

衝撃ダンパーの制振効果

九州大学工学部

学生員 ○三谷英弥

九州大学工学部

正 員 烏野 清

九州大学工学部

正 員 堤 一

川崎製鉄(株)

正 員 城 郁夫

1. 緒言

高速道路等に設置された照明柱は非常にスレンダーな構造形式のため、車両走行に起因する路面振動や風などにより大きく振動することが多い。特に風環境の厳しい場所では、自然風下で発生するカルマン渦により照明柱が大きく自励振動を起すため、その制振対策が重要な問題となっている。

一方、照明柱は美観上の問題から、設計の段階で断面を含めた全体の構造系がデザインされていることや、できうる限り広範囲の風速に対して制振効果を発揮させねばならず、その対策には多くの困難がともなう。上記の理由により、ここでは産業機構分野で有効な制振装置として用いられている衝撃ダンパーを用いることにした。衝撃ダンパーに関する既往の研究では、(1)制振子が構造物の振動と同調して安定な運動をする時、遊間(制振子が運動すべき間隔)が大きいほど、(2)遊間一定の条件下では、構造物と制振子の質量比が大きいほど、(3)制振子が衝突する面の反発係数が大きいほど、制振効果が高いことが明らかになっている。しかし、衝撃ダンパーを照明柱に応用する場合、照明柱は細長い構造系であり上記のパラメータの選定に多くの制約がある。本研究はこの制約下において照明柱における衝撃ダンパーの制振効果を最適にするための基礎試験を実施したので、ここに報告する。

2. 照明柱の動特性

照明柱の振動特性および制振装置の効果を解明するため図-1に示すような高さ8mの八角形断面を有する実物照明柱を対象とした。図中に示す各測点に加速度計を設置し、加振力一定の条件下で振動台を用いて共振曲線を求め照明柱の固有振動数と変位モードを求めた。次に、この照明柱を3次元多質点系モデルに置換し、有限要素法を用いて固有値解析を行った。図-2に実験値と比較して固有振動数を示す。面外2次以外はよく一致しているといえる。

3. 衝撃ダンパーの基本動特性

照明柱に用いる衝撃ダンパーの制振子は経済性を考慮の上、鋼製のボールベアリングを用いることとした。一方、照明柱の内部の空間は限られているため、鋼球の径と遊間が衝撃に及ぼす影響を調べるために、図-3に示す装置を振動台上に設置し、先に示した各固有振動数で加振した。図-4は面外2次・3次の固有振動数で加振した場合の入力変位、遊間および衝撃力の関係を示したものである。衝撃力は力積の形で求めるのが正しいが、ここでは衝撃力の作用時間が非常に短いこと(実測では10~15ms)と、大略値を求める目的から、ロードセルより得られた値の最大値を用いている。図より、入力加速度が大きい程衝撃力が大きくなることが判る。図の横軸は入力の変位で遊間を割った値をパラメータとしており、この値と同期の関係を調べると、7.2Hzでは約2以下において同期運動が生じている。一方、19.9Hzにおいては、多少この値に変動がみられることから、現在、同期の有無を詳しく調べるための追加実験を実施している。衝撃ダンパーの設計において遊間は重要な条件であり、カルマン渦によって発生する照明器の応答変位を推定することによ

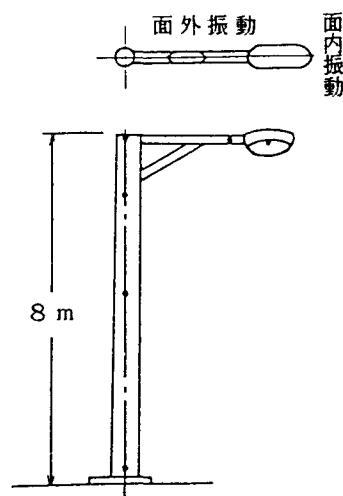


図-1 供試体照明柱

り、最適な遊間を決定できるものと予想している。

次に、図-1に示す照明柱の主幹部上端に衝撃ダンパーを取り付け振動台で加振実験を実施した。この場合、鋼球の個数を最大13個（照明柱との質量比約2.1%）とし、順次個数を減らして制振効果に及ぼす質量比の影響を調べた。図-5にその結果を示すが、各振動モードとも質量比が大きいほど、制振率が高くなっている。また、面外振動では2次に比べ1次の方が制振効果が良く、面内1次と面外2次とは、ほぼ同等の効果が得られた。

4. 結論

照明柱の内部に鋼球を用いた衝撃ダンパーを設置することにより、かなり大きな制振効果が得られることが判った。また、入力変位と遊間の間には最適な距離が存在することや、制振子と照明柱の質量比が2%であればかなりの制振効果が期待できることが確かめられた。

照明柱においては、通常風速の範囲を考えると約30Hz以下の振動が生じるものと予想される。この周波数範囲にある振動モードに対して有効な制振効果を上げるためには、制振子の設置位置、個数の最適条件を見つけ出す必要があり、現在理論解析を行っている。また、風速、断面形状等によりカルマン渦による照明柱の応答変位が異なることから、風洞実験等による検証も行っている。

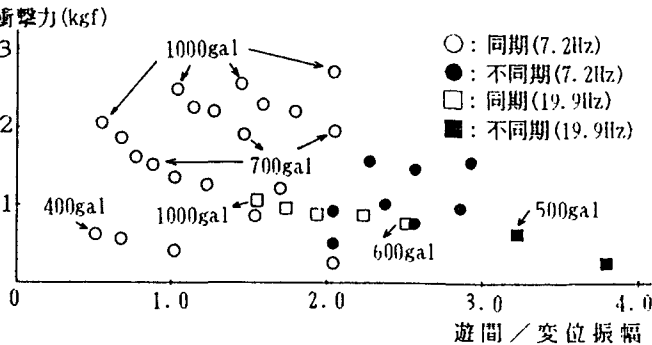


図-4 遊間-衝撃力の関係

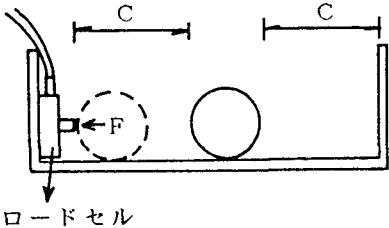


図-3 衝撃減衰器

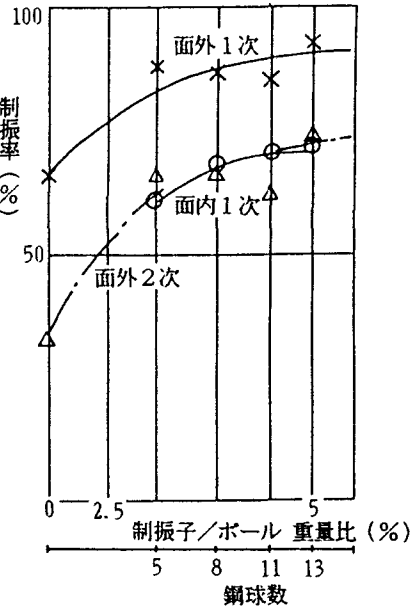


図-5 衝撃減衰器の制振効果