

計画支援型

令和3年度マンションストック長寿命化等モデル事業

高層マンションにおける災害時に備えたエレベーターの免震化
に伴う増設案等の検討（シャンボール三田における取り組み）

長寿命化 災害対応 生活継続
既存エレベーター改修 免震エレベーター増設

提案者： 一般社団法人 新都市ハウジング協会
長寿命建築システム研究委員会（住棟インフラWG）

発表者： 齋藤宏一（一般財団法人 住総研）

建物概要

1978年10月竣工

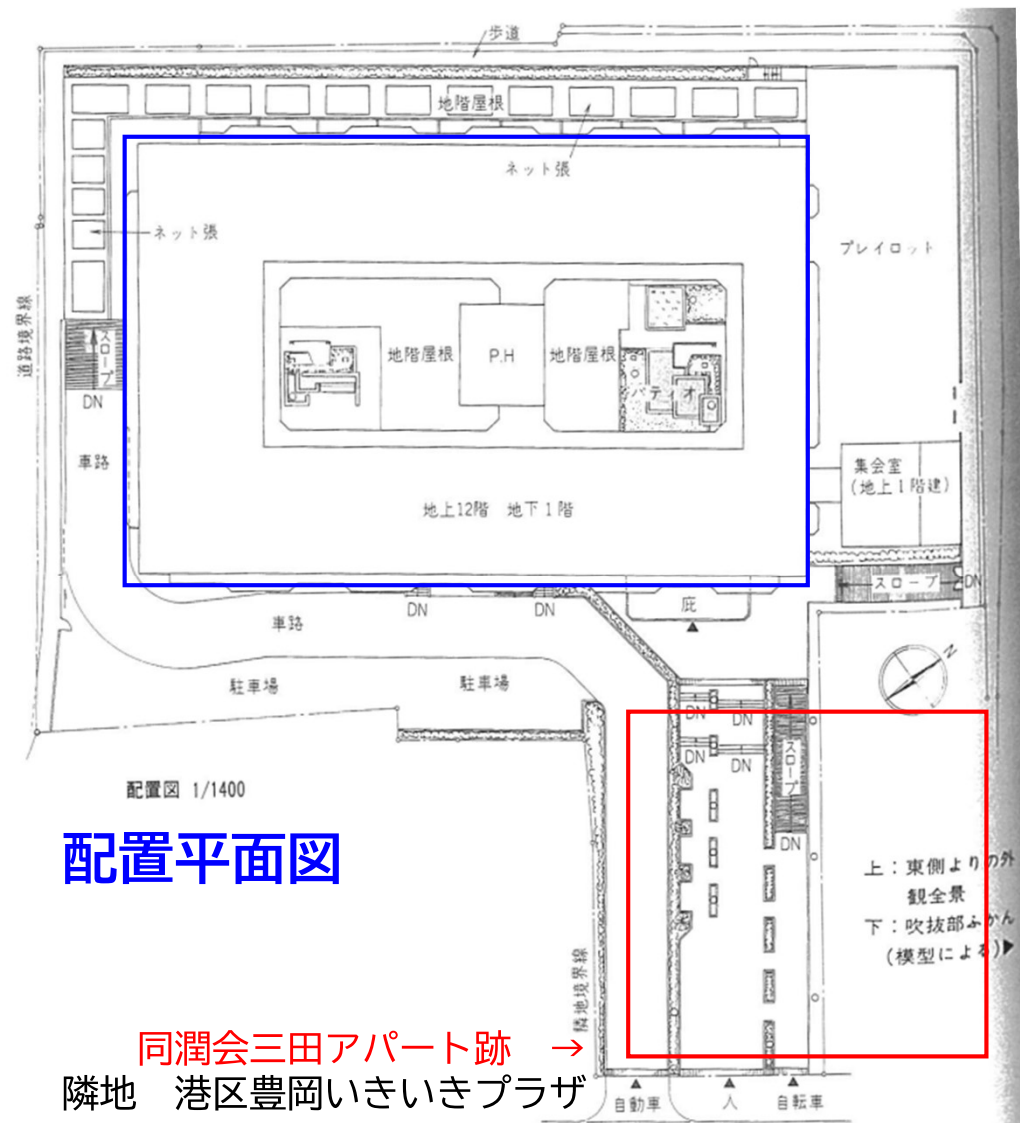
(2023年現在 築45年)

SRC 旧耐震 (耐震改修済)

13階建て 324戸+3店舗

日の字型平面 (ツインコリダー型)

外廊下 1階は共用+設備諸室



高経年高層マンションで在宅避難するための災害対策

検討経緯等

● 建替事業の困難性

- 東日本大震災を契機として、これまで災害時に防災拠点となる集会室の改修工事等に取り組んできたが、エレベータの耐震化などの大規模改修については、将来的に建替えを行う方針であったことを踏まえ、実施を見送っていた。
- しかしながら2014年に、港区が建築基準法にもとづく高さ規制を導入したことから、建替え事業において事業採算性を確保することが困難な見込みとなり、方針転換が求められる。

避難を求めているところであり、特に災害要配慮者の移動手段の確保のため、災害時のエレベータの機能継続に向けた改修は不可欠な状況。

● 耐震化と免震化の比較検討

- エレベータの耐震改修の検討にあたっては、居住者から複数の案を示してほしいとの意見があったことを踏まえ、一般的な耐震改修手法だけでなく、免震構造による増設案も検討することとし、さらに、水害対策の観点からエレベータ設備の冠水対策の検討もあわせて実施。
- また、合意形成の促進の観点から、(一社)新都市ハウジング協会が提供する「マンションの生活継続力評価」を活用して、マンション防災に対する課題を洗い出し、管理組合内で共有を図った。

※マンション生活継続力(LCP)評価

- 新都市ハウジング協会が開発したマンションのハード(設備)、ソフト(運営計画・組織)両面での防災力向上を目指す評価手法。
- 多くのマンションで共通する生活継続の課題と対策について評価すると共に、対策実施後の改善効果を試算することが出来る。



LCP評価のWebシステムは同協会HPで公開されており、必要なデータを入力すれば、無料で評価結果を閲覧することが可能。
<https://anuht-lcp.com/>

課題に対する検討結果 エレベータの災害対策

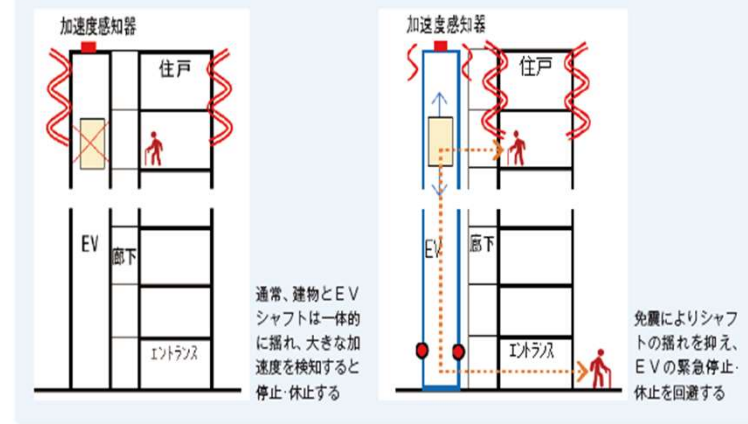
① 耐震改修案の比較検討

- 耐震改修の検討にあたっては、エレベータに係る基準の変遷(1981年基準、1998年基準、2009年基準、2014年基準)を踏まえ、それぞれの基準に対応した場合の工事内容、工事日数等を示すなどして住民理解を促進。

耐震基準	「エレベータ耐震設計・施工指針」(1981年)(既設エレベータ)	「昇降機耐震設計・施工指針」(1998年)	建築基準法(2009年改正)	建築基準法(2014年改正)
目的	宮城県沖地震を受け、エレベータの機能維持を図る。	阪神・淡路大震災を受け、エレベータの機能維持・破損防止を図る。	新潟県中越地震等を受け、人命最優先・安全走行対策を図る。	東日本大震災を受け、人命最優先・安全走行・耐震性強化を図る。
耐震強化項目	<ul style="list-style-type: none"> 脱レール防止対策 機械室機器転倒・移動防止 レール、レールブラケット補強 昇降路内突起物保護主 ロープ外れ止め 	<ul style="list-style-type: none"> 1981年基準の耐震強化 昇降路内突起物保護 おもりブロック脱落防止 懸垂機器の転倒・移動防止 	<ul style="list-style-type: none"> 1998年基準の耐震強化 長尺物振れ止め対策強化 ガイドレール・ブラケット強化 	<ul style="list-style-type: none"> 2009年基準の耐震強化 ガイドレール、釣合おもりの強度評価方法を規定
工事日数	-	110日	118日	125日

② 免震増設案の検討

- 免震増設の検討にあたっては、建物と構造的に独立して免震エレベータを設けることで、エレベータシャフトの揺れを抑え、緊急停止等を回避しやすいメリットがあるものの、増築に伴う建築基準への適合性や必要な部品の調達困難性、改修費用が高額になるなどのデメリットが判明した。



これまでの取組

2009年	耐震改修工事
2013年	集会室改修工事
2014年	区高さ規制導入・全館停電事故
2015年	設備改修検討委員会設置
2016年	給排水・電気設備改修
2017年	住民アンケート実施
2018年	玄関ドア耐震化改修・サッシ省エネ改修等を実施 マンション生活継続力(LCP)評価®を実施
2019年~	工事検討・長期修繕計画修正他

● 災害時の居住継続のためのエレベータの耐震化の必要性

- 既存エレベータは、竣工時から抜本的な改修は行っており、耐震性等に課題があり、被災時に稼働できない可能性がある状況(過去には、震度4程度の地震において約14時間停止)。
- 一方、港区では、大地震時等にマンション居住者は、在宅

評価委員会で評価された内容

- 多様な居住者が入居する都心の高層マンションにおける、災害時の安全性、在宅避難の継続性を実現するための移動手段の確保という観点はモデル的な試みであり、非常電源により稼働するエレベータの耐震改修案と、免震化を伴う増設案の比較検討を行う点は先導的であると評価。

(令和3年度第1回 評価委員会公表資料(国立研究開発法人建築研究所作成)より)

在宅避難における災害時上下動線確保の必要性事例

○直近・今回の検討中に発生した2021年10月7日の地震の状況について

22時41分地震発生 震度4（東京都港区）

全エレベーター停止 復旧は翌日10月8日の12時30分

当該マンションにおけるエレベーターはおよそ14時間停止した。
13階付近ではガスマイコンメーターが地震を感知して供給を止めたため、
メーターボックスを開けて復旧させる必要があり、
居住者が階段を利用して1階の管理室でメーターボックスのカギを借りて復旧、
再度1階の管理室戻って返却後13階の住戸に戻るといった事態が発生している。

地震・停電で止まる

エレベーターなしでは 生活継続は難しい。



ハザードマップ改正 → 冠水・停電対応が必要
 多様な方の在宅避難 → 災害時のエレベーター稼働が必要。

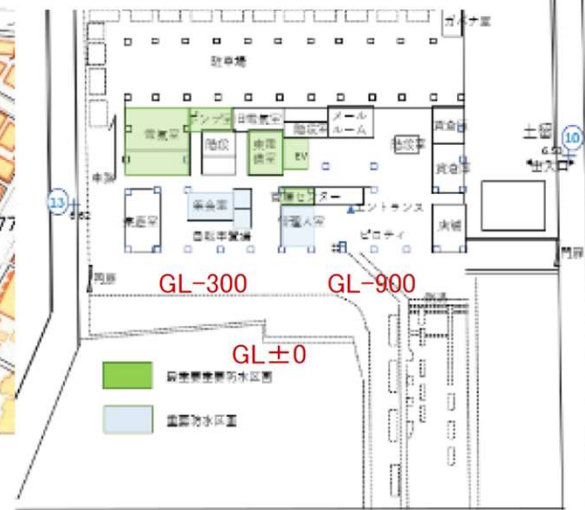
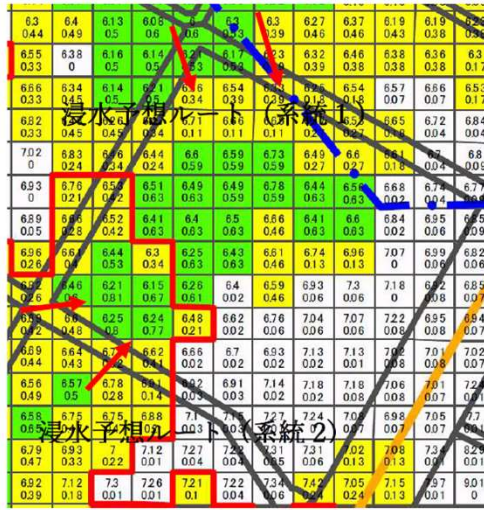
1. 当該マンションにおける浸水予想ルートと水防ラインの確認

【図1】浸水予想ルート

【図2】標高図(TP+)

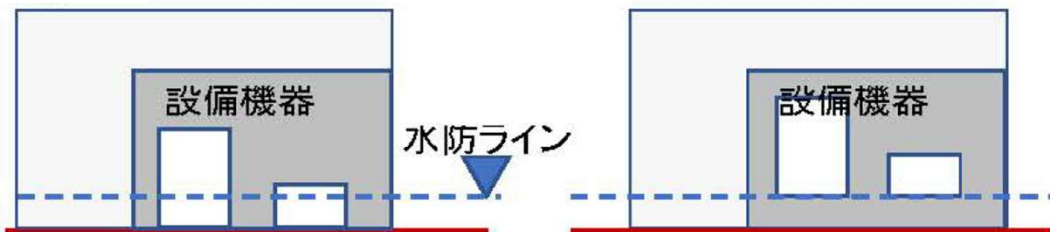
【図3】敷地周辺の標高(TP+)

【図4】GL敷地内の周辺の標高(TP+)



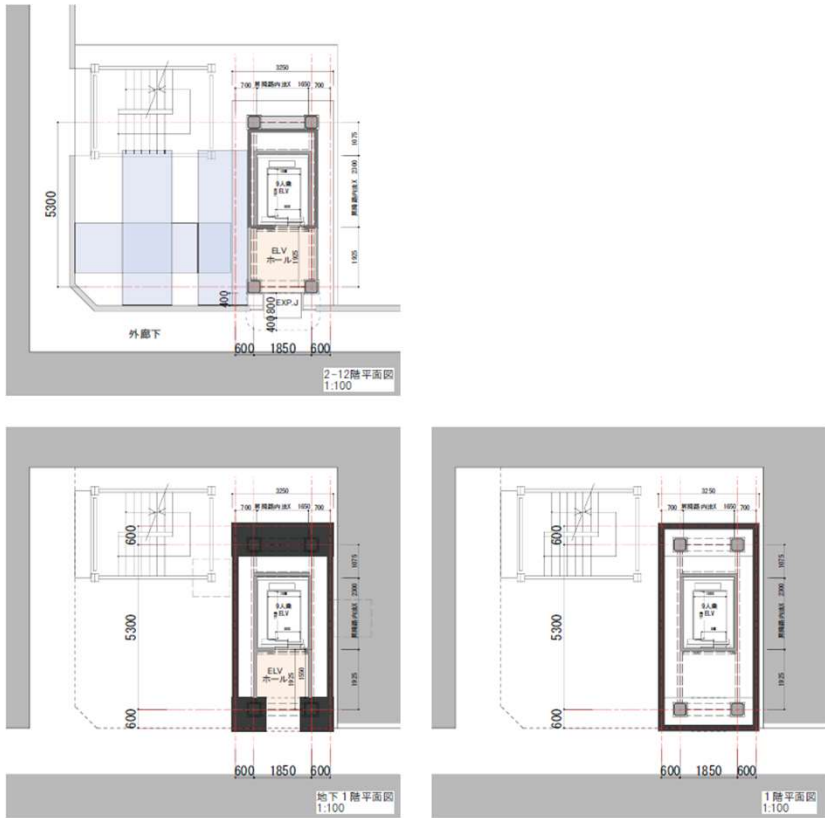
以上より水防ラインをTP+6.9に設定する。

GL±0=TP+6.48



水害レベルより機器を上げる
 電気室等は止水対応する

既存エレベーター耐震改修を超える 免震構造で新しいエレベーターを 増築する可能性の検討



CBM 検討資料 (当該敷地案) 別案_中間階免震対応ELV



平面図・断面図

構造計画概要

計画概要

- 構造規模: B1-12F-P0
- 構造種別: 鉄骨造 (免震)
- 架構形式: ブレース架構
- 基礎形式: 杭基礎 (鋼管杭)

想定躯体数量

躯体	
・鉄骨	155 ton
・鋼線	8 ton
・コンクリート	130 m ³
・型枠	440 m ²
・鉄筋	12 ton
鋼管杭	32 m
オイルダンパー	8 本
傾斜すべり支承	4 本
フューエルセーフ	

架構計画

- 免震上部架構の剛性を高めて、より高い免震効果を得るためブレース架構とする
- 免震支承には軸力依存が小さい傾斜すべり支承を採用
- 傾斜すべり支承採用による過大変形を抑えるため、オイルダンパーを設置する
- 一般的なオイルダンパーでは容量が過大であるため、低容量の住宅用オイルダンパーを採用

免震イメージ図

応答解析結果

免震構造等設計の応答解析結果が異なる設計条件を示す

オイルダンパーの最大変形量360mm以下に変形量は納まっている
加速度クライテリアに関して、頂部200galは満足しているが、底部80galは満足していない

最大相対変位 (x加力 Lv2)

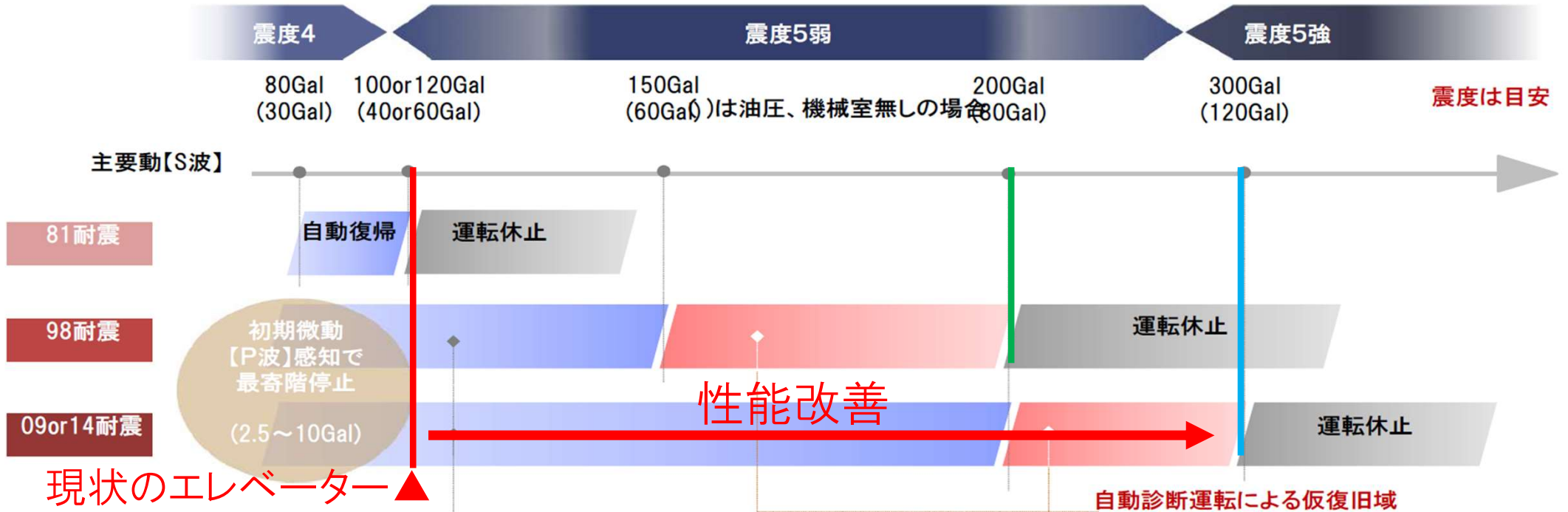
最大絶対加速度 (x加力 Lv2)

基礎計画

敷地条件・油圧ダンパー入手困難・増築50m²制限・工事に課題

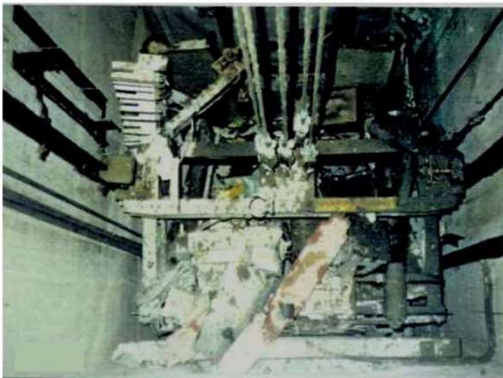
改修案として14耐震基準を推進

現状のエレベーター性能と、98耐震 09耐震 14耐震についての説明



09耐震での不具合報告

■ 東日本大震災による被害写真



エレベーター上へつり合い重り落下



つり合い重りがレールから外れた事例

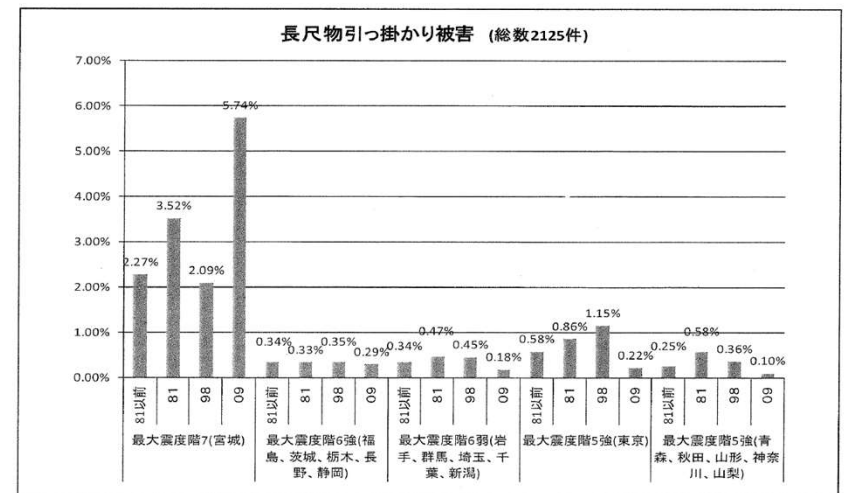


図2. 震度階・指針別 長尺物被害率

改修検討報告会（**報告** 改修工事説明会ではない）エレベーター改修+冠水対策及び**非常電源対応**による防災対応案の報告

98 耐震による改修の場合（1998年型）

エレベーター予算を低減して98耐震基準での改修を行った場合は通常の改修工事と考えられ、記補助金需給の可能性はないため下記費用になる。

エレベーター改修 3台	98耐震基準	7,000万円
冠水対策扉等防水対応		2,000万円
エレベーター給電対応と照明確保		600万円
合計		9,600万円

税込 1.056億

14 耐震による改修の場合

98耐震基準や09耐震基準に比較して、最新基準である14耐震基準での改修は、集合住宅における事例も少なく地震時のエレベーターの可動性も高い。この改修に、防災対応として災害時の電源供給と、冠水対応を組み合わせた場合、高経年既存マンションにおける災害時上下階交通の確保について、現状において最善の対応が実施されることとなる。

工事においては先導的計画として、マンションストック長寿命化モデル事業の補助申請も考慮したい。

その場合の工事費は

エレベーター改修 3台	14耐震基準	9,000万円
冠水対策扉等防水対応		2,000万円
エレベーター給電対応と照明確保		600万円
合計		11,600万円

税込 1.276億

1/3補助の可能性（非課税部分－3,866万円）

税込 **約0.89億**（1.276億－0.386億）

98年式より 1660万安くなる

「みなさまがよろしければ、4月の総会議案に上げて推進します。」

説明会での賛同を受け **R4総会で可決発注** R5年度工事完了

2022 日本建築学会大会 梗概 報告(他に構造で2件)

高経年高層マンションにおける災害時上下移手段の確保計画の比較検討

正会員 ○ 齋藤 安一*1
正会員 渡壁 克好*2
正会員 山田 哲弥*3

長寿命化 災害対応 エレベーター改修
免震エレベーター 集合住宅 生活継続

はじめに：目的および現状認識

本報告では、高経年高層集合住宅（マンション）において、大地震時等の災害時に、被災直後の上下移手段をエレベーター（EV）動線により確保しようとする際の、課題と対応手法を整理した上で、実事例をもとに具体的な対応手法を比較検討した。

大地震等による大規模災害時には、自治体により避難所が設置されるが、都市部では設置場所に限りがあり、大地震時に倒壊可能性の低いマンション居住者には、在宅避難が呼びかけられている。一方で、高層マンション居住者は、垂直に構築されたインフラ（電気・上下水道・ガス・通信等）とともに、上下の移手段としてEVが、在宅での生活継続の重要インフラとなっている。

しかし現実、EVは躯体の耐震性と異なる耐震・安全対応が必要となる。大地震時に構造躯体が甚大な損傷を免れ、EVシャフトの損傷が軽微であっても、揺れにより一旦停止したEVを復旧させるためには、安全確保の観点から原則エンジニアによる点検が必要で、大規模な災害となると、何日も運転不能な状況が続き、在宅避難、すなわち避難生活の継続は困難となる。

EVの安全基準は、1981年の「81耐震」基準以降、地震被害を契機として、「98耐震」「09耐震」「14耐震」と規制強化されている（図1）。近年のEVは、大きな加速度（初期微動P波）を感知すると最寄り階に停止する「地震管制運転」となる。地震管制運転機能の装備は、09耐震から義務化されたが、それ以前は任意であった。この時の感知加速度の基準は200gal（低感知の場合で高さ等により異なる）で、概ね震度5程度に相当する。その後の主要動（S波）が一定以上である場合、運転休止となる。運転休止状態となると、自動診断機能がある場合には遠隔から安全が確認されれば仮復旧するが、現地エンジニアが点検し安全が確認されなければ、復旧しない。

09耐震以前や、09耐震でも自動診断機能は任意のオプションなため、大地震時に被害が多発すると、エンジニアによる復旧に時間がかかることが懸念されている。したがって、高経年の建物で大地震後に上下移手段を



図1 地震感知器設定値とエレベーターの運転領域（株式会社 日立ビルシステム提供）

確保するためには、少なくとも既存EVを09耐震以上の仕様基準に改修し、かつ自動診断機能を付加することにより、使用継続を担保する必要がある。

改修による対応が難しい場合、現行の安全基準を満たすEVを新たに増設することが考えられる。増築の場合、建築基準法をはじめ、関連法令を遵守する必要がある。具体的には主に次のような検討が必要となる。

- ・ 既存不適格の解消/不適及の緩和規定の範囲での増築（特に構造関係に関する緩和規定（面積要件等）と防火防煙区画の既存不適格解消）
 - ・ 居室採光、地下埋設物に影響しない位置での増築
 - ・ 細長い塔状の工作物の「揺れ」を押さえる工夫
- 対応としては、免震構造を採用し、大地震時に加速度が200galとならない構造とすることが考えられる。

モデル検討事例の概要

ここでは実事例の検討対象として、改修・増築とも比較的对応が難しいと考えられる、高経年かつ高層ボイド型のマンションを選定した。対象マンションは、1978年竣工、13階建ツインコリダ型、324戸で、これまでも耐震改修や非常用発電設備の改修等、防災性能向上に向けた検討を実施し、管理組合・居住者の防災意識も高い。上下移手段としては外階段と3台のEVが設置されている。既存EVは、81耐震基準で、震度4強で停止、自動復旧機能はなく、地震時の可動が懸念されていた。

既存構造躯体は耐震改修済みであるが、当初エレベーターメーカーが最新基準への改修は困難と報告していた

こともあり、管理組合・理事会は、地震時における自動復旧の不安から、免震構造のエレベーターを中庭吹き抜け部に増築する可能性も検討していた。さらに、近年の浸水災害の多発を受け、地元自治体が浸水リスクの見直しを行い、水害時の浸水域に含まれる立地とされた。

そのためEV検討の前提として、冠水時は2階にかごを避難、冠水レベル上に設備移設、接地階の電気室・発電機室扉を防水扉に交換、非常用発電設備による72時間運転対応（1機のみ）を含むこととした。

既存EV耐震・安全性改善改修の検討

まず、既存EVの09耐震化および14耐震化を検討した。14耐震基準では、震度5強でも自動復旧の可能性が示されている（図1）。メーカーとの現地調査の結果、14耐震対応可能なことが判明したため、既存及び各耐震基準との性能・コスト・工事期間を算出した（図2）。

耐震性能の高い免震EVの増設検討

次に、免震構造EVをボイド型の中庭吹き抜け部に増設することを検討した。増築計画に当たっては、建築基準法の既存建物への現行法訴求が最小限なる方針での検討を考えた。建築基準法第86条の7に既存建築物についての制限緩和の規定がある法第86条の7 施行令第137条の2により制限緩和、施行令第137条の2第3号に既存面積の1/20または50㎡以内の規定があり、増築が50㎡以内であれば適用可能なため、この範囲で性能評価等を含む増築申請可能な計画を行い、構造計画案に合わせたEVの選定検討を行うこととした。一方、都道府県の条例を規定する法第40条は、上記条文の緩和対象にないため、東京都の条例は適合させる必要がある。東京都安全条例は、増築時の緩和規定はないため、適応させることが必要で、また駐車場条例・ハートビルは緩和規定がある。

EV側の加速度センサーの基準による停止条件は、上部機械室の場合200Gal、機械室レスの場合はビット部の80Galであり、センサー部の加速度を低減する、滑り支承による免震構造での構造計画案の検討を行った（図3）。

さらにEVの中庭への増設にあたっては、中庭に面する既存住戸居室窓の採光確保が必要となる。採光に影響しない範囲に建物計画位置を限定した場合、地下既存基礎の位置もあり、計画建物の平面計画が限定される。上記の結果、今回の例では、建物形状から免震すべり支承の許容範囲を超えてしまい、計画困難と判明した。

コスト比較

改修および増設案について必要な費用の比較を行った結果、98耐震・09耐震・14耐震・免震構造による増築（計画形状を修正し参考比較を行った）の1台当たりのコスト差は、それぞれ1.0:1.2:1.3:8.6、また14耐震改修3台と免震増築1台の比較では1:2.2であった（図2）。

耐震基準	改修（既存エレベーター）	09耐震	14耐震	免震
コスト差	1.0	1.2	1.3	8.6
14耐震改修3台と免震増築1台の比較	1	2.2		

図2 耐震基準別比較表（株式会社 日立ビルシステム提供）

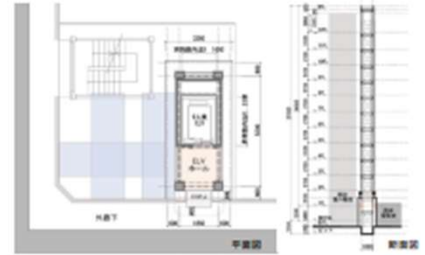


図3 計画検討案

まとめ

耐震改修案は、詳細調査の結果14耐震化が可能な一方、増築免震案は面積、採光、既存取合いの課題が残った。両案のコスト比較は、14耐震改修3台合計の改修費に対して、免震1台増築の費用は2倍以上であった。

今回の検討により、高経年マンションでも詳細な調査結果によっては、最新の14耐震での改修に可能性があり（本事例では改修可能なことが確認できた）、また免震EVの増設も条件次第で可能であることが示唆された。

当該マンションへの提案は、震度5強でも自動復旧する可能性がある14耐震基準への改修、発電機による72時間電源供給、電気室扉の防水対応、冠水時の全エレベーターかご上階避難、冠水想定レベル上への設備機器の移動等により、災害時の上下移手段確保を可能にする改修を提案し、今後実施予定である。（謝辞）

本検討は、国土交通省の令和3年度「マンションストック長寿命化等モデル事業」の助成を受け、新都市ハウジング協会 長寿命建築システム研究委員会 住棟インフラWG（主査：安達好和氏）が実施した事業の一環である。委員およびアドバイザー各位のご指導に謝意を表す。

Comparative case study to secure vertical transportation at earthquake disaster in a high-rise condominium.

*1 SAITO Hirokazu,
*2 WATAKABE Katsuyoshi,
*3 YAMADA Tetsuya

*1 清水建設 修士（工学）
*2 市瀬ハウジング&プランニング 博士（工学）
*3 清水建設 技術研究所 博士（工学）

*1 SHIMIZU CORPORATION M.Eng.
*2 ICHIURA HOUSING&PLANNING Dr.Eng
*3 Institute of Technology, Shimizu Corp., Dr.Eng.

2022 日本建築学会大会 デザイン発表会報告

災害時稼働を目指した、既存集合住宅への免震エレベータ増築計画

正会員 ○根ヶ山 愛子* 正会員 上原 大輔*
 正会員 齋藤 宏一* 正会員 櫻木 健司*

* 清水建設株式会社



図1 免震エレベーターの増築プロトタイプイメージ

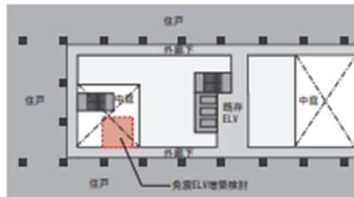


図2 配置計画



図3 既存外部下からアクセスする増築エレベーター

Project for expansion of seismic isolation elevators to existing apartment buildings with the aim of operating in the event of a disaster

○ NEGAYAMA Aiko* UEHARA Daisuke*
 ○ SAITO Hirokazu* SAKURAGI Kenji*
 * SHIMIZU CORPORATION

1. はじめに

地方自治体などは地震や停電などの災害時において、都市部の集合住宅は構造的に比較的安全として在宅避難を推奨している。しかしながら、各階と地上をつなぐ階段及びエレベーターの利用ができなければ、お年寄りから赤ちゃんまでの様々な居住者が在籍している集合住宅の在宅避難は難しい。特に高層集合住宅においては災害時における稼働を可能な限り確保したエレベーターが必要と考えられる。本計画では免震構造のエレベーターを災害時の上下移動手段として設置することで、既存高層集合住宅における安全性・防災性の改善を検討した。想定した集合住宅は既存13階建てツインコリドー型の集合住宅で、増築エレベーターを各階において外部下に接続する場合のプロトタイプの計画と構造的な課題分析を行った。(図1)

2. 既存集合住宅への増築検討

想定した集合住宅はツインコリドー型の計画であるため、外周部へのエレベーター設置は廊下へのアクセスができないことから中庭吹抜部への設置を検討した。(図2) 中庭吹抜部への設置においては、免震構造による変位量を考慮した配置とすることがあるが、風の影響を最小限として検討できるメリットがある。今回の計画ではエレベーター単体の計画のためアスペクト比が高くなること、増築という条件から短工期での完成を想定して鉄骨造での検討を行うこと、エレベーターにおける地震時の加速の制約があること、等を考慮して計画を行った。

本計画案は、上述の配置条件を満たしている前提で、増築するエレベーターは既存と同じ9人乗り(乗用)とし、エレベーターの昇降路とエレベーターホールからなる増築棟を既存集合住宅の外周下からアクセスする計画とした。(図3)

増築における建築基準法上の法規制のうち、増築に伴う構造的な既存適及を避けて性能評価などを含む増築申請が可能な計画とするため、増築規模は、「既存建築物の延べ面積の1/20以下かつ50㎡以下」にすることを条件とした。

(法第86条の7 施行令第137条の2)による制限緩和 施行令第137条の2第3号に既存面積の1/20または50㎡以内の規定あり(都道府県の条例の緩和を規定する法第40条が、上記条文の緩和対象にならぬ。東京都の条例には適合させる必要があるが、検査済みの条件であれば適合済みと判断し計画を行った)

エレベーターの昇降路面積は容積対象外であるが延床面積の対象であり、前出の面積条件の制約を受ける。昇降路の面積は単純投影面積だけを計算しても約3.765㎡であり、これを前提と考慮しても、対象となる当該エレベーターの増築面積が50㎡を超えないためには、13の停止階までが計画限界であることが分かる。(50㎡÷3.765㎡=13.2...) (図4) また、エレベーターホールが延床対象面積に含まれると、停止階がさらに少なくなるため、エレベーターホールにある部分の奥行きを1.5m以下とし、外廊下とみなすことで延床面積の対象外とした。

3. 施工性、メンテナンス性に配慮した免震構造の設置位置

既存建物の基礎躯体・埋設設備等との干渉を避けるために、増築する免震エレベーターのフットプリント及びピット深さについてはできるだけ小さくなるような計画が必要とされた。一方で免震化にともなう変位量を吸収するための平面的な寸法も必要となることから、通常基礎部分に設置される免震装置を、最下階の上部に設置することとした。増築棟と既存外部下は、免震可動域に応じたクリアランスを確保し、各階でEXP.Jで接続する計画とした。(図5) (図7)

所在地: 東京都港区
 主な用途: 集合住宅
 敷地面積: 5,663㎡
 建築面積: 38,79㎡
 延床面積: 48,95㎡
 キーワード: 増築、免震構造、エレベーター

Location: Minato-ku, Tokyo
 Main Use: Apartment buildings
 Site Area: 5,663㎡
 Building Floor Area: 38,79㎡
 Total Floor Area: 48,95㎡
 Keywords: Expansion, Seismic isolation, Elevator

免震部を地下ではなく中間階にすることで、免震装置上部構造体の高さを削減でき、免震装置の点検スペースを地下ピット内に用意する必要もないため、ピット寸法を最小とすることが可能となる。免震装置の点検は、地上で行えるためメンテナンス性にも優れる。また、免震の可動域は接地層より上のみになるため、通常免震構造で見られる接地層部分での、せり上がり式の免震可動域やエクステンションジョイントが不要で、地下工事の削減と合わせて基礎工事範囲も比較的小さくなり、施工性、メンテナンス性、費用面でのメリットが考えられる。

4. 軽量化を目指した外装材の選択

技術的な指針①により、地震に対して停止しないための条件として、頂部の加速度が200ガル(gal)以下、ピット部の加速度が80ガル(gal)以下となる必要がある。エレベーターを免震構造化し、地震後の稼働を検討する場合もこの基準の制約を受けることになる。加速度が条件となることから、外装材については軽量化が必要と考え、外装材として角鋼鋼板を選択した。これをもとに加速度条件をクリアする計画とし構造的な解析を実施検討した。

5. 鉄骨ブレースと小型ダンパーによる合理的な免震構造

今回の計画条件において、できる限りの軽量化を行うため、免震アイソレーター(の選定においては上部荷重条件で有効な、「傾斜弾性すべり支床」②を採用した)。また、上部を鉄骨ブレースとすることで、上部架構の剛性を上げ、合理的な構造とした。(図6) 免震層上のブレース、ダンパーの有無で、応答解析比較を行ったところ、最小限の平面計画において、ダンパーを使用しない場合では、免震装置の可動範囲が±750mm(合計1500mmの可動)となり、平面形状に比して過大な可動域が必要になるため、計画困難と判断した。本計画では、ブレースで鉄骨フレームを固め、油圧式の小型ダンパーを利用して可動域を制御する方針とすることで、加速度と変形の条件の解決を試みている。

傾斜弾性すべり支床は、免震部が十字型になっていることから十字を支える柱寸法を確保し、1階の四隅にRC柱を配置する計画とした。エレベーターシャフトと柱の間には地震時の稼働寸法を超えるクリアランス(450mm)を確保し、変形を抑えるための小型ダンパーは傾斜滑り支床上部の梁間に設置することとした。上部の鉄骨フレームは四隅の柱からなる主要構造内に井桁状に梁を組んでエレベーターシャフトを構成し、ブレースは通路部分を除いて設置、開放性のためエレベーターホールでは露出する形とした。

6. 適用に向けての課題

今回コスト及び既存地下躯体との干渉から実現は見送られたが、実案件への適用に向けては、免震構造の検討の他、吹抜に面した各住戸の窓採光を確保する位置で、既存躯体との干渉を避けた平面形状および配置が可能か、も課題となる。本計画のプロトタイプは正方形に近い形だが、免震可動域を確保できる範囲で長方形など形状を変える検討も、実案件への適用に向けては必要と考える。

また、本計画では変位の抑制に、油圧式の小型ダンパーの採用が最適と判断されたが、令和4年2月現在、市場の供給が安定しておらず、構造部材の確保という面も課題になると考えられる。また、地上部の傾斜弾性すべり支床の採用は耐火認定も課題となる。

7. まとめ

在宅避難が推奨される都市部の13層の集合住宅において免震エレベーター増築のプロトタイプを計画した。階数が少なければ構造的にも計画は容易になるため、法規制や構造条件等の課題を整理し、合理的な形状を導き出すことで、災害対策上有効と思われる免震エレベーター増築へ向け、可能性を広げることができると考えている。

本検討は、国土交通省の令和3年度「マンションストック長寿命化等モデル事業」の助成を受け、新都市ハウジング協会 長寿建築システム研究委員会 住棟インフラWG(主催: 安達和氏)が実施した事業の一環である。委員およびオブザーバー各位のご指図に謝意を表す。

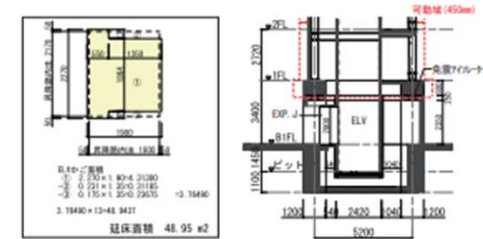


図4 面積寸法図

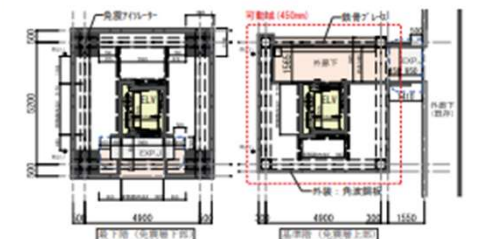


図5 平面図

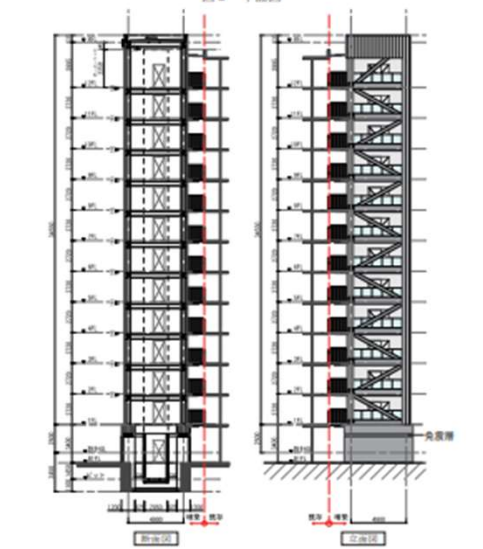


図7 断面図・立面図

① 基礎構造設計・施工設計2016年度
 ② 傾斜弾性すべり支床・・・傾斜すべり支床の運動寸法を拡大した支床材、軸力依存性が小さく軽量化構造でも高い免震効果が得られる。