

日本道路公団 正倉島 川人達男  
石川島播磨重工業(株) 正倉島 植上秀一

## 1. まえがき

名港西大橋の架設途中において、降雨に伴う風・強い日に比較的大ききケーブルの振動が数回にわたり観測された。この振動は、振動発生時にはかばらす雨が降った事実、さらに発生していた振動は同じ風速下においても雨が止むと止った事実から、雨が原因となつて生じる振動、いわゆる Rain Vibration であると言える。これまでに、斜張橋ケーブルの振動として、パラレルケーブルで Wake Galloping が生じるという報告は多くみられるが、本橋に採用されているようなシングルケーブルが風によって振動したという報告は Brotonne 橋の報告<sup>(1)</sup>のみである。Brotonne 橋の報告によれば、振動現象の概略は記されているものの、雨については何だか言及もなされてはいない。このように、今回観測された振動はあまり知られておらず、またその発生機構が不明な点ではないので、ここでは観測結果をもとにして振動の特徴について報告する。

## 2. 振動の特徴

ケーブル振動の観測は約4ヶ月間にわたり行われた。この期間中に比較的大きき振動が観測されたケースは表-1に示すとおりである。

雨との関係 観測期間中には表-1に示した風速と同程度またはそれ以上の風速の日が複数あったが、これらの日には雨が降らなかった。ケーブル振動は発生しなかった。また、ケース③の観測日について、風速とケーブル最大振幅を時系列的に示した図-2より、風速・風向が同じでも振動は降雨時みに発生していることが判る。これらから、ケーブルの大きき振動は雨が伴う風時に発現する現象であると言える。

風向・風速との関係 振動は全2本のケーブルに同時に発生するものが多く、風向・風速と振動が発生するケーブルとの間には次のような関係がある。まず風向との関係であるが、振動は常に塔の風下に位置するケーブル、すなわち図-1で言うならば、風向がSEの場合には東工区中央径間ケーブルと西工区側径間ケーブルのみに発生する。したがって、振動は風向方向の下り勾配を持つケーブルに発現するものが特徴である。風向と振動発生ケーブルの関係を示す例として、一観測記録(約100秒)における全線ケーブルの挙動を図-3に示す。この例にみられるように、振動は塔の風下に位置するケーブルの全段に同時に発生するものが多く、風速が低いときは上段の長いケーブルに、また高い風速では下段の短いケーブルに振動が発生するようである。

振動回数 観測されたケーブルの挙動は全2ケーブル内での振動であった。ケース①～⑤の観測で、このような振動が卓越した回数とその振動数をまとめた図-4に示す。振動回数は上段のケーブルにはほぼ高次となつていて、その振動数は1～3Hzの範囲内にたまつていて、これより振動は特定の次数で起るものではなく、ケーブルの固有振動数に近しい範囲内にある次数で発現することが判る。なお、観測された振動は一つの次数が卓越している場合が多かったが、2つの次数が重なり合った現象も認められた。

## 振動数・振幅特性

比較的大きき振動が発生したケーブルについて、風速と振動数の関係を図-5に、また風速と振幅の関係を図-6に示す。今回観測された現象は、塔頂振動現象と比較して、低い振動数が発現し、その振幅が大きいことが特徴である。振動数は、風速とともに増大する傾向は認められず、一定の値を保っている。この振動数特性は、振動が塔の剛性力との共振現象ではないことを示していると考えられる。一方、現象が塔後流に起因するバフティングであるとして Wake のケーブル軸方向の無次元クロスバクトル  $U \cdot l$  とする等々条件でバフティング応答を計算した。計算は振幅が最大評価する条件で行われ、これもやはり振動の計算値は実測値の約1/10程度と小さい。したがって振動現象は塔頂振動(バフティング)では説明で

きはい特性を有すると言える。

### 3 あとで

石巻西大橋ではRain Vibration対策として、ケーブル間をワイヤーで結び  
方法を採用した。この方法の採用に当っては、ケーブル間方向振動の抑制効果が  
予備実験で確認した。Rain Vibrationについては、国内外でP.E.菅根展  
ケーブルの振動は橋脚に建設されるとき、なぜ振動が発生し報告がないのか不可解  
である。このため振動発生機構を解明を試みた。その概要は別途に報告する。

### 参考文献

- (1) J. Wiancki  
"Cables Wind Excited  
Vibrations of Cable-  
Stayed Bridge"  
Int Conf of Wind Eng.  
Fort Collins, 1979

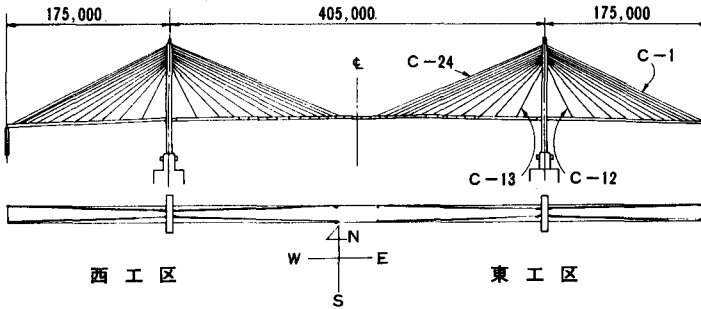


図-1 観測対象橋梁

表-1 振動が認められたケース

|   | 昭和59年  | 風速(m/s) | 風向     | 天気 |
|---|--------|---------|--------|----|
| ① | 6月10日  | 8~12    | ESE~SE | 大雨 |
| ② | 6月29日  | 8~9     | NNW    | 大雨 |
| ③ | 8月21日  | 7~17    | SE~SSE | 大雨 |
| ④ | 10月17日 | 8~12    | NNE~N  | 小雨 |
|   |        | 5~10    | N~NNW  | 小雨 |
| ⑤ | 12月11日 | 5~6     | NW~NNW | 中雨 |

(注) (1) ケーブルが揺動している状態における天候

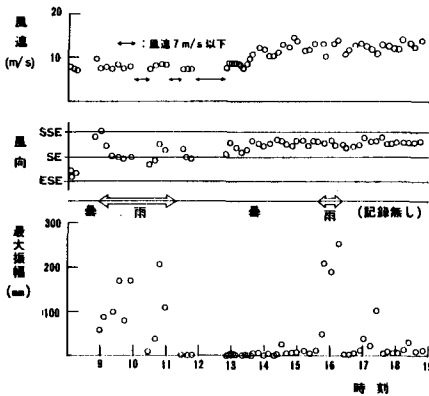


図-2 風況と観測関係

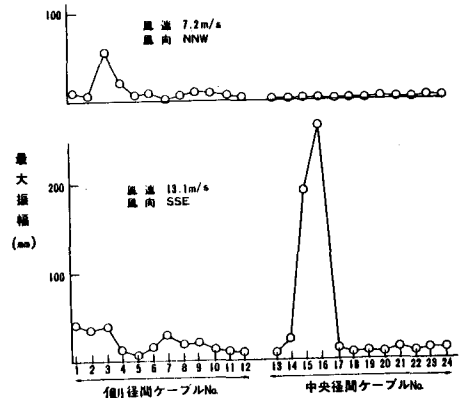


図-3 全段ケーブルの振動(東工区)

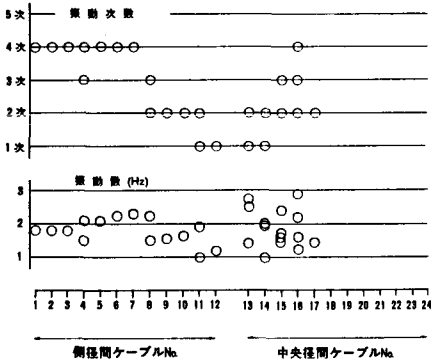


図-4 振動回数・振動数特性

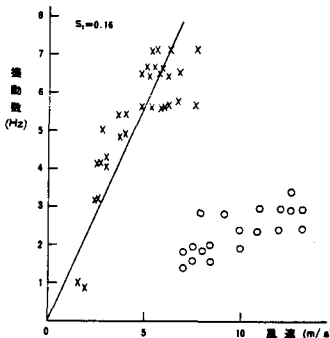


図-5 振動数特性

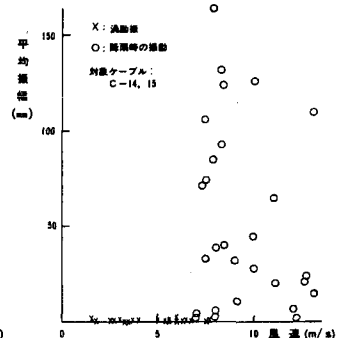


図-6 振幅特性