

# 海城学園校舎増築

— 中間層免震を用いた既存建物屋上増築構工法 —



関 光雄  
竹中工務店

## 1 はじめに

近年、環境に配慮した持続可能な社会を目指す途上にあって、既存建物を活用し、新たな付加価値を生み出していく「建物の再生技術」が大きく求められている。その中で都市部では、容積率に余裕があるものの、建ぺい率の制限から敷地に余裕が無く、既存建物を継続使用しながらの増築、改修、建替は、困難な状況にある。

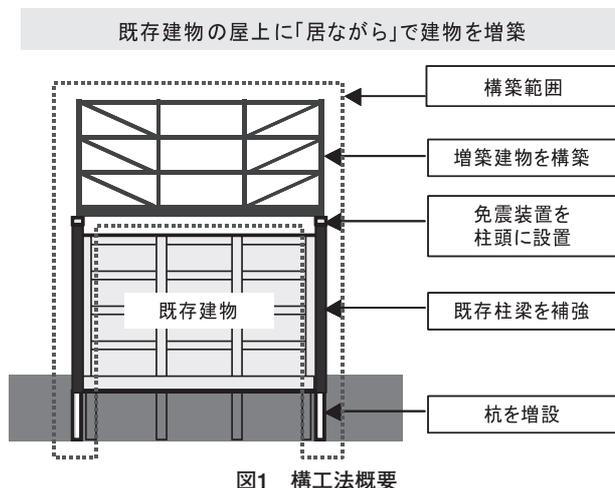
特に、学校・病院は、新しい時代に求められる機能付加や更新、拡張を常に必要とし、限られた敷地の中で、経営や運用を止めない建替を切に要望している。その場合は、建替建物の機能を一次的に別の場所に移転するか、機能を一部止める方法しかない。一方で、旧耐震設計の耐震補強化も急務となっている。そこで、既存建物の屋上の空中空間に着目し、その空間を利用した増築及び既存の耐震補強ができる技術として、中間層免震構造を活用した。今回、学校の校舎増築計画において適用した事例を紹介する。

## 2 構工法の概要

考案した構工法技術の概要を図1に示す。最大の特徴は、「既存建物の屋上に建物を使用しながら建物を増築でき、耐震補強も同時にできる」という点である。その概要は、

- ① 既存建物際に杭(直接基礎)を増設する。
- ② 既存建物の外周柱を柱・梁で補強する。
- ③ 免震装置を補強柱の柱頭に据え付ける。
- ④ 免震装置の上に増築部の最下層梁を設置。
- ⑤ その上に増築を行なう。

というものである。外部からの工事になるため、既存建物を使用しながら増築ができる。



## 3 建物概要

本計画は、既存校舎を再編成する建替・増築計画であり、建築主は仮校舎で校庭をつぶさない建替手順を望んでいた。既存建物はRC造の4階建て、竣工年は1989年の設計、増築建物は、鉄骨造3階建てである。用途は校舎で主に教室である。(写真1、図2～4)。



写真1 既存建物全景

工事名称 : 海城学園校舎  
 建築主 : 学校法人 海城学園  
 建築地 : 東京都新宿区新大久保  
 規模面積 : 地上8階 塔屋1階、9,277.9m<sup>2</sup>  
 工事期間 : 2005. 04着工～2006. 03竣工  
 設計監理 : (株)前川建築設計事務所、  
 (株)横山建築構造設計事務所、  
 (株)竹中工務店の共同設計



図2 完成時建物外観パース

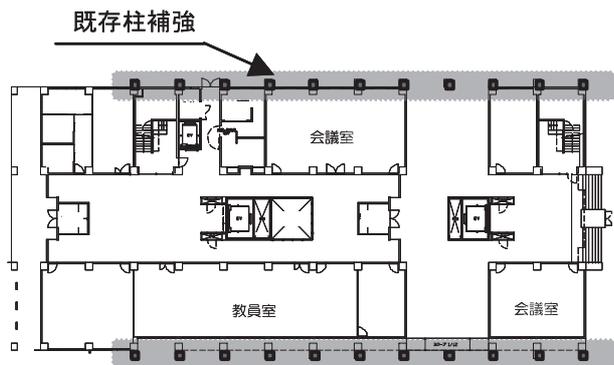


図3 既存建物平面図

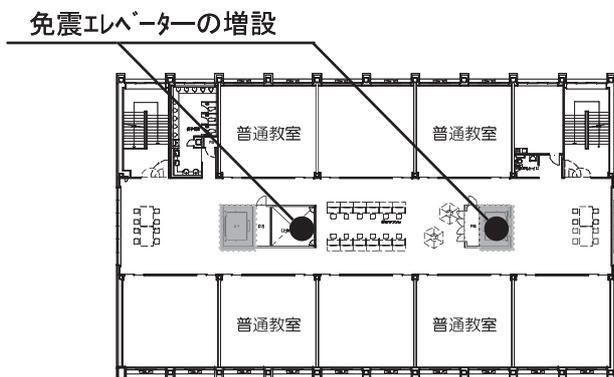


図4 増築建物平面図

#### 4 構造概要

既存建物は、耐震壁を有するラーメン架構、スパンは4.5m×9.0mで構成される。外壁側に補強柱と大梁を設置し既存建物と一体化し、補強柱の柱頭に免震装置を設置している。免震装置は、鉛プラグ入り積層ゴムを含む合計22基としている。増築部の鉄骨造は、教室の間仕切りに鋼板ブレースを配置した架構とし、免震装置間スパン約27mを吊っていると同時に、短辺方向の剛性を高めている。柱配置は角形鋼管を外壁側に4.5mピッチに、室内側を9mピッチに配置している。既存建物の柱には一切荷重を架けない架構とした。またエレベータは中庭を利用し免震用エレベータを2基設置している。

建物全体の立体架構図を図5に示す。

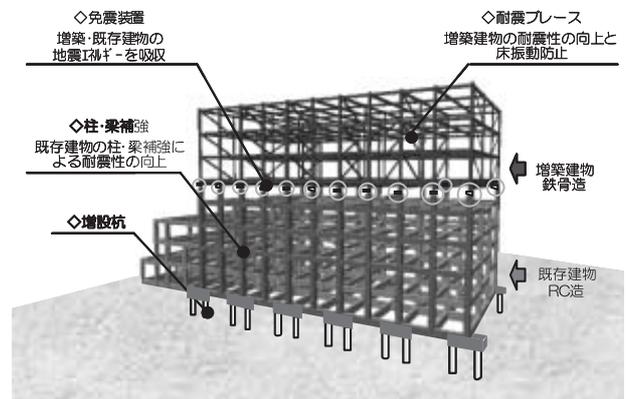


図5 全体架構の立体図

#### 5 構造設計概要

##### 5.1 中間層免震構造の計画

通常、既存建物の上部に建物を構築することは、全体建物重量が大きくなり、既存建物の地震力負担力

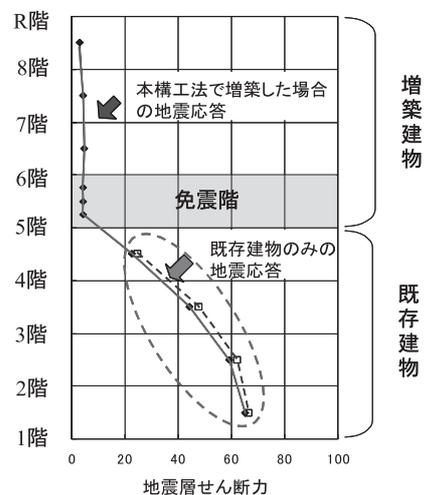


図6 本計画における地震応答結果

が比例して大きくなる。従って、既存建物の補強量・費用・工期が莫大となる。本計画では増築建物の固有周期を既存建物より充分大きくした場合(5倍程度以上)、既存部の地震入力が増加しない中間層免震の振動特性に着目し(図6)、免震装置の選択、架構計画を進めた。

### 5.2 耐震性能目標値

耐震性能目標値を図7に示す。

	レベル1	レベル2
増築部	短期許容応力度以下 層間変形角1/400以下	弾性限以下 層間変形角1/200以下
免震部材	免震部材の性能範囲内 積層ゴムせん断歪100% かつ引張りが生じない	免震部材の性能範囲内 積層ゴムせん断歪200% かつ引張りが生じない
既存部	弾性限以下 層間変形角1/200以下	保有水平耐力以下 層間変形角1/100以下 (但し1/100を超える場合は部材塑性率が4.0以下)
基礎部	弾性限以下	保有水平耐力以下

図7 耐震性能目標値

### 5.3 基礎計画

増築建物の鉛直荷重は、既存建物の補強柱を通じて下部に伝達される。支持地盤はGL-15mの砂礫層とし、隣接建物との離隔距離が3m程度しかないためBH杭を採用した。

### 5.4 免震部材及び耐火計画

免震装置は直径600φのLRBを14基RBを8基、配置している(図8)。上部・下部構造の応答低減、フェールセーフの観点での変形制御、耐風を考慮しLRBの個数を計画した。また、装置の耐火は、外観デザインとしてコンパクトに納める必要から、既製品の耐火材を使用せず新たな開閉式の耐火パネルを開発し採用した。

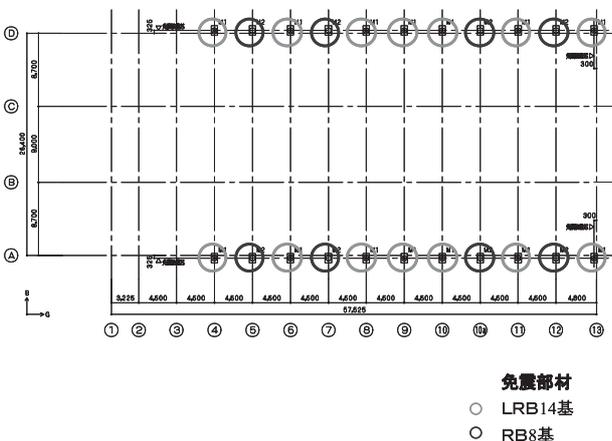


図8 免震装置配置図

## 6 応答解析概要

### 6.1 採用地震波

採用地震波は、告示波3波、観測波3波(EI Centro、Taft、Hachinohe)、サイト波(関東地震)とした。

### 6.2 解析モデル

解析モデルは、既存建物4質点、増築建物4質点、免震装置上下部材2質点の合計10質点の等価せん断モデルとした。

### 6.3 解析結果

建物全体(レベル2時)及び既存建物の固有周期を図9に示す。建物全体の1次固有周期は約2.5秒である。また、既存建物と建物全体の刺激関数を比較した結果、既存建物の1次と2次モードが建物全体の2次と5次モードに出現した(図10)。

レベル2の地震応答解析結果を図11に示す。免震層の最大変形はX方向32cm、Y方向33cm(≒200%歪み)、最大層せん断力係数は両方向共0.2、最大層間変形角はX方向1/243、Y方向1/593となった。既存建物は一部セットバックしているため、重量偏心となっているが、ねじれ応答の結果、捩れ角が約10%低減し、既存建物の耐震性状を向上させている効果も確認できた。

次数	固有周期(sec)		次数	固有周期(sec)	
	X方向	Y方向		X方向	Y方向
1次	2.58	2.52	1次	0.39	0.26
2次	0.40	0.26	2次	0.14	0.11
3次	0.38	0.23	3次	0.10	0.07

図9 固有周期(左:全体 右:既存)

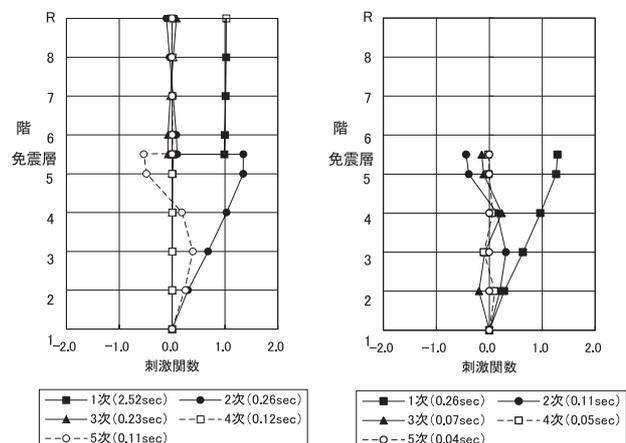


図10 刺激関数(左:全体 右:既存)

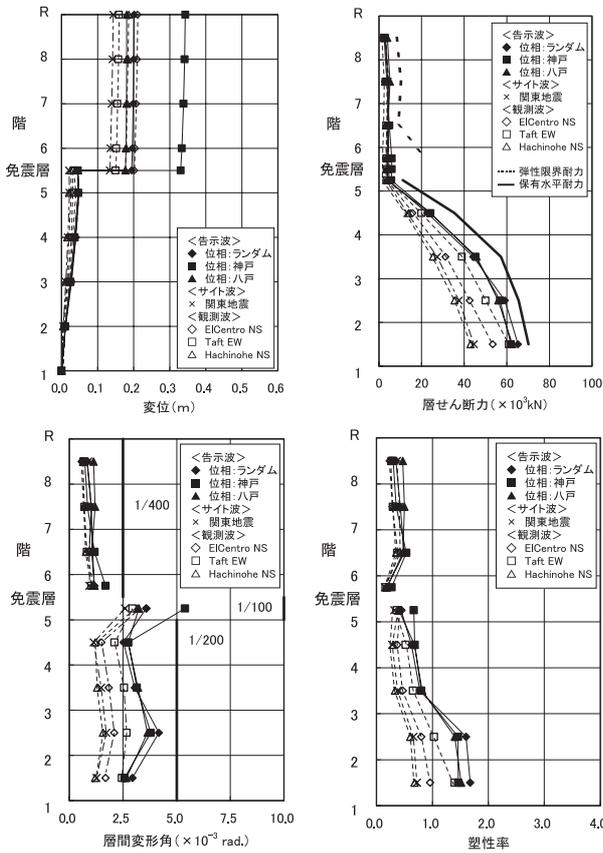


図11 応答解析結果(短辺方向)

## 7 施工計画

本計画は工事期間中でも既存建物内で授業を行うため、隣接校舎間での狭隘施工、授業中の安全確保、無振動・無騒音工事、屋上における施工手順など課題が多かった。また大スパン部鉄骨架構はジャッキダウン工法を採用し免震装置の精度管理に留意した。

## 8 本構工法技術による効果

本構工法技術の効果は次の3点である。

- ① 狭隘な敷地で、建物の継続使用の条件での屋上増築が可能な技術であるため、既存建物の有効活用と再生、急務となる耐震補強の促進化を進めることができる。
- ② 従来の屋上増築技術に対し、構造体数量、建設副資材・廃棄物の削減、工期短縮が図れ、経済性に優れ、環境負荷を大幅に低減できる。
- ③ 既存建物の用途と異なる建物用途の屋上増築が可能となり、建築計画の選択肢が広がる。なお、本構工法は、その効果の大きさを踏まえ特許の出願を果たしている。

## 9 免震部施工

免震装置取り付けベースプレートの下部コンクリートは、高流動コンクリートを使用し、密実な打設を行った。また、増築部施工期間中は既存建物へ地震力を負荷させないため、水平変形留め用の治具は設置せず施工した。また、外部に面するため、耐火パネル内には雨水進入時対応の排水機構を設け、耐久性に留意した。

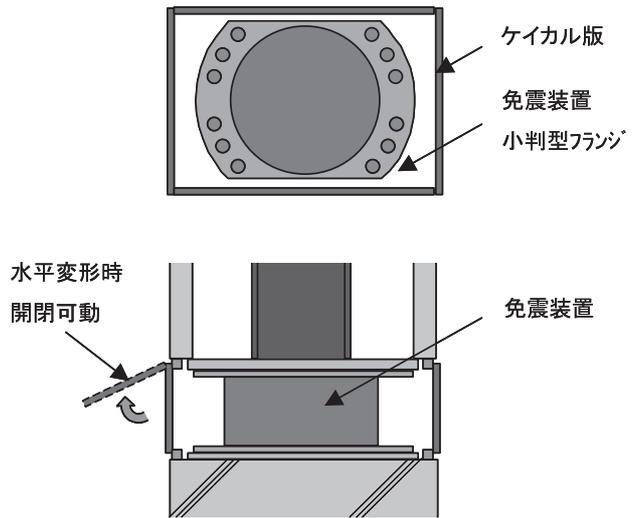


図12 免震装置周辺詳細図

## 10 おわりに

現在、高度成長期時代に建設した建物の再編成や、環境負荷低減の観点から既存建物の活用促進、急務となっている老朽化した学校・病院の耐震補強の強化、文部科学省による学校建築の鉄骨造促進化の動き、等の社会的転換の中で、次の時代を見据えた革新的な技術が求められている。



写真2 免震装置設置状況

「中間層免震を用いた既存建物屋上増築構工法」は、その革新的技術の代表として、学校・病院の

みならず、事務所、商業施設等今後広く利用されることが期待される。



写真3 免震装置耐火パネル



写真4 建物竣工時外観