

# オールフリー構造を有する長大斜張橋の台風通過時の振動特性

阪神高速道路(株) 正会員 ○篠原 聖二  
 阪神高速技術(株) 坂本 直太  
 (株)TTES 正会員 菅沼 久忠

阪神高速技術(株) 藤田 賢司  
 (一財)阪神高速先進技術研究所 正会員 赤松 伸祐  
 (株)TTES 正会員 勝山 真規

## 1. はじめに

2018年8月に最大瞬間風速50m/sを超える台風20号が関西地方を通過した際、台風の経路上にあった長大斜張橋において構造モニタリングを実施していた。本稿では構造モニタリングにより得られた風向風速、加速度、変位データに基づき、当該橋梁の振動特性や減衰特性の評価結果を示す。

## 2. 対象橋梁の構造モニタリング

対象橋梁は図-1に示す阪神高速5号湾岸線東神戸大橋であり、全長885m、中央支間長485mの鋼斜張橋であり、支承条件はオールフリー構造となっている。構造モニタリングのために、加速度計29基、変位計4基、風向風速計2基を設置した。センサー配置を図-2に示す。加速度計は主塔および主桁に設置し、周波数分析を行うことにより、固有振動数、振動モード等の振動特性を評価した。東神戸大橋は長大橋であるため、長周期の加速度を取得可能な仕様の加速度計を選定した。

## 3. 2018年8月台風20号の風況特性

台風20号は2018年8月23日に、四国の南海上を北上し、強い勢力で暴風域を伴ったまま23日21時頃に

徳島県南部に上陸し、その後も暴風域を伴ったまま四国地方を北上し、24日0時前に兵庫県姫路市に再上陸した。東神戸大橋の支間中央部における2018/8/23 0:00～8/25 0:00までの風速の変化を図-3に、平均風速と風向の関係を図-4に示す。最大瞬間風速は24日の0時頃には50m/sに到達し、風向は南南東から南南西、つまり東神戸大橋の橋軸直角方向からの風が支配的である。

## 4. 台風通過時の振動特性の評価

### (1) 風速と加速度実効値の関係

主塔頂部、主桁支間中央部の風速と橋軸、橋軸直角、鉛直方向の加速度実効値の関係を図-5に示す。ここで加速度実効値とは、10分間の加速度の波形レベルの2乗を平均して、平方根を求めたものである。主塔頂部では、風速30m/s程度までは橋軸、橋軸直角方向に大きな違いはみられないが、風速30m/sを超えると橋軸直角方向の加速度実効値が卓越している。主桁支間中央部では鉛直方向が卓越しており、特に風速30m/sを超えると鉛直方向のみ大きくなっている。

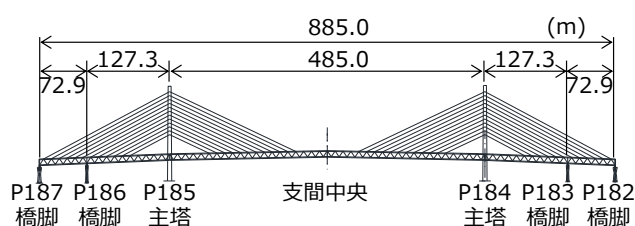


図-1 東神戸大橋側面図

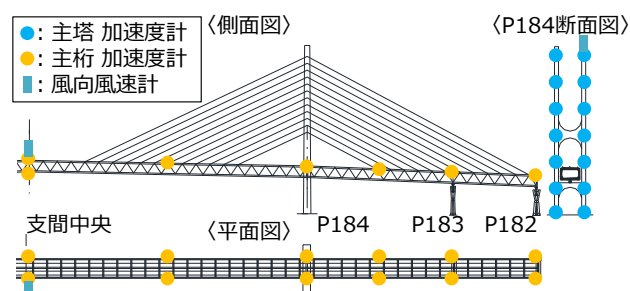


図-2 センサー配置

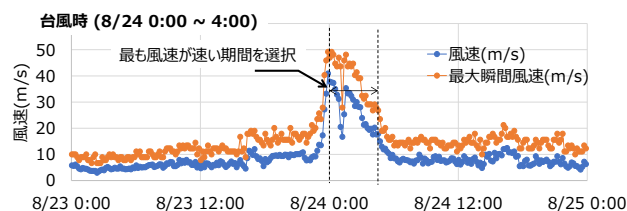


図-3 風速の時刻変化（主桁支間中央部）

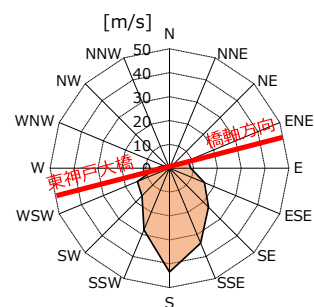


図-4 平均風速と風向の関係（主桁支間中央部）

キーワード 長大斜張橋、構造モニタリング、台風時、振動特性、減衰特性

連絡先 〒650-0023 神戸市中央区栄町通 1-2-10 阪神高速道路(株) 神戸建設部 技術統括課 TEL078-335-5382

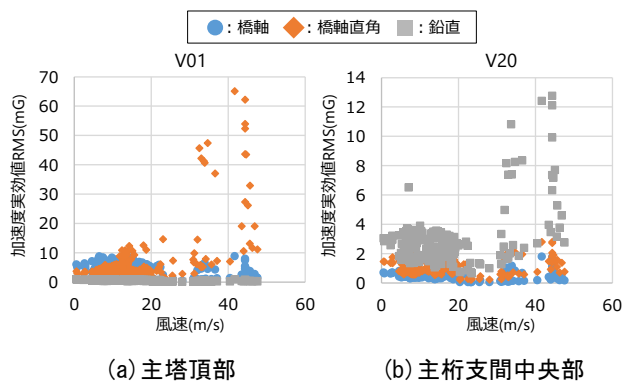


図-5 主塔・主桁の風速と加速度実効値の関係

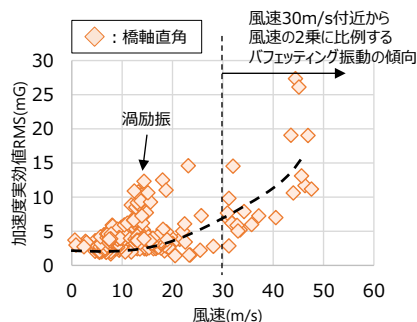


図-6 主塔頂部の風速と加速度実効値の関係

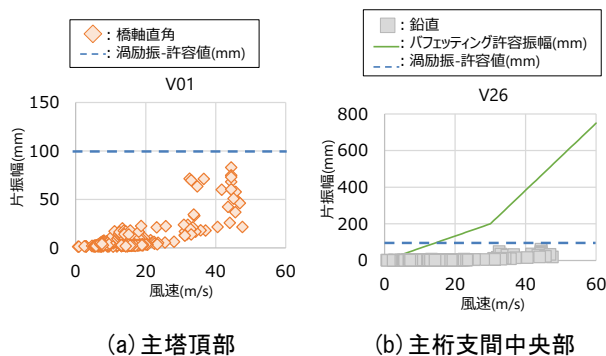


図-7 主塔・主桁における風速と片振幅の関係

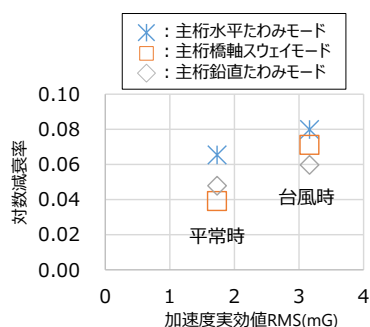


図-8 平常時および台風時の対数減衰率

主塔頂部で加速度が卓越していた橋軸直角方向のみの風速と加速度実効値の関係を図-6に示す。風速12～15 m/sにおいて限定振動の傾向がみられており、渦励振

が発生したと考えられる。また、風速30 m/s超の範囲では加速度実効値が風速の2乗に比例しており、バフティング振動が発生したと考えられる。

## (2) 風速と変位振幅の関係

主塔頂部で加速度が卓越していた橋軸直角方向の片振幅と渦励振の許容振幅の関係を図-7(a)に示す。ここで、変位振幅は0.2～5 Hzにおける固有モードの加速度を2階積分し動的振幅を算出した。主塔の渦励振については設計基準<sup>1)</sup>において、主塔の振動によりケーブル振動が連成することを想定し、過度なケーブル振動を抑えるために主塔の許容振幅は片振幅で100 mmとされている。観測の結果、風速10～30 m/sの範囲で、片振幅は最大30 mm程度、風速30～50 m/sの範囲で最大80 mm程度であり、いずれも許容振幅内に収まっている。

主桁支間中央部での鉛直方向の片振幅と渦励振、バフティングの許容振幅を図-7(b)に示す。主桁の渦励振およびバフティングについては、設計基準<sup>1)</sup>において、風速の生起確率分布とS-N曲線に基づく累積疲労の観点から風速10～30 m/sの範囲で $2V/3$ (単位:cm, ここでVは風速(m/s))、風速30～60 m/sでは $11V/6-35$  cmとされており、いずれも許容振幅内に収まっていることを確認した。

## (3) 減衰特性の評価

平常時と台風時の主桁水平たわみモード、主桁橋軸スウェイモード、主桁鉛直たわみモードの対数減衰率をERAにより図-8のように算出した。平常時では主桁水平たわみモード0.0653、主桁橋軸スウェイモード0.0390、主桁鉛直たわみモード0.0478、加速度実効値が大きくなる台風時には主桁水平たわみモード0.0798、主桁橋軸スウェイモード0.0710、主桁鉛直たわみモード0.0597の対数減衰率がそれぞれ確保されていた。

## 5. まとめ

本稿では最大瞬間風速が50 m/sを超えた台風20号が長大斜張橋を通過した際の振動特性や減衰特性を評価した。建設時の耐風設計の妥当性を検証した結果や、平常時と台風時の対数減衰率は今後の長大斜張橋の設計にフィードバックできると考えている。

## 参考文献

1) 阪神高速道路公団：阪神高速湾岸線東神戸大橋工事誌，1994