

鋼球を用いた衝撃ダンパーの制振特性

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

1. まえがき

著者等は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り、またシミュレーションによる結果と実験値が良く一致したことから、計算によって制振効果を推定できることをすでに明らかにしている¹⁾。今回はこの衝撃ダンパーの適用範囲を広げるための基礎的実験を行ったので報告する。

2. 実験概要および結果

(1) 鋼球径の大小による影響

一般の内径が小さい照明柱では、衝撃を大きくするために $\phi=5\text{cm}$ の鋼球を5~10個用いている。しかし、柱内や他の構造物においてスペースが十分ある場合には、径の大きな鋼球を使用することができる。そこで、図-1の遊間距離Cを自由にえられる装置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。図-2には遊間距離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示す。 $\phi=5\text{cm}$ の鋼球は約14Hz以上になると $\phi=10\text{cm}$ に比べて同期する入力加速度が小さくなっている。これは入力周波数が大きくなると、小さい径の鋼球は両壁面間を飛んでいる状態になるため、早く同期するものと思われる。

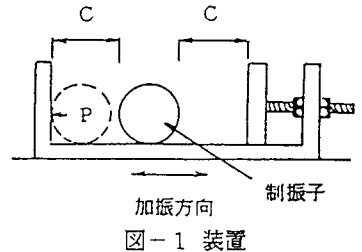


図-1 装置

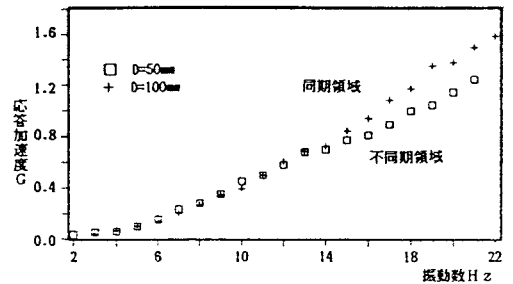


図-2 鋼球径による影響

(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ことが多く、風向きによっては連成振動を生じる可能性が高い。いま、図-1に示す装置を振動台の振動方向に対して 0° 、 30° 、 45° の方向に回転させ(1)と同様の実験を行った。図-3は遊間距離 $C=3\text{mm}$ において、Cを入力変位 ϕ 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。不同期振動の場合は最大と最小値を示して

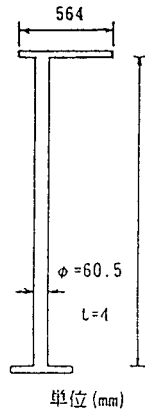


図-4 模型

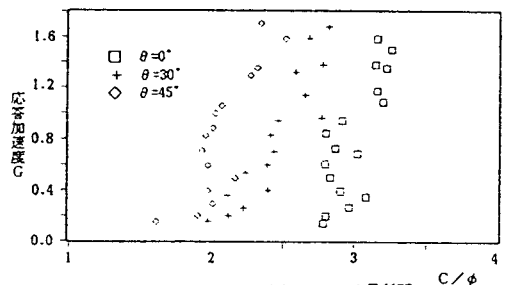


図-3 入射角による影響

いる。回転角が大きくなると共に同期する加速度が大きくなっているが、これは鋼球の振動方向が箱に対して斜めになることから、実際の遊間距離が見かけ上大きくなったためと考えられる。このことは図の遊間距離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° の値に近づくことから判断される。次に、面内と面外の連成する模型（図-4）を製作し、振動の入力方向と制振効果の確認を行った。この場合、傾向を調べることを目的としているため、衝撃ダンパーの鋼球は模型に対して最適な質量とはなっていない。図-5は模型の共振曲線であり、 45° 方向より加振した場合に面内と面外の振動が生じていることがわかる。図-6は $\theta=45^\circ$ および 90° 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。遊間距離が 3mmと小さいこともあり、両者にはあまり違いが見られない。したがって、面内と面外とが連成振動することを想定してCを十分小さく設計すれば良いと考えられる。

（３）衝撃音の低減

衝撃ダンパーの欠点である振動騒音の低減策として、照明柱ではケースを密封形にすると共に内部にウレタン膜を塗装している。衝撃音の低減策として壁面に硬質ゴム（反発係数 $e=0.18$ ）を張り付けた場合と鉄の状態（ $e=0.50$ ）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た時の応答加速度を図－７に示す。図中の実線は球無しを示し、ゴムを張ることによって制振効果が上がることがわかる。一方、騒音は鉄の場合で約 30dB、ゴムの場合で約 9dB程度暗騒音より増加した。以上の結果より硬質ゴムを使用すれば耐久性等の問題は残るにしても、騒音の低減効果および制振効果に対して有効といえる。

（４）衝撃ダンパーへの入力加速度が小さい場合

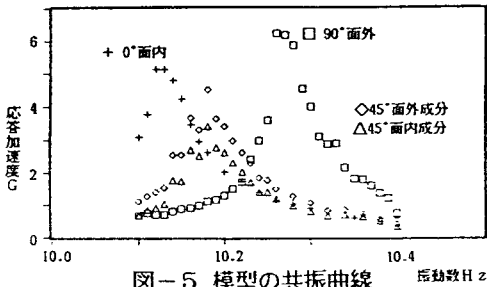
照明柱における制振対策の目的は風により照明柱が振動する時の取付部の疲労や照明灯の断線等を防ぐことにあるから、かなり大きな振動を対象としている。したがって、照明柱の振動が小さいためダンパー内の振子が不同期振動をしてもあまり問題とならない。一方、小さい振動を対象として 構造物あるいは機器を制振しようとする場合、遊間距離をかなり小さくしても不同期振動を発生する。この場合には振子が制振する代わりに加振する状態になることもあり、衝撃ダンパーを用いることが難しい。そこで、衝撃ダンパー内にオイルを入れ、振子の振動によって減衰を高めてみることにした。図－８は衝撃ダンパー内にオイルを入れた時の模型の応答加速度である。オイルを入れることにより入力加速度が小さい場合の応答を安定して低減できることがわかる。

３．まとめ

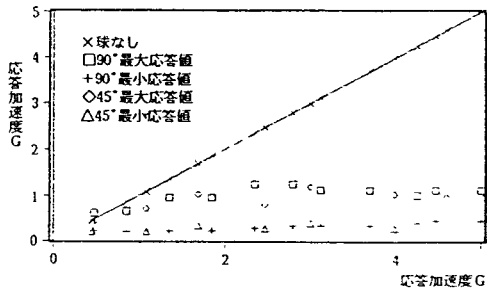
今回の実験により衝撃ダンパーの設計を行う上で、従来明らかにされていない点が解決できたと考えられる。今後、シミュレーションによる検証を行う予定である。

参考文献

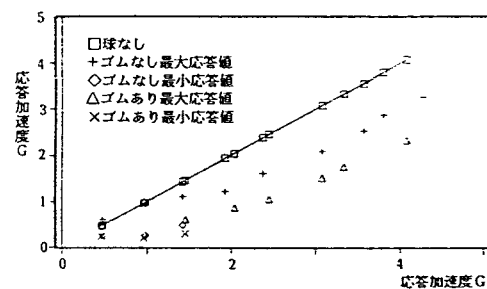
鳥野、北川、堤、城 ；
衝撃ダンパーによる照明柱の制振効果
土木学会構造工学論文集 Vol.36A 平成２年３月



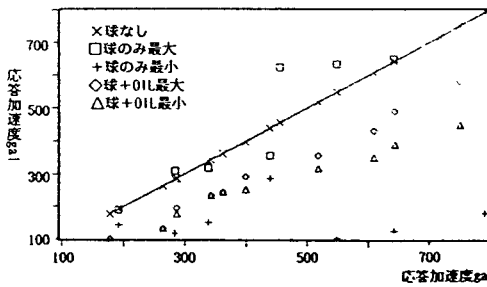
図－５ 模型の共振曲線



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



図－８ オイル使用のダンパー