

< 論文要旨 >

ある連続高架橋路面上の横風分布

Cross Wind Distribution on Traffic Lane of Certain Continuous Viaduct

社会システム工学コース

1075076 山形 典子

1. 研究背景と目的

瀬戸大橋の番の洲高架橋は、道路橋・鉄道橋併用の二層構造であり、非常に大きな板状の橋脚が等間隔に並んだ構造となっている。

この番の洲高架橋において、橋梁に対し斜めの風が吹いている場合に、走行車線において周期的に非常に大きな風速変動が発生し、その影響によって車両が壁に接触するなどの問題が生じていた。そこで、防風フェンスを設置することにより、問題は解決した。

しかし、なぜ周期的に非常に大きな風速変動が生じていたかは不明のままとなっている。

本研究では、今後このような問題が発生するような設計を避けるために、番の洲高架橋において周期的な風速変動が生じた原因を解明することを目的とした。



写真 1. 番の洲高架橋

2. 研究手順

本研究では、等間隔で設置された橋脚が路面風に影響を及ぼした結果、路面上に空間的に変動する周期的風速分布が生成され、これが走行中の車両が周期的変動風を受けた原因であるとの仮説を立てた。そして、この仮説の妥当性を風洞実験によって検証し、更にそのような風速分布がどのようなメカニズムで形成されたのかを究明することにした。

上述の仮説から、本研究では風速の時間変動は考慮せず、時間平均値のみを計測対象とした。先ず初めに、サーミスタ型の多点風速計を用いて路面上の風速分布を測定した。風速分布計測から仮説が妥当であると判断されたため、そのような分布が発生するメカニズムを究明するため橋脚近傍の流れの定性的な特徴を調べ、橋脚の影響が少ないと考えられる部分での流れの特徴の比較検討を行った。流れの特徴を調べる実験としては、トレーサー法、タフト法の2つの可視化実験、及び数値解析を行った。そして、最終的には3つの可視化実験（解析）及び既往の研究などを総合的に参照しながら、風速変動発生メカニズムを推定することとした。

3. 実験結果と考察

路面上の風速分布

多点風速計によって路面上の風速分布を計測した。風向は、 0° 、 30° 、 45° 、 60° の4風角とし、また、番の洲高架橋の形状のどの部分が路面風に影響を与えているのかを調べる為に、「オリジナル」「横梁無し」「中板無し」「両方無し」の4つの形状で実験を行った。図1は 30° におけるオリジナルと横梁無しの結果である。a.オリジナルと比べ b.横梁無しは、風速変動が緩和していることがわかる。このことから、路面上の風速変動に影響を与えているのは、横梁突出部ではないかと推測された。

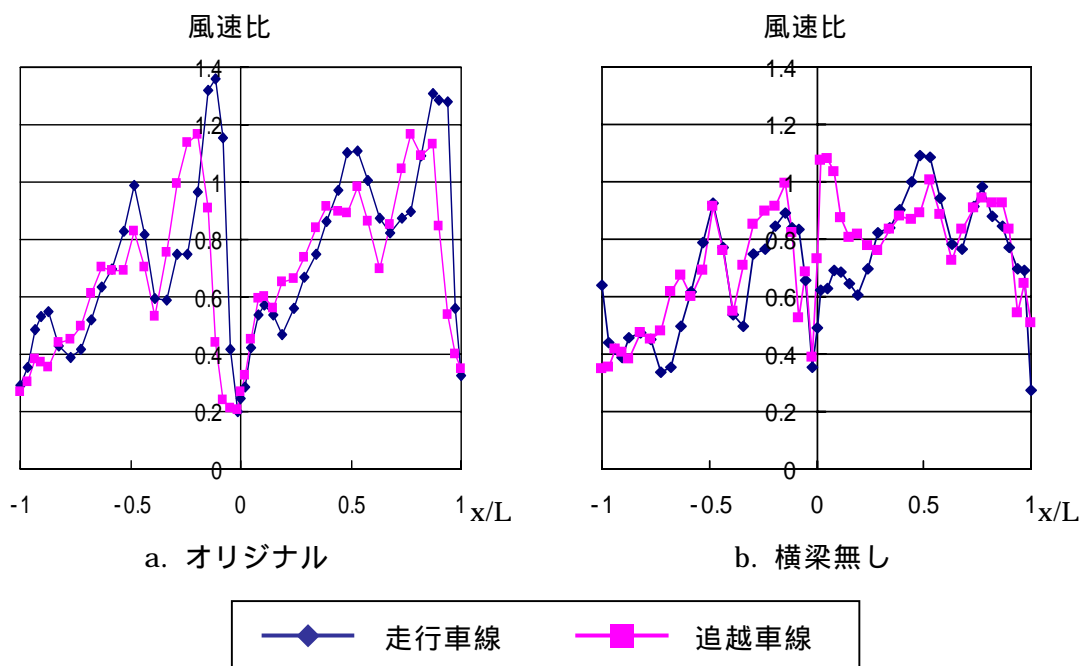


図 1. 30°形状別風速分布

風速変化の原因となる気流特性

可視化実験として、トレーサー法、タフト法の 2 つの可視化実験、及び数値解析を行った。いずれも 30°のオリジナルと横梁無しの場合で比較検討を行った。その結果、オリジナルの場合横梁背後において、水平もしくは下降気味の気流が発生しており、タフトは斜め下を向いていた。しかし、横梁無しの場合、気流は上昇気味の気流が発生しており、タフトは斜め上を向いていた。この結果から、横梁があると横梁背後で剥離が弱くなるということが分かる。気流の剥離が起これると、その背後には死水域ができる。剥離が弱い部分では、その死水域が小さくなるので、風速が早くなり、逆に剥離が強い部分では、風速が遅くなる。このことが風速変動に影響を与えたのではないかと考えられる。

多点風速計の実験結果から、路面上に空間的に変動する周期的風速分布が生成されているという仮説が正しいことが裏付けられ、可視化実験の結果から、その風速変動が横梁の突出部の影響によるものだということが推測された。既往の研究(参考文献-1)によると、一度何らかの障害物によって剥離した風がもう一度剥離を受ける場合、気流が変化するという結果が示されている。横梁突出部が無い場合、高欄で一度だけ剥離し、強い剥離によって大きな死水域が発生する。しかし、横梁突出部があると、横梁で一度剥離した風が高欄によってもう一度剥離する。このように 2 度剥離することによって、剥離が弱くなり死水域が小さくなり、その結果、横梁の後背域では接近流に近い比較的強い風が吹くのだと考えられる。

4. 結論

- ・ 仮説の通り、路面上に空間的に変動する周期的風速分布が発生していることが確認された。これが走行中の車両が周期的変動風を受けた原因である。
- ・ 路面上に強風部分と弱風部分ができる理由は、大きな死水域を伴う高欄による一回だけ剥離する部分と、小さな死水域を伴う横梁と高欄による 2 段剥離する部分が存在しているからである。

Abstract

Cross Wind Distribution on Traffic Lane of Certain Continuous Viaduct

Noriko Yamagata

1. Objectives

Bannosu viaduct of Seto Ohashi is a double deck bridge for highway and railway. The piers are very thick and tall structures of wall-type. The piers are built with equal spacing as shown fig.1. It is reported that periodical wind speed fluctuation is generated on the traffic lane under skew wind condition, and that some vehicles came in contact with the wall-type hand-rail due to the wind speed fluctuation. This problem was solved by installing the windshield. However, the cause of wind speed fluctuation has not been clarified. The objective of this study is to clarify the cause of wind speed fluctuation, in order to avoid the similar trouble.



Figure. 1. Bannosu viaduct

2. Research methodology

The study is based on the hypothesis as follows, “Fluctuation wind load acting on running vehicles is caused by the special distribution of wind speed, generated by the massive wall-type piers.” Then, the mechanism of generation of such distribution is investigated. This hypothesis is verified through the wind tunnel test, and the cause of the generation of the wind speed distribution is investigated.

Following the hypothesis mentioned above only the time-average wind speeds are considered, and the wind speed variation as a function of time is neglected in this study. At first, the wind speed distribution on the traffic lane was measured using thermistor-anemometers. The results of the measurement revealed that the hypothesis is correct. Then to investigate the mechanism, a qualitative feature of the flow around the pier and girder was examined by the numerical analysis and two flow visualization tests (tracer method and taft method). Finally, the mechanism was presumed from the above-mentioned experiments referring several research works in the past.

3. Experimental results

The distribution of the wind speed on the traffic lane

The distribution of the wind speed on the traffic lane was measured using thermistor-anemometers. The wind directions are 0, 30, 45 and 60 degrees. Four models were tested, varying the structural geometry, in order to investigate what structural components dominate the wind speed distribution. “Original”, “Without lateral beam”, “Without wall of the pier”, and “Without lateral beam and wall of the pier”. The results of “Original” and “Without lateral beam” at 30 degrees are shown in Fig.2. The wind speed fluctuation is moderated “Without lateral beam” compared with “Original”. It is guessed that protrude part of the lateral beam affects on the wind speed fluctuation on the traffic lane.

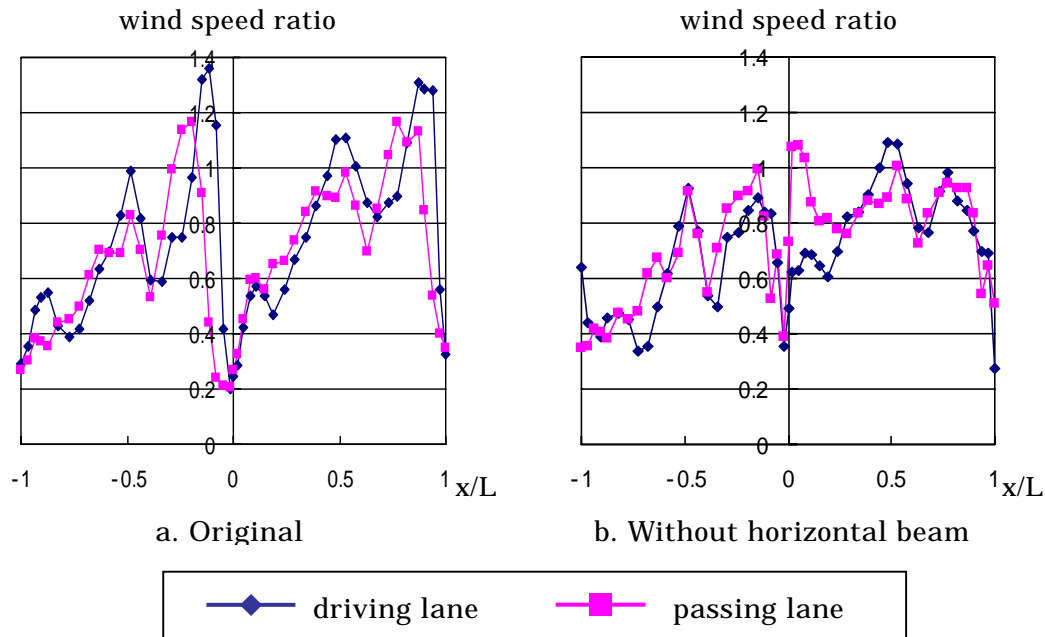


Figure. 2. Examples of wind speed distribution at 30 deg.

Causes of the wind speed fluctuation

The flow visualization tests (tracer method and taft method) and numerical analysis on two models (“Original” and “Without lateral beam”) were done at wind direction of 30 deg. The results of taft tests on “Original” indicate that the flow is almost horizontal or slightly downward behind the protruding part of lateral beam. In the case of no protruding part, apparent upward flow is observed, which suggests that there is strong separation from the wall-type hand-rails. The strong separation generates the large dead-water region, which results in the relatively low wind speed. Contrarily, the weak separation reduced the dead-water region. This causes the relatively high wind speed.

According to the research in the past (reference-1), if the separated flow attacks the other obstacle and experience the second separation, the flow feature is changed considerably, comparing the case that only one separation occurs. In the case of no protrude part of the lateral beam, the separation is considered to occur from the top of wall-type hand-rail. In other words, only one separation occurs and large dead-water region is generated. However, in the case of original, the flow separates from the leading edge of the protrude part first, then it may attack the wall-type hand-rail and the second separation may occur. It is supposed that these staggered separations weaken the total separation and reduces the dead-water region. Naturally, in this case, the wind speed on the driving lane becomes relatively high.

4. Conclusion

It is clarified that fluctuation wind load acting on running vehicles is caused by the special wind speed distribution.

The reason why there are the strong wind region and the weak wind region on the traffic lane is that one separation that generates the large dead-water region and staggered separation that reduce the dead-water region.