

I-726

ケーブル制振のための低温用オイルダンパーの特性について

北海道開発局 道路建設課 開発専門官 正員○幡本 篤
 帯広開発建設部帯広道路事務所 大串 弘哉・葛西 康弘
 鹿島建設（株）技術研究所 正員 向 弘晴

1 はじめに

十勝大橋は、ほぼ南北に十勝川を跨ぎ、国道241号沿いに建設中のスパン251mの3径間PC斜張橋である。架設地点が市街地である事から、完成後は車両、歩行者とも交通量が多く、交通振動による桁の振動とケーブルが連成しケーブルに振動が発生する事が予想された。また、高風速状態における風速の乱れ強さが20%以下の場合があるためレインバイブレーションが発生する可能性もあった¹⁾²⁾³⁾。そこで本橋では架設中から制振対策について検討した。その結果、本橋が極寒冷地に架設されることを考慮して、制振装置として低温下でも有効なダンパーを開発することとした。本稿では開発したオイルダンパーの特性試験結果について報告する。

2 低温用ダンパー

十勝大橋では、低温下の振動特性を向上させるために設計温度を考慮して-30～40℃で一定の減衰力が作用するように低温用オイルを用いた。また、本ダンパーが微小振幅領域でのケーブルの構造減衰が小さい傾向があったので、微小振幅領域でダンパーの減衰係数を大きくするように設定した。

3 オイルダンパーの特性試験

本ダンパーが上述の特性を満足しているか確認するために、温度依存性試験、振幅依存性試験を実施した（表-1）。加振振動数は斜材の固有振動数に等しくなるように設定した。振幅は、斜材の振動形状を放物線近似した場合、ケーブルが片撓幅で1D（D：ケーブル径）振動した時のダンパー設置予定位置の片撓幅が5mmであることを参考に決定した。また、実験はすべて変位制御で、ピストン側を加振したときの減衰力をロードセルで測定して行った。実験室の温度は約30℃であった。

一方、低温下で通常オイルを使用してもオイル温度が使用可能状態まで上昇する場合には低温用オイルを用いる必要はないことから、本実験とは別に通常オイルの必要性を検証するための温度上昇特性試験も実施した。

図-1は、ピストンを1Hzで加振し、振動エネルギーがオイルの熱エネルギーに変換されるために生じた外壁温度と時間の関係を示した。この実験では大気中への熱放出による温度上昇の影響を考慮するため2台のダンパーを用意し、1台は加振実験に用い、もう1台は実験室内に放置した時の外壁温度を測定した。図より片撓幅2mmでは放置ダンパーの温度上昇の方が大きく、加振による温度上昇は見られなかった。一方、片撓幅5mmでは加振開始2.5分までは放置ダンパーとの温度差が約13℃まで上昇するがその後変化しない。

従って、本橋のような外気温度が-30℃の斜張橋斜材に取り付けた場合、ダンパーの温度はせい

表-1 試験項目

	S-4 ケーブル用ダンパー		
	片撓幅 (mm)	振動数 (Hz)	温度 (℃)
温度特性試験	10	1.0	-30～50
振幅特性試験	0.5～15.0	1.0	20
温度上昇特性試験	2、5	1.0	-30～0

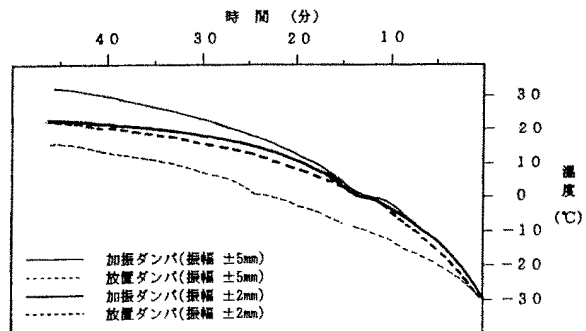


図-1 温度上昇特性

ぜい-17℃までしか上昇しないものと思われる。実際には、外気への熱の放出が大きいため、ダンパーの温度上昇はそれほど期待できないものと思われる。よって通常のオイルを用いたダンパーを取り付けた場合、加振による温度上昇を考慮しても適用範囲外の温度となり、低温用オイルに交換する必要があることがわかる。

4 実験結果

図-2は、あらかじめ恒温槽で-30℃まで冷却したダンパーを取り出して加振した時の温度と減衰力の関係を示す。ただし、この温度はダンパー外壁に取り付けたT熱電対で測定したため、オイルの温度よりやや低い値を示している。図より温度変化に対して減衰力はほぼ一定で、良好な結果が得られている事がわかる。

図-3は、振動数を1Hzで固定し、振幅を変化させて測定した減衰力とピストン変位の関係を示す。これまでのダンパーは微小振幅において、減衰力が小さいため減衰効果が発揮できないことが多かったが、実験で用いたダンパーは片振幅1mm程度の微小振幅域で減衰力/ピストン速度が大きくなっており、微小振幅特性が向上していること、微小振幅以外では減衰係数がほぼ一定であり良好な結果が得られていることが分かる。

5 おわりに

今回開発した寒冷地用ダンパーは、室内実験の結果から温度依存性、振幅依存性が小さいことがわかった。また、実橋ケーブルにおいて、ダンパーを取り付け斜材振動実験を実施し斜材の減衰を求めたところ、1次モードで $\delta \approx 0.07$ の減衰が得られ、ほぼ複素固有値解析結果⁴⁾と一致した。

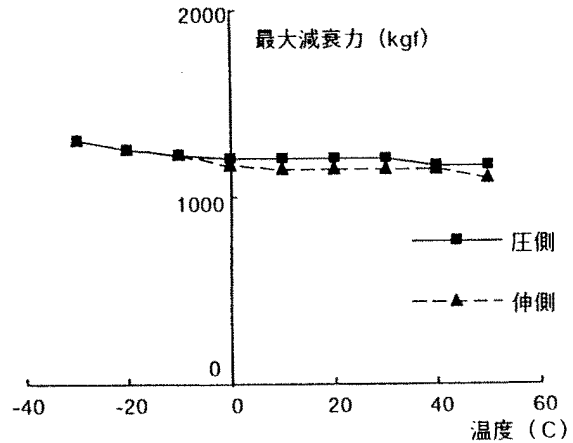


図-2 温度特性

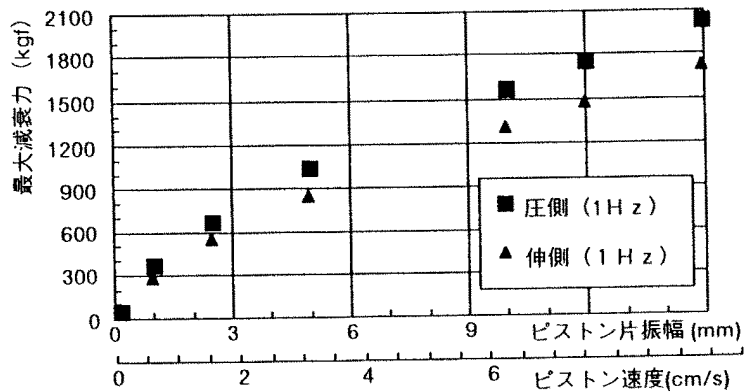


図-3 振動特性

参考文献

- 1) 国土開発技術センター：「斜張橋ケーブルの耐風性に関する検討」、斜張橋ケーブルの耐風性に関する検討委員会報告書、昭和63年
- 2) 土木研究センター：「斜張橋ケーブルの耐風性検討報告書」、平成5年
- 3) 南花、他：「天保山人橋のケーブル振動とその対策」、風工学シンポジウム、pp273-278、1992
- 4) 藤野他：「ダンパーをつけた斜張橋ケーブルの減衰評価曲線」、橋梁と基礎、Vol.26 No.4、41-45、pp41-45、1993