

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題(和文)	都市免震構造の地震応答特性に関する検討（その1：研究構想および都市免震構造の設計）
Title(English)	Seismic response of a seismically-isolated urban structure (Part 1: Research concept and Design of isolated urban structure)
著者(和文)	菊地優, 富澤徹弥, 石塚広一, 佐藤大樹, 可児長英, 佐藤栄児
Authors(English)	Masaru Kikuchi, Tetsuya Tomizawa, Hirokazu Ishizuka, Daiki Sato, Nagahide Kani, Eiji Sato
出典(和文)	日本建築学会大会学術講演梗概集, , pp. 615-616
Citation(English)	, , , pp. 615-616
発行日 / Pub. date	2023, 9
権利情報	一般社団法人 日本建築学会

都市免震構造の地震応答特性に関する検討
(その1：研究構想および都市免震構造の設計)

免震構造 都市 レジリエンス
地震応答解析 インフラストラクチャー

正会員 菊地 優*¹ 同 富澤 徹弥*²
同 ○石塚 広一*³ 同 佐藤 大樹*⁴
同 可児 長英*⁵ 同 佐藤 栄児*⁶

1. はじめに

将来に発生が懸念されている首都直下地震や南海トラフ地震などの大規模地震への対応では、ライフラインを含む都市全体の被害を激減し、地域活動を維持・継続するための防災・減災対策の実装が望まれている。東日本大震災などの過去の震災の経験から、地域やコミュニティの中核的な機能が維持され、住民と行政の速やかな連携組織ができれば、震災後の復興を大きく後押しすることが期待できる。こうした背景の中、防災科学技術研究所では、国民の普段の生活と経済活動の維持・継続のためには地震に対して頑強な都市構築が必要であるとして、「レジリエントな都市実現構想研究会」が設立された。

上記の動きを受け、免震構造が地震に対してレジリエントな都市を実現できる有用な手段になり得ると考え、都市基盤全体を免震構造とする際の技術的諸課題に関する検討ワーキンググループが日本免震構造協会内に発足し、3年間にわたる研究活動を行った¹⁾。本報その1では都市免震構造に関する研究構想、研究計画、都市免震構造の試設計について示し、その2以降では都市免震構造に関わる諸課題のうち、地震応答性状に関する検討結果について報告する。なお、本報と関連した研究として、都市免震構造のレジリエンス評価に関しては、文献²⁾で報告しているため、参照されたい。

2. 研究構想

本研究の構想には、日本学術会議の提言「大震災の起きない都市を目指して」³⁾が深く関与する。免震・制振技術によって単体の建物が生き残っても都市機能は維持できないとの判断から、都市全体を免震にすることの実現可能性とその効果を探るべく1km×1kmという規模から検討を開始した。都市の規模はもっと大きいものの免震構造を施す場合は1km×1km程度が限界である、および物流倉庫などの大規模な単体免震ではすでに200m~300m程度の辺長を有するものが建設されていること、などが1km×1kmの設定理由である。ただし1km×1kmであっても依然として規模は大きく、これを一度に建設することは現実的ではなく、図1のように100m×100m程度の基本基盤を順次建設して、それらをつなげて徐々に成長していくような建設シナリオを考えた。以上の検討過程において、都市免震構造の規模を以下のように分類・定義した。

- ・敷地免震 (100m×100m) 基本セル
- ・街区免震 (400m×400m) 敷地免震の集合体
- ・地区免震 (1km×1km) 街区免震の集合体、最終形

この建設シナリオにおいて、本研究では地区免震の中心に位置する400m×400mの基盤上に複数棟の建物を配置し、基盤を一体として免震構造とする街区免震について検討を進めることとした。

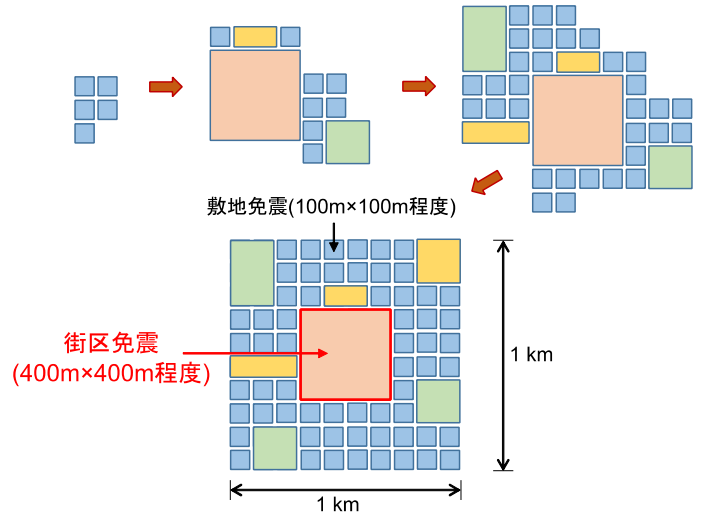


図1 都市免震構造の建設シナリオ

都市免震構造に付与する都市機能としては、行政、業務、商業、文教、物流、住居など、様々な機能が考えられ、選択肢は多岐に渡る。本研究では、発災時に最も維持すべき都市機能は防災拠点であると考え、ある都市の一部に存在する機能継続可能な防災特区（防災指令センター、病院、緊急避難所、エネルギー施設、街区業務担当者の住居、備蓄倉庫、駐車場）を想定する。

免震構造は地震を直接的にターゲットとする防災技術であるが、免震部材が都市基盤を支持することで基盤全体をかさ上げできるため、浸水対策にも有効な技術となる（図2）。実際に耐震と浸水の両対策として免震構造を採用した自治体庁舎も建設されている⁴⁾。免震構造を用いて都市基盤を構築すれば、地震対策と水害対策を同時に解決でき、都市全体の自然災害へのレジリエンスが大きく向上することが期待できる。

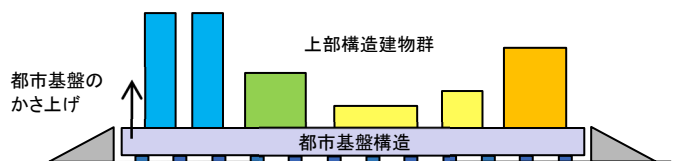


図2 都市免震構造の断面

3. 都市免震構造の設計

当該施設群は人口 10~20 万人程度の自治体に設置されることとし、非常時には防災指令センターと病院にそれぞれ 800 人のスタッフの常駐、2000 名の避難者収容を想定して、各施設の規模を設定した。都市基盤上に配置する各施設建物の諸元を表 1 に、それらの配置を図 3 に示す。

基盤構造は図 4 のように階高 7m の 2 層構成とし、X, Y

表 1 施設建物の諸元

施設種別 (記号)	規模	構造	棟数
防災指令センター (DC)	地上 6 階	S	1
病院 (HOS)	地上 16 階	S	1
エネルギーセンター (EC)	地上 2 階	RC	1
緊急避難所 (GYM)	地上 5 階	S	2
低層住宅棟 (LB)	地上 15 階	RC	4
高層住宅棟 (HB)	地上 29 階	RC	2
備蓄燃料エリア	重量のみを基盤重量に考慮		

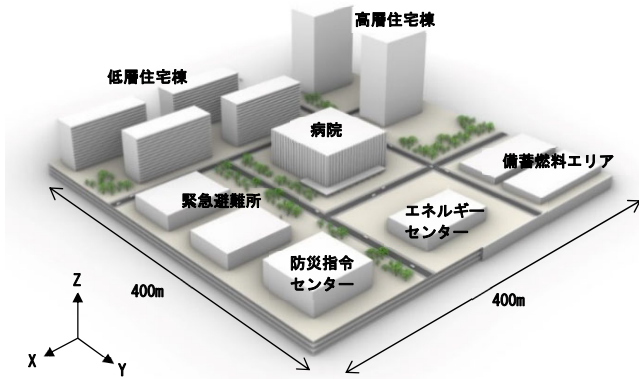


図 3 街区免震モデルの施設配置

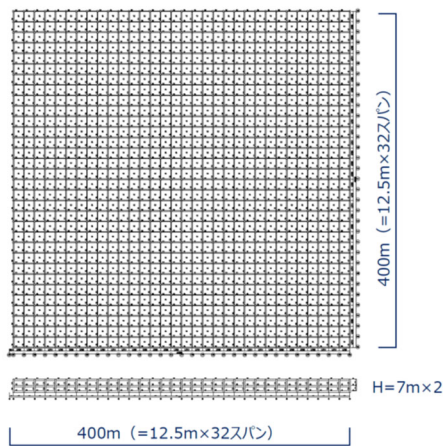


図 4 街区の基盤構造

方向ともに 12.5m×32 スパンの RC 造フレーム構造とする。部材のサイズは、柱：□-1500×1500、大梁：□-1000×2000、床スラブ厚：t=600 (小梁なし) とし、基盤の積載荷重を表 2 のように設定して、街区免震モデルの重量を算出した。算出重量から本報その 2 の地震応答解析で用いる質量に換算した結果を表 3 にまとめる。基盤の質量は全質量の約 85%を占めており、基盤上部に配置する建物群よりも基盤の方が質量分布に関しては支配的である。

表 2 街区基盤の積載荷重 [N/m²]

用途	仕上荷重	積載荷重 (地震用)
防災公園 (施設以外の敷地)	5,000	10,000
駐車場、備蓄倉庫	5,000	5,000
エネルギーセンター	5,000	7,500
備蓄燃料エリア	5,000	20,000

表 3 街区免震モデルの質量一覧 [ton]

施設	DC	HOS	EC	GYM	LB	HB
(1 棟分)	17,449	53,694	15,306	26,418	22,887	34,245
(全棟分)	17,449	53,694	15,306	52,837	91,546	68,490
施設合計	299,322 (0.151)					
基盤	1,681,787 (0.849)					
全質量	1,981,109					

注) 施設記号は表 1 を参照, () は全質量に対する比

4. まとめ

本報その 1 では、地震に対してレジリエントな都市を実現するために都市基盤全体を免震構造とすることを提案し、その研究構想について述べた。検討対象として 400m×400m の街区を想定し、ここに防災拠点としての機能を付与し、具体的な施設建物の選定、配置計画、規模、構造種別の設定を行った。

参考文献

- 1) 日本免震構造協会：レジリエントな都市の実現構想研究会 免震システム技術 WG 活動報告書，2023 年 3 月
- 2) 富澤ほか：都市免震構造の地震時レジリエンス評価に関する研究 (その 1~4)，日本建築学会大会学術講演梗概集 (近畿) 2023 年 9 月
- 3) 日本学術会議：提言 大震災の起きない都市を目指して，土木工学・建築学委員会，大地震に対する大都市の防災・減災分科会，平成 29 年 8 月 23 日
- 4) 国土交通省住宅局：防災拠点等となる建築物に係る事例集，平成 30 年 5 月

- *1 北海道大学
- *2 明治大学
- *3 構造計画研究所
- *4 東京工業大学
- *5 日本免震構造協会
- *6 防災科学技術研究所

- *1 Hokkaido University
- *2 Meiji University
- *3 Kozo Keikaku Engineering Inc.
- *4 Tokyo Institute of Technology
- *5 The Japan Society of Seismic Isolation
- *6 National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience