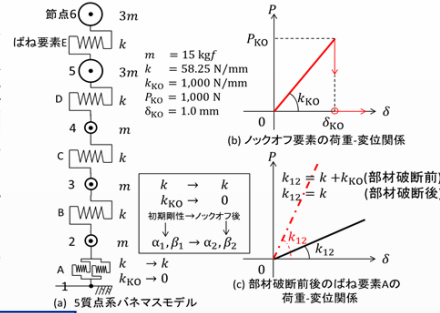


# 部材破断を伴う構造物の動的解析におけるRayleigh減衰係数の設定方法に関する研究

大阪市立大学大学院 都市系専攻 応用構造工学研究室 山本 淳史

## ～Rayleigh減衰係数 $\alpha, \beta$ の設定が振動応答に及ぼす影響を検討する～

兵庫県南部地震以降、構造物の地震時安全性の照査手法として動的解析による照査が実施されてきました。動的解析において、最大応答変位など構造物の振動応答は、運動方程式における減衰の設定の影響を受けます。減衰にはRayleigh減衰  $[C]=\alpha[M]+\beta[K]$  が一般に用いられており、その係数 $\alpha, \beta$ は初期剛性を用いた固有値解析結果から算定されています。しかし、例えば地震時に部材が破断に至るなど、振動モードが急変する構造系に対するRayleigh減衰の適用性を検討した事例は多くありません。本研究では、部材破断により振動モードが変化する構造を対象とした動的解析を実施し、Rayleigh減衰係数の設定が振動応答に与える影響を検討します。



研究目的: ①Rayleigh減衰係数の設定が振動応答に与える影響を検討

②動的照査法の確立

図1 解析モデル

## 解析ケースと係数 $\alpha, \beta$ の設定

●解析ケース● 右表に示す解析ケースによる動的解析の挙動を比較します。

解析ケース	Rayleigh減衰	
KO1	$[C]=\alpha_1[M]+\beta_1[K]$	係数 $\alpha_1, \beta_1$ を用いる(部材破断後も同じ係数を用いる)
RST	$[C]=\alpha_1[M]+\beta_1[K]$ → $[C]=\alpha_2[M]+\beta_2[K]$	係数 $\alpha_1, \beta_1$ を、部材破断後の剛性を用いる固有値解析結果から算定される係数 $\alpha_2, \beta_2$ へと更新する。
KO2	$[C]=\alpha_2[M]+\beta_2[K]$	部材破断後に最大変位となることから、係数 $\alpha_2, \beta_2$ を用いる

## 振動モードの変化

●解析モデル● 解析モデルは、図1(a)に示すような節点5, 6に大きな質量を有し、ロックオフ要素を要素Aに配置するモデルm56-kAのほか、k246-kA, m256-kEモデルを比較します。また、部材破断を考慮しないモデルm56-kO, m246-kO, m256-kOの動的挙動についても考えます。

●固有値解析の結果● 右表に示すように、各モデルとも、部材破断前後で卓越する振動モードおよび振動数が変化するため、破断前後で $\alpha, \beta$ の値も異なることがわかります。

	m56-kA		m246-kA		m256-kE	
	破断前	破断後	破断前	破断後	破断前	破断後
(1次)固有振動数 (Hz)	2.031	1.756	2.174	1.822	2.031	1.738
(2次)固有振動数 (Hz)	43.487	6.714	23.947	5.155	23.956	5.597
$\alpha$	1.252	0.846	0.751	0.508	1.176	0.833
$\beta$	0.00061	0.00228	0.00037	0.00137	0.00061	0.00217

## 動的解析結果

●解析モデルの違いが動的挙動に与える影響●

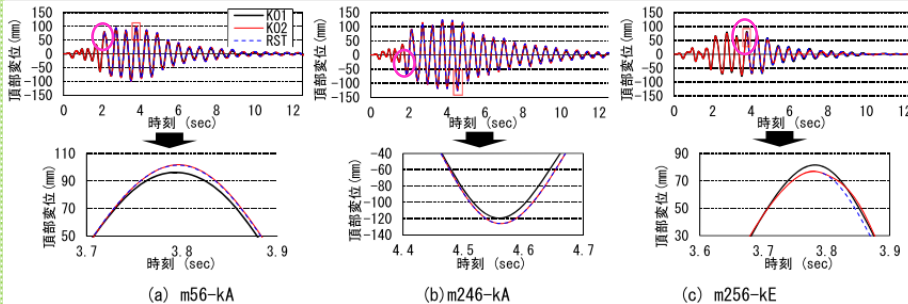


図2 頂部(節点6)の時刻歴応答変位

解析モデルm56-kA, m246-kAは破断後に最大変位が生じるため、KO1を選択すべきであるということがわかりました。その差異は最大でも6.6%でした。また、解析モデルm256-kEは破断前に最大変位が生じるため、KO2を選択する必要があります。

今後は、部材破断を動的解析で考慮する必要性の有無と、減衰の設定法の妥当性を検証するための模型実験を実施する予定です。

## 参考文献

- たとえば、金田貴洋: 鋼製ロックオフ部材の破断特性および免震高架橋への適用に関する研究, 大阪市立大学大学院修士論文, 2014
- (社)日本道路協会: 道路橋示方書・同解説, V耐震設計編, 2012.3
- 矢田部浩, 運上茂樹: 非線形動的解析に用いる粘性減衰のモデル化と非減衰振動系の復元カモデルに関する一考察, 第7回地震時保有耐力法に基づく橋梁等構造の耐震設計に関するシンポジウム講演論文集, pp.43-46, 2005