

斜張橋ケーブルの高風速域限定型振動の発生メカニズムに関する基礎的研究

京都大学大学院 学生員 重村好則 京都大学工学研究科 フェロー 松本 勝
 電 源 開 発 正会員 金村 宗 住友重機械工業 正会員 大東義志
 阪神高速道路公団 正会員 石崎 浩 日本道路公団 正会員 佐久間 智

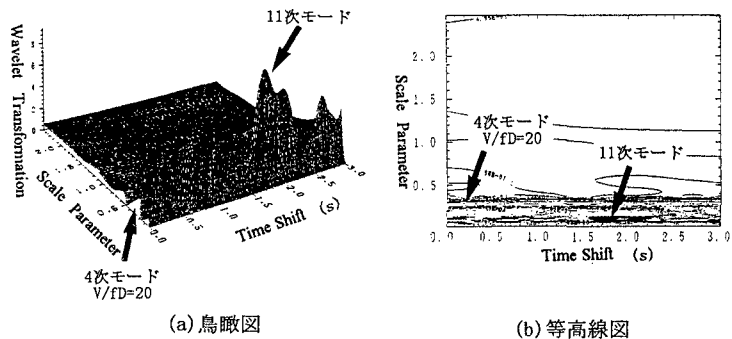
1. はじめに

斜張橋ケーブルにおいてカルマン渦放出周波数より小さい振動数で風速限定型振動が観測されることがある。また過去の研究¹⁾では傾斜円柱において、無次元風速 $V/fD=40, 80, 120$ という40の整数倍で局所的に減衰が小さくなることが確認されている。そこで本研究においては、このような高風速域限定型振動の発生メカニズムについてウェーブレット解析結果から一考察を加える。

2. 実橋ケーブルで観測された限定型振動

図2-1に名港西大橋で観測されたケーブル振動の加速度データを用いて、ウェーブレット解析を行った結果の一例を示す。対象ケーブルの諸元は、ケーブル長98.363m、直径140mm、固有振動数は0.5Hz（1次）、0.97Hz（2次）である。これを見る

と、11次の渦励振に対応すると思われるピークとは別に、3次と4次のビートに対応する低振動数のピークが存在することが分かる。観測時の風速と4次モードの固有振動数から無次元風速を求めると、約20付近であり、これは実橋ケーブルにおける限定型振動を捉えたものであると思われる。



(a) 鳥瞰図

(b) 等高線図

図2-1 名港西大橋振動事例解析結果

3. 傾斜ケーブルの後流域特性

流速を5m/sとした場合の、傾斜円柱後流域における変動風速を測定し、ウェーブレット解析を行った。ただし、測定位置は図3-1に示された計5点である。

$x=230\text{mm}$ （上流側吸い込み口付近）

及び 1170mm （下流側吹き出し口付近）での変動風速の原波形並びにそのウェーブレット解析結果を図3-2と図3-3に示す。これらのウェーブレット解析結果をみると、いずれの設置位置においても、カルマン渦放出に伴うストローハル数成分によると思われるピークが 14.3Hz ($St=0.154$) 付近において見られる。ところが、上流側へ行くほどカルマン渦放出に伴うストローハル数成分によるピークとは異なる別の低周波なピークが卓越しており、そのピーク値も上流側吸い込み口付近で大きい値となっている。またこのピーク値(2.50Hz , 2.20Hz)を用い、無次元風速を求めると1つのピークは $U/fD=42$ 、もう1つのピークは $U/fD=37$ となり、限定型振動が起こるとされる無次元風速と一致した。

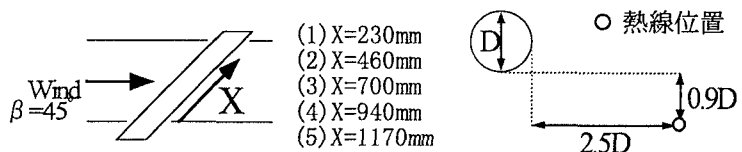


図3-1 変動流速測定位置

キーワード：高風速域限定型振動，ウェーブレット解析，後流域変動風速，変動揚力

〒606-01 京都市左京区吉田本町, TEL 075-753-5093 FAX 075-753-5093

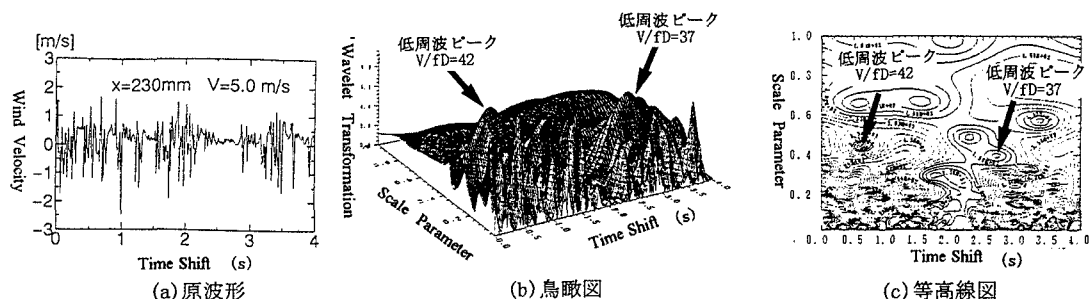


図3-2 X=230mm（上流側吸い込み口付近）の変動風速

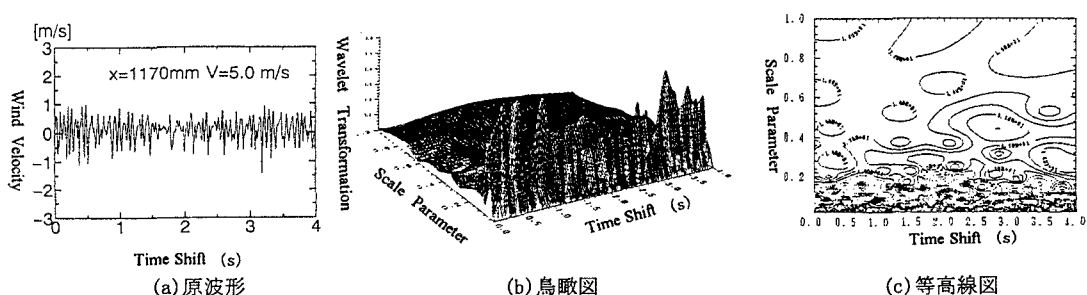


図3-2 X=1170mm（下流側吹き出し口付近）の変動風速

4. 傾斜ケーブルの非定常揚力特性

静止傾斜円柱の後流域変動風速データと共に同時刻データとして測定した非定常揚力に対してウェーブレット解析を行った。風速 $V=4.0\text{m/s}$ 、 5.0m/s 、 6.0m/s の3つのケースを対象としたが、ここでは $V=6.0\text{m/s}$ の場合の解析結果を図4-1に示す。これを見ると渦放出周波数に関する高周波成分とは別に、低周波のピークが非定常に存在する。この場合の低周波のピークは、 1.41Hz 、 2.70Hz であった。このピーク値に基づく周波数を用いて無次元風速を求めると、 $U/fD=41$ 、 79 となり限定型振動が起こるとされている無次元風速と一致した。従って、軸方向流の強い後流域上流部において低周波のピークが卓越していることを考慮に入れると、軸方向流の関与により強められた上流部付近の低周波成分により、低周波の揚力が生まれ、振動を起こしている可能性が示唆された。

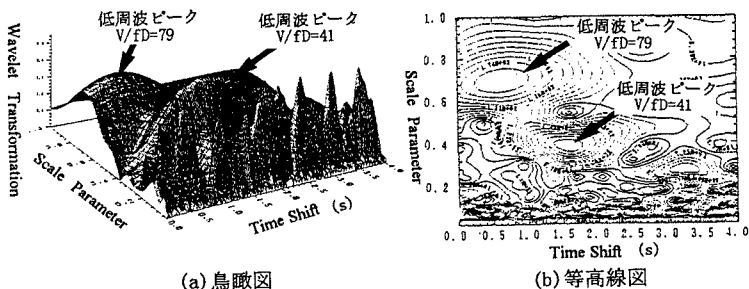


図4-1 変動揚力($V=6.0\text{m/s}$)

5. まとめ

傾斜ケーブルの後流域変動風速および非定常揚力に対する解析結果において、カルマン渦放出に伴うピークとは別に、限定型振動が起こるとされている無次元風速 40 、 80 付近と対応する低周波のピークがいずれの解析結果にも存在した。従って、軸方向流の関与により強められたと考えられる変動風速の低周波成分によって非定常揚力が生じ、その揚力によって限定型振動が生じている可能性が示唆された。