

佳作受賞(2014年9月12日)

北海道大学大学院工学院 建築構造計画学研究室
修士1年 石井歩 経沢一平 永岡灯

人がヒトの中に住まう

■コンセプト

ヒトは最も重要な部位である頭部を足元からの振動から守るために、背骨を持っている。

背骨は頭部を守る柔軟性を持つだけでなく、背骨内部を通る脊髄も守る構造となっており、変形に対して高い適応力を有している。

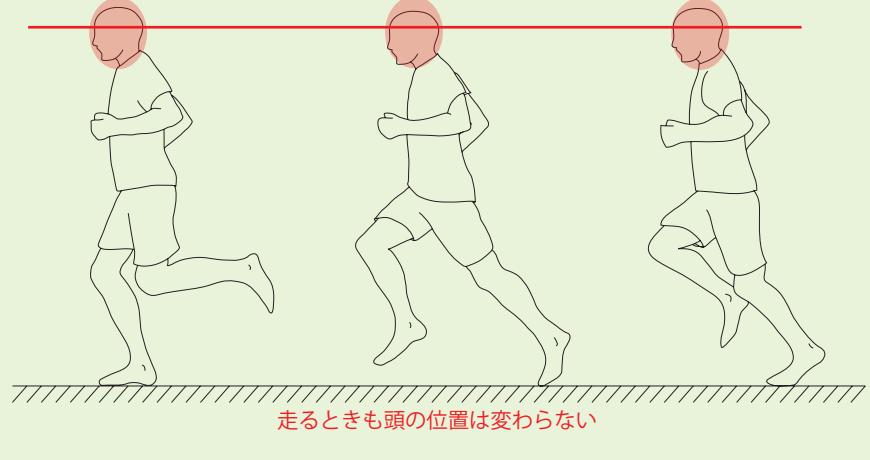
本提案では、ヒトの背骨の構造を元に、変形を多層で分担する新しい免震構造を提案する。

さらに、性質の違う腕振り制振をこの機構に加え、耐震性を向上させる。

■考慮した「自然の力学的特性」

1) 頭と背骨の関係

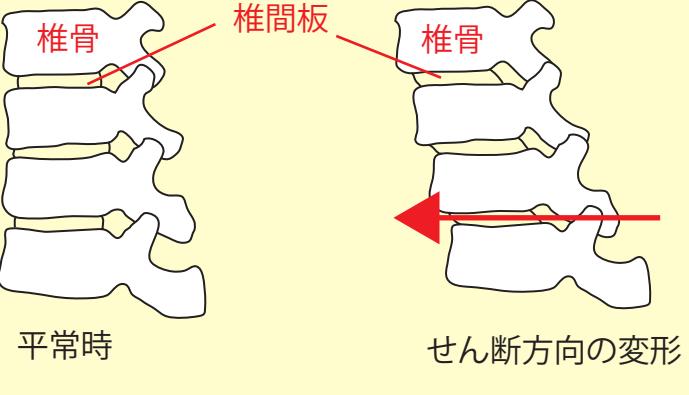
頭はヒトの身体の中で最も大切な部分である。脳と重要な感覚器官を有し、頭がい骨に守られているが振動には弱い。そのため柔軟な背骨で足元からの振動が伝わりづらくしている。



走るときも頭の位置は変わらない

2) 背骨(脊椎)

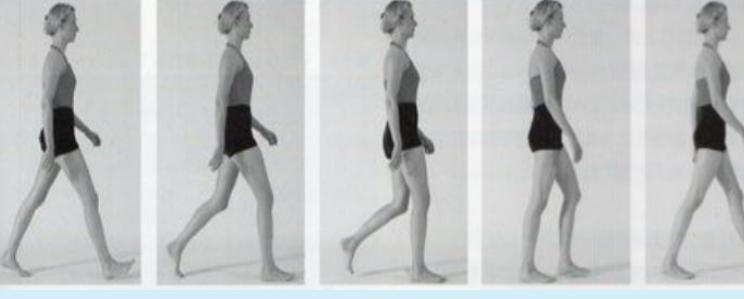
ヒトの背骨は、関節でつながる約30個の「椎骨」と、骨と骨の間でクッションの役割をする「椎間板」で構成されている(下図参照)。椎間板は変形が小さいため、脊椎の中を通る脊髄は切断されることなく全体で大きな変形に追随している。



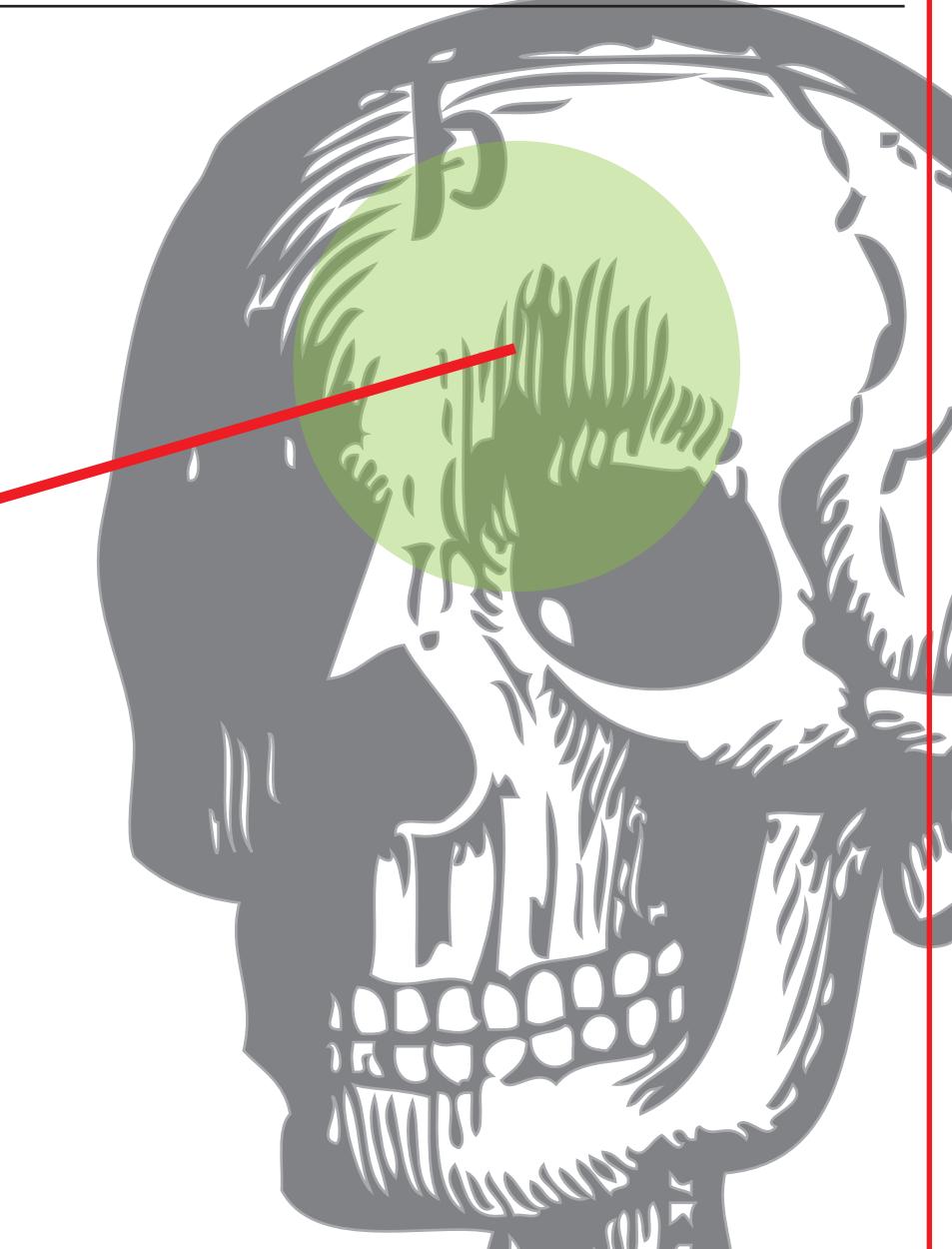
平常時 せん断方向の変形

3) 腕

ヒトは運動するとき自然に腕が動き、体幹をまっすぐに保つ機能を備えている。特に大きく姿勢が崩れるときには大きな役割を果たす。



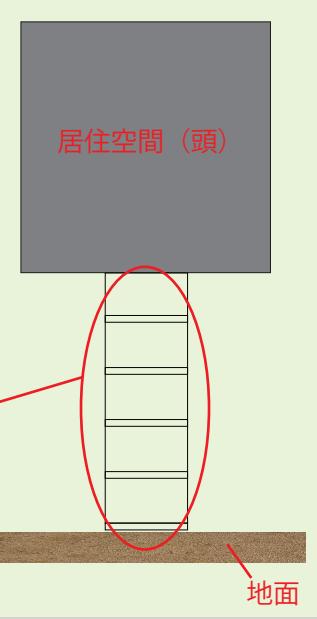
1)



■力学的特性の建築への取り入れ方とその効果

1) 居室空間と背骨構造の関係

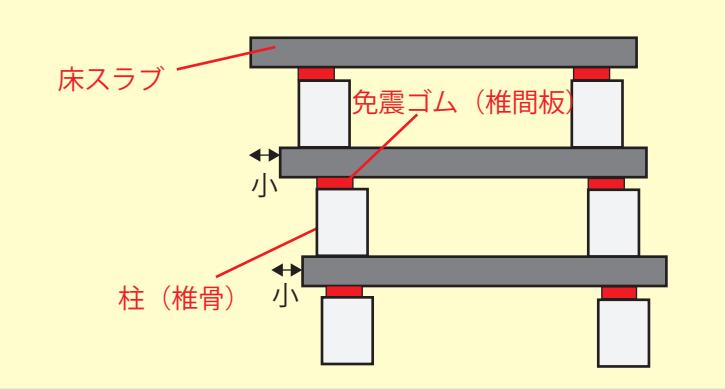
建築において振動から守らなければならぬのは居室空間である。それを頭と見立て、背骨型多層免震により支える。



2) 背骨型多層免震

構造物の変形を多層で負担できるように、各階の柱に変形量の少ない免震ゴムを噛ませた背骨構造を考える。柱が椎骨、免震ゴムが椎間板の役割を果たす。

この構造を用いることによって、層間の変形量が抑えられ、免震構造しながら通常の配管設備やエレベータが設置可能となる。



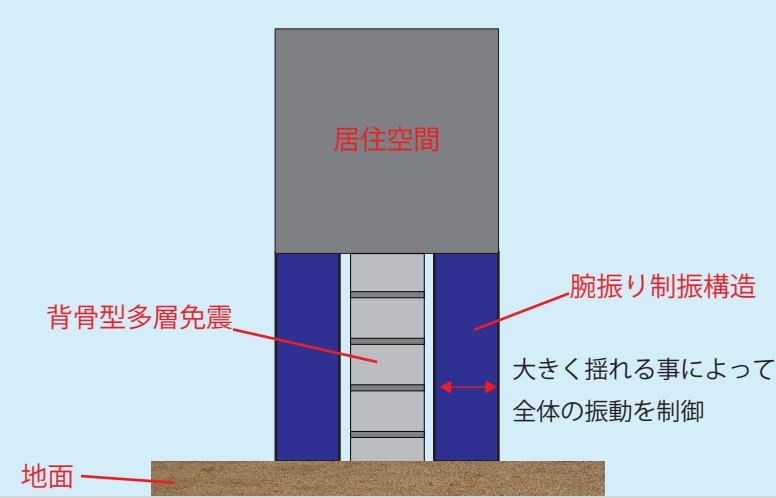
小

小

3) 腕振り制振

大きな地震に見舞われたときに制振の役割を担う腕振り構造を建物に取り入れる。

振動の程度に応じて多層免震と使い分けることで更に高い性能を付加する。



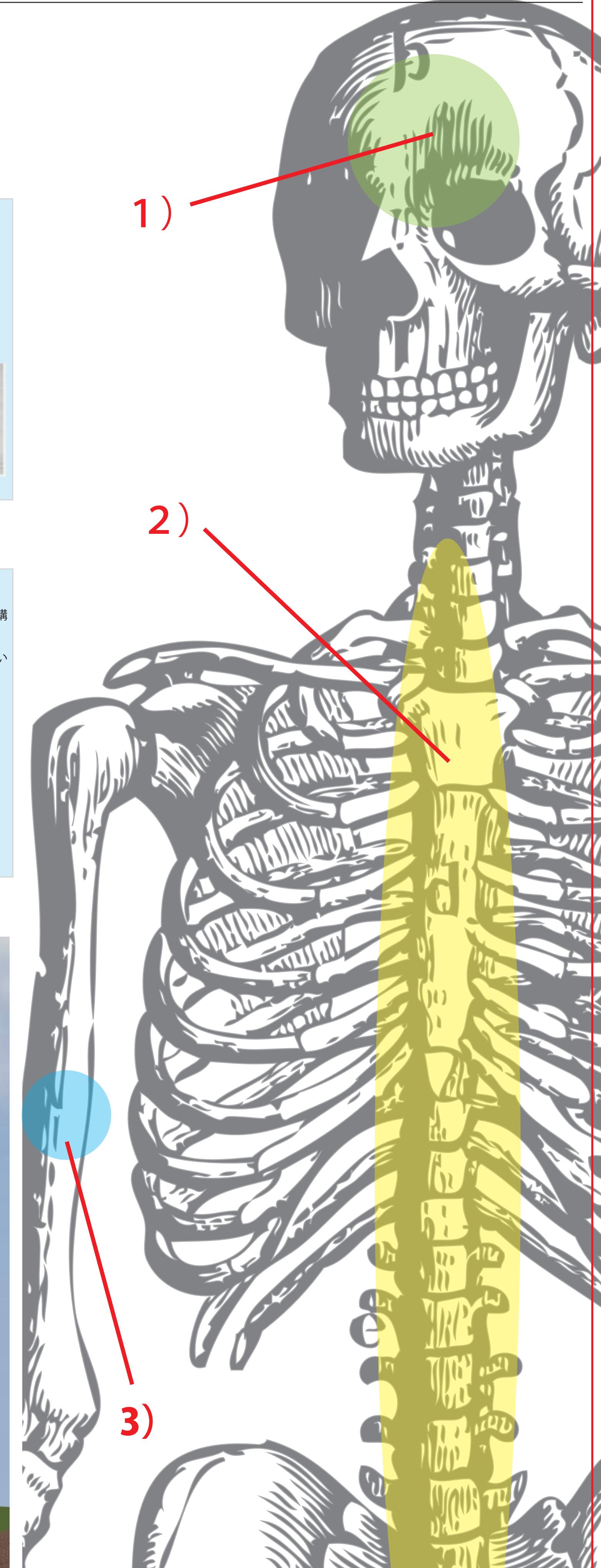
居住空間

地面

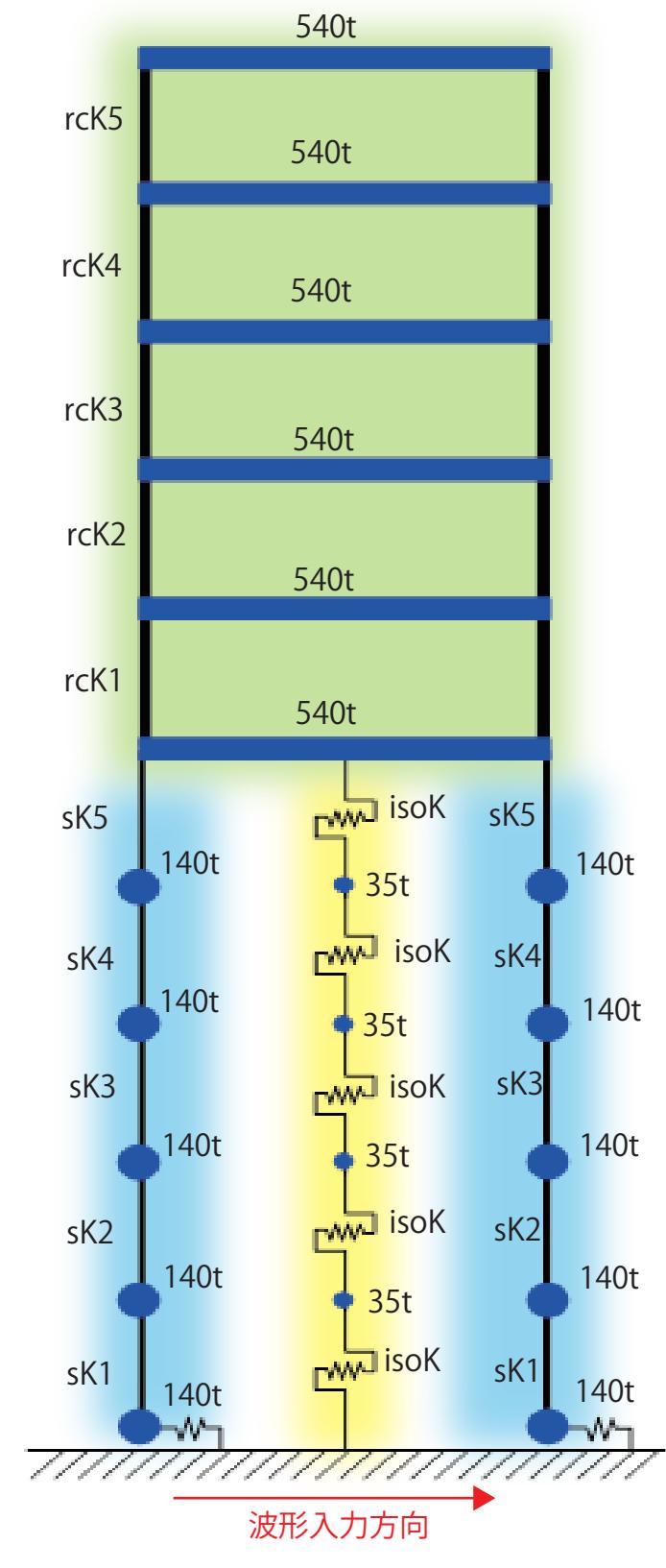
腕振り制振構造

大きく揺れる事によって、全体の振動を制御

2)



■解析モデル



本解析では水平1自由度の質点モデルに置き換えた。そして1方向に地震波を入力し、地震応答解析を行った。入力波は告示波を用いた。

モデル図において

… 頭に相当する部分

… 背骨(脊椎)に相当する部

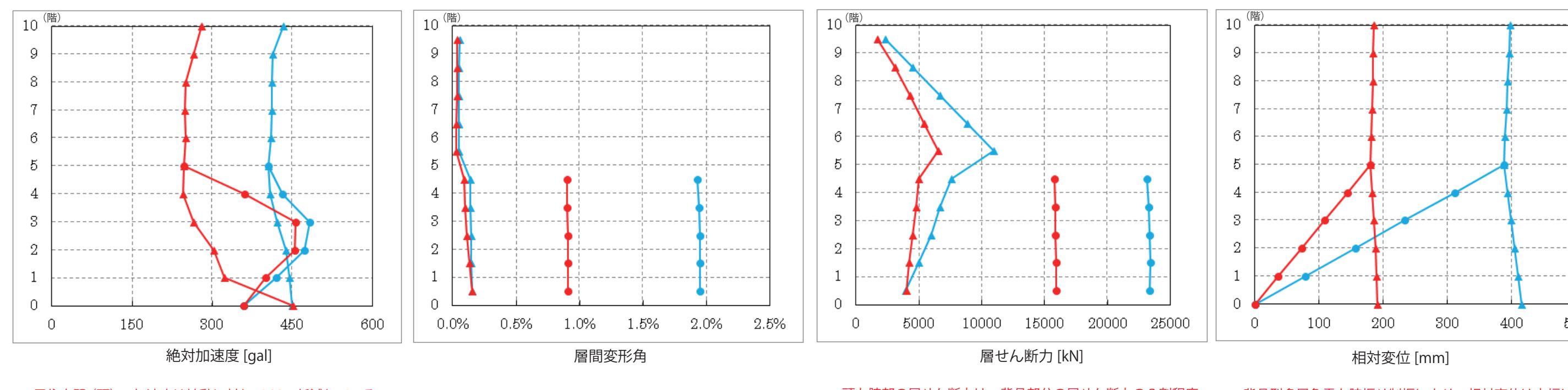
… 腕部に相当する部分

と対応している。

■建物イメージ



■解析結果



居住空間(頭)の加速度は地動に対して20%低減している。

これは背骨型多層免震によるものである。

背骨部分の層間変形角は1%以下に抑えられている。

頭・腕部の層間変形角は非常に小さく無被害に近い。

頭と腕部の層せん断力は、背骨部分の層せん断力の3割程度に抑えられている。

これは、背骨型多層免震の効果によるものである。

背骨型多層免震と腕振り制振により、相対変位は大幅に低減している。

■まとめ

これまでの免震構造は一層で全ての変形を吸収するものであったため、変形角が大きすぎ、免震層の上下での配管設備やエレベーター等の接続に工夫が必要であった。今回の提案では、免震層を分散させることにより各層の変形角を小さく抑え、それらの構造体への追従を可能にした。

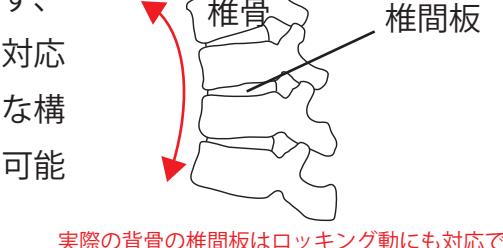
また、1つの手法であらゆる振動に耐えるのではなく、振動の程度に応じて対応する部位を変化させることで、足元からの振動から居室空間を守るという構造を提案した。

●建て方手順

- ①免震部分をつくる
柱梁フレキシブルとして、柱頭部分に免震層を挟み込む。
- ②メガ架構形成
免震部上部にメガ架構をつくる。
- ③各層を形成する
上部にRC造、下部にS造をつくる。
- ④完成

■今後の展望

現時点ではロッキング動にも対応できる免震ゴムが普及しておらず、鉛直方向の揺れに対して不安が残る。よって、ロッキング動にも対応できる新たな構造形態を考えることでヒトの背骨構造により忠実な構造を生み出すことができ、多様な地震に対する免震構造の設計が可能になると想われる。





2014年度

日本建築学会技術部門設計競技

課題 「自然物の優れた力学的特性を取り入れた
新たな構造デザイン」

佳 作

正会員 石 井 歩 殿

経沢一平 殿 永岡 灯 殿

あなたがたの作品は標記の設計競技に
おいて頭書の成績をおさめられました
よって ここに賞状を贈りこれを賞し
ます

2014年9月12日

一般社団法人 日本建築学会

会 長

吉野

博



2014年度日本建築学会技術部門設計競技
「自然物の優れた力学的特性を取り入れた新たな構造デザイン」

入選一覧

	提案名	代表者	共同制作者
最優秀賞	Tyrano Structure	正会員 望月 英二（竹中工務店）	正会員 鈴木 康介（竹中工務店） 正会員 水島 靖典（同上） 正会員 車 創太（同上）
優秀賞	樹幹の建築	正会員 石山 達士（竹中工務店）	正会員 平林 聖尊（竹中工務店） 正会員 千賀 英樹（同上） 正会員 石田 高義（同上） 正会員 南谷 知輝（同上） 正会員 鶴ヶ野翔平（同上）
	躯体可変 －変化を受け入れる HUMANOID STRUCTURE－	正会員 佐々木 聰（清水建設）	正会員 竹内信一郎（清水建設） 正会員 安達 一喜（同上） 正会員 南部 紘（同上） 正会員 佐藤 彰（同上） 正会員 稲葉 秀星（同上） 正会員 稲垣 啓輔（同上） 正会員 吉田 伊織（同上） 正会員 水口 朝博（同上） 正会員 西野 安香（同上）
	継時的变化に追従する構造システム －変形する外皮による大きな壁－	正会員 松土 智史（大成建設）	正会員 上田 恭平（大成建設） 正会員 阿部 祐一（慶應義塾大学）
佳作	人がヒトの中に住まう	正会員 石井 歩（北海道大学）	正会員 経沢 一平（北海道大学） 正会員 永岡 灯（同上）
	TWISTrong －ねじって強くする－	正会員 浜田 英明（法政大学）	正会員 川久保 俊（法政大学） 正会員 中出 慧（同上）
	PineCone －環境に適応して変化する複合的構造デザイン－	正会員 三村 卓矢（日本大学）	正会員 野田 りさ（日本大学） 正会員 川岸 梅和（同上）
	波を包み込む根	正会員 渡部 真彰（新潟大学）	正会員 岩佐 明彦（新潟大学） 準会員 佐藤 博迪（同上）