

B-10

円錐状構造物の減衰評価

Damping Evaluation of a Conical Shape Structure

新宮清志¹、平塚聖敏²、荒木基³、石山雄介³、中川良平³、○粕谷純一⁴、座間彬人⁴

Kiyoshi Shingu¹, Kiyotoshi Hiratsuka², Motoi Araki³, Yusuke Ishiyama³, Ryouhei Nakagawa³, Junichi Kasuya⁴, Akihito Zama⁴

Abstract: The purpose of this study is to collect measurement data those are velocities from the conical shape structure which is the roof of the Museum of Science and Industry in Ichikawa City. Those velocities are obtained by damping vibration experiments carried out using an impact hammer. Finally, damping ratios of the structure are evaluated by the envelope curve method.

1. 序

構造物において減衰は非常に重要なパラメーターの1つである。重層構造物においては多数の振動実験及び研究報告が行われ、現在データの蓄積が進んでいる。また、併せて減衰に関する様々な傾向分析が試みられ、微小振幅の場合には、規模・構造・材質などにより大まかな減衰定数を推測することが可能になりつつある^[1]。しかしながら、シェル・空間構造物については存在する構造物の絶対数が少数であり、また構造物の全体の振動特性の把握が困難であることから、シェル・空間構造物の設計において減衰の取り扱いが議論されることがほとんどなかった^[2]。

2. 研究目的

シェル・空間構造物の減衰評価に関して、新宮の要請に応じ、立道が37件(データベース1)、湯川・新宮・平塚が48件(データベース2)の構造物から成るデータベースを作成し、論文発表^{例えば[3]~[6]}を行っているが、データ数が未だ十分ではなく、減衰特性を明確化するには至っていない。そこで本研究では円錐状構造物(Photo 1)を対象として、強制加振実験を実施し、この構造物の減衰評価を行い、減衰定数を明らかにすると共に、データベース増強の一助とすることを目的とする。

3. 対象構造物

本研究では、千葉県市川市にある現代産業科学博物館のサイエンスドーム(円錐状構造物)(Photo 1)を対象とする。

4. 実験方法

インパルスハンマーで構造物内部の加振点(Fig. 1)の下部を外側に向けて衝撃を与える。測定点はメインの鉄骨 A、B、C にサーボ型速度計を設置し、計測点一つに対して鉛直、水平2方向の三軸で測定する。

1ch、4ch、7ch を鉛直方向、2ch、3ch、5ch、6ch、8ch、9ch を水平方向とし、計9chでの多点同時計測を行う。サンプリング周波数200Hz、サンプリング点数4000個、測定回数は30回である。



Photo 1. View of objective structure

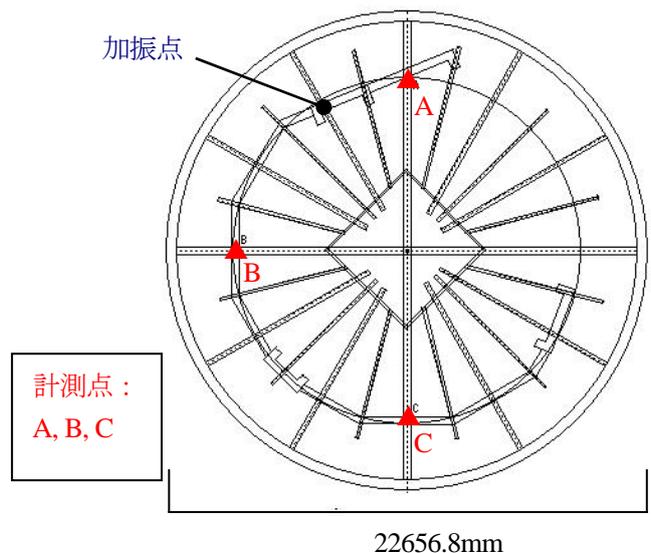


Fig.1. Plan of objective structure

1: 海建 教授・工博、Prof.,Dr. Eng.,Dept. of Oceanic Arch. and Eng.,Nihon Univ. 2: 海建 研究員・博士(工学)、Researcher, Dr. Eng., Dept. of Oceanic Arch.and.Eng.,Nihon Univ. 3:海建 大学院生、Graduate Student, Dept. of Oceanic Arch. and Eng., Nihon Univ. 4: 海建 学部生、Student, Dept. of Oceanic Arch. and Eng., Nihon Univ.

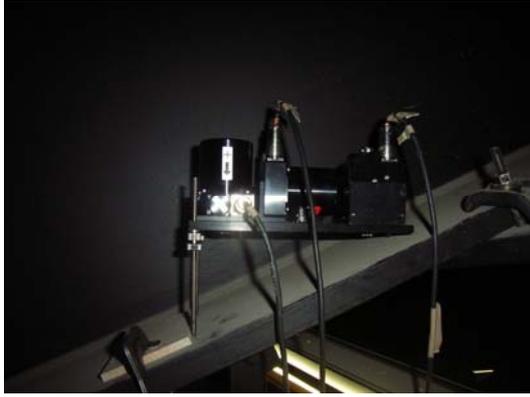


Photo 2. Servo velocity detectors



Photo 3. Scene of experimental

5. 結果

評価方法は実測データから得られた自由振動波形に包絡線を引き減衰定数を評価する。自由振動波形の一例を Fig. 2 に示す。ch 毎の減衰定数を Table 1 にまとめる。A、B、C 点での減衰定数はそれぞれ、1.7%、1.7%、1.5%、全体での減衰定数は 1.6% である。

Table 1 から見て取れるように鉛直方向である 1ch、4ch、7ch の減衰定数は水平方向に比べてやや高い値をとっている。計測点毎に減衰定数を見ると、若干であるが加振点に近いほど大きくなっている。

6. 考察

計測点 A の減衰定数がやや高い値をとっているのは、加振点付近であるため、速度振幅が大きく出ているからであると考えられる。これは新宮研究室の既往の研究^[3]より、減衰定数には振幅依存性があることが明らかにされており、今回の実験結果からも、加振点に近い程、減衰定数が高い値であることから、速度振幅依存性があることが言える。また鉛直方向が水平 2 方向よりもやや高い値が出ていることから、加振点を下から衝撃することで縦揺れがやや大きく生じているものと考えられる。

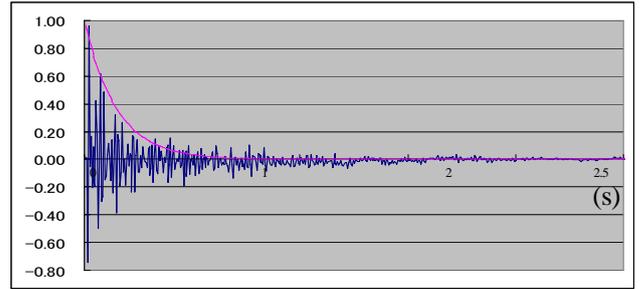


Fig. 2. Free vibration waveform and the approximative envelope curve

Table 1. Damping ratios (%)

	A		B		C
1ch	1.84	4ch	1.72	7ch	1.90
2ch	1.68	5ch	1.59	8ch	1.43
3ch	1.61	6ch	1.65	9ch	1.26
計測点平均	1.71		1.66		1.53
全平均	1.6				

7. 今後の予定

今回は衝撃加振実験のみのデータ解析による減衰定数評価であるが常時微動観測のデータ解析も行っていきたい。評価方法は実測データから得られた自由振動波形に包絡線を引き、減衰定数を算出する方法を用いているが、今後は解析ソフト ARTeMIS やハーフパワー法など別の方法も検討している。

謝辞

当研究を進めるに当り実験の許可をして頂いた現代産業科学博物館の方々に感謝する。尚、日本大学学術研究助成金（総合研究、研究代表者：新宮清志）を使用した。

参考文献

- [1] 日本建築学会：建築物の減衰、2000.10
- [2] 日本建築学会：シェル・空間構造の減衰と応答制御、2008.3
- [3] 新宮清志・青木義男・久保田勝朗：シェル・空間構造物の減衰に関する基礎研究 - あるテンセグリックトラスアーチの減衰特性 - 本建築学会技術報告集、第 17 号、pp.121-126、2003.6
- [4] 立道郁生：既往の振動測定に基づく空間構造物の減衰特性に関する研究、日本建築学会技術報告集、第 20 号、pp.87-92、2004.12
- [5] 平塚聖敏・新宮清志・田仲敏丈：鉄骨円錐型シェルの減衰振動 - 実験方法・評価方法による検討 -、構造工学論文集、Vol.54B、pp.295-301、2008.3
- [6] 湯川正貴・新宮清志・平塚聖敏：シェル・空間構造物の減衰評価に関する研究 - HP シェル及び円筒形シェル屋根の振動実験 -、日本建築学会構造系論文集、Vol.74 No.646、pp.2271-2280、2009.12