

余部橋りょうにおける風観測 —観測概要および風況特性—

清水建設株式会社 正会員 ○伊藤 靖晃
 清水建設株式会社 正会員 野澤剛二郎
 清水建設株式会社 正会員 若原 敏裕

西日本旅客鉄道株式会社 正会員 宮本 正文
 西日本旅客鉄道株式会社 正会員 堤内 裕
 清水建設株式会社 正会員 木原 康成

1. はじめに

余部橋りょうは JR 山陰本線 鎧・余部駅間に位置するトレスル式高架橋で近代土木遺産としての評価も高い橋梁であるが、強風に対する列車運行の定時性確保のため架替を行うことになった。架替工事は現在の橋梁の山側(南側)約 7m に張出し施工で 5 径間連続 PC 箱桁エクストラード橋を新設する工事で、既存の橋梁との近接施工となる。現地は冬場に強い季節風が観測される地域であり、樋口らの研究¹⁾によって強風時の風向が谷沿い(北北西)に限定されることが確認されている。このため冬場の強風時には既存橋梁の風下での近接施工となり、張出し施工時の風対策が施工上の重要な検討項目となる。そこで施工上の安全確保の目的から 2007 年 11 月より現地において風観測を開始した。本報は 2007 年 11 月～2008 年 3 月までの観測記録を解析したものである。

2. 風観測概要

風速計の設置に先立ち CFD 解析(k-εモデル)で現地の風況特性の検討を行い、特徴的な風況が予測された鎧駅側から 2 番目と 3 番目の橋脚の桁上(高さ 41m)(以下それぞれ観測点 No. 1, No. 2)、及び鉛直方向の相関を測る目的から 3 番目の橋脚の中段(高さ 15m)(観測点 No. 3)の計 3 点(図 1)に超音波風速計(カイジョーソニック SAT-550)を設置し、風速 3 成分と気温の計測を行った。計測はサンプリングレート 100Hz で常時行い、時系列データと 10 分間平均統計データの 2 つの形式で保存され、清水建設技術研究所に転送される。

3. CFD 解析による風況特性の推定

冬場に最も強い風が観測される北北西の風(以下風向 1, 図 3 参照)を CFD 解析(k-εモデル)により再現し、架設地点での風況特性の把握を試みた。図 2 に示すように風向 1 の風速は鎧駅側の山際で大きくなり、桁上ではスパン方向に大きく異なる風速分布となった。鎧駅側で風速が大きくなるのは地形の増速効果によるものであると考えられる。

4. 風観測記録

2007 年 11 月から 2008 年 3 月までの観測では最大 10 分間平均風速 21.12m/s, 最大瞬間風速 33.15m/s であり、図 5 に示したように風速が比較的短時間で立ち上がる現象も観測された。図 4, 5 に強風時の特徴的な観測記

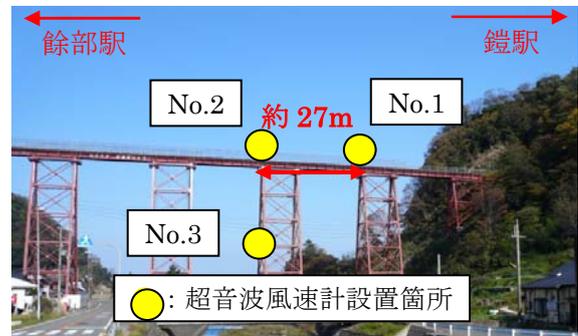


図 1: 超音波風速計設置箇所

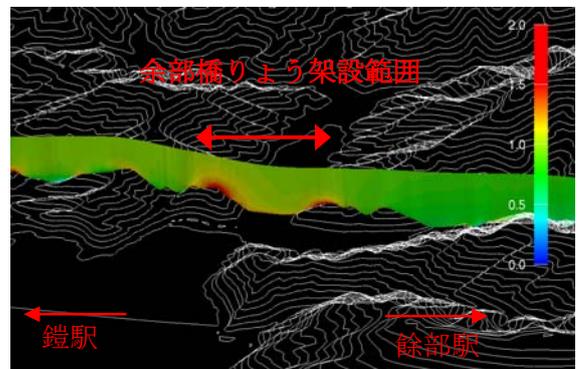
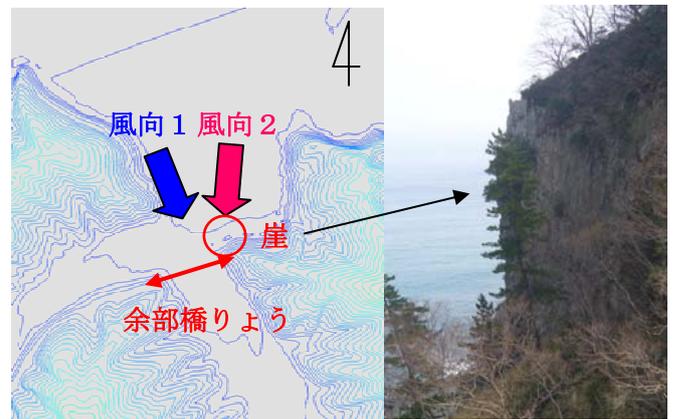


図 2: 架設地点における平均風速比分布

図 3: 余部橋りょう付近の地形と風向の定義
(崖は余部橋りょう側から見たもの)

録を示す。図 4 は風向 1 の海上から吹く比較的乱れの小さな風(乱れ強度 15.1%)の観測記録である。一方、図 5 は北北東の風(以下風向 2, 図 3 参照)の観測記録で、上流に存在する大きな崖の影響を受けて乱れが大きくなっている(乱れ強度 22.0%)。なお、風向は地形の影響を受けにくい No. 2 の観測記録に基づいて決定している。

キーワード 風観測, 余部橋りょう, 風向別風速比, 風向別乱れ強度比

連絡先 〒135-8530 東京都江東区越中島三丁目 4 番 17 号 清水建設(株)技術研究所 TEL 03-3820-5523

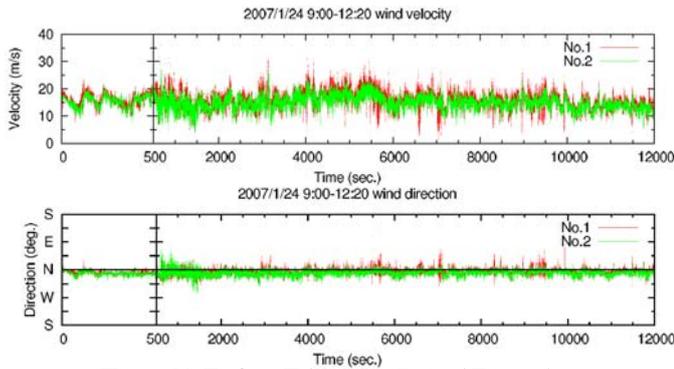


図4：強風時の風観測記録例（風向1）

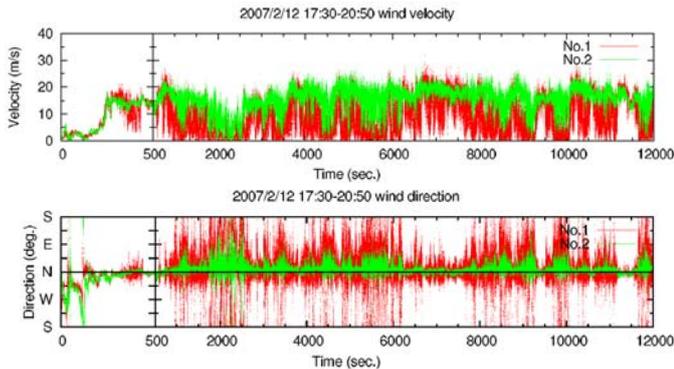


図5：強風時の風観測記録例（風向2）

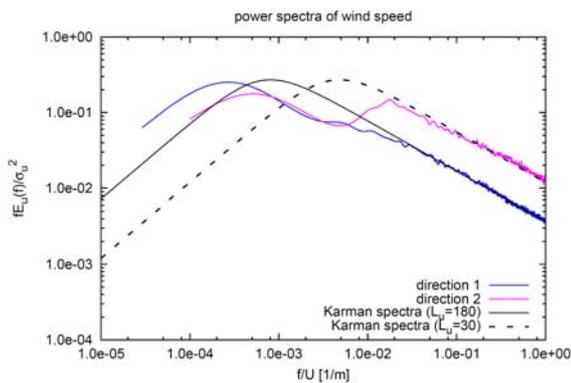


図6：風速変動のスペクトル(風向1, 風向2)

風向1の場合には観測点 No.1 と No.2 の風速, 風向ともよく一致し, 観測点による差異はほとんど見られなかった. 一方, 風向2の場合には観測点 No.1 に比べ No.2 の平均風速が大きく, また No.1 の風速・風向の乱れが非常に大きくなることが確認された. これは風向2では観測点 No.1, No.2 が上流の崖のウェイクに位置し, 崖から剥離した流れの影響を受けやすいためである. また, わずかな風向の変化で剥離せん断層に対する相対的な位置が変わり平均風速は大きく変化していると考えられる. 観測点 No.1 は No.2 に比べ崖側に位置しているため剥離せん断層の内側に入り易く, 平均風速の低下や乱れ強度の増加が起りやすいと考えられる. 次に, 観測点 No.2 の記録を用いてスペクトル解析を行った結果をカルマン型スペクトル(ESDU74031)と併せて図6に示す. 地形の影響を受けにくい風向1の乱れのスケールは約180mであり, 既往の海上風の特性²⁾と比較的良く一致することが確認された. 一方, 風向2

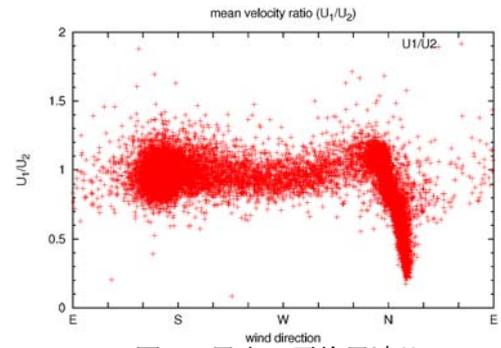


図7：風向—平均風速比

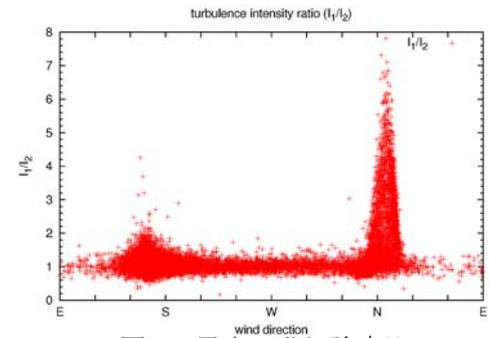


図8：風向—乱れ強度比

の乱れのスケールは約30mであり, 高周波数域にもピークが生じるなど上流の崖による影響が確認された. なおスペクトル解析は風向1では約40分のデータを9波, 風向2では約10分のデータを17波用いてトレンドを除去した後MEMにより行った.

観測期間中の10分間統計データを用いて観測点 No.1 の No.2 に対する平均風速比および乱れ強度比をそれぞれ算出している(図7, 図8). 風速比は北北西～北の範囲で一旦増加し, 北～北北東の範囲で急激に減少する. また乱れ強度比も北～北北東の範囲で急激に増加する. このような性状は前述の崖の影響によるもので, 北～北北東の風の場合観測点 No.1 が崖のウェイクに入ること示しているといえる. このように観測点によっては風向のわずかな変化が風の特性に大きな影響を与えるため, わずかな距離でも風の性状に大きな差が生じる.

5. まとめ

余部橋りょうにおける風観測記録から, 周辺地形の影響によりわずかな風向・観測位置の変化で風速や乱れ強度などが大きく変化する特性が確認された. このような特殊な風環境にあるため, 既存の橋梁との近接施工となる架替工事においては風向・施工位置などを考慮し風荷重の適切な評価を行う必要がある.

参考文献

- 樋口宗彦, 山田道夫, 光田寧, 余部峡谷における局地的強風の性状について, 京都大学防災研究所年報第34号B-1, 1991
- 塩谷正雄, 強風の性質, 開発社, 1979