所属：高知工業高等専門学校　ソーシャルデザイン工学科

研究タイトル：

免震・制振建物の地震応答性状に影響を及ぼす入力地震動特性とその地震動像に関する研究

掲載不可

氏名：	池田 雄一 ／IKEDA Yuichi	E-mail：	yikeda@ce.kochi-ct.ac.jp
職名：	教授	学位：	博士（工学）

所属学会・協会：	日本建築学会　日本地震工学会　日本自然災害学会　日本免震構造協会
キーワード：	強震動、入力地震動特性、免震建物、地震応答性状
技術相談 提供可能技術：	・強震記録の強震動特性評価 ・免震建物の地震応答解析、及び耐震性能評価 ・建物の地震応答解析、木造家屋の地震被害要因評価・分析 ・3 次元振動台を用いた強震動に対する建物振動模型の実験的研究

研究内容：

◆研究概要

Ⅰ．国内外で観測された強震動に基づく多段免震建物の積層ゴムアイソレータの引き抜きに関する耐震安全性の研究

（強震動が多段免震建物の積層ゴムアイソレータの引き抜き問題に及ぼす影響）

免震構造設計において設計を上回る過大地震入力への対策として、近年、建物が注目されている。図 1 に示すような多段免震建物は、免震層を複数階に設置することにより地震応答量を低減すると同時に、上部構造と下部構造の相互作用によって、制振の効果も期待できる。

多段免震建物は、Pan らによって初めてその概念が示され、辻らにより免震層設置位置の設定次第では、基礎免震建物と比べ地震動入力時の免震層変位応答量を低減できると報告されている。

設計者は、地価の高い大都市部において、図 2 に示すように基礎免震層の地震時免震層変位応答量をできるだけ小さく、中間階にあるもう 1 つの免震層の免震層変位応答量を大きくして、敷地を可能な限り有効に活かし、建物の耐震向上を図る目的として多段免震建物を設計建設の動向がある。

そこで本研究室では、中間層免震建物と、免震層が複数階に設置される多段免震建物の地震応答性状に関する考察を行い、中間層・多段免震建物の耐震安全性を検証する。

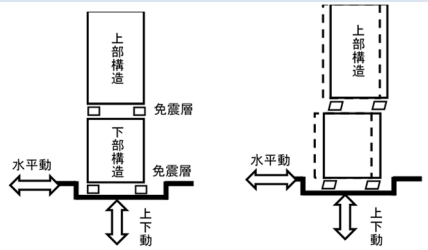


図 1　多段免震建物の地震時応答

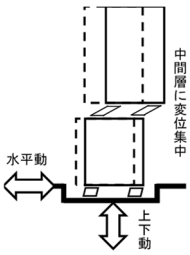


図 2 設計者提案による多段免震建物の活用法

Ⅱ．開発した安価な加速度センサによる免震建物の地震応答特性を観測する地震観測システムの構築に向けて

本研究室では、高知高専・上田真也教育技術員と一緒に、安価な加速度センサを開発した。（図 3・左図参照）開発した加速度センサによって取得した加速度データについて、振動台実験を行ってその計測精度を 2025 年度検証した。そして、高知県内の既存免震建物の 20 棟への設置を行い、免震建物の地震応答特性の観測を行っている。

開発した加速度センサの計測精度を確かめるために、高知高専所有の振動台による実験を行った。地震において観測された強震動を用いて、振動台に入力する地震波を作成した。そして、この振動台実験から取得した加速度データを 2 回積分し変位を求め、レーザー変位計の変位と、開発した加速度センサの変位を比較した。図 3・右図から、開発した加速度センサは、比較的良い精度で免震建物の応答特性を捉えることを確かめている。今後、多くの免震建物に設置したいと考えている。

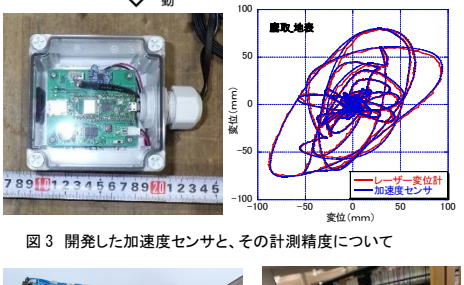


図 3　開発した加速度センサと、その計測精度について

Ⅲ．2024 年 4 月 17 日豊後水道の地震の高知県宿毛市において観測された地震動と木造住宅の瓦屋根被害及び宿毛市立坂本図書館の書架 転倒・書籍散乱の被害との関係

(1) 被害の大きかった宿毛市中央の木造住宅の被害は、主に屋根瓦の損傷及び落下が多かった。その屋根の被害は、南北方向及び北西－南東方向に屋根が流れている木造住宅が11棟、東西方向に屋根が流れている木造住宅が4棟であり、南北方向・北西－南東方向に屋根が流れている木造住宅の屋根被害が多かった。（図4）

(2) 規則的に書架が配置されていた宿毛市立坂本図書館の書架は、転倒・傾斜した書架は比較的少なかった。しかし、書架軸が東西方向若しくは西から15°～30°反時計回りに書架軸を持って配置されていた書架では、収納されていた書籍の落下・散乱が目立った。（図5）



図 4 切妻屋根の被害



図 5 坂本図書館の書籍の散乱

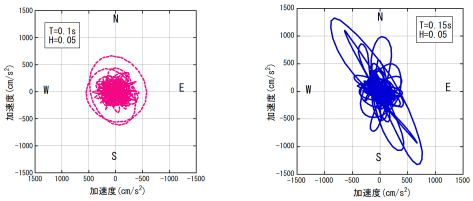


図 6 周期別弾性加速度平面応答（左：T=0.1 秒、右：T=0.15 秒）

(3) 宿毛市で観測された地震動は、地表の加速度平面軌跡及び速度平面軌跡において、北方向から反時計回りに15°～30°の方向に地震動の主軸を持った地震動の方向性が見られた。また、この地震動に対する1質点系モデル弾性加速度応答（h=0.05）に関して、周期0.15秒では、北方向から反時計回りに15°～30°において弾性加速度応答が大きい。（図6）