、産業界、学术界全体で取り組むべき課題である。