

長柱構造物の延命対策用制振装置の性能評価に関する一考察

積水樹脂(株) 正会員 ○安部 和隆 吉川 治
中央大学 正会員 平野 廣和

1. はじめに

高架橋上や橋梁上に設置されている付属構造物は、地上部と異なり交通荷重による振動の影響を受けるため、疲労損傷を生じる可能性が高くなってきている。このため、長柱構造物の延命対策が各分野で検討されはじめており、補強対策としてはリブ形状を変更する方法¹⁾、基部に繊維を巻きつけて樹脂で固める方法²⁾などが提案されている。さらに補強と併せて制振対策方法についても検討されてきており、過去には風による揺れ対策としてチェーンダンパー³⁾、球体衝突型ダンパー⁴⁾、近年では高架橋の揺れにより発生する揺れ対策として同調質量ダンパー⁵⁾等が開発されてきている。この中でも現在広く実用化されている対策はリブ形状を変更する対策であり、都市高速を中心に広く普及されてきている。

以上のような背景から、長柱構造物に対して延命対策を行うことが出来る制振装置の開発を進め、仕様を確立するに至ったが、本制振装置の性能を検証するに当たり、延命対策品として実績があるリブ形状変更対策と性能比較を行い、見解を得ることが出来たためここで報告する。

2. 研究の概要

開発した制振装置は図-1 に示すような衝突型の制振装置である。本装置を支柱の頂部に取付け、装置内部の振動子が内壁に衝突することで制振効果が得られる。

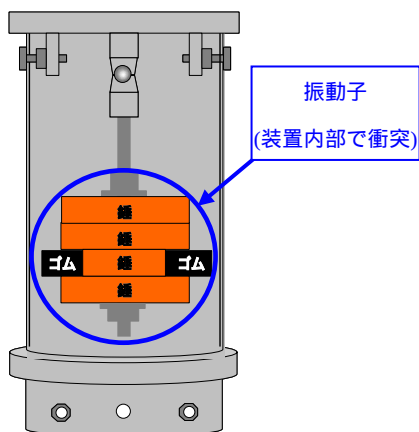


図-1 開発した制振装置

本装置と、リブ形状変更品との延命効果について性能比較を行う。

両者は対策における着眼点異なるため効果の表し方も異なるが、表-1 に示す工程に従うことで、其々の対策効果を加味して考え、定量的に比較する。

表-1 性能比較の工程

工程	工程	工程	工程
非応力集中部の応力波形データを採取	リブの応力集中係数をかける	得られた波形に対し頻度解析を行う	得られた頻度解析結果に対し線形累積被害則を行う
効果あり	効果あり	頻度 応力範囲	例：ある一定の応力範囲が α 図分 定量的な比較 例：ある一定の応力範囲が β 図分
U字リブ	効果あり	頻度 応力範囲	

工程 で得られる波形は、高架橋上に設置された長柱構造物に対し、車両が 1 台通過した際の支柱部材基部の発生応力波形を示している。リブ溶接による応力集中の影響を受けない非応力集中部での応力波形であるため、工程 は制振装置による「揺れ量制御対策」の効果反映される。工程 は、工程 で得られた波形に対してリブの応力集中係数をかける工程である。標準リブ形状に対してリブ形状を変更した対策は応力集中の影響が小さいため、ここではリブ形状の変更による「応力集中の緩和対策」の効果反映される。

以上により得られた応力波形に対し、工程 で頻度解析を行い各応力範囲での頻度を求め、工程 で線形累積被害則を行って定量化を行うことで、リブ形状の変更の効果と制振装置の効果を比較する。

3. 実環境再現実験

積水樹脂(株)の敷地内に設置されている高架橋を用いて、工程 の応力波形を得るための実環境再現実験を実施する。スパン 18,000mm、幅員 5,800mm の高架橋の中央部に支柱径 ϕ 190.7mm、長さ 5,000mm、梁径 ϕ 114.3mm、長さ 2,170mm の逆 L 型標識柱を設置し、そこに車重量：3.7t の車両を 1 台通過させる。その際の高架橋の加速度波形と標識柱基部の応力波形を採取する。

キーワード：高架橋振動，長柱構造物，延命対策，実環境再現実験，性能評価

連絡先：〒520-2596 滋賀県蒲生郡竜王町鏡 731-1



写真-1 実環境再現実験

工程 Ⅱ：非応力集中部での応力波形

リブ形状の変更の対策として、U字型に曲げて応力集中を緩和する支柱と標準リブ形状の支柱を作製し、標準リブ支柱を設置しデータを取った後で、同じ箇所にU字リブ支柱を設置してデータを取った。車両の通過速度や通過位置によって標識柱の応力波形にばらつきが見られたため、高架橋の加速度波形データがほぼ等しくなった際の応力波形データをピックアップして比較用のデータとした。得られた波形データを図-2、図-3に記す。

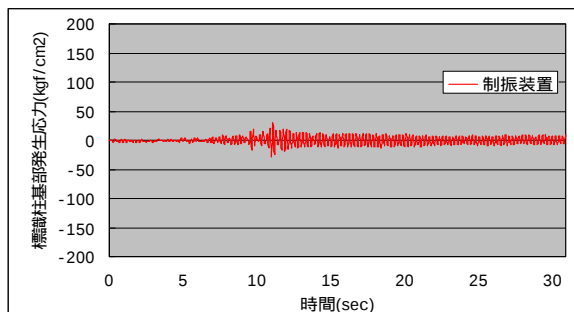


図-2 標準リブ(装置あり)の非応力集中部の応力波形

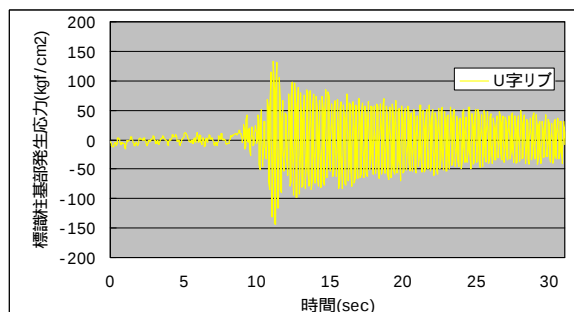


図-3 U字リブ(装置なし)の非応力集中部の応力波形
工程 Ⅲ：応力集中係数の測定

リブ上端の溶接端部から支柱頂部に向けてひずみゲージを貼り付け、標識柱に強制的に曲げを与えた際の応力値を採取して応力集中係数を求める。図-4 は標準リブで2.77、図-5 はU字リブで1.92 となった。

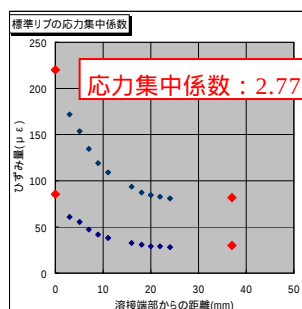


図-4 標準リブ発生応力

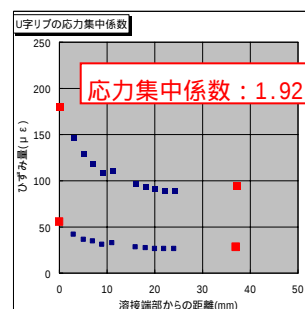


図-5 U字リブ発生応力

工程 Ⅳ：定量比較

工程 Ⅲ を経て得られた結果を表-2 に記す。評価ポイント A・B は支柱の振幅量が異なっており、B のほうが振幅量大きい際の結果である。制振装置は支柱の振幅量の大きさにより性能が大きく変化しているのに対し、U字リブは振幅量の大きさには関係なく「対策なし」の際の頻度を1/3程度に低減させている。

以上より本装置は、疲労損傷として蓄積されるような大きな揺れに対して特に効果が高い性質を持つことがわかった。

表-2 定量比較結果

	頻度		備考
	評価ポイント:A	評価ポイント:B	
対策なし	14.4 [回]	9.2 [回]	-
制振装置	2.5 [回]	0.1 [回]	揺れ量が大きくなるほど延命効果が高まる(対策なしの1/6～1/92)
U字リブ	5.3 [回]	3.1 [回]	揺れ量が変化しても延命効果はほぼ一定(対策なしの1/3)

4. 今後の展開

本装置は、長柱構造物の大きな揺れに対して特に高い制振効果が得られていたことから、長柱構造物の延命対策に向いている装置であることがわかった。

今後の展開として、実環境下で試験設置を行い、実験結果と同様に高い延命効果が得られるかどうか検証を行う。

参考文献

- 1) 本間宏二ら：鋼管照明柱等の基部耐疲労性に関する研究，土木学会第56回年次学術講演会第Ⅱ部門，B-140，2001.
- 2) 連重俊ら：紫外線硬化樹脂を用いた長柱構造応力低減と実大モデル疲労試験，土木学会論文集 No.735/Ⅱ-59，pp.185-195，2003.
- 3) 立石一真ら：照明柱の振動応答に及ぼすチェーンダンパーの制振効果に関する2，3の解析検討，土木学会第58回年次学術講演会第Ⅱ部門，I-746，2003.
- 4) 城郁夫ら：耐風照明柱の開発，川崎製鉄技報，pp.308-314，1988.
- 5) 井田剛史ら：多方向転動型同調質量ダンパーによる長柱構造物の制振対策，構造工学論文集 Vol.51A，pp.437-446，2005.