

1 補助事業の概要

(1) 事業の目的

近年の異常気象により風速の上昇や雨量の増大などが生じ、屋外構造物に急激に負荷がかかり、破損等につながる危険性が増している。そのため、設置環境を加味した安全性の裏付けデータに基づいた屋外構造物の設計・製作指針の策定が求められている。

本研究では、ア) 暴風レベルの環境条件にて、「環境条件」、「風による荷重の挙動」及び「構造物の応答挙動」を同期して実測するシステムの構築および、イ) 実測データに基づき構造解析で付与する分布荷重へ変換する手法の確立を目的とする。

(2) 実施内容

ア 屋外構造物の風荷重挙動を計測するシステムの開発

環境条件（風速、風向、気温、湿度、大気圧）と挙動（ひずみ、加速度、風圧）を同期収録できる計測システムを構築し（図1）、風洞試験装置で構造物に風を与えた条件下で、データ収録が可能かの計測確認実験（図2）を実施した。



図1 計測システム



図2 風洞試験装置での計測実験

計測システムにて、ひずみと振動の加速度を計測した結果を図3、図4に示す。0、10、15、20、23m/secの各風速において、ひずみおよび加速度の計測ができた。

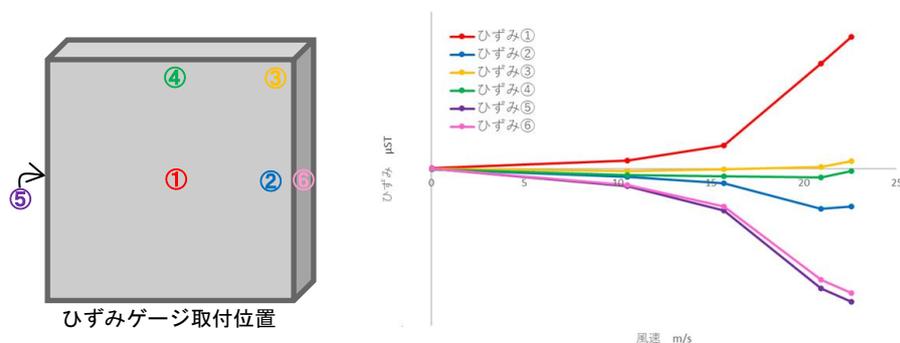


図3 風速とひずみの関係

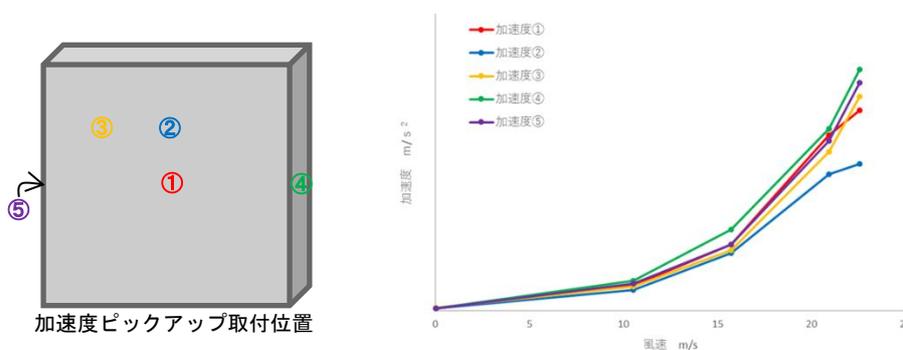


図4 風速と加速度の関係

次に、センサ（ひずみや加速度）の構造物への設置位置の決定方法について述べる。計測確認実験から、事前に実施した大まかな構造解析シミュレーションの結果の内、ひずみの応答が大きい位置がこの実験においても応答が大きいことが分かった。同様に固有値解析では、ちょうど膨らむ腹の位置が、実験でも応答が大きい。そのため、センサの取付位置は、構造解析/固有値解析の結果に準じて決定することが望ましいことが分かった。

風加重による構造物の挙動は、ひずみや加速度などのセンサから選定して計測するが、できるだけ少ない種類のセンサで計測するのが望ましい。

図5に加速度センサの2重積分FFT解析（左図）とひずみゲージのFFT解析（右図）結果を示す。この2つのグラフから、ひずみゲージのデータからでも同じ周波数にピークが出る、つまり振動も捉えることができています。このことから、ひずみゲージだけで構造物のひずみと振動を測定できることが分かった。

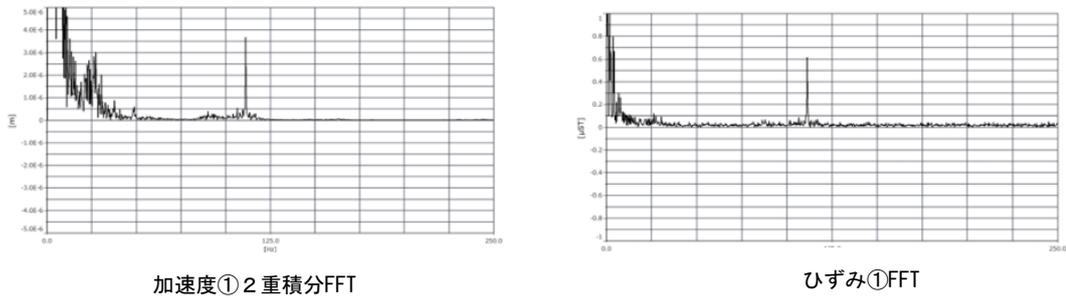


図5 加速度とひずみのFFT解析比較（風速23m/s）

イ 実測したデータに基づいた構造解析の風荷重の付与手法の確立

環境条件に合わせた構造解析をするためには、同条件での挙動の計測結果（風圧）を構造解析における分布荷重に変換する方法が必要である。

そこで、図6左図に示す5箇所の風圧を測定し、中心からの距離と風圧の関係を示す経験式 $P(x, y)$ を導出した。図6右図に示すように風圧の実験値と経験式による圧力分布曲線が良く重なっていることから、経験式が良く近似できている。

風による不均一な風圧を、この経験式による分布荷重を荷重条件として構造解析を行うことで、精度の高い解析結果が得られる。

$$P(x, y) = Av^2(x^2 + y^2) + \frac{1}{2}B\rho v^2$$

$P(x, y)$: 中心を原点とするx, y座標での圧力分布

V : 風速

ρ : 密度

A, B : 経験的に求まる定数

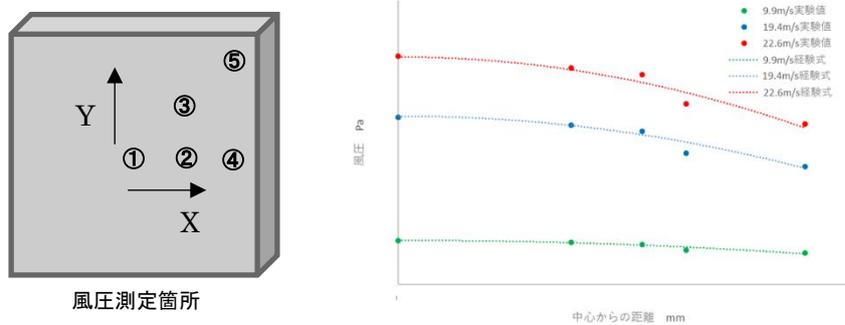


図6 中心からの距離と風圧の関係

2 予想される事業実施効果

本研究で完成した計測システムを用いれば、屋外の構造物の環境計測と挙動計測を同期して収録したいニーズに応えることができる。アナログ出力のセンサ等であれば接続して入力できるため、屋外構造物に限らず、ひずみ、振動、変位、荷重等を現場で測定したい幅広いニーズにも応えることができる。

また、当センターにおいては構造物の挙動の実測と構造解析の経験・ノウハウを蓄積することで、地場中小企業から寄せられる相談・依頼に迅速に対応できる支援体制が整う。

3 補助事業に係る成果物

成果公開ページ

<https://www.pref.hiroshima.lg.jp/soshiki/28/wind-resistant.html>

4 事業内容についての問い合わせ先

担当部署： 生産技術アカデミー 製品設計研究部

電話番号： 082-420-0537

F A X： 082-420-0539

E-mail： sgagijutsu@pref.hiroshima.lg.jp

U R L： <https://www.pref.hiroshima.lg.jp/soshiki/28/>