

I-350 斜張橋ケーブルの振動に関する風洞実験研究

阪神高速道路公団 正員 中林 正司
 “ 茅野 茂

1. まえがき

安治川橋梁は、大阪湾岸線が安治川河口部を渡河する区間に架けられる橋長640m（120+350+170）の3径間連続鋼床版箱桁斜張橋であり、そのケーブルはファン形マルチケーブル形式で2面配置し図-1に示す断面構成のHiAmアンカーケーブルを採用している。

一般に斜張橋ケーブルは曲げの固有振動数が低く構造減衰が小さいために風による振動が起り易い特性を有している。その振動現象の中で最近注目を浴びているのが降雨を伴う風のもとで発生するRain Vibrationである。Rain Vibrationは名港西大橋（日本道路公団、愛知県）の架設時に初めて観測された振動現象であるが、その後の風洞実験等で現象の確認及び原因の究明研究がなされている。しかし、風工学的に新しい現象でもあることから振動発生の機構等、未だ未解明な部分が多い。安治川橋梁は現在建設中であるが、名港西大橋と構造・規模が類似する斜張橋であるため、Rain Vibration現象の発生の可能性が高く、その制振対策を検討する上でRain Vibrationの発生機構の解明が急務となっている。このような背景から今回安治川橋梁のケーブルを対象に風洞実験を実施したので、その概要を以下に述べる。

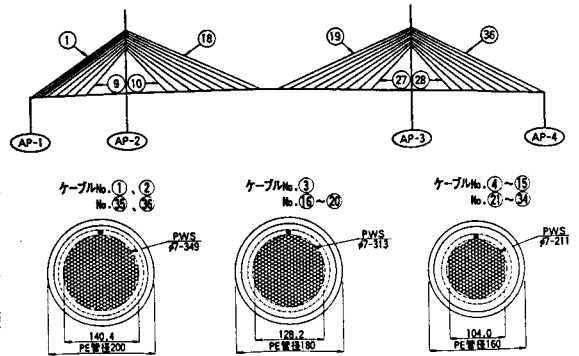


図-1 ケーブル断面

2. 実験概要

(1) 供試体

供試体は剛体で、その両端部がばねで支持されたいわゆる2次元模型である。以下にその諸元を示す。

振動系-1 振動系-2

模型直径	: D	----	0.16 m
ケーブル傾斜角	: θ	----	45°
風向	: β	----	45°
模型質量	: m	----	3.41 kgf m ⁻² s ² 7.66 kgf m ⁻² s ²
模型振動数	: f_m	----	1.62 Hz
スクルトン数	: S_c	----	2.02~30.36 2.39~31.84

(2) 降雨装置

雨に相当する水滴は、図-2に示すように補給水装置及び降水装置の先端に取り付けたスプレーノズルからの噴霧液滴によった。補給水はケーブル上端部からの流れに対応するもので、降水はケーブル全面に降り注ぐ雨に対応するものである。ノズルからの噴霧流量の調節は、ポンプ吐出側のバルブの開度調整によって行った。

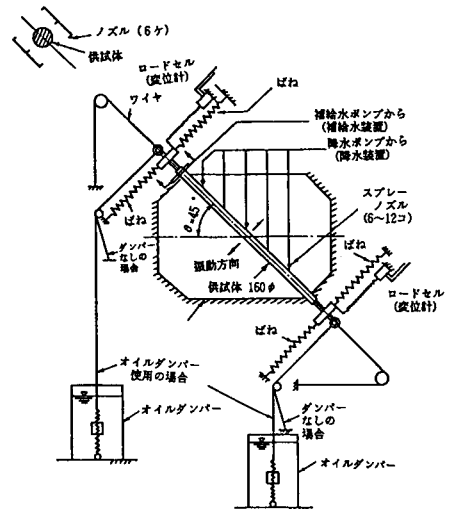


図-2 実験装置概略図

(3) 実験ケース

振動系-1, 振動系-2に示すケーブル模型を用いて降雨条件（降水及び補給水の水量）および構造減衰を変化させて風洞実験を行った。

3 実験結果

(1) 降雨無しの条件での実験では、いずれの振動系においても風速15 m/s以上で振幅約40 mm程度のバフエッティングによる振動が確認されたが、振幅が発散する現象は生じなかった。

(2) 降雨有りの条件での実験では降雨量により2種の異なった振動現象が確認された。

(イ) 小雨振動

降水のみの小雨条件下では図-3に示す応答パターンの振動が発生する。この振動は風速10 m/s付近がピークとなる限定振動で、ケーブル表面の濡れ具合により大きく変動し、降雨量の程度により次に示す多雨振動に移行する場合も見られた。

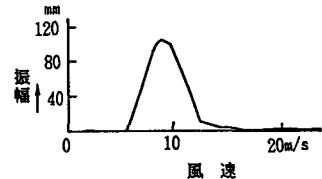


図-3 小雨振動

(ロ) 多雨振動

補給水と降水の両方を降らせた多雨条件下では図-4に示す応答パターンの振動が発生する。この振動は風速15 m/s～20 m/s以上で発振し、ケーブルの減衰率が小さいほど、また雨量が多いほど発振風速が低速側に移行する傾向にある。

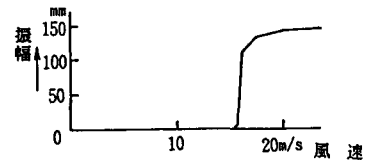


図-4 多雨振動

(3) 実験結果とケーブル振動の関係

供試体動振幅と供試体重量の関係を図-5に示す。実物のケーブル重量を270 kgf/モデル減衰率を0.01として実験結果より外挿して実物ケーブルの振動を推計すると、小雨振動に対しては振動振幅が零になり、多雨振動に対しては20.6 m/sの風速で発振する。

(4) 雨量の影響

多雨振動は補給水と降水の両方を作用させた場合に発現する振動パターンであるが、補給水もしくは降水の一方を一定に保ち、他方を変化させて応答を調べた。その結果、補給水、降水とも量が多くなれば発振風速が低速側に移行する傾向にある。

一方小雨振動は降水だけの少ない雨量で発現する振動パターンであるが、この降水量を増加させると振動が抑制される傾向にある。

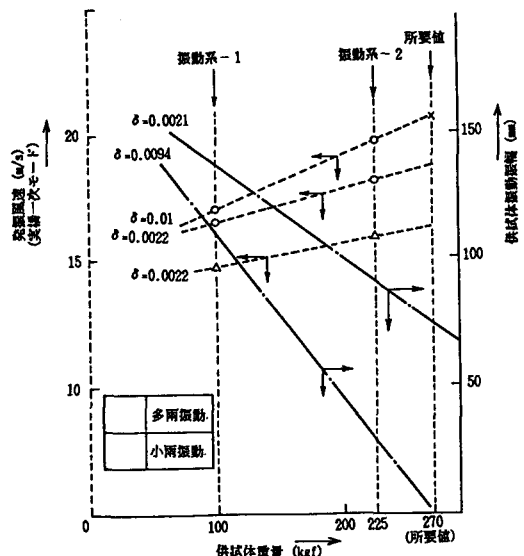


図-5 発振風速およびピーク振幅と模型重量・減衰率の関係

4 あとがき

今回の報告は、とりあえず実験結果の報告のみにとどまり、Rain Vibration発生機構の解明及び制振対策の報告までには至らなかった。さらに検討を加え機会があれば報告したいと考えている。

最後に本実験の計画段階から有効な助言および御指導を頂いた京都大学 土木工学科 白石教授に感謝の意を表します。

参考文献 1) 樋上 秀一: 斜張橋ケーブルのRain Vibration, 日本風工学会誌 NO.27 March 1986