

東海大学工学部土木工学科 学生会員 近藤隆行

東海大学工学部土木工学科 学生会員 佐伯 秀

東海大学工学部土木工学科 正会員 島崎洋治

1. はじめに

構造物の振動を制御する方法の一つに制震がある。この制震には大きく分けて、パッシブ制御とアクティブ制御の2つがある。特にパッシブ制御には、TMD、TLD、エネルギー吸収ダンパーなどの装置によるものがあり¹⁾、風力や地震力によって揺れる構造物の制震をする。しかし、従来の技術では、装置の構造が複雑になるとともに大型化し、所定の制震性能を発揮するためには頻繁な保守点検が不可欠である。また、これらは主に、構造物の一次固有振動数を念頭において構成されており^{2,3)}、二次・三次等の高次の固有振動数に対処することが難しい。そこで本研究では、TMDのうち、転動する回転子とそれを受ける円弧の容器から構成される転動型制震装置を提案する。2自由度系せん断型ラーメン構造模型に制震装置を付加したうえで自由振動を与え、この制震構造物の挙動と有効性のメカニズムを検証する。

2. 転動型制震装置の特長

回転子の質量に回転による慣性質量も加えることで、シンプルな構造になり、二次・三次等の高次の固有振動数にも容易に対応できる。また、回転子が振動する揺れ幅の変化により、制震装置と構造物の固有振動数が同調しやすくなっている。

3. 固有値解析

3. 1 制震装置の固有値

図1に転動型制震装置を示す。本研究では、図2に示す構造物の一次と二次の固有値に対応する2つの制震装置を用いた。それぞれの固有振動数は、ルンゲ・クッタ法を用いて求め、表1に示す。

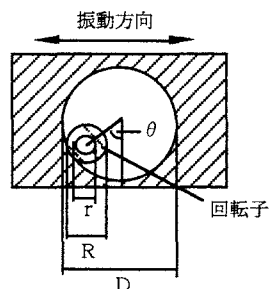


図1 転動型制震装置

制震装置NO.	D (mm)	R (mm)	r (mm)	固有振動数 [Hz]
①	85.0	21.0	10.25	4.9751~5.8703
②	39.1	30.0	12.2	1.8544~2.5006

ただし、固有振動数の最小値は $\theta = 90^\circ$ ・最大値は $\theta = 4^\circ$ での振動数

表1 制震装置の固有振動数の理論値

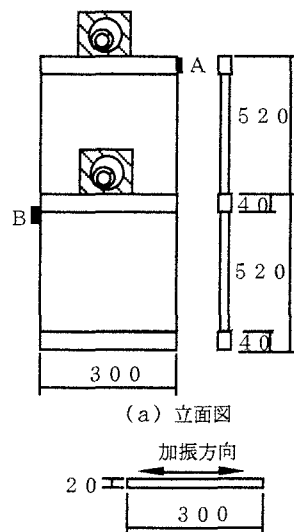
3. 2 制震構造物の固有値

図2に示すような2自由度系せん断型ラーメン構造模型を製作し、3階部分に制震装置①を、2階部分に制震装置②を設置した。

表2に、FFTアナライザーによる制震構造物の固有振動数を示す。

固有振動数 [Hz] (FFT)	
一次固有値	二次固有値
2.1875	5.8125

表2 制震構造物の固有振動数



(a) 立面図

(b) 平面図

図2 制震構造物

キーワード： 制震、固有振動数、ラーメン構造、TMD

〒259-12 神奈川県平塚市北金目1117 東海大学土木工学科

☎0463 (58) 1211

4. 振動実験

4. 1 実験方法

実験は図2に示す構造物のB点をインパルス加振したうえで、次の3つのケースについてA点の加速度測定を行った。

ケース1：制震装置を付加しない場合

ケース2：制震装置①を3階部分につけた場合

ケース3：制震装置①を3階部分に、制震装置②を2階部分につけた場合

4. 2 実験結果

実験により図3-1～図3-3が得られ、表3にそれぞれの対数減衰定数を比較した。図3-1では、制震装置がないため減衰が非常に小さい。図3-2では、一次の振動が制御されケース1よりも減衰は大きいものの、構造物には二次の振動が残り、減衰を鈍くしている。図3-3では、2つの制震装置がそれぞれ1次・2次の振動を制御し、著しく減衰していることが分かる。

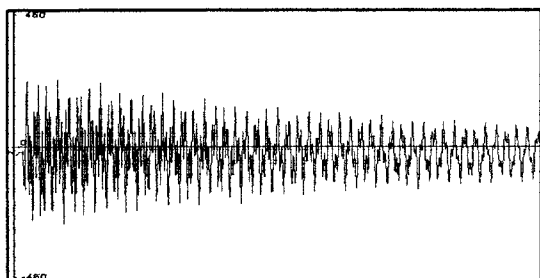


図3-1 ケース1

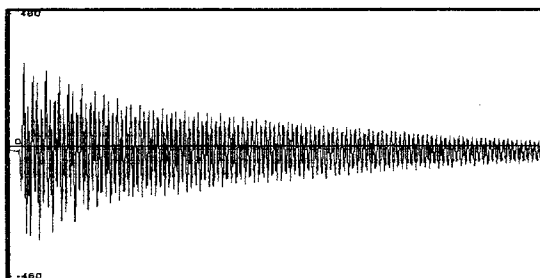


図3-2 ケース2

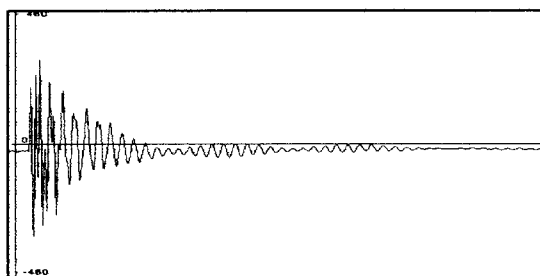


図3-3 ケース3

ケース1	ケース2	ケース3
減衰が小さい	0.0033	0.03

表3 対数減衰定数比較

5. まとめ

回転子の質量に回転による慣性質量も加えることができる制震装置を提案した。高次の振動制御も念頭に、制震装置を構成することで、十分な減衰効果が得られることを明らかにした。

転動型制震装置は、一次・二次等の振動に対して容易に対応し、シンプルで、保守点検のいらない機能性の高い装置である。今後、実際に近い構造物を制作し、強制振動も含めて提案した装置の有効性を検証する。

【参考文献】 1) 金田勝徳他：建築の耐震・耐風入門（1996）P112～128

井上豊：「制震・免震構造の現状と動向」建築技術（1996.10）P55～56

2) 安井健治他：「転がり振り子式制振装置の制振効果」日本建築学会大会学術講演梗概集1997. 9

3) 松葉裕他：「半円弧状リニアモータ動吸振器をもつ3層構造物の振動制御実験」

日本建築学会大会学術講演梗概集1997. 9