

# 歴史的建造物の耐震改修を考慮した経済性能評価に基づく構造特性の最適化

東北大学大学院 工学研究科 都市・建築学専攻 適応設計工学研究室

Takahashi Lab.

## はじめに

歴史的建造物は建設当時の技術・建築的知識・人々の生活等を後世に伝える資料として非常に価値あるものであるが、経年による劣化から構造的に安全と判断できないものが多く、維持管理・解体廃棄の選択を強いられている。そのような選択の場面において、非木造歴史的建造物の場合、歴史的価値を維持しながら合理的に建物の補修・補強を進める手法が確立されているとは言えない現状であり、経済的理由から解体となる場合も少なくない。

⇒ 建物保存のための処置を施した場合のライフサイクルコストを検討し、歴史的建造物の価値を考えた場合に損失とならない改修プランについての検討を行う。

## ライフサイクル入力地震動

供用期間中に発生が予想される中小地震を含めた年最大地震動の組み合わせ

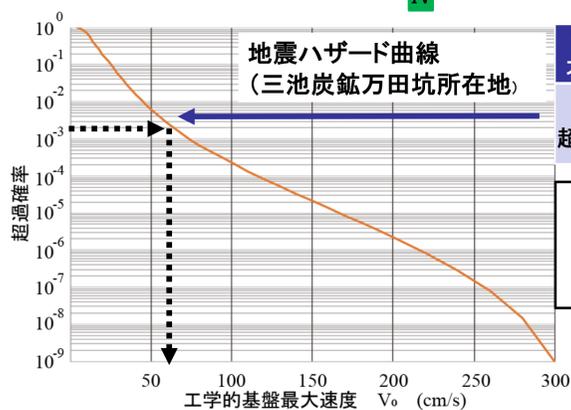
$$(1) P_i = 1 - \frac{(1-P_0)}{e^{i-1}}$$

$$(2) F_i = 1 + \frac{\ln(1-P_i)}{N}$$

$F_i$  :  $i$  番目の  $N$  年非超過確率

$P_i$  :  $i$  番目の  $N$  年超過確率

$N$  : 建物の供用期間

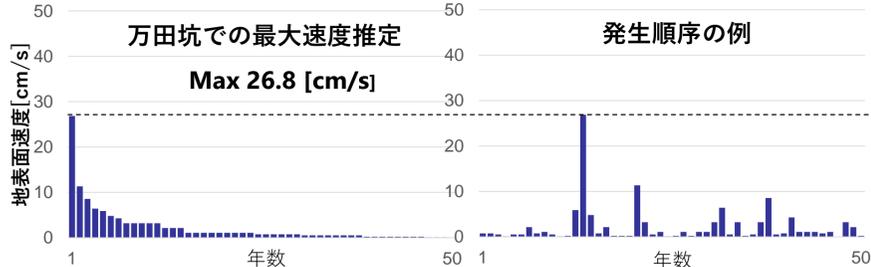


地震の大きさ順	$i=1$	$i=2$	$i=3$	$i=4$	...	$i=50$
50年超過確率 %	10.0	6.9	2.8	7.8	9.5	5.0

(2)式を用いて得られた超過確率群に相当する工学的基盤速度を算出する

本研究では  $P_1 = 10\%$  を想定

地震ハザード曲線から(1)、(2)式を用いて年最大速度の組合せを作成さらに地盤増幅率を乗じ、ランダムに発生する組み合わせを作成



## 対象建造物例と解析方法

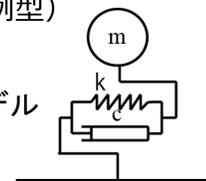


写真1 対象建造物例 三池炭鉱旧万田坑施設 事務棟

解析方法：線形時刻歴応答解析

- 建築建造物
- 一質点モデルに縮約可能
  - 復元力特性：Bi-linear型
  - 履歴則：Bi-linear+slip型
  - 減衰定数：5% (瞬間剛性比例型)

図1 解析モデル

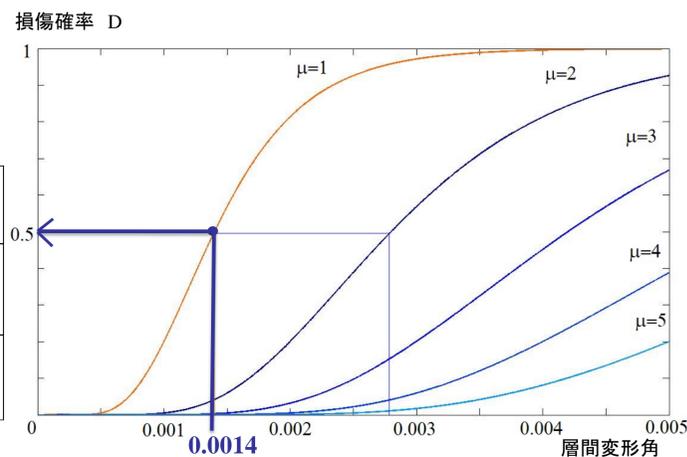


## 建造物の応答-損傷モデル

脆弱性曲線により損傷の評価を行う

	中央値	標準偏差
煉瓦壁体 (終局)	0.0014	0.417
架構全体 (終局)	0.0014 × 塑性率	0.417

表1 脆弱性曲線のパラメータ設定



層間変形角から建造物の損傷確率を算出し損傷を評価

## 耐震改修案を考慮した解析パラメータの設定範囲と対象建造物例のパラメータ

今回は歴史的建造物の保存を考慮したプラン4通りを考慮し、耐震改修報告書等の文献より解析パラメータを以下のように設定した。

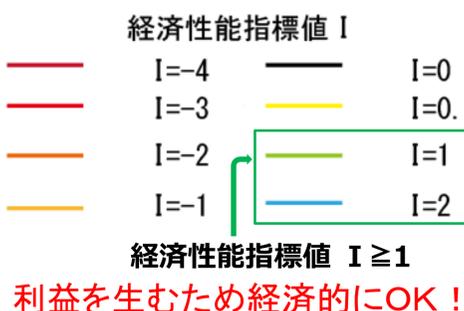
対象建造物例を先出した三池炭鉱万田坑 事務棟とすると建造物の構造特性は以下ようになる

対象建造物例	
構造	混合構造 (煉瓦造+RC造)
建築面積	128.51㎡
外壁	構造用煉瓦一枚半積 (柱型付)
ベースシア係数 $C_B$	0.38~0.4
一次固有周期 $T$	0.15 [s]
終局塑性率 $\mu_u$	1~1.5程度

	固有周期	ベースシア係数	終局塑性率	減衰	費用 (万円/坪)
現状維持 (最低限の外転倒防止措置)	0.1~0.25	0.1~0.6	1~3	5%	35
ステンレスピン挿入等による壁体拘束補強	0.1~0.3	0.15~0.8	2~6	5%	112
補強鉄骨・耐震プレート増設	1.5~0.4	0.3~1.2	6~9	5%	160
免震レトロフィット	3.0	免震層上部特性は原状まま		20%	350

## 解析結果 (都合上一部掲載)

地震動群 (50年間分) を用いて地震動解析を行い、損傷による修復費用と収益用建築物としての収益を積算した結果以下ようになる。



⇒ 初期投資をしてでも残す価値があり

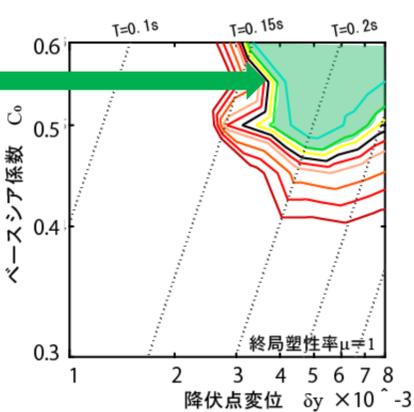


図2 現状維持 (最低限の外転倒防止措置)

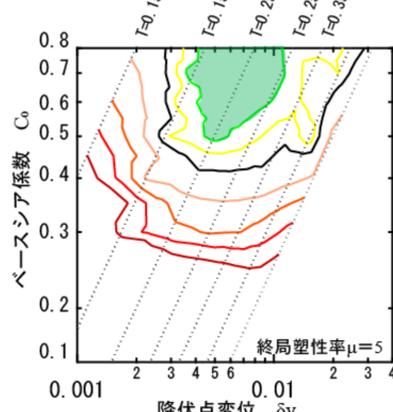


図3 ステンレスピン挿入による壁体拘束補強

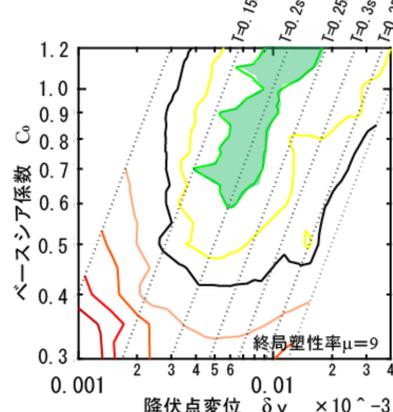


図4 補強鉄骨耐震プレート増設