



水の子島灯台（大分県）と3等レンズ用免震装置（撮影：川井伸泰）

概要

我が国の灯台の多くは明治・大正期に建設され、現在も航路標識として海の安全を守る重要施設であると同時に、歴史的建造物（文化遺産）としての価値も高い。灯塔はRC造もしくは石造で、その頂部に水銀の浮力を利用した回転機器で支持された大型レンズが設置されている。地震対策として、灯塔本体は耐震補強を施し、レンズと回転機器は免震化することが計画された。レンズと回転機器は、重量物かつ高重心であり、高い灯塔の頂部に設置され、スペースが狭小で環境条件も厳しい。

本技術は、金属性コサイン・レール支承と粘性ダンパーの組合せによる灯台レンズ用の免震装置を開発・実用化したものであり、上記の難条件を解決し、これまで全国37ヶ所の灯台レンズに採用されている。

選評

海の安全に欠かせない灯台は、全国各地に250基ほどあるという。明治、大正期に建設された西洋式灯台は、航路標識としての重要性の他に、歴史的建造物としての価値も高い。この灯台心臓部のレンズと回転装置（水銀槽）の免震化技術としてコサイン・レール支承+粘性ダンパーが採用されている。支承の特徴は、金属製ローラーの転がり形式の免震装置であり、ローラーを挟む上下のレール面をコサイン・カーブ形状としたユニークな発想がある。上下面にレールを配することで、下面のみの場合に比べレール長さが半減できる大きな利点がある。狭い灯台内では変形量の制限を受ける点や固有周期が重量に依存しない点などに、このレールの特徴が上手く生かされており、実用性の高い支承と言える。免震化することで、回転装置内の水銀の飛散防止効果も図れ、環境汚染の観点からも適用の効果が生まれている。応募された本技術は、地震応答が増幅する灯塔頂部のレンズ等機器の免震化技術として、すでに全国37基に及び適用があり社会的貢献度の高い実績を残している。他の分野への今後の普及も十分期待でき、技術賞に値する技術である。

塔体部分の耐震補強は、個々に別途（本申請者ととは別）行われているとのことを付言しておく。

（村井義則）

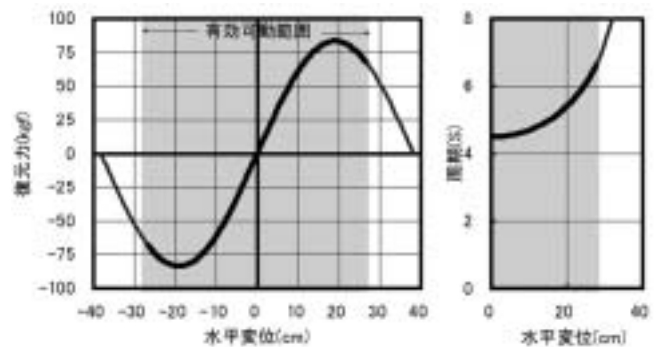
システム及び特記事項

コサイン・レール支承は、ローラーの上下両方にコサイン・カーブ形状をしたレールを配置した金属製転がり支承である。地震時に上部構造は水平方向に移動すると同時にわずかに持ち上がり、振り子状に振動する。本支承の復元力はレール形状によって決定し、レールの勾配に対応したサイン・カーブ状の復元力特性を示す。このため、本支承は共振することがなく、非常に優れた加速度低減効果を発揮する。さらに、摩擦係数が小さく作動性が良い、レール長さが変形量の1/2で済むため小型化ができる、といった特長がある。減衰機構には粘性ダンパーを採用し、装置のコンパクト化と高性能化を実現している。

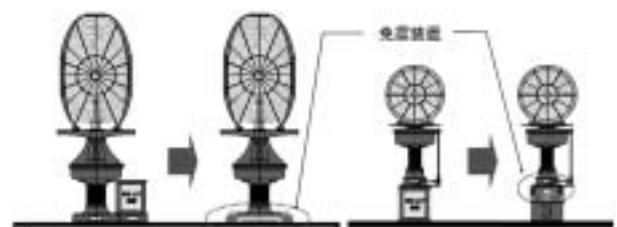
規模の大きい1等レンズ（高さ6m、質量9t）と2等レンズ（高さ5m、質量5t）については、4基のコサイン・レール支承をステンレス製の鉄骨フレームで連結し、フレームの中央下部に平板型粘性ダンパーを配置した。規模の小さい3等（高さ3m、質量3t）と4等レンズ（高さ2m、質量1t）用免震装置では、支承とダンパーを一体の機構に収納した形式とし、異なる機器重量や全国各地の温度条件にも対応できるように抵抗力可変の回転型粘性ダンパーを採用して設計の標準化を図った。また、平面寸法が小さいことから、万一の転倒を防止する目的で支承側面に浮き上がり防止機構も備えている。スペースの制約から免震装置の可動変位は±270mm以下に留めているが、レンズ・機器の応答加速度を床応答の1/10以下とする設計目標を達成している。



コサイン・レール支承の機構



コサイン・レール支承の復元力特性と周期特性



1・2等レンズの免震化

3・4等レンズの免震化