

# 建築物の耐震設計法に関する研究成果 －建物の揺れ方と地盤の関係－

(問い合わせ)

国際地震工学センター

研究員 大塚 悠里

Tel 029-864-6759

E-mail [y-otsuka@kenken.go.jp](mailto:y-otsuka@kenken.go.jp)

# 概要

## 背景・目的

建築研究所では、地震に対して安心・安全な建物を設計する方法や技術を提供している。本研究は、建物の揺れ方を決める大きな2つの要素である「**地盤(地面)の硬さ**」と「**建物の構造**」について詳細に解析を行い、より**合理的かつ、地震に対して安全に建物を設計するために必要な知見を得た**。

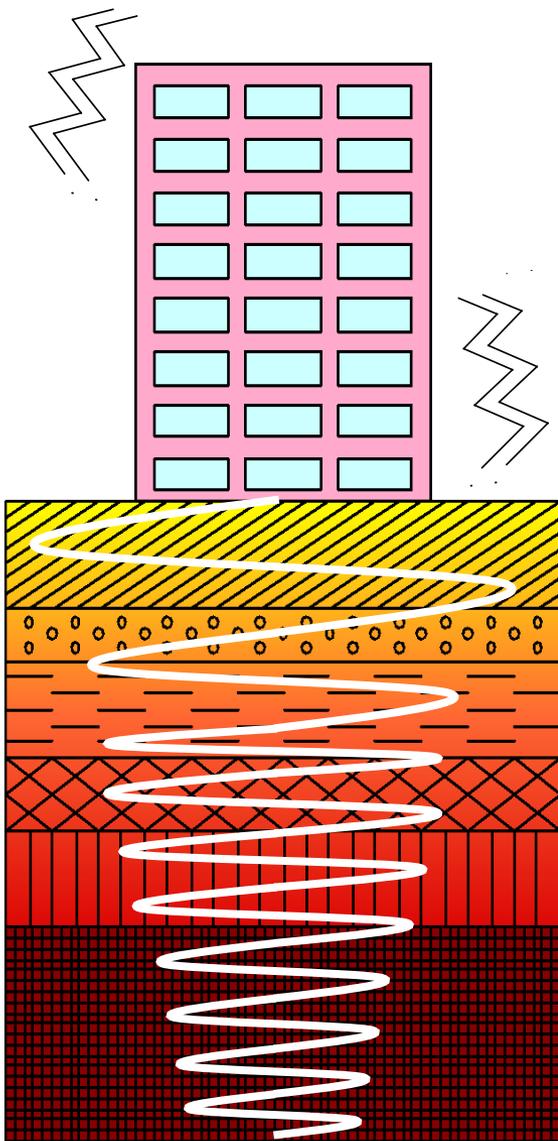
## 研究概要

地震時における建物の揺れ方を決める大きな要素として、建物が建つ地盤の性質や建物構造の種類がある。日本では、地盤の性質を硬い地盤(1種地盤)、普通の地盤(2種地盤)、軟らかい地盤(3種地盤)の3種類に分類している。また、建物構造の種類は、一般的に住宅に用いられる木造やビルや学校の鉄筋コンクリート造、鉄骨造などがある。

本研究では、鉄骨造建物を対象に**地盤の硬さを詳細に反映した地震動による解析**を行うことで、**地盤の硬さと建物の揺れ方(応答)の関係を明らかにした**。結果として、普通の地盤(2種地盤)や軟らかい地盤(3種地盤)では、ほとんどの建物が同じ大きさで揺れること(「**応答の溜まり場**」が存在すること)が明らかとなった。日本では、多くの都市が普通の地盤(2種地盤)や軟らかい地盤(3種地盤)に建っているため、**地盤の性質を把握することで、建物の揺れ方が予測することができる**。建築研究所では、より**合理的な設計が可能**となるよう、「応答の溜り場」における建物の揺れ方(応答)の性状を明らかにする研究に取り組んでいる。

## 今後の展開

「応答の溜まり場」に関する研究をさらに進めることにより、地盤の性質を考慮したよりきめ細かな設計が可能となることが期待される。例えば、**地震後も倒壊しないだけでなく、継続して使用できる建築物の設計にも活用**できる。また、2000年に施行された限界耐力計算は、この地盤の性質を考慮して設計できる方法のため、**本研究の成果と共に活用することでより合理的な建築物の耐震設計が期待できる**。



## 建物の構造

鉄骨造:ビル, アパート

鉄筋コンクリート造: 学校, マンション, ビル

木造: 住宅



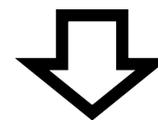
## 地盤の性質

硬い地盤 (1種地盤)

普通的地盤 (2種地盤)

軟らかい地盤 (3種地盤)

都市部の多くは2種、3種地盤  
に建っている



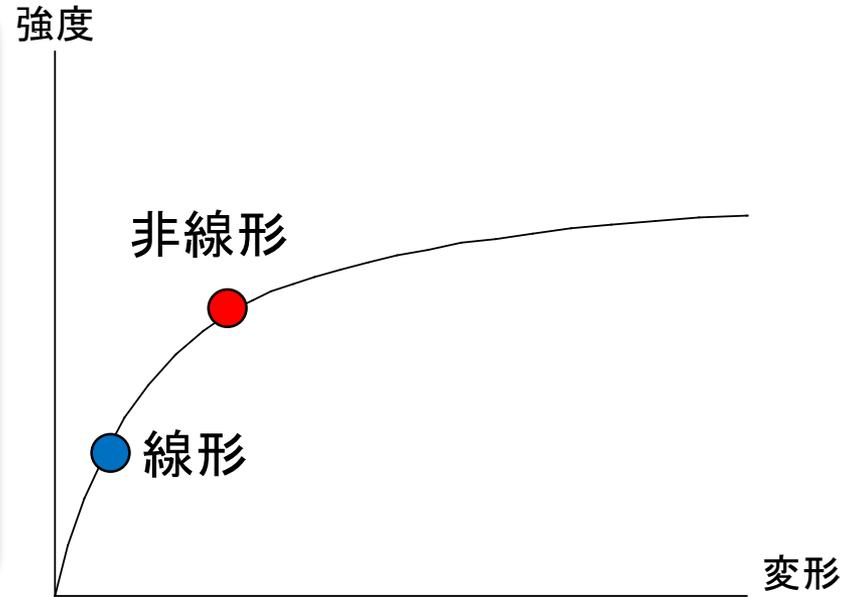
建物の揺れ方(応答)が決まる

# 建物の性質

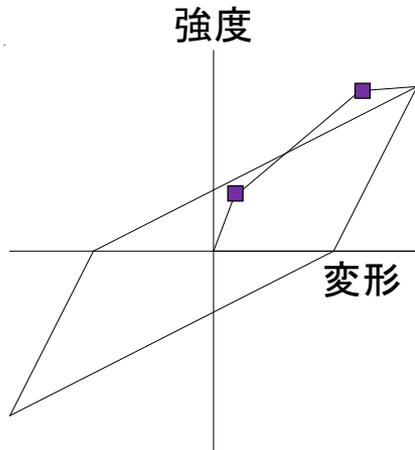
建物は地震の力を受ける時、建物の強度が大きくなると共に変形が大きくなる(線形●)。  
その後、強度はほぼ同じだが、変形が大きくなる(非線形●)。

鉄筋コンクリート造、鉄骨造、木造ごとにこの強度と変形の関係が分かっている。(下図)

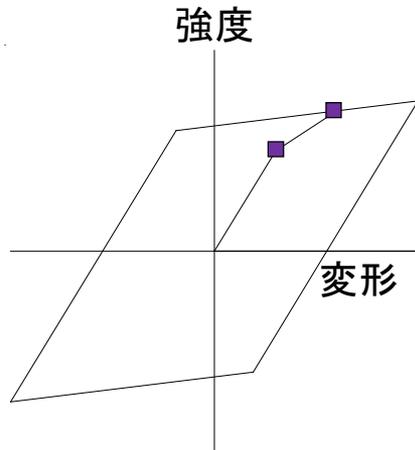
本研究では、鉄骨造建物を対象に強度と変形の関係において折れ点(■)が一つのシンプル解析モデルを用いて検討を行った。



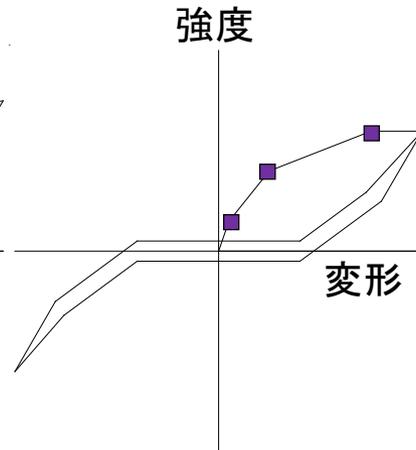
## 鉄筋コンクリート造



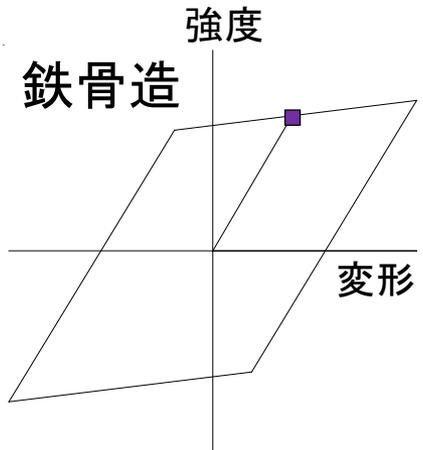
## 鉄骨造



## 木造



## 本研究の対象モデル



## 地盤の性質

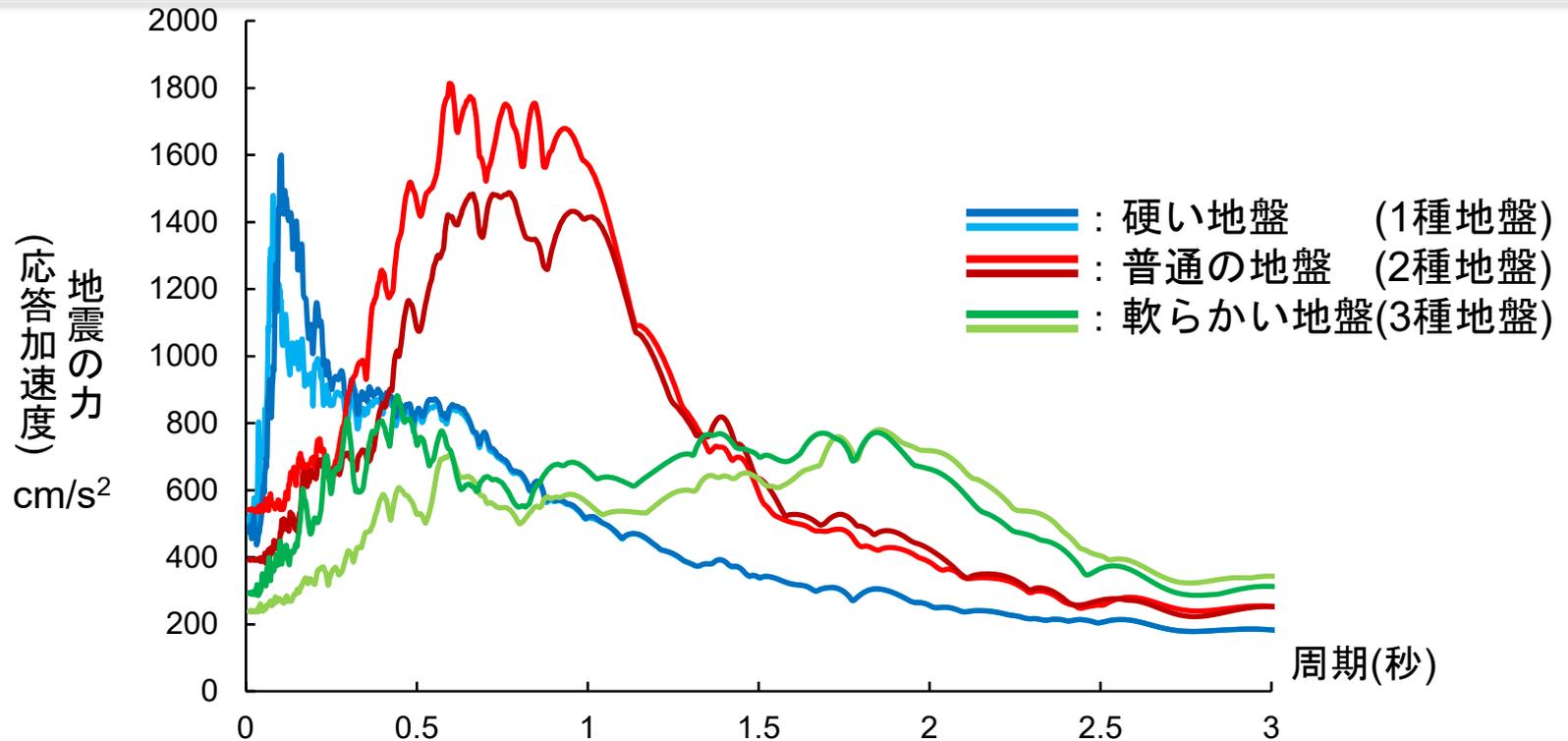
地盤の調査による土質データ(K-NET・KiK-net, NIED)を用いて地盤の硬さを詳細に反映した地震動を作成した。(下図)

硬い地盤(1種地盤)は、小さい周期で地震の力(加速度)が最大となる。

一方、普通の地盤(2種地盤)は1種地盤より大きい周期で地震の力(加速度)が最大となる。

軟らかい地盤(3種地盤)は、地震の力(加速度)の最大値が小さく、2種地盤よりも大きい周期で地震の力(加速度)が最大となる。

この地震の力(加速度)の形状の違いが建物の揺れ方に影響する



# 地盤の性質を詳細に反映した地震動による鉄骨造建物の解析結果

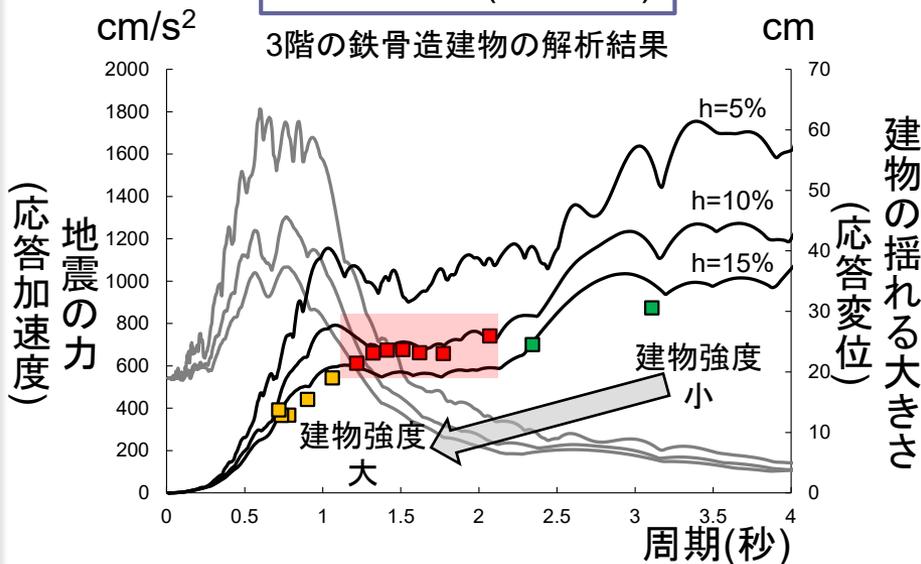
普通の地盤(2種地盤)は、中程度の強度の建物の揺れの大きさが同じであった(■)。強度の低い建物は地震による揺れ(応答)が大きくなった(■)。強度をかなり大きくすると建物の揺れ(応答)は小さくなる(■)。

軟らかい地盤(3種地盤)は、中程度から強度の小さい建物まで揺れ方(応答)が同じであった(■)。強度を大きくすると建物の揺れ(応答)は小さくなる(■)。強度を小さくすると揺れ(応答)はかなり大きくなる(■)。

赤い帯で示した部分が**建物の強度にかかわらず、建物の揺れ方(応答)が同じになる領域(「応答の溜り場」と呼称)**である。

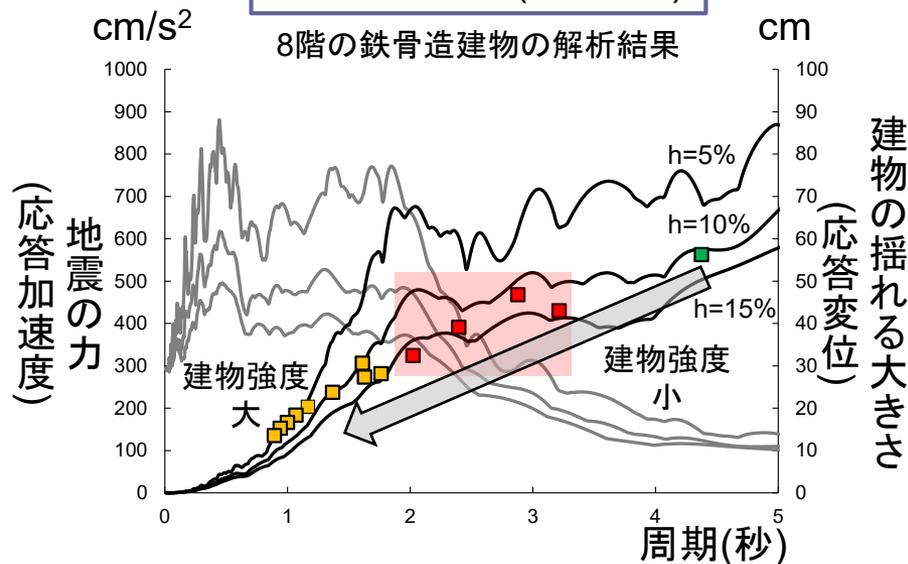
普通の地盤(2種地盤)

3階の鉄骨造建物の解析結果



軟らかい地盤(3種地盤)

8階の鉄骨造建物の解析結果



□: 応答解析結果 —: 地震の応答変位 —: 地震の応答加速度 h(減衰定数): 建物が地震の力を吸収する能力

# 地盤の性質を詳細に反映した地震動による鉄骨造建物の解析結果

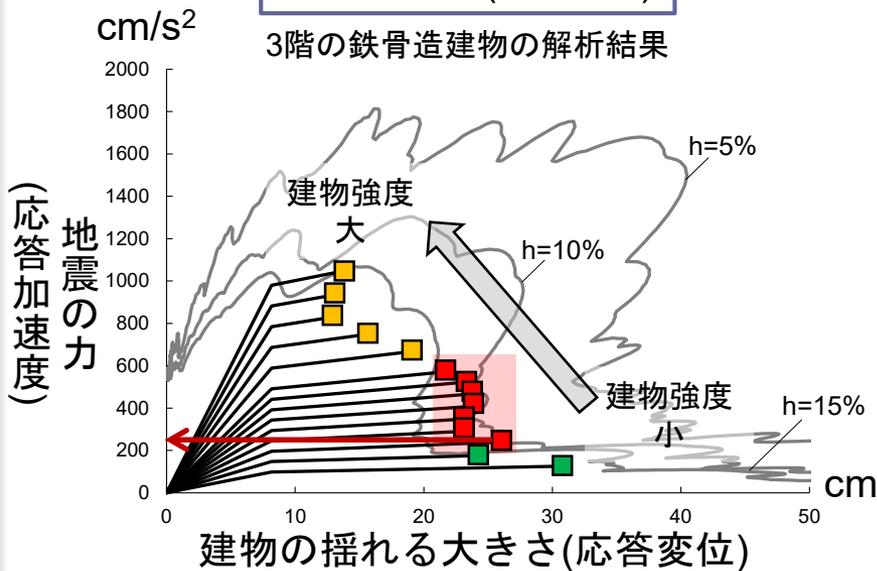
日本では、普通地盤(2種地盤)や軟らかい地盤(3種地盤)に建物が多く建設されている。これらの地盤では、一般的な強度の建物の揺れ(応答)が「**応答の溜り場**」(■)で決まる。「**応答の溜り場**」の領域を過ぎると、建物の揺れ(応答)がかなり大きくなる(■)。

⇒「**応答の溜り場**」における最小の建物強度(←)が地震の力に対して要求されている建物強度の指標と言える。これにより、建物の揺れ(応答)をベースとした設計が可能となり、地震に対して安全かつ、スマートな建築物の設計が可能となることが期待される。

「**応答の溜り場**」に関する研究を進めることで、地盤の性質を考慮したより合理的(経済的)な建築物の耐震設計が期待できる。

普通地盤(2種地盤)

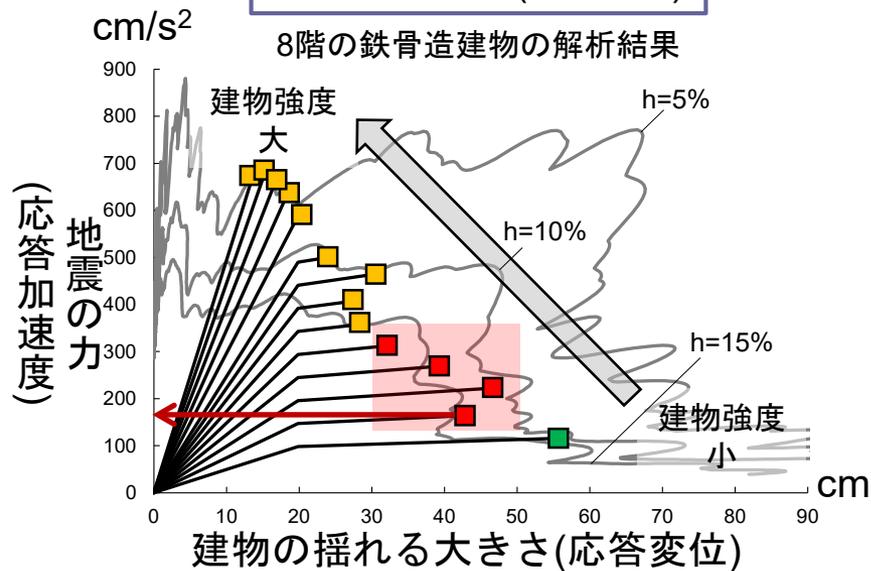
3階の鉄骨造建物の解析結果



□: 応答解析結果      —: 地震の応答加速度と応答変位

軟らかい地盤(3種地盤)

8階の鉄骨造建物の解析結果



h(減衰定数): 建物が地震の力を吸収する能力