

リングダンパー型制振装置の開発について

中井商工株式会社 正会員 ○藤澤 治志 正会員 丸田 光政*
(財) 日本建築総合試験所 正会員 完山 利行 平井 義行

1. はじめに

斜張橋である多々羅大橋では架設中から渦励振によるケーブル振動が観察されたため、その制振対策を行うことになった。しかしながらケーブル長が最長で460mと長いため、生口橋で用いられた従来の弾性シール材を用いた緩衝材より制振効果が高く、尚かつ万一の過度のケーブル振動に対してもケーブルおよびその周辺部の保護機能を有し、しかも経済性、メンテナンス性に優れる制振装置の開発が求められた。そこで今回、高減衰ゴムを用いたリングダンパー型制振装置を提案し中央径間部の桁側に採用された。著者らはこの制振装置のより詳しい振動特性を把握するために強制加振による振動実験を行ったので、その結果について報告する。また、森山らが行った多々羅大橋での振動実験結果¹⁾との比較を行うために、今回の実験結果を用いてケーブルの複素固有値解析を行ったので、その解析結果についても報告する。

2. リングダンパー型制振装置の概要

リングダンパー型制振装置の概要を図-1に示す。施工手順は以下の通りである。①定着管内にバックアップ材を取り付ける。②リングダンパーを押さえ金物を用いてケーブル周囲に取り付ける。③リングダンパーと定着管との間に樹脂モルタルを充填する。その特徴は以下の通りである。①構造が単純で施工性に優れる。②定着管内に収まるため、美観・景観的に優れる。③金型が不要なので製作費用が安い。④圧縮方向での減衰機能であるため、大変形の振動にも破損が起りにくい。⑤高減衰ゴムを用いるので制振効果が高い。

3. 実験概要

試験体の形状・寸法を図-2に示す。試験体はケーブル相当材に鋼管を使用して製作した。試験体のパラメータは、表-1に示すように、①定着管の内径、②ケーブル相当材の外径、③リングダンパーの厚さ（外径と内径の差）、④リングダンパーの長さ（枚数）、⑤リングダンパーのせん断弾性率である。試験体N1は多々羅大橋で施工されたものと同じ仕様である。実験装置を図-3に示す。実験は、定着管を圧着固定した後、ケーブル相当材をサーボアクチュエータのピストンに連結し、正弦波による強制加振を行った。実験パラメータは、加振振動数(0.3, 0.9, 1.5, 3Hz)、変位振幅(0.25, 0.5, 1.0, 2.0, 4.0mm)とした。

4. 実験結果および考察

図-4に履歴ループを示す。いずれの試験体とも振幅が小さい範囲では紡錘形の履歴ループを示すが、振幅が大きくなると逆S字型の履歴ループとなった。ただし、せん断弾性率の小さい試験体N5ではこの傾向は小さい。図-5に等価剛性(K_e)、等価粘性減衰定数(h_e)と変位振幅(A)との関係を、図-6に K_e 、 h_e と加振振動数(f)との関係を示す。これらのグラフより以下のことが言える。①殆どの試験体で振幅が大きくなるほど K_e は大きくなり、 h_e は小さくなる傾向を示す。②殆どの試験体で振動数0.9Hz以上では K_e 、 h_e ともに振動数に関係なくほぼ一定となっている。ただし、試験体N5は振動数依存性が高い。③リングダンパーの厚さが小さい程、また、長さが長い程 K_e は高くなるが、 h_e ではその差は少ない。④せん断弾性率が小さいと K_e の変位振幅依存性が小さくなり、逆に h_e の振動数依存性が強くなる。

5. ケーブルの複素固有値解析

試験体N1の実験結果(K_e , h_e)を用いてケーブルの複素固有値解析を行った。解析モデルを図-7に、解析結果から求めた対数減衰率を多々羅大橋での実験結果と合わせて表-2に示す。リングダンパーの変位依存性が高いため、各変位振幅毎の K_e , h_e を用いて解析を行った。変位振幅0.3mm～1.0mmの K_e , h_e を用いて解析した

キーワード : 斜張橋, ケーブル振動, 制振装置, 高減衰ゴム, 振動実験

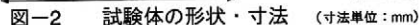
連絡先* : 〒537-0025 大阪市東成区中道3-15-16 Tel 06-6976-4481 Fax 06-6981-0165

6. ま と め

リングダンパー型制振装置の強制加振実験を行い、その振動特性の確認を行った。その結果、制振装置の等価剛性および等価粘性減衰には強い変位振幅依存性（非線形性）があることがわかった。また、その非線形性により、これまで弾性シール材で行ってきた複素固有値解析による設計手法がそのままでは適用できないことがわかった。今後、非線形性を考慮したリングダンパー型制振装置の設計手法を開発していく予定である。

参考文献

- 1) 森山他：多々羅大橋のケーブル渦励振対策，土木学会年次学術講演会講演概要集(1-B) P498 1999.9



試験体	定着管 の内径 D1 (mm)	ケーブ相当材 の外径 D2 (mm)	リングダンパー		ゴムのせん断 弾 性 率 (N/mm ²)	
			厚 さ t (mm)	長 さ L (mm)		
N1	540.8	150	100	70	1.37	
N2				40		
N3				489.0		114.3
N4	540.8	150	50	70		0.78
N5			100			

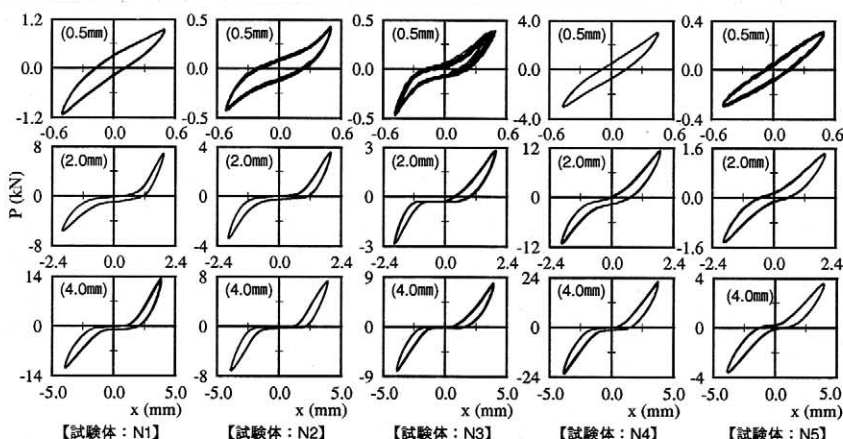


図-4 履歴ループ ($f=0.3\text{Hz}$ 時)

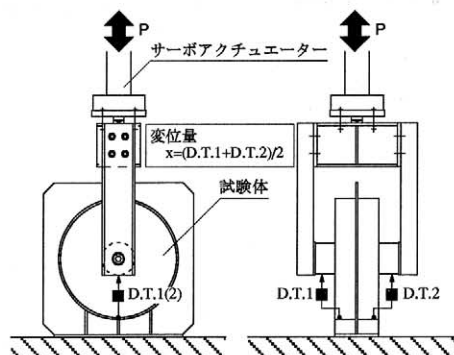
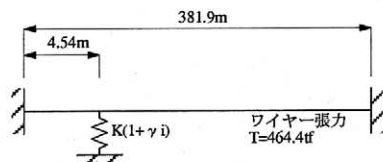


図-3 実験装置



図一7 解析モデル

多々羅大橋での測定結果		解析結果	
リングダンパー なし	リングダンパー あり	変位振幅	
5次:0.0046 10次:0.0030 20次:0.0022	5次:0.0083 (0.0037)	0.25mm	0.0035
	10次:0.0068 (0.0038)	0.5mm	0.0040
		1.0mm	0.0032
		2.0mm	0.0018
	20次:0.0059 (0.0037)	4.0mm	0.0017

注) () 内は増分を示す。

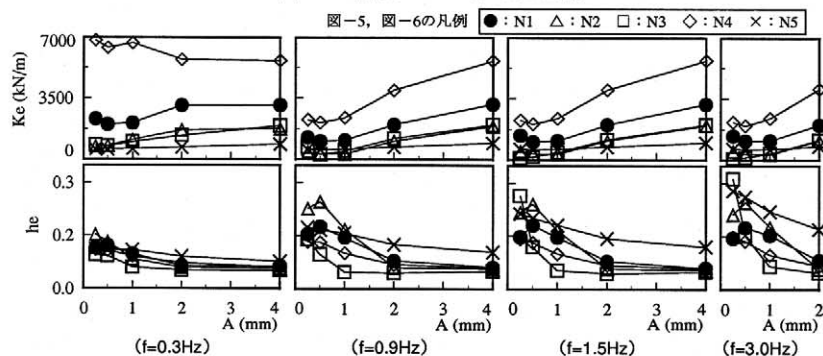


図-5 Ke, he-A関係

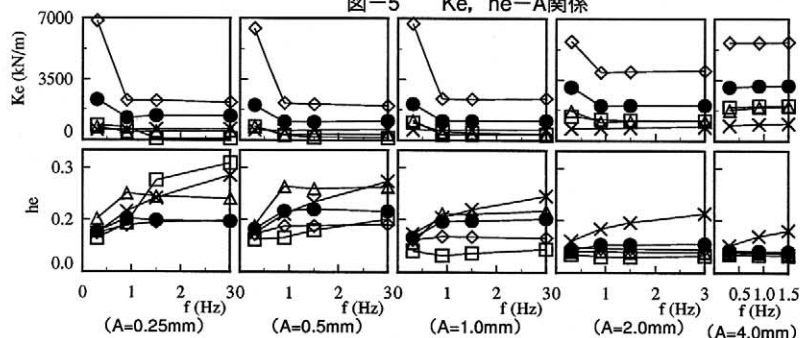


図-6 Ke, he-f関係