

I-470

衝撃ダンパーの改良と制振特性

九州大学工学部 正 ○北川 正一
九州大学工学部 正 鳥野 清
九州大学工学部 正 堤 一
川崎製鉄(株) 正 城 郁夫

1. まえがき

鋼球を用いた衝撃ダンパーが照明柱の制振装置として有効であることおよび理論解析によるシミュレーションの結果と実験値は良く一致し、計算によってあらかじめ制振効果を推定できること等をすでに報告している¹⁾。今回はこの衝撃ダンパーをより広い範囲の構造物に適用することを念頭においた基礎的実験を行い、ダンパーの制振特性について検討を行った。

2. 実験概要および結果

(1) 鋼球径の大小による影響

一般の照明柱では、内径の大きさの制限から制振子には径 $\phi=5\text{cm}$ の鋼球を用い、衝撃力不足にはダンパーを5~10個用いることにより対応している。しかし、ダンパー設置箇所に余裕があるような他の構造物に対しては、径の大きな鋼球を制振子として使用することができる。そこで、鋼球の径の違いによる影響を調べるため、遊間距離 C を変更可能な装置(図-1)を振動台上に設置し、径 $\phi=10\text{cm}$ と 5cm の鋼球の挙動を調べた。遊間距離 3mm における入力周波数と同期を始める入力加速度の関係を図-2に示す。 $\phi=10\text{cm}$ の場合、入力振動数が約 14Hz 以上になると $\phi=5\text{cm}$ に比べて入力加速度を大きくしないと同期しなくなっている。これは入力周波数が大きくなると、小径の鋼球は両壁面間を飛んでいる状態になるため、小さい入力加速度でも同期するものと思われる。

(2) 面内振動と面外振動の連成

照明柱は構造上、面内と面外振動の固有振動数が近接しているため、風向きによっては連成振動を生じることがある。連成振動に対する効果を確認するため、図-1に示す装置を振動台の加振方向に対して 0° 、 30° 、 45° の方向に回転させて設置し、振動実験を行った。図-3は遊間距離 $C=3\text{mm}$ の場合に、 C を入力変位 d で割った無次元パラメータと同期を始める加速度の関係を示したものである。回転角の増大にともない同期を始める加速度が大きくなっているが、これは鋼球の運動方向がダンパー容器(正方形)に対して斜めになり、実質的な遊間距離が大きくなったような効果があったためと考えられる。このことは遊間距離 C の値を角度で補正($\theta=45^\circ$ の場合、 C の値を $1/\sqrt{2}$ 倍)すれば、ほぼ 0° の場合の値に近づくことをみてわかる。次に、面内・面外の振動が連成するような模型(図-4)を製作し、斜め方向に加振した。この場合、傾向を調べることを目的としているため、衝撃ダンパーの制振子重量比は模型に対して最適なものはなっていない。共振曲線(図-5)をみると、 45° 方向より加振した場合に面内と面外の

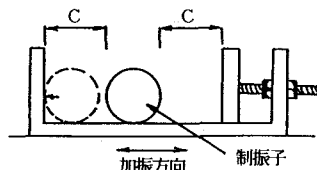


図-1 装置

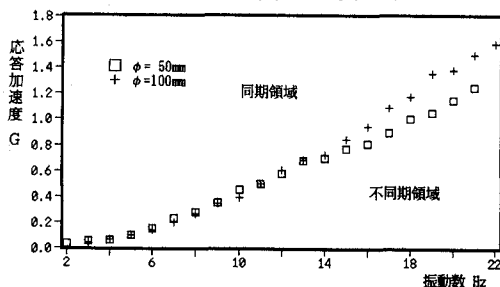


図-2 鋼球径による影響

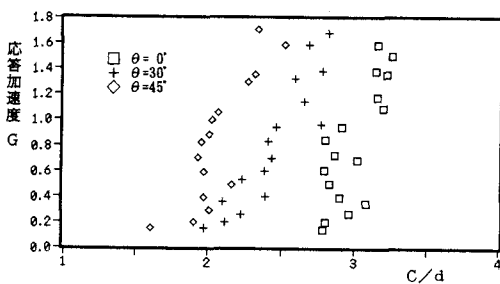


図-3 入射角による影響

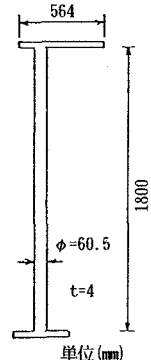


図-4 模型

連成振動が生じていることがわかる。図-6は $\theta = 45^\circ$ 方向より加振した場合の面外方向成分の制振効果を調べたものであるが、不規則振動であったため最大値と最小値を示している。図はダンパーが十分な効果を発揮していることを示している。以上により、面内面外の連成振動に対しては遊間距離Cを十分小さく設計することにより対応できると考えられる。

（3）衝撃音の低減

これまでの照明柱ではダンパーの衝突騒音を低減させるため、ケースを密封形にし、内部にウレタン塗装を施している。ここでは、衝撃音の低減策として壁面に硬質ゴムを張り付けたもの（反発係数 $e = 0.183$ ）と鉄の状態（ $e = 0.505$ ）の2種類の衝撃ダンパーを図-4の模型頂部に設置し、面内方向の共振点で加振し、比較した。結果を図-7に示す。実線は球無しの状態を示しており、ゴムを張ることによって制振効果が上がっている。騒音については、表-1にあるように、暗騒音に比べ鉄の場合で約30dBの増加であったが、ゴムの場合は約7dB程度の増加とかなり改善された。以上の結果より耐久性等の問題を別にすれば、硬質ゴムは騒音の低減および制振の両面に対して効果的であるといえる。

（4）衝撃ダンパーへの入力加速度が小さい場合

照明柱においては振動による取付部の疲労や照明灯の断線等を防ぐことが主目的であり、かなり大きな振動を問題としている。したがって、微小振動時の不同期運動はあまり問題とならない。一方、構造物や機器の微小振動に対する制振を考える場合、不同期振動の発生は避けらず、逆に加振効果を持つこともあり、衝撃ダンパーの適用には検討を要する。そこで、減衰を高めるため、ダンパー容器内にオイルを入れてみることにした。図-8はオイル封入時の模型の応答加速度を示したものであるが、入力加速度が小さい場合にも安定した制振効果を発揮していることがわかる。

3. まとめ

衝撃ダンパーの設計上、従来不明であった点を実験により明らかにできたと考えられる。今後、さらに制振の対象となる構造物の特性を考慮し、上記に示したダンパーの組合せ等による衝撃ダンパーの改良を行う予定である。

参考文献

1) 鳥野、北川、堤、城；衝撃ダンパーによる照明柱の制振効果、土木学会構造工学論文集 Vol. 36A 平成2年3月

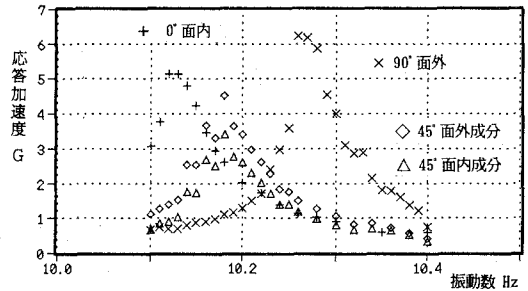


図-5 模型の共振曲線

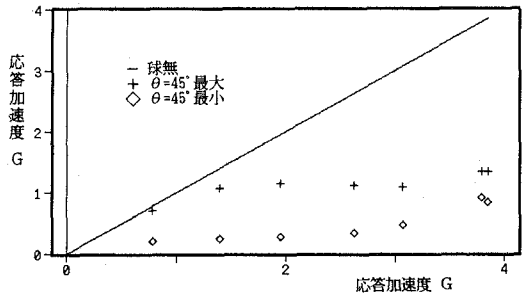


図-6 模型における入射角の影響

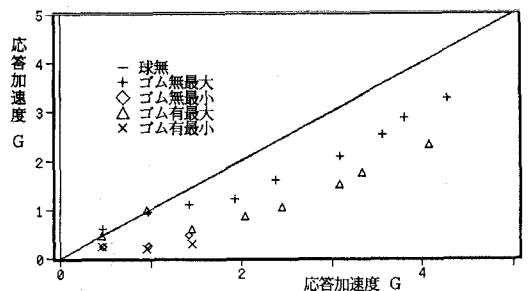


図-7 硬質ゴム使用のダンパー

表-1 衝撃音の音圧レベル

暗騒音	ゴム有	ゴム無
83dB	90dB	112dB
反発係数	0.183	0.505

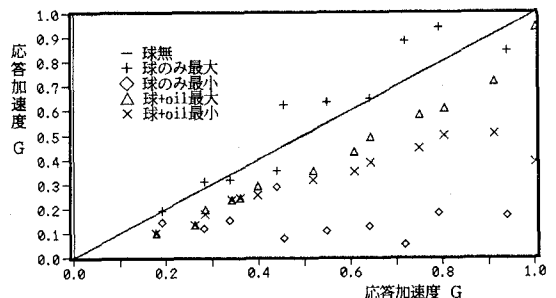


図-8 オイル使用のダンパー