

## 1 地震が予知できたとしても・・・

■最近、何月何日に地震が起こりそうだという研究が新聞紙上をにぎわしています。でも、人間はそのときに避難できますが、建物はできません。では、建物をどのように設計すればよいのでしょうか？

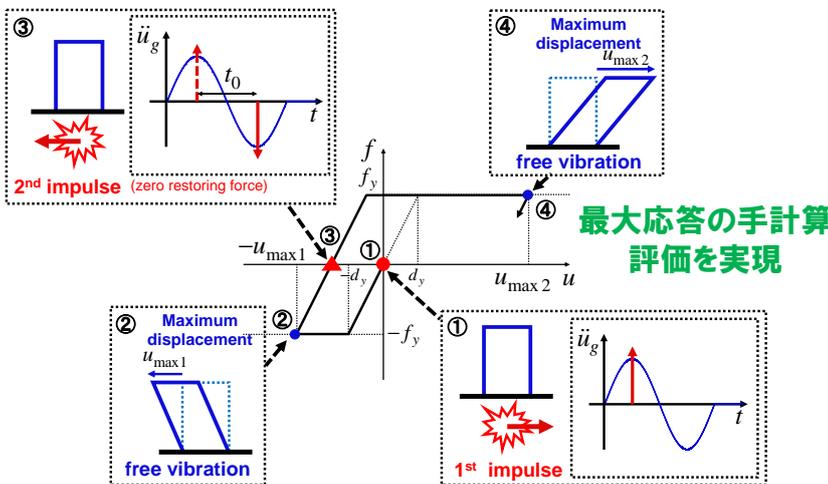
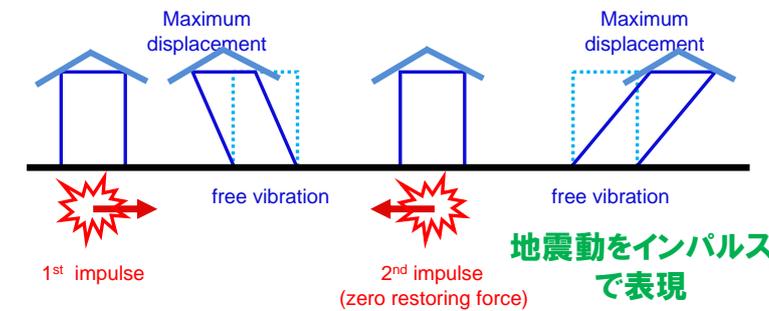
## 2 未知の地震動にどう対応？

■1970年に、アメリカの学者Drenickが、構造物にとって**最悪な地震動に関する論文**を発表しました。その発端は日本の建築構造技術者の英国における会議発表だったそうです。私たちのグループでは、**建物の性質が時々刻々変化する場合(弾塑性)の最悪地震動の特徴**を明らかにしました。(Nature Publishing Group [NPG]の出版社から公表: 2015年)

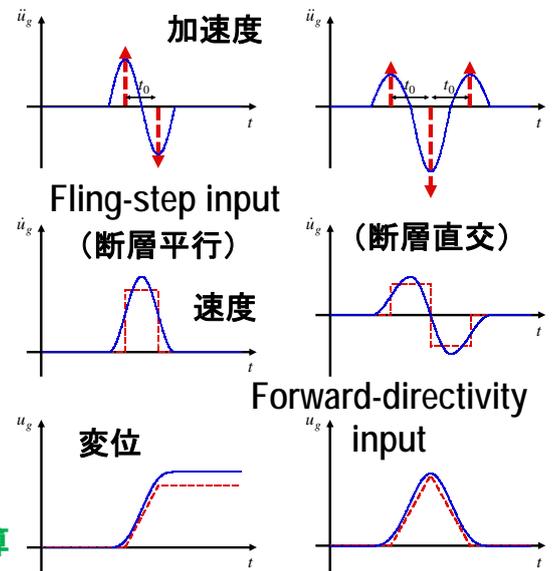
K.Kojima and I.Takewaki, Critical earthquake response of elastic-plastic structures under near-fault ground motions (Part 1: Fling-step input, Part 2: Forward-directivity input), *Frontiers in Built Environment*, 2015 (Open Access Journal from Nature Publishing Group).

## 3 最悪地震動の効用は？

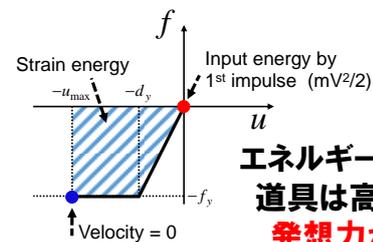
- 超高層ビル、東京スカイツリー、原子力施設**などでは、その社会的重要度から、通常の建物よりも相当高い安全性のレベルが要求されます。
- お金をかければ安全性の高い建物は実現できますが、持続可能な社会における経済性の観点からは、**安全性とともにできるだけ経済的にも優れた建物**が理想的です。
- それに答えるのが**最悪地震動の考え方**です。地震がどこで発生するかについては現時点では確かなことは言えません。また、どのような性質の地震動が発生するかもよくわかっていない部分が多いのです。1995年の神戸地震、2011年の東北地方地震などはその典型例です。このような未知で不確定な地震動を的確に扱うことができるのが最悪地震動の概念です。
- この研究(上記NPG2015)で、**1960年来難問とされていた課題を解決した**と言えます。



建物に対する最悪地震動



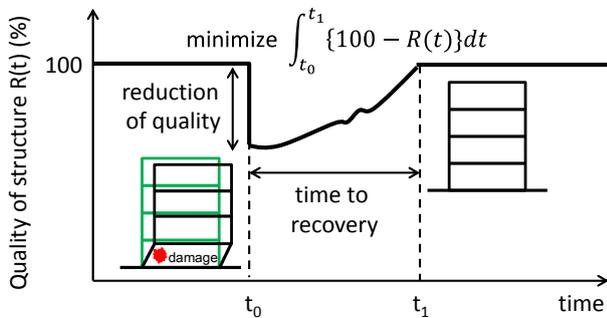
断層近傍地震動の波形



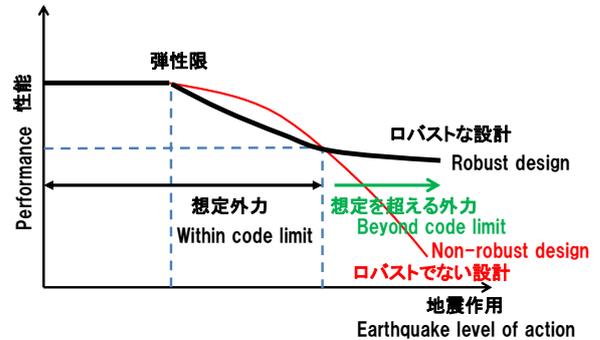
エネルギー保存則:  
道具は高校物理  
発想力が重要

## 4 建物の地震に対するレジリエンスを高めるには！

- レジリエンスとは、地震により建物が損傷・被害を受けた際に、もとの状態へと回復する能力のことを意味しています。免震・制振ハイブリッド構造のようなロバストな設計をめざし、構造ヘルスマニタリングにより建物の現状を知ることでレジリエンスは高められます。



構造物のレジリエンス指標



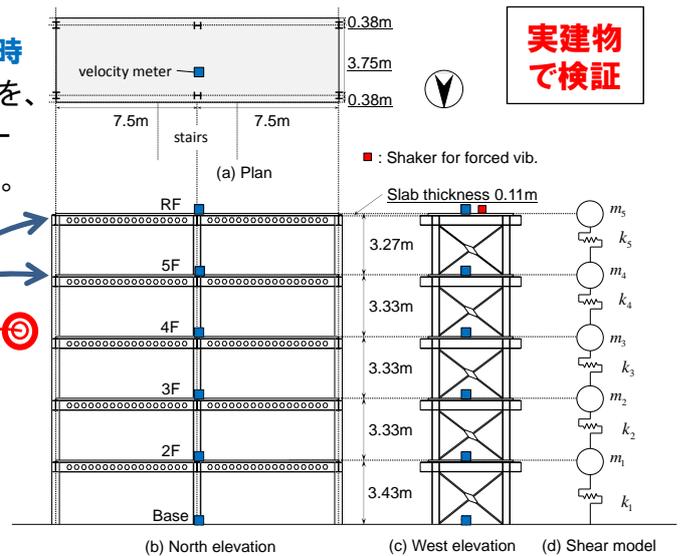
ロバストな設計とロバストでない設計

## 5 構造ヘルスマニタリングとは？

- 建物の現状を調べるために、地震時のデータを用いた従来の方法とは異なり、通常の状態でも得られる常時微動データを用いて建物のローカルな剛性などの特性を、人間の体に聴診器をあてるような感覚で、限られたデータから直接同定することを世界で初めて可能としました。



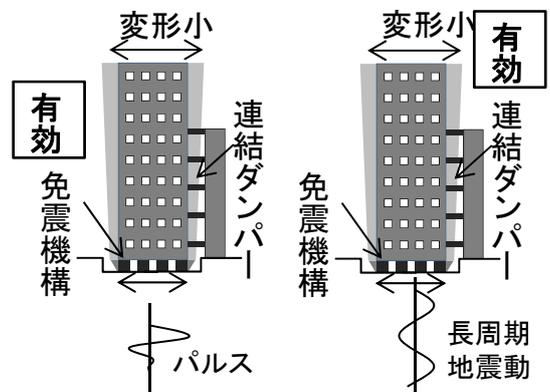
聴診器を使う感覚で



## 6 免震・制振ハイブリッド構造の魅力！

- 免震と制振のハイブリッドシステムである「免震・連結ハイブリッドシステム」のメカニズムを明らかにし、直下型地震動や長周期地震動などの種々の地震動に対して高いロバスト性を有することを明らかにしました。
- 「免震・連結ハイブリッドシステム」を用いた建物は、地震危険度の高い東京湾岸において高いロバスト性を有する超高層マンションとして実際に設計されています。

1ランクグレードアップした建物として  
東京や大阪でも続々実現！



ハイブリッド構造(免震と制振)