# B-6

# 複素固有値解析と応答性能設計図表を用いた制震構造物のパラメータ設計方法に関する研究 その2 制震装置の配置に関する検討

#### Research on the design method of damper parameters in response control structure

Part2 Study on placement of response control device

○服部恵多<sup>2</sup>, 秦一平<sup>1</sup>, 森勇哉<sup>2</sup>, 枝村泰<sup>2</sup>

\*Keita Hattori<sup>2</sup>, Ippei Hata<sup>1</sup>, Mori Yuuya<sup>2</sup>, Yasushi Edamura<sup>2</sup>

The previous paper (part1) describes the inverse design method of damper parameters taking into account the ductility fuction of building frame. This paper is intended to focus on placement of response control device and propose a new placement method by comparing damper parameters of three models.

## 2.1.はじめに

本論文の目的は,構造躯体の塑性化を許容した場合 における新たな制震装置の配置方法を提案し,その有 効性を示すことである.

#### 2.2. 制震装置の配置方法の検討

本報では,以下に示す3つの制震装置の配置方法に ついて検討を進めていく.

①1次層間刺激関数の大きい層に配置する方法

②主構造剛性比例倍となるように配置する方法

③全層同一となるように配置する方法

比較条件としてそれぞれ設計手順は同じとし、1次モ ードの目標粘性減衰定数 hgp=0.1 を満たす制震装置の 取付部剛性及び減衰係数を複素固有値解析による収斂 計算によって決定する.

なお、「①1次層間刺激関数の大きい層に配置する方法」を下層集中配置、「②主構造剛性比例倍となるよう に配置する方法」を剛性比例配置、「③全層同一となる ように配置する方法」を全層同一配置とする.

②主構造剛性比例倍となるように配置する方法

## (剛性比例配置)

制震パラメータである取付部剛性を主構造剛性比例 倍にし,減衰係数は取付部の剛性比例倍となるように 決定した.本例では取付部剛性を主構造剛性の0.35倍, 減衰係数を取付部剛性の0.16倍とした.

③全層同一となるように配置する方法(全層同一配置)

全層同一となるように取付部剛性及び減衰係数を決 定する.

決定した制震パラメータを Table2.1 に,各モデルの1 次モードの複素固有値解析結果を Table2.2 に示す. 各配置モデルが目標粘性減衰定数 h<sub>GD</sub>=0.1 を満たして いることがわかる. Table2.1.各モデルの制震パラメータ

	下層集中配置		剛性比例配置		全層同一配置	
FL	減衰係数	取付部剛性	減衰係数	取付部剛性	減衰係数	取付部剛性
	(kN·s/m)	(kN/m)	(kN·s/m)	(kN/m)	(kN·s/m)	(kN/m)
15	0	0	84,000	525,000	148,500	900,000
14	0	0	90,000	562,500	148,500	900,000
13	0	0	96,000	600,000	148,500	900,000
12	0	0	102,000	637,500	148,500	900,000
11	0	0	108,000	675,000	148,500	900,000
10	0	0	114,000	712,500	148,500	900,000
9	0	0	120,000	750,000	148,500	900,000
8	0	0	126,000	787,500	148,500	900,000
7	0	0	132,000	825,000	148,500	900,000
6	0	0	138,000	862,500	148,500	900,000
5	241,500	2,100,000	144,000	900,000	148,500	900,000
4	241,500	2,100,000	150,000	937,500	148,500	900,000
3	241,500	2,100,000	156,000	975,000	148,500	900,000
2	241,500	2,100,000	162,000	1,012,500	148,500	900,000
1	241,500	2,100,000	168,000	1,050,000	148,500	900,000

Table2.2.各モデルの複素固有値解析結果

モデル	T <sub>eq</sub>	h <sub>eq</sub>
下層集中配置	1.236	0.098
剛性比例配置	1.239	0.096
全層同一配置	1.234	0.096

## 2.3.各モデルの時刻歴応答解析結果

各モデルに対して設計用入力地震動(BCJ-L2 0.815 倍)で時刻歴応答解析を行った結果を以下に示す. また,目標クライテリアは塑性率 2.0 とする.



日本大学理工学部 准教授・博士(工学) Associate Professor, College of Science and Technology, Nihon University, Dr.Eng
2:日本大学理工学部 College of Science and Technology, Nihon University



Figure2.3.下層集中配置モデルの減衰定数

Figure2.1 より,下層集中配置したモデルでは中層部 で大きく塑性化していることがわかる.

下層集中配置したモデルが中層部で大きく塑性化し 目標クライテリアを満足しなかった要因を探るため総 入力エネルギーに対して検討モデル内部に発生するエ ネルギーの内訳を Figure2.2 に示す.下層集中配置した モデルは他のモデルに比べダンパーが負担するエネル ギーの割合が小さく、その分をひずみエネルギーによ って補っていることからダンパーによるエネルギー吸 収効率が悪く,制震装置のない層への負荷が大きいと 言える.さらに Figure2.3 では下層集中配置したモデル に対し設計手順から算出した目標塑性率と時刻歴応答 解析結果より得られた塑性率を用いて複素固有値解析 を行い,得られた各モードの減衰定数を比較した.応答 解析の結果が1次モード、2次モードにおいて目標と する減衰性能を発揮できていないことがわかる.以上 の結果から構造躯体の塑性化を考慮した場合,下層集 中配置したモデルでは不十分であることが言える.

## 2.4.新たな配置方法の提案

Figure2.1 に示した時刻歴応答解析結果より,目標ク ライテリアを満足した剛性比例配置と全層同一配置に も欠点が存在する.

剛性比例配置では主構造剛性比例倍に制震パラメー タを設定しているため下層部で過剰な配置になりやす い.また,全層同一配置では制震性能をそこまで必要と しない上層部で過剰な配置になりやすい.そこで,下層 部では全層同一配置,上層部では剛性比例配置となる ように,決定した2つの制震パラメータを組み合わせ た配置方法を提案する.



Table2.3 に新たに提案した配置方法により決定した 制震パラメータを示す.さらに Figure2.4 より提案した 配置方法がより少ない制震パラメータで目標クライテ リアを満足していることが確認できる.

# 2.5.提案した配置方法の検討



制震装置が最適配置 となるためには,より少 ない制震パラメータで かつ,各振動モードの影 響に過不足なく対応し なければならない. Figure2.5 では1次モー ドから3次モードまで モード毎に,設定した目 標粘性減衰定数を満た すように層間刺激関数

Figure5.制震パラメータの比較

に比例して制震パラメータを入力し,それぞれの差分 を足し合わせた結果を示している.上記で提案した配 置方法により決定した制震パラメータと比較した結果 が概ね一致していることから提案した配置方法がより 少ない制震パラメータで各振動モードに対応した配置 であることが言える.

#### 2.6.まとめ

本報では3つの制震装置の配置方法を比較し,吸収 エネルギーの内訳より新たな配置方法の提案を行った. さらに,モード毎に設定した制震パラメータと比較す ることで提案した配置方法が,より少ない制震パラメ ータで各振動モードに対応できる簡易的な配置方法で あることを示した.

### 参考文献

[1]秦一平,石丸辰治,長谷川純:非線形粘性ダンパー を併用した系の応答性能設計手法,日本建築学会構造 系論文集,第617号,p47-54,2007.7