

事例に見る耐震改修

－ 日建連耐震改修事例集 －

(一社)日本建設業連合会 建築本部 耐震専門部会 主査 谷垣 正治

1 背景

2011年3月11日に東北地方太平洋沖地震が発生し、耐震に対する社会の関心が高まる中、同年4月に日本建設業連合会（以下、「日建連」と呼ぶ。）が、日本建設業団体連合会・日本土木工業協会・建築業協会の三団体が合併して発足した。日建連建築本部では日建連建築宣言として「低炭素循環型社会の構築」「安全・安心の建築・街づくり」「世界に誇れる未来の建築文化の創造」を掲げ、広く社会に貢献することを目標に活動を展開してきた。ここで紹介する耐震改修事例集（以下、「日建連耐震改修事例集」と呼ぶ。）は、日建連建築宣言にある「安全・安心の建築・街づくり」の一環として、広く社会一般に耐震改修を奨めることを目的として公開されたものである。

2 日建連耐震改修事例集

旧建築業協会（BCS）においても2006年より耐震改修事例集をホームページ上で公開していたが、そこでの事例は耐震改修工法など技術面に重点をおいた内容であった。今回の日建連耐震改修事例集では、建築技術者だけでなく建物オーナー等を主な対象者として、耐震改修に対するインセンティブを高めることを念頭において事例内容を構成したことが特徴である。

日建連耐震改修事例集にあたって、日建連建築

本部加盟56社に対して事例募集を行ったところ2013年1月時点で21社より回答があった。2012年度の第一回の募集では41事例、2013年度は15事例の提供があり、現在計56事例が公開されているが、今後も毎年度募集を継続していく予定である。各事例はA3判1ページに1事例1シートという形でまとめられており（図1参照）、日建連ホームページの建築分野で閲覧できる他、事例シートをPDF形式でダウンロードすることもできる。事例集のトップページは検索形式になっており建物用途や改修方法などのキーワードをチェックすることにより該当する事例シートを表示する。日建連耐震改修事例集：http://www.nikkenren.com/kenchiku/taishin_search.html

2.1 事例シートの内容

事例シートに記載する項目は、「耐震改修の概要」「耐震診断結果」「耐震改修設計・施工」「耐震改修工法」「耐震改修の効果」など一般的な事項に加えて、建物オーナーなど技術者でない方に対しても理解し易い内容をという観点から、以下のような項目についても記載してもらうこととした。ただし、*印の項目については、可能であれば記載するということで応募者の判断に任されている。

- ・耐震改修の特徴を一言で表せるようなキャッチフレーズ
- ・耐震改修の経緯
 - *耐震改修コストに関するコメント
 - *設計者・施工者・発注者のコメント



図1 日建連耐震改修事例集 事例シートのイメージ

3 事例分析

全56事例のうち、ほとんどすべてが旧耐震（1981年以前の竣工）の建築物であるが、新耐震以後のものでも建物資産価値の向上や事業継続性の向上を目的として耐震改修した事例が2件ある。耐震改修工事の竣工年別にみると、2008年以前の竣工が15件、2009年以降が41件であり、全体の73%は最近5年以内に耐震改修工事が竣工した物件である。また、建物名称は略称等で伏せることを可として募集したが、応募56件中54件で建物の実名称が記されている。

3.1 用途別分析

全56事例を用途別に分類したものを図2に示す。複数の用途を持つ建築物では、それぞれの用途について件数としてカウントしているため、総数は60件となっている。事務所・庁舎22例、学校17例、集合住宅10例が主な用途であるが、商業施設なども5例ある。その他には、病院1例・美術館1例・寺社建築3例などが含まれている。「事

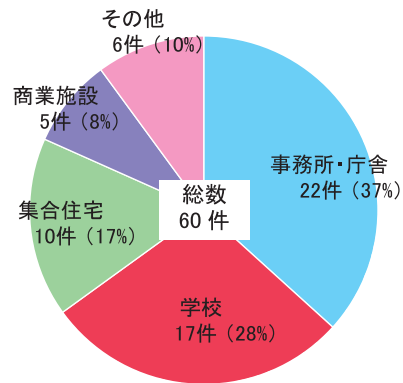


図2 事例の用途別内訳

務所・庁舎」「学校」「集合住宅」「商業施設」の順に件数が多く、かつ、これら4用途ではほとんどの件数を占めている点は、日本建築防災協会が発表している耐震マーク表示制度のプレート発行件数と類似した傾向である。

3.2 工法別分析

耐震改修工法には、大別して強度向上や靱性向上と言った在来型の耐震改修（ここでは、「在来型耐震改修」と呼ぶ。）と制震改修及び免震改修の3種類がある。それらの一般的な特徴を比較して図3に示す。例えば、改修コストについて見る

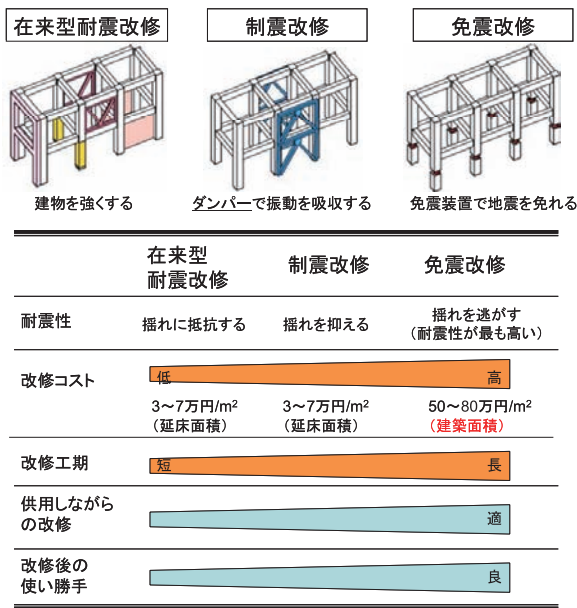


図3 在来型耐震改修・制震改修・免震改修の比較

と、在来型耐震改修が最も低く制震改修・免震改修の順に高くなる。また、耐震性能について見ると、免震改修が最も高く、制震改修・在来型耐震改修の順に低くなる。

図4に日建連耐震改修事例集の各事例の耐震改修工法別の件数分類を示す。免震改修と在来型耐震改修が併用されている場合は免震改修に、制震改修と在来型耐震改修が併用されている場合は制震改修に分類した。在来型耐震改修には、「強度向上のみ」及び「強度向上と靱性向上の併用」の2種類があるが、「靱性向上のみ」の事例はない。全56件のうち、在来型耐震改修は29件52%、制震改修は17件30%、免震改修は10件18%である。免震改修のうち、在来型耐震改修を併用している事例は4件、制震改修のうち、在来型耐震改修を併

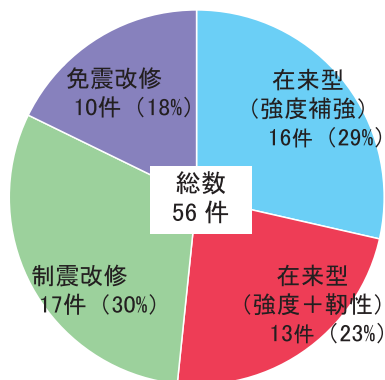


図4 事例の工法別内訳

用しているものは9件である。在来型耐震改修と免震・制震改修がほぼ半数ずつとなっているが、公表するに相応しい事例という趣旨で募集した関係で、免震・制震など特徴ある工法が比較的多く集まったものと考えられる。

3.3 躯体・仕上げ・設備の同時改修

耐震改修と同時に内外装などの仕上げ改修や設備改修も行われることが多く、全56件中27件、約半数の事例で報告されている。このような同時施工は工事の作業性向上やコスト低減の観点からも合理的である。また、仕上げや設備の更新は美観の向上やランニングコストの低減だけに止まらない。仕上げ・設備等の非構造部材の耐震基準も時代とともに高まっているため、これらの更新は躯体以外の耐震性も高めることになり、安全性だけでなく修復性や使用性あるいは事業継続性に大きく関わる。

3.4 事務所・庁舎

事務所・庁舎は合計で22事例あり、事例全体の37%を占める。その内訳は庁舎以外の事務所すなわち民間企業の事務所が14事例、庁舎8事例である。民間企業の事務所では在来型耐震改修と免震・制震改修が同数、庁舎においては在来型耐震改修より免震・制震改修の方が事例数が多い傾向にある。事務所・庁舎では供用しながらの改修が要求されるが、庁舎ではその重要度から比較的耐震性の高い免震改修や制震改修が選択されるのに対し、民間企業のビル、特に中小のテナントビル等においては外付けフレーム工法のようにより低コストの在来型耐震改修が選択される傾向にあるとみられる。

庁舎における免震改修の事例は3件あり、図5はそのうちのひとつで「庁舎を継続使用しながら免震化し、災害時の防災拠点となる耐震性を付与」するために基礎免震改修工法を採用した例である。防災拠点としての事業継続性も耐震改修の

特徴として挙げられている。発注者からは、耐震化の緊急課題に対して免震改修工法を選択したことを満足しているとのコメントが寄せられている。また、歴史的建築物である庁舎の免震改修の事例（図6）もある。文化財保護の観点から上部構造に手を加えない免震改修工法が適している。

中小オフィスビルについては7事例掲載されているが、そのうち、外付けによる改修が6件、免震改修が1件である。前者の例として外付け改修を図7、8に示す。両事例ともに道路側のフレームの耐力・剛性不足を鉄骨フレームまたは鉄骨ブレース付きフレームで補うもので、補強フレームが道路側に面するためファサードへの配慮も重要となる。また、外付けではないが、図9はSRC造オフィスビルの道路側のフレーム内にダンパーを設置した制震改修の事例である。本事例は延床面積2850㎡であるが、リニューアルと耐震改修併せて1.9億円の工事費であったと報告されている。テナントビル等では事業採算性の観点から初期コストの低い改修工法が選択されがちであるが、地震リスクの軽減や資産価値の向上など長期的観点



図5 庁舎の免震改修事例



図6 文化財庁舎の免震改修事例



図7 中小オフィスビルの外付けフレーム改修



図8 中小オフィスビルの外付けブレース改修



図9 中小オフィスビルの制震改修



図10 超高層ビルの制震改修による長周期地震動対策

から免震改修等の高耐震工法が選択されることもある。

図10は、「世界初となる既存超高層建築物の長周期地震動対策」の事例である。地上54階建ての超高層オフィスビルをオイルダンパーで制震改修し、巨大地震時に発生する長周期地震動に対しても層間変形角が1/100以下となる改修設計を行っている。2011年東北地方太平洋沖地震の際も制震効果が観測によって明らかにされ、修復性や事業継続性が向上したことが報告されている。

3.5 学校

学校の耐震改修は17事例あり、全体の28%を占める。改修工法別に見ると、在来型耐震改修が12件、免震改修2件、制震改修3件と在来型耐震改修が明らかに多い。学校の場合、桁行き方向の耐震性改善が課題となることが多く、外観保存に対する要求度合いが低いこと並びに休み中など短工期の施工が要求されることから外付けブレースや外付けフレームによる在来型耐震改修工法が選択される傾向にあるためと考えられる。ただし、学校



図11 校舎の外付けラーメンフレームによる改修

の事例の中に、昭和初期以前に建てられた歴史的建築物の耐震改修が2事例含まれており、この場合には外観保存の要求から建物内部での補強が中心となっている。

外付けによる在来型耐震改修の事例を図11、12に示す。図11はラーメンフレームによる窓を塞がない外付け制震改修であり、改修前後の外観はほとんど変わっていない。建物の使い勝手がほとんど変わらないことに対して、発注者から高い評価を受けている。また、図12も校舎の外付け補強であるが、ここではプレキャスト柱とPC鋼材による軽快な外観を有する工法を採用しており、解放的で明るい校舎の実現に対して発注者から感謝の言葉をいただいている。

校舎における特徴的な改修工法として、「五重塔の心柱構造を応用した新たなレトロフィット手法による耐震改修」の事例がある（図13）。心柱に相当する剛強なロッキング壁と既存建物を繋ぐことで、地震エネルギーを分散させ、特定階での



図12 校舎のプレキャスト柱とPC鋼材による改修

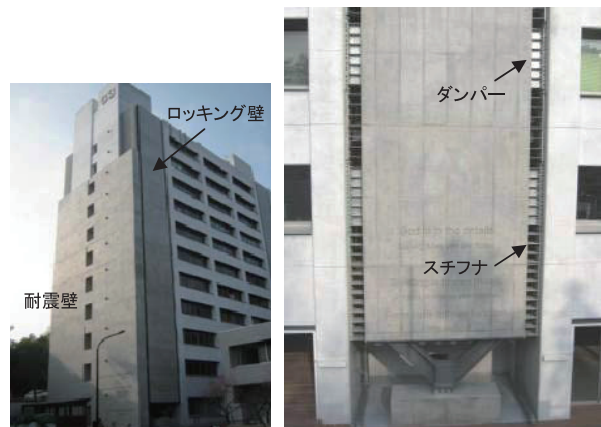


図13 校舎の心柱構造を利用した制震改修



図14 中間階免震による既存校舎屋上への増築改修

破壊を防ぐものである。また、校舎の免震改修事例としては、「中間階免震技術を用いた既存校舎屋上への増築改修」の事例がある（図14）。

3.6 集合住宅

集合住宅は10事例あり、全体の約17%を占める。工法別に見ると、在来型耐震改修が4件、制震改修が5件、免震改修が1件である。集合住宅においても、桁行方向の補強が主となる点及び外

付けによる改修が多い点は学校の場合と同様である。ただ、集合住宅の場合、住戸からの眺望を阻害することのないよう配慮する必要がある、このため外付け改修であってもよりブレースが軽快で設置場所数も低減される制震改修が選択される場合が多い。分譲住宅のように個人の所有物にあたる場合はローコストな改修が選択される傾向が強く、免震改修の事例は1件だけであった。

外付けの在来型耐震改修事例としては、図15に示すようにRC造フレームを外付けした例がある。分譲マンションであり管理組合での合意形成が重要であることが報告されている。本事例では、工事費は15%が仮設工事、60%が杭・躯体等の耐震改修工事、残り25%が設備移設を含めた仕上げ工事である。また、外付けの制震ブレースによる事例として、図16に示すように民間分譲マンションへの制震改修の事例がある。部屋内からの施工をなくし眺望を妨げないとの配慮からフレームの軽



改修前



改修後
(別角度から撮影)

図15 マンションのRC 外付けフレーム改修

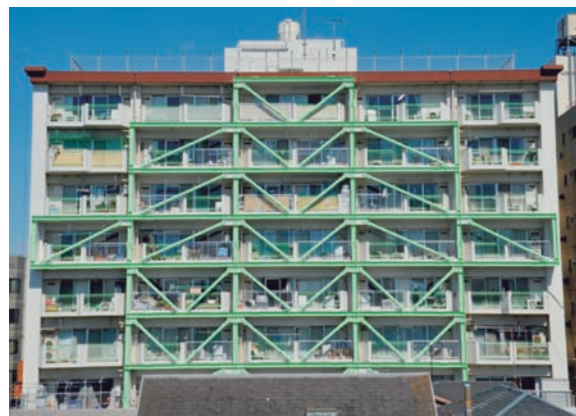


図16 マンションの外付け制震改修



図17 緊急輸送道路沿道マンションの免震改修

快な制震改修工法が選択されている。

集合住宅の免震改修事例としては、「東京都緊急輸送道路沿道マンションで初めて免震改修」した事例がある（図17）。ここでは、一階の駐車場を免震層とする中間階免震改修工法が採用されており、改修前後で建物の外観はほとんど変化していない。建築面積431㎡に対し、免震改修部分の総事業費は約3億円と報告されている。発注者からは改修後に生じた地震に対して免震改修効果が高く評価されている。

3.7 その他の事例

物販や飲食等の商業施設は5事例掲載されている。この中には、制震改修した百貨店や在来の強度型補強をした百貨店（図18）などが含まれている。また、病院については大規模病院を基礎部分

で免震改修した事例が1件掲載されている。

伝統木造建築の耐震改修事例は、天妙国寺本堂（東京都品川区）、中尊寺本堂（岩手県）、ホテル所有の三重塔（東京都文京区）の3件がある。中尊寺本堂では、2011年3月11日の東北地方太平洋沖地震によって一部被害を受けたことにより改修計画が進み、その後の余震においても無被害であることが報告されている。

4 おわりに

今後は、2011年東北地方太平洋沖地震を経験して改修計画が進んだ事例、2013年の耐震改修促進法の一部改正を契機に改修計画が進んだ事例などが本事例集に追加されていくものと考えられる。また、用途についても、事務所・学校・集合住宅・商業施設だけでなく病院やホテルなどの改修事例も今後追加されるものと期待される。

耐震化率は年々増加しているものの、南海トラフの巨大地震への備えなど耐震対策が急がれていることや、災害時緊急輸送道路沿道の既存不適格建築物など重点的な改修が必要な建物も明らかになってくるなど、耐震改修は今後も引き続き防災上大きな役割を果たしていかなければならない。

日建連耐震改修事例集が、建物オーナーの耐震改修に対するインセンティブを高め、耐震改修の促進に貢献することができれば幸甚である。



図18 外付けブレースによる百貨店の改修