

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 3. 粘弾性ダンパーを用いた K-C 並列型 D. M. 同調新システムの提案と振動試験

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

Part.3 Vibration test of K-C parallel configured new tuned dynamic mass system using viscoelastic damper

○田代直生³, 秦一平¹, 阿久戸信宏², 市川達也²

川口雄暉², 梶山瑞生³, 織田悠汰³, 加藤亮³

* Naoki Tashiro³, Ippei Hata¹, Nobuhiro Akuto², Tatsuya Ichikawa²

Yuki Kawaguchi², Mizuki Kajiyama³, Yuta Oda³, Ryo Kato³

In the previous report, part 2, K-C parallel arrangement type D.M. tuned new system was shown. We propose a system in which the spring and oil damper used for it are replaced with viscoelastic dampers. Through vibration tests, we will verify whether the damping effect can be achieved even with viscoelastic dampers with various dependencies.

1. はじめに

前報その 2 では、K-C 並列型 D.M.同調新システム（以降、新システム）が D.M.同調システム（以降、従来システム）の課題であった高次モードに対する有効性があることを振動試験により示した。本報その 3 では、提案した新システムで使用した剛性ばねとオイルダンパーを「粘弾性ダンパー」に置き換えたシステムの提案と、8 層せん断モデルを用いた振動試験の結果を示す。

2. 粘弾性ダンパーの特性

粘弾性ダンパーは、剛性と減衰の 2 つの要素を有しているため、新システムにおいて置き換えが可能であると考えられる。そのメリットとして、ダンパー部のコンパクト化が挙げられる。

一方、粘弾性ダンパーには温度、周波数、ひずみ、繰り返しなどによる依存性がデメリットとして挙げられる。本報では依存性を考慮した上で、期待した制振効果が得られるかを振動試験により検証する。

3. 試験体概要

本試験に用いる試験体は、前報その 2 に示すものとする。粘弾性ダンパーを用いた新システムの試験モデルを「試験③」とし、その他の試験モデルと同様に制震装置を 1 層目のみに設置している。

Figure1 に試験②、Figure2 に試験③の制震装置の配置図を示す。試験③の粘弾性ダンパーは、試験②と比較してコンパクトな構成であることがわかる。

ここで、各試験の設計諸元と複素固有値解析結果を Table1、Table2 に示す。両試験モデルは、高次モードの減衰定数が同程度であることが確認できる。なお、Table1 に示す試験③の k_d および c_d は、ダンパー温度 20°C、加振周期 3.0 秒、 $\gamma=1.33(20.0\text{mm})$ の条件で事前に行った粘弾性ダンパーの単体試験から求めた特性値である。

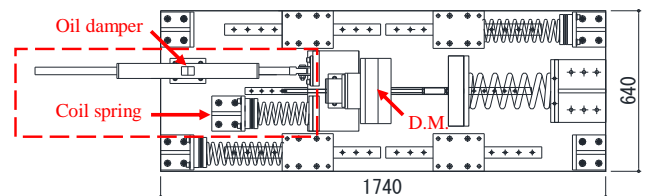


Figure1. Plan layout of test ②

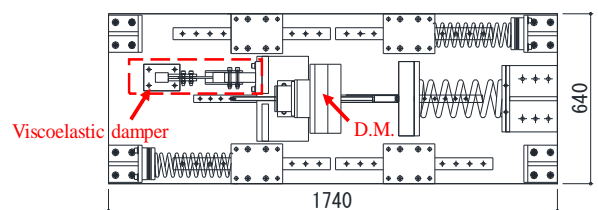


Figure2. Plan layout of test ③

Table1. Vibration control device specifications

Model	m_d (ton)	c_d (kN·s/m)	k_d (kN/m)	Attachment rigidity (kN/m)
Test②	11.2	21.5	65.0	248.6
Test③		19.3	80.4	

Table2. Complex eigenvalue analysis results

Test②			Test③		
mode	T(sec)	h	mode	T(sec)	h
D.M.	3.265	0.109	D.M.	3.264	0.061
1	2.781	0.088	1	2.669	0.079
2	1.016	0.025	2	1.017	0.021
3	0.626	0.020	3	0.627	0.019
4	0.461	0.016	4	0.462	0.016
5	0.379	0.013	5	0.380	0.014
6	0.328	0.011	6	0.328	0.012

4. 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粘弾性ダンパーを用いた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.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.また,粘弾性ダンパーに熱電対を設置し,温度を計測している.

粘弾性ダンパーには各種依存性が存在するため,それらの変動による影響を少なくするために,,下記の条件の下8層せん断モデルの正弦波振動試験を実施した.

条件1,温度依存性による影響を少なくするため,ダンパー部に設置した熱電対の温度が20℃程度になるように予備加振をしてから計測を行う.

条件2,振幅依存性による影響を少なくするため,せん断ひずみ γ が1.33(20.0mm)程度になるように,振動台での加振振幅を調整する.なお,振動台の加振周期の範囲は,0.45秒~4.50秒とする.

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う.ただし,本試験体では,各層の層間変形に制限を設けているため,その制限値を超える加振は実施していない

5. 試験結果

試験③の各層の相対変位応答倍率を Figure3 に示す.解析値と試験値は,1次モードの周期域において,概ね良い対応をしていることが確認できるが,若干のばらつきが生じている.その原因は,試験値では周波数および繰り返し依存により,粘弾性ダンパーのばね剛性が常に一定ではないためと考えられる.

なお,非制震モデルの共振曲線と比べて,1次モードだけではなく,2次や3次モードの応答倍率低減効果が確認できる.Figure4 に試験②と試験③の比較を示す.両試験の応答倍率結果が同程度であり,粘弾性ダンパーを用いた新システムの有効性が検証される

6. 各種依存性を考慮した解析

粘弾性ダンパーの温度の条件を0℃,20℃,40℃に変更して作成した共振曲線を Figure5,ひずみの条件を1.0,1.33,2.0に変更して作成した共振曲線を Figure6 に示す.またその時の粘弾性ダンパーの特性値を示す.温度依存性,ひずみ依存性により特性値が変化することで1次モードの周期域での応答倍率の変化が見られるが,非制震モデルに対して,60%以上の低減効果を有していることが分かる.なお,高次モードの周期域において,粘弾性材特性値の変化による応答低減効果のばらつきが少ないことが確認できる

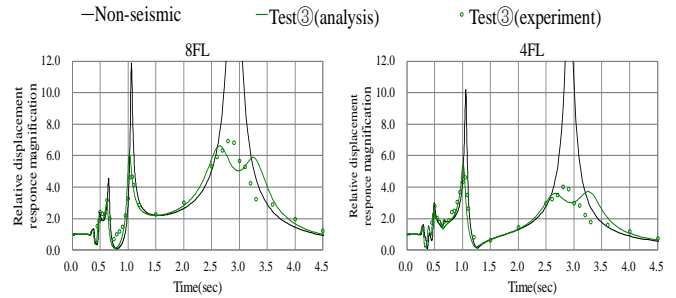


Figure3. Test result of test ③

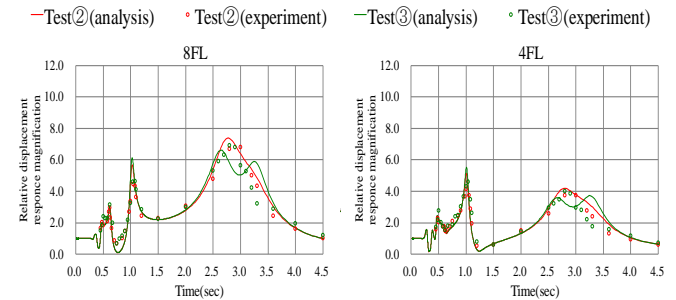


Figure4. Comparison of test ② and test ③

Table3. Characteristic value of viscoelastic material

Characteristic value	Temperature			Shear strain		
	0℃	20℃	40℃	1.00	1.33	2.00
rigidity(kN/m)	124.9	80.4	58.8	99.9	80.4	63.6
damping coefficient(kN·s/m)	28.0	19.3	13.9	22.4	19.3	14.9

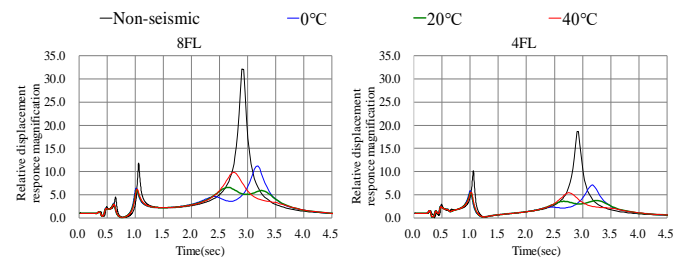


Figure5. Resonance curve (temperature dependence)

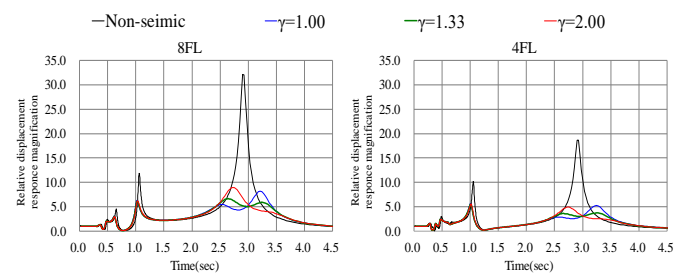


Figure6. Resonance curve (strain dependence)

7. まとめ

粘弾性ダンパーを用いた新システムによる振動試験の概要およびその結果を示した.,試験③の構成はコンパクトであり,各種依存性を考慮した場合でも制震効果が確認され,効率の良い制震構造の可能性を示した.

8. 参考文献

[1] 稀代康平,石丸辰治 他:「疑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