

I - 605

鶴見航路橋（仮称）のケーブル振動実験

首都高速道路公団 正員 下里 哲弘
 首都高速道路公団 正員 岡田 昌澄
 N K K 正員 村上 琢哉

1. まえがき

鶴見航路橋（仮称）は、首都高速湾岸線の主要橋梁となる全長1,020m、中央径間長510mのシングルケーブルの一面吊り形式3径間連続鋼斜張橋である。本橋のケーブルについて、活荷重によるケーブルの曲げに起因する2次応力、風による渦励振、レインバイブレーションの対策について検討をおこなった結果、新しい制振方式として高減衰ゴムとダンパーの併設方式を採用することとしている。ここでは、この制振方式を決定した経緯と、その性能を確認するために実施した実橋ケーブル（C1, L=284m, $\phi=192\text{mm}$ ）の振動実験結果について報告する。

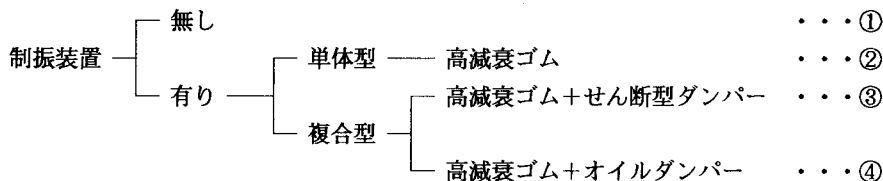
2. 本制振方式の決定までの経緯

レインバイブレーションに対する検討は、過去にその発現が観測されたケーブルと本橋ケーブルとの構造諸元を比較することから開始した。（表-1）¹⁾ その結果、本橋ではレインバイブレーションが発現する可能性は極めて高いことが予想されたため、減衰を付加して制振すべきであると判断した。目標とする付加減衰は、温度依存性、振動数依存性を考慮して $\delta=0.02$ とした。また、活荷重によるケーブルの曲げに起因する2次応力についても検討を行った結果、本橋においては全てのケーブルに角折れ緩衝装置を設置すべきであると判断した。さらに主桁側の設置位置については景観上の配慮より自動車防護柵と同程度の高さ（鋼床板上1.0m）に設置することとした。以上の条件下において、各種制振装置を対象に複素固有値解析を実施し、目標付加減衰をクリアできる設置位置を算定した。その結果、角折れ緩衝装置に緩衝ゴムを用いた場合には、ダンパーをかなり高い位置（鋼床版上2.5m程度）に設置せざるを得ず、景観上の配慮よりダンパーを極力低い位置に設置すべく減衰付加効果も有する高減衰ゴムを角折れ緩衝装置として採用する事とした。最終的には、高減衰ゴム単独では前記の目標付加減衰を満足させることができず、ダンパーを併設する方式を採用した。

3. ケーブル振動実験

(1) 実験概要

実験は、まず、加振機とケーブルを接続した状態で、面内又は面外方向にケーブルを固有振動数（常時微動測定値）の近傍で加振し共振させた後、自由減衰振動に移行させる。振動波形の計測は、サーボ型加速度計を用いており、その波形より対数減衰率を算出した。試験は以下に示す①から④までの4ケースについて行った。ここで、高減衰ゴムの損失係数は0.35程度（周波数1Hz）で、内径、外径及び厚さについては、それぞれ140mm、190mm、50mmである。また、ダンパーとしてはせん断型ダンパーとオイルダンパーの粘性減衰係数は、周波数0.4Hzにおいて、35(tf/m/s)と32(tf/m/s)である。



なお、ダンパーの設置位置は、せん断型ダンパー、オイルダンパーとも鋼床版上1.5mとした。

(2) 実験結果

図-1に、各制振装置に対する対数減衰率と振動次数の関係を示す。同図より、（高減衰ゴム+せん断型ダンパー）及び（高減衰ゴム+オイルダンパー）の双方とも $\delta=0.02$ よりも大きな値となっている。また、

低次においては付加できる減衰は複合型の双方とも差異がないものの、高次においてはオイルダンパーを用いた方が付加減衰が大きくなっている。図－2は、図－1に対応する振動次数4次の自由減衰波形である。同図より、制振装置の顕著な効果が確認される。また、制振装置有りの場合でも、複合型の方が、減衰効果が卓越していることが確認できる。

4. まとめ

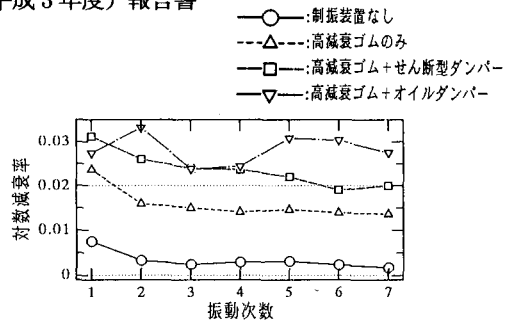
本実験により、（高減衰ゴム+せん断型ダンパー）及び（高減衰ゴム+オイルダンパー）の双方ともケーブルも制振装置として高い性能を有することが確認できた。今後は、これらの結果をもとに、施工及び維持管理等の面を考慮し採用すべきダンパーを決定したい。最後に、本振動実験について、御意見、御指摘をいただいた「鶴見航路橋の設計施工に関する調査研究委員会」（委員長：伊藤 学 東京大学名誉教授、現埼玉大学教授）の方々に厚く謝意を表します。

参考文献

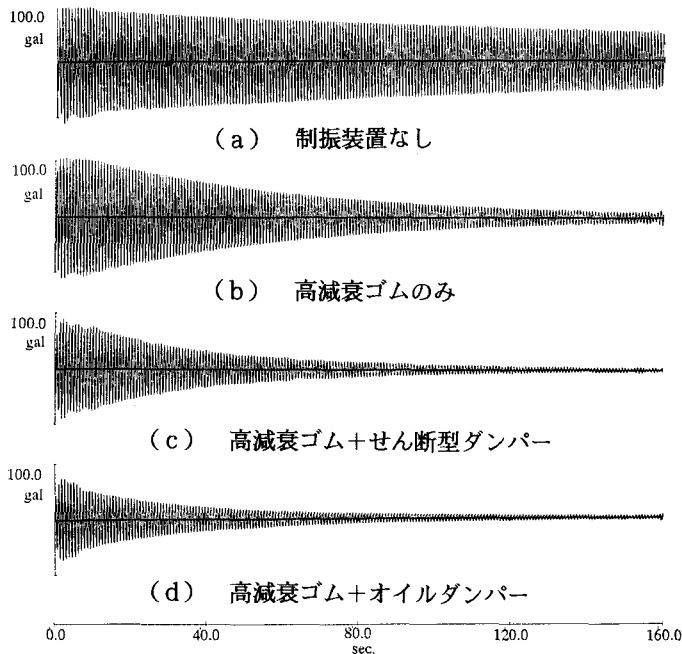
- 1) 土木研究所 鶴見航路橋ケーブル制振対策検討報告書 平成4年3月
- 2) 鶴見航路橋の設計施工に関する調査研究委員会（平成3年度）報告書

表－1 ケーブル特性の比較

	レインバイブレーション が発現したケーブル	鶴見航路橋のケーブル
振動次数	1次～3次モード	
振動数	0.5～2.5 Hz	0.38～1.47 Hz (1次モード)
ケーブル長	50～200 m	83.7～283.8 m
ケーブル径	φ125～200	φ149～192
ケーブル重量	50～150 Kg/m	89～157 Kg/m
ケーブル傾斜角	25～60°	27.3～67.3°



図－1 振動実験の結果



図－2 自由減衰波形の一例（4次モード）