

I-725

高減衰ゴムダンパーを設置した斜張橋ケーブルの自然風下における応答計測

JII 名古屋建設局 伊勢湾岸道路工事事務所

宮内 秀敏 安川 義行

名港西大橋(鋼上部工)塔工事 三井・栗本JV

正員 赤瀬 雅之 正員 井上 浩男

1. まえがき 名港西大橋 I 期線は、橋長758m(中央径間長405m)の3径間連続斜張橋で、ファン形の2面吊りマレケーブル方式を有している。一般に斜張橋のケーブルは、極めて構造減衰が小さく、渦励振やレインパイクレーション等の風による不安定振動の発生事例が数多く報告されている。本橋においても、レインパイクレーションによる振動の発生が確認されており¹⁾、制振リヤによる対策を施している。しかし、この方法では完全には振動を抑制できておらず、より効果的な制振方法に転換することが望まれている。そのため今回は、コソパ外であるため景観、施工上の点で優れている高減衰ゴムダンパーを試験的に設置し、その制振効果を確認するために長期間(H6/12/3～H7/3/22)自然風下でのケーブル応答を自動計測により観測した。

2. 計測方法 計測対象ケーブルの位置を図1に、振動諸元を表1に示す。現地は冬の季節風が卓越して北西方向より吹くことから、レインパイクレーションに対して正姿勢になるように東側側径間の北面のケーブルを計測対象とした。その中から振動諸元の違いによる応答の差を把握するために、最短・最長ケーブル(C1・C12)とその隣に位置するC2・C11の4本のケーブルを選出し計測を行った。隣合ったケーブルは構造諸元が近いので、同じ気象条件下では同様の応答を示すという仮定に基づいて、C1・C12には制振対策を施し、C2・C11には施さないことにより、ダンパーの制振効果が明確になるようにした。ダンパーは桁側の定着鋼管内に設置し(図2)、計測対象ケーブルの桁側定着鋼管内の弾性シール材及びバックアップ材は除去した。応答の計測は、ケーブルに加速度計、ダンパーに変位計を設置して行い、同時に気象条件のデータも収録できるようにした。自動計測のデータ収録のトリガーは、ケーブル応答の有無に依らず、ブーム風速計の瞬間出力が連続して30秒間・8m/sを越えた場合にかかるように設定した。

3. 有意な振動の観測例 自動計測で収録されたデータの中から有意な振動が確認された数例について表2に示す。表中の記号(◎, ○, △)は、ケーブル加速度及びダンパー変位の欄では不安定さの程度を表し、制振効果の欄ではダンパーの有効性(主観的な判断による)の程度を表している。観測記録からは、応答の発生している風向は北西付近に限られており、風向が北や西の時には強風下でも応答はみられていない。表2を見る限りでは、ダンパーの制

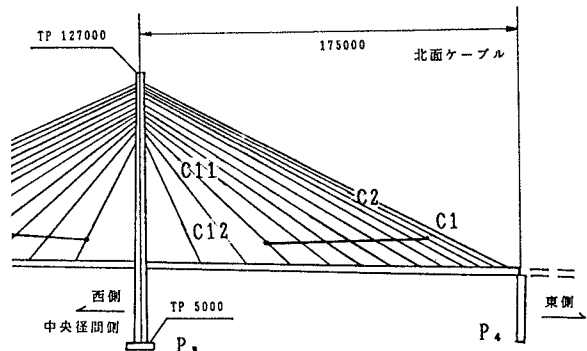


図1 計測対象ケーブル位置

表1 ケーブル振動諸元

ケーブル名称	長さL m	直径D mm	重量W ton/m	張力T ton	振動数f (3次) Hz	減衰率δ 3次モードでの値
C1	198.64	165.0	0.0785	271.5	1.416	0.0137(0.0081)
C2	189.19	160.0	0.0715	243.6	1.355	0.0086
C11	82.26	140.0	0.0501	159.7	3.040	0.0198
C12	66.38	125.0	0.0388	75.2	3.479	0.0330(0.0198)

*減衰率の欄の括弧内の数字は、ダンパー設置前の減衰率を示している。

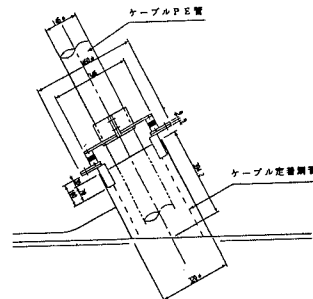


図2 ダンパー設置状況

振効果は現れているといえる。しかし、事例E以外では降雨がともなっており、比較的励振力が弱い振動であると考えられるため、それだけでは十分な制振効果が得られているという判断はできない。

以下に例として、有意な振動データのの中からC2・C11において振動がみられた事例Bについて述べる。図3に面内方向振動波形、図4にそのスペクトルを示す。両ケーブルともに2～4次辺りのモードが卓越しており、振動軌跡(図5)から、面内振動に近い直線的な振動であることが分かる。ダンパーを設置しているC1・C12に関しては、振動が確認できず、制振効果が表れていると考えられる。

また未解析ではあるが、レインバグレーションと思われる振動の発生が2度観測され、フリー状態のC2・C11については両ケースとも激しく振動している。その時ダンパーの設置されているケーブルでは、C12は両ケースともに制振されているが、C1についてはその内の一度激しく振動しており、制振効果が十分に出ていない。

表2 ケーブル振動事例

事例	ケーブル加速度				ダンパー変位		自然条件			振動時間	制振効果	
	C1	C2	C11	C12	C1	C12	風向	平均風速	降雨		C1	C12
A			⊙				WNW	9.7m/s	なし	7分	—	⊙
B	○	⊙	⊙		○		WNW	10.2m/s	なし	14分	○	⊙
C		⊙			⊙		WNW	9.1m/s	なし	17分	⊙	—
D	△	⊙	△		△		NW	7.0m/s	なし	10分以上	⊙	○
E	△	⊙	○	△	△	△	WNW	7.3m/s	3.5mm/h	10分以上	⊙	○
F		⊙	△				NW	6.5m/s	なし	17分	⊙	○

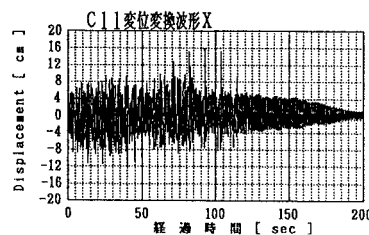
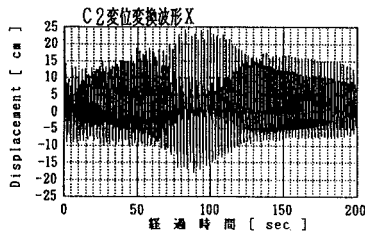


図3 振動波形

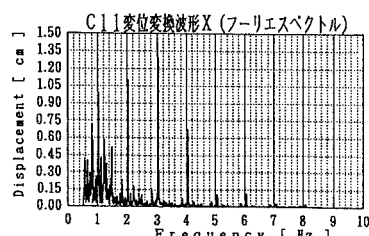
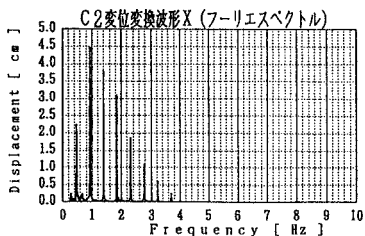


図4 スペクトル

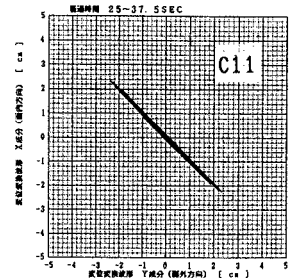
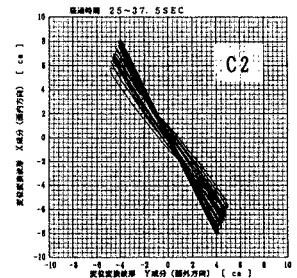


図5 振動軌跡

4. まとめ 本試験では、C1についてはC12ほどの制振効果が得られていない。これはダンパー設置による付加減衰が、C1において不足していることが大きな原因であると考えられる。(表1参照)付加減衰を大きくするには、ダンパーをより上方に設置する必要があるが、構造上の理由等により不可能な場合が多い。そのため高減衰ダンパー単独では制振効果が不十分である場合には、他の制振方法との併用等の対策が必要であると考えられる。高減衰ダンパーは、上に記述したように大変魅力的なダンパーであるため、さらに有効な製品の開発が望まれる。

5. あとがき 本試験を遂行するにあたり、数々の有意義な助言をして頂いた京都大学工学部 松本 勝助教授に、心から感謝の意を表します。

＜参考文献＞1)川人、樋上，“斜張橋ケーブルのRain Vibrationの特徴”，土木学会第40回年次学術講演会講演要集，1985年