

ばね-粘性減衰(K-C) 並列型 D.M. 同調新システムの応答性能に関する基礎的研究

その2. K-C 並列型 D.M. 同調新システムの振動試験による性能検証

A basic study on the performance of spring-viscous damping parallel configured new tuned dynamic mass system

Part.1 The performance of K-C parallel configured new tuned dynamic mass system

○織田悠汰<sup>3</sup>,秦一平<sup>1</sup>, 阿久戸信宏<sup>2</sup>, 市川達也<sup>2</sup>

川口雄暉<sup>2</sup>,梶山瑞生<sup>3</sup>,加藤亮<sup>3</sup>,田代直生<sup>3</sup>

\*Yuuta Oda<sup>3</sup>, Ippei Hata<sup>1</sup>, Nobuhiro Akuto<sup>2</sup>, Tatsuya Itchikawa<sup>2</sup>,

Yuuki Kawaguchi<sup>2</sup>, Mizuki Kajiyama<sup>3</sup>, Ryou Ktoui<sup>3</sup>, Naoki Tashiro<sup>3</sup>

Abstract: In Part 1, an example of study was shown using the derived design formula. In this part, the effectiveness of the new system will be demonstrated by vibration tests using specimens of an eight-layer shear model.

2-1 はじめに

その1では、K-C 並列型 D.M.同調新システム（以降、新システム）の「最適同調式」および「最適減衰式」を導き、最適設計の検討例を示した。また、新システムは、従来システムの課題であった高次モードに対しても応答倍率が低減することを示した。本報その2では、新システムの有効性について、8層せん断モデル試験体<sup>[1]</sup>を用いた振動試験で検証を行う。

2-2 試験体概要

本試験に用いる試験体の立面図をFigure2-1に示す。試験体は、30層の超高層建築物を想定し、1次固有周期が3秒程度になるように設定している。Table 2-1にモデルの諸元および固有値結果を示す。

Table 2-1.8-layer shear model parameters and eigenvalue

FL	m(ton)	k(kN/m)	mode	T(s)
1	1.1	84.2	1	2.914
2	1.0	96.7	2	1.059
3	1.0	111.8	3	0.654
4	1.0	119.7	4	0.482
5	1.0	134.7	5	0.395
6	1.0	145.1	6	0.341
7	1.0	154.1	7	0.305
8	1.0	166.7	8	0.272

試験モデルは、従来システムを「試験①」、新システムを「試験②」とし、制震装置を1層目のみに設置した。Figure2-2に試験①の装置概要を示し、ダイナミック・マス（以降、D.M.）とオイルダンパーを並列に配置した。Figure2-3に試験②の装置概要を示し、コイルばねとオイルダンパーを並列に配置し、更に D.M.を直列に配置した。試験②では制震装置の取付け部剛性を考慮し、制震装置と直列の関係になるようにコイルばねを設置した。また、試験体製作の制約上、その1で示した最適設計諸元と異なる。各試験の設計諸元と複素固有値解析結果を Table 2-2, Table2-3 に示す。複素固有値解析結果から、新システムの設計は、従来システムよりも、高次モードに減衰定数が付与されることが確認できる。

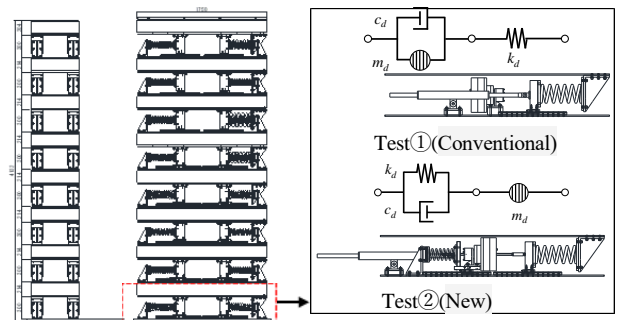


Figure2-1. 8-layer shear model Layout

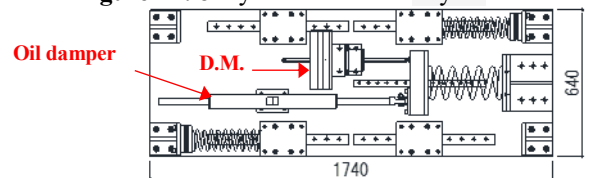


Figure2-2. Test①(Conventional)device Layout

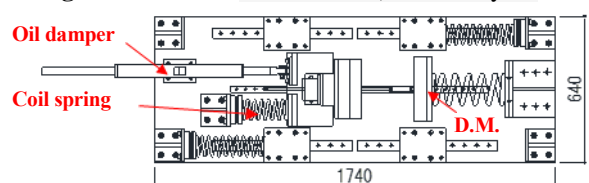


Figure2-3. Test②(New)device Layout

Table 2-2.Device parameter

Test①(Conventional)			Test②(New)			
m <sub>d</sub> (ton)	c <sub>d</sub> (kN·s/m)	k <sub>d</sub> (kN/m)	m <sub>d</sub> (ton)	c <sub>d</sub> (kN·s/m)	k <sub>d</sub> (kN/m)	Mounting part (kN/m)
18.8	21.5	248.6	11.2	21.5	65.0	248.6

Table 2-3. Complex eigenvalue analysis(No Internal attenuation)

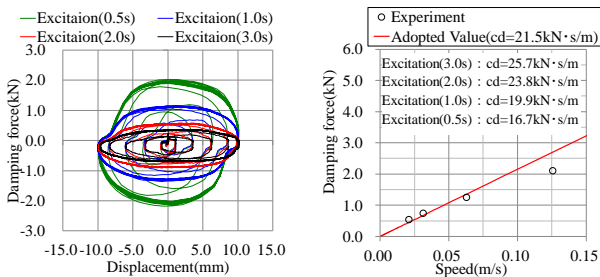
Test①(Conventional system)			Test②(New system)		
mode	T(s)	h	mode	T(s)	h
1(main)	3.116	0.125	D.M. (secondary)	3.265	0.109
D.M. (secondary)	2.455	0.116	1(main)	2.781	0.088
2	0.990	0.002	2	1.016	0.025
3	0.617	0.000	3	0.626	0.020
4	0.457	0.000	4	0.461	0.016
5	0.378	0.000	5	0.379	0.013
6	0.327	0.000	6	0.328	0.011
7	0.290	0.000	7	0.291	0.014
8	0.245	0.000	8	0.253	0.053

1:日本理工・教員・建築 2:日大理工・院（前）建築 3:日大理工・学部・建築

2-3 振動試験

2-3-1 オイルダンパーの単体試験

本試験では、オイルダンパーを正弦波加振する上で、0.5、1.0、2.0、3.0秒と加振周期を変化させ、計4ケースの計測を行った。Figure 2-4(a)に荷重変形履歴、Figure 2-4(b)に減衰力と速度の関係を示す。なお、Table 2-2 に示した解析モデルの減衰係数 $C_d$ は、加振4ケースを考慮して、 $21.5\text{kN}\cdot\text{s/m}$ の値を採用している。



(a) Load displacement history (b) Speed-damping force  
Figure 2-4.

2-3-2. 8層せん断モデルの振動試験

本試験では、相対変位応答倍率によって新システムの有効性を検証するため、正弦波振動試験を行った。なお、振動台変位、各層の層間変形およびダンパー変形をレーザー変位計により、各層の加速度は加速度計を設置して計測を行っている。

評価として、振動台の変位に対する各層の変位応答倍率を算出し、解析値の共振曲線との比較を行った。ただし、本試験体では、各層の層間変形に制限を設け、その制限値を超える共振周期での加振は実施していない。

2-4 試験結果

試験により得られた相対変位応答倍率(8層, 6層)を Figure 2-5~Figure 2-8 に示す。各図中の実線は設計時の解析値、マーカーは試験値を表している。なお、解析モデルの内部減衰は、レーリー型減衰  $h_1=h_2=0.02$  としている。各試験の解析値と試験値は、概ね良い対応をしていることが確認できる。Figure 2-6 に示す従来システムは、高次モードの応答倍率が非制震と同程度であり、応答低減効果が見られない。一方、Figure 2-8 に示す試験結果の比較から、高次モードの周期域において、新システムは、従来システムより、高次モードの応答倍率が低減されていることが確認できる。なお、両システムともに、非制震時に対して、1次モードの応答低減効果が確認できる。

2-5 まとめ

本報その2では、本研究で提案した新システムによる8層せん断モデルを用いた振動試験の概要およびその結果を示した。また、本研究で提案した新システムの理論の確認および高次モードに対する有効性を検証し、より効率の良い制振構造の可能性を示した。

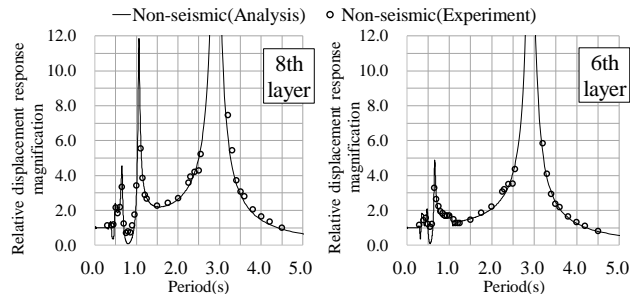


Figure 2-5. Non-seismic Resonance curve

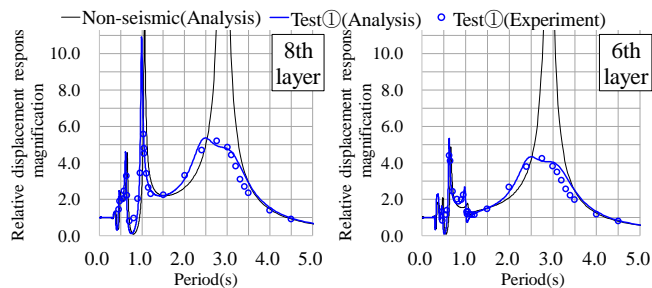


Figure 2-6. Test ① (Conventional) Resonance curve

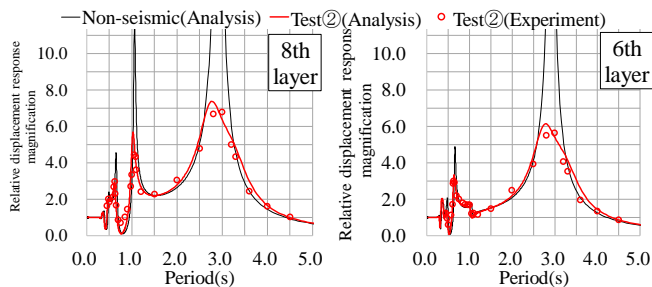


Figure 2-7. Test ② (New) Resonance curve

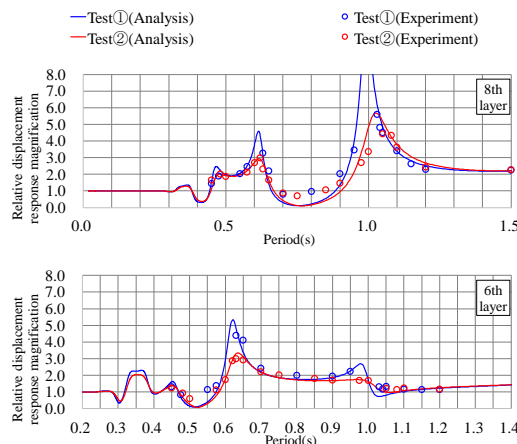


Figure 2-8. Comparison of Test ① and Test ②

2-6 参考文献

[1] 稀代康平, 石丸辰治 他, 「擬似モード制御を利用したBMDシステムに関する基礎的研究(その1~その3)」, 学術講演梗概集2011(構造II), 737-742, 2011.7