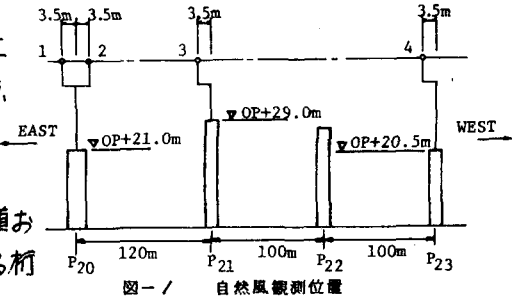


橋脚周辺気流の特性について

大阪大学工学部 正員 小松定夫
立命館大学理工学部 正員 小林絃士
大阪大学工学部 正員 川谷充郎

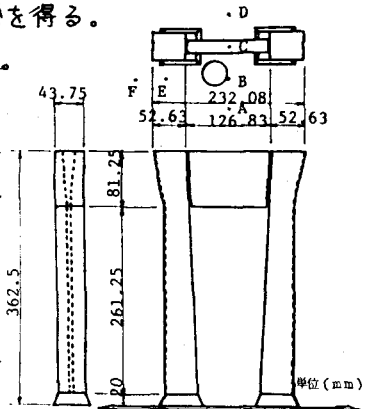
大阪市土木局 正員 亀井正博
大阪大学大学院 学生員 〇日下佳己

1. 目的 大阪市に建設中の北港連絡橋(仮称)上部工の耐風設計のための基礎資料を得るため、架橋地点における自然風を観測することになった。既に建設の完了した橋脚上に鉄塔を建て、図-1のように4点に風速計を設置し、風向、風速、迎角の平均値およびその変動成分を測定する。風速計は架設される桁の高さに設置されなければならないが、気流が橋脚の影響を受けない位置に設置することも重要である。そこで、風洞内の一様流中に橋脚模型を設置し、気流の可視化および周辺気流の測定を行い、適切な風速計設置位置を決定し、かつ橋脚等の影響を除くための補正値を得る。また、観測に使用する超音波風速計の検定も併せて行い、風速計そのものによる影響を除くための補正値を得る。



2. 実験概要 風洞は大阪大学工学部の研究用風洞を使用した。

橋脚模型は縮尺 $1/80$ とした。(図-2) ①気流可視化 スモークワイヤー法により気流を可視化し、写真撮影を行った。風向 θ を適宜変化させ、図-2のB,C,D各測線の流況を観察した。②模型周辺の流速および迎角の測定 熱線流速計を用いて、一様流中での模型周辺気流の流速および迎角を測定した。風向 θ を適宜変化させ、熱線流速計を図-2の測線A~Fに設置し、高さを $2\sim 20m$ (実物換算・以下同様)に変化させて測定した。③鉄塔付き模型周辺の流速および迎角の測定 橋脚模型に風速計支持用鉄塔模型を付け加え、風速計設置位置の気流の流速および迎角を測定した。



④超音波風速計の検定 超音波風速計(写真-1)を一様流中に設置し、その出力と設定状態との対応を次の項目について検定した。i)風向変化 迎角 $\alpha=0^\circ$ 、風洞風速 15% に設定し、風向 θ を風速計の鉛直軸に関して変化させた場合に出力する風向の検定。ii)風速変化 橋軸直角方向近傍の各風向に対し、迎角 $\alpha=0^\circ$ の状態では風洞風速を $0\sim 20\%$ に変化させた場合の主流方向風速の検定。iii)迎角変化 各風向に対し風洞風速 15% の状態では、迎角 α を $-10^\circ\sim +10^\circ$ に変化させた場合の主流方向風速および迎角の検定。

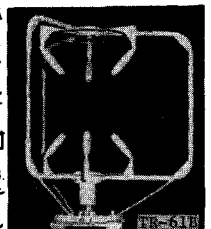


写真-1 超音波風速計

3. 実験結果 ①気流可視化 気流可視化の例を写真-2に示す。これらはいずれも、図-2の測線Bを右から左に通過する気流の様子である。風向 θ は $0^\circ, 15^\circ, 30^\circ$ である。写真-2によ

ば風向が橋軸直角方向($\theta=0^\circ$)から離れるほど、橋脚上空で気流は大きな迎角をもつことが分かる。この傾向は測線C,Dについても同様である。②

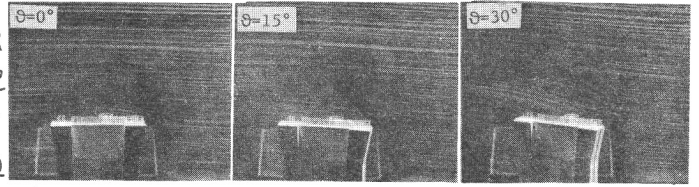


写真-2 橋脚周辺の流況

模型周辺気流の特性 ⅰ) 流速(図3)

測線Bにおいて橋脚天端からの高さ10mで2%から10%の増速がみられる。また高さ18mでは2%から6%の増速となる。他の測線においても同様の結果である。ⅱ) 迎角 図4に示すように、高さ10mおよび18mにおいて風向 $\theta=0^\circ$ のとき迎角は十分小さいが、 $|\theta|$ の増加と共に迎角も増大する。また、橋脚をのりこえてくる気流の方が橋脚を風下とする気流よりも迎角が小さいことが分かる。さらに、図3に示すように迎角は測点高度と共に減少する。③鉄塔付き模型周辺気流の特性(図5) 風速計設置位置が比較的高いため、T字型鉄塔を橋脚上に設けることにしたが、その影響によって迎角はさらに増加した。しかし、ある一定の高さを越えると、鉄塔の影響による迎角の増加分はさほど変化しないことも分かった。④超音波風速計の検定 検定の結果、次の事項が明らかになった。ⅰ) 設定された風向については、 $-0.5^\circ \sim 0.7^\circ$ の誤差範囲内で出力した。ⅱ) 風速指示値は、 $\theta=0^\circ, 180^\circ$ のとき、設定風速より1~3%増となる。ⅲ) 迎角の指示値は実際に設定した迎角よりずれ、また、風速指示値も迎角により異なる。(図-6参照) 以上の結果は支持フレームおよびプロフヘッドの配置の影響と考えられる。

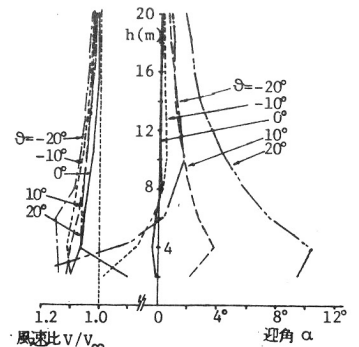


図-3 風速比および迎角と高さの関係

位置が比較的高いため、T字型鉄塔を橋脚上に設けることにしたが、その影響によって迎角はさらに増加した。しかし、ある一定の高さを越えると、鉄塔の影響による迎角の増加分はさほど変化しないことも分かった。④超音波風速計の検定 検定の結果、次の事項が明らかになった。ⅰ) 設定された風向については、 $-0.5^\circ \sim 0.7^\circ$ の誤差範囲内で出力した。ⅱ) 風速指示値は、 $\theta=0^\circ, 180^\circ$ のとき、設定風速より1~3%増となる。ⅲ) 迎角の指示値は実際に設定した迎角よりずれ、また、風速指示値も迎角により異なる。(図-6参照) 以上の結果は支持フレームおよびプロフヘッドの配置の影響と考えられる。

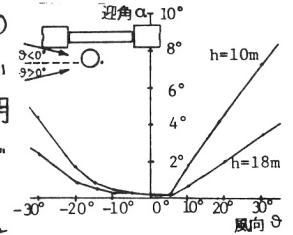


図-4 風向と迎角の関係
鉄塔からの高さ

4. 自然風の観測方法とその補正

以上の実験結果より、種々の要因による補正量をできるだけ小さくするため、鉄塔にさらに6mのパイプ支柱を設け、測線B上のO.P.+44mの位置(新レベルO.P.+37m)に超音波風速計を設置することにした。そして、橋脚天端から高さ23mの風速計①②④については、迎角 $\alpha < 1^\circ$ となる $-27^\circ \leq \theta \leq 12^\circ, 164^\circ \leq \theta \leq 192^\circ$ の風に対して、風速、迎角の平均値およびその変動成分を測定し、風速計③については変動成分のみを有効データとする。平均値については、次のような補正を行う。まず橋脚および鉄塔の影響による気流の変化に対しては、橋脚の影響はないので鉄塔の影響のみによる迎角の増加分を図5より読みとって修正する。また、超音波風速計の指示値に対しては、図6を用いて迎角および風速を補正する。

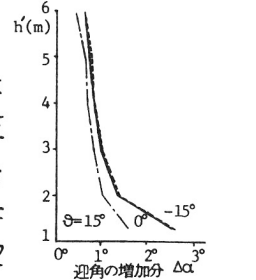


図-5 鉄塔の影響と高さの関係

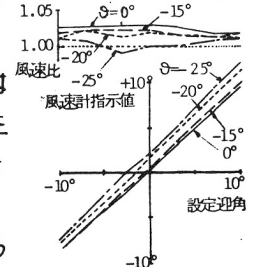


図-6 風速計指示値と設定迎角の関係

5. まとめ

以上のように、橋脚の影響のない高さにおいて観測を行うことより、鉄塔および風速計自身の小さな影響のみを補正により取り除いた自然風の観測値を得ることができた。最後に風洞実験に御協力下さった大阪大学工学部技官 五ヶ嵐一孝氏、また実験およびそのデータ整理に御協力下さった同土木工学科学生 小野晋二君に対し感謝の意を表します。