

モニュメント型防風装置 Flowps® の開発

Development of Monumental Wind Protector

木梨 智子 Satoko Kinashi
 諏訪 好英 Yoshihide Suwa
 山本 博志 Hiroshi Yamamoto
 川口 彰久 Akihisa Kawaguchi

1. はじめに

高層建物の周辺では、時として局所的に強い風を伴う「ビル風現象」が発生する恐れがある。ビル風による被害は、ゴミが舞う、傘が差しにくい、屋根瓦の飛散、歩行障害などであり、日常生活に様々な影響を与えている。また、最近では、都心部に限らず郊外の低層住居地域内へも中高層マンションの建設が進んでおり、ビル風問題が一層深刻化してきている。

ビル風の対策手法は、幾つか提案されているが、決定的な手法はなく、防風植栽を密に施す手法が多用されている。しかし、樹木は生物であるため、生育状況、生育環境等により防風効果が左右される。

この現状を踏まえ、新しい防風対策として「モニュメント型防風装置 Flowps (フロープス)」を開発した。当社技術研究所内に設置したプロトタイプを Photo 1 に、諸元を Table 1 に示す。この Flowps は、支柱を軸にモニュメント部(受風板)が、風の状況に合わせて左右自由に回転する機構である。Flowps の防風効果は、受風板の回転による風の攪拌および、遮蔽と適度な通風機能によるものであり、歩行者レベルの強風を抑制し、植栽と同等以上の効果を発揮する。

また、Flowps の形状やデザインを、周囲の景観や設計コンセプトに合わせて設計することも可能である。

以下に、モニュメント型防風装置 Flowps の概要、防風効果、実施例を紹介する。

2. Flowps の概要

2.1 Flowps の原理

モニュメント型防風装置 Flowps は、防風植栽がビル風を制御する機構にモニュメント性をもたせたものである。Flowps の概念を Fig. 1 に示す。植栽の風速低減作用は、「風が枝葉を揺らす」、「風が枝葉の間隙を通過する」ことであり、この原理をモデル化し Flowps を開発した。Flowps の基本形には可動式と固定式があるが、プロトタイプは可動式を発展させたものである。

2.2 防風植栽と Flowps の比較

防風植栽と Flowps の特徴を Table 2 に示す。

Flowps は人工物であり、生育に関する植栽の問題点を改善することができたと考える。更に、可動式 Flowps では、モニュメントの動きを伴うことで、楽しさや美しさを兼ね備えている。



Photo. 1 Flowps プロトタイプ
 Prototype of Flowps

Table 1 Flowps プロトタイプ諸元
 Feature of Flowps

完成日	2000年10月
設置場所	東京都清瀬市下清戸
形状	多層一体回転タイプ
高さ	6m
最大幅	4m
デザイン	TAOプロジェクト
素材	スチール
仕上げ	塗装

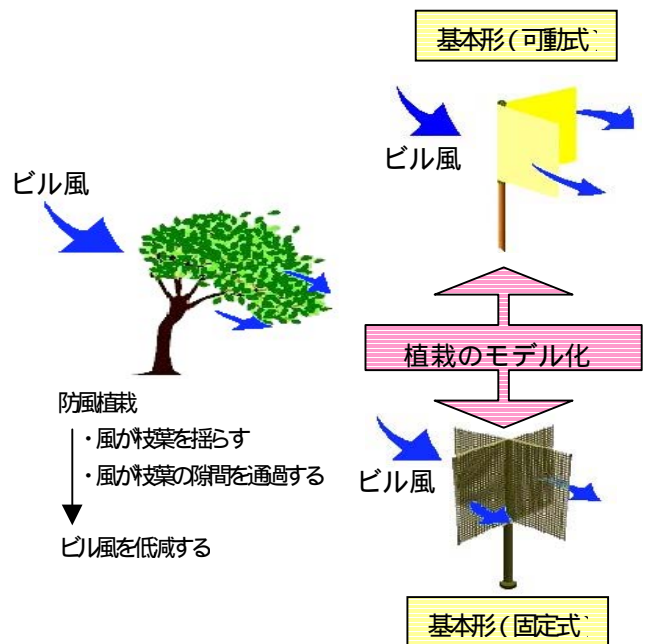


Fig. 1 Flowps の概念
 Concept of Flowps

2.3 回転状況

Flowps の受風板は、均一な風が吹き付けた時には風力が釣り合い回転しないが、風力のバランスが崩れた時は回転する機構である。したがって、受風板の回転を制御する機構は搭載していない。Flowps プロトタイプにおける強風時(台風 0115 号通過時, 2001 年 9 月 11 日)の風速及び受風板回転状況を Fig. 2 に示す。最大回転数は基準風速が 12m/s (体に風の力を感じ、風でつまづく危険がある風速)時に 10.7rpm (1 分間の平均回転数)であった。

更に、基準風向 N の場合における基準風速と受風板回転数の関係を Fig. 3 に示す。受風板の回転数は、風速が速くなるにつれ増加する。但し、上空の平均風速が 10m/s を超えても、受風板の回転数は 10rpm 程度と、恐怖を感じるほどの高速回転は生じない。なお、受風板の回転始動風速は、地上レベルで瞬間風速 2.0m/s 程度である。

2.4 Flowps の防風効果

Flowps の風下側、地上レベル(地上 2.5m 高さ)の防風効果を Fig. 4 に示す。なお、図中には植栽の防風効果¹⁾を併記した。

防風効果は、Flowps 設置位置から風下側 2.5m の位置で最大 35%となり、Flowps から離れるに従い効果が薄れるが、Flowps 高さの 2 倍程度離れた位置でも 15%以上の効果がある。また、植栽 1 本の防風効果と比べると、定性的な変化は同等であるが、防風効果は 2 割程度高く、良好である。

3. 実施例「大阪地方合同庁舎内 Flowps」

3.1 概要

大阪地方合同庁舎敷地内に設置した Flowps を Photo. 2 に、諸元を Table 3 に示す。合同庁舎は地上 24 階建ビルであり、堂島川に面した南側サブエントランスに固定式 Flowps を 3 機設置した。

反射ガラスによる黒色の庁舎をバックに、真っ白な Flowps は、エントランスの風環境を良好に保つとともに庁舎のシンボルとなっている。

3.2 設置の経緯と設計コンセプト

庁舎の設計段階では、風洞実験による周辺風環境の調査を実施し、南エントランス付近にビル風が発生することが予測された。そこで、防風対策として 6m 高さの常緑樹 3 本を設置する計画が提案されたが、
 人工地盤上であるため、高木の設置が困難である
 日常のメンテナンス費用が発生する
 落ち葉が浮いた池は、コンセプトに合致しない
 との理由から、Flowps が採用された。

更に、今後 Flowps 設置位置にはクレーン等の大型車両が寄りつけないことから、大がかりな保守点検が不要な固定式 Flowps を選択した。

Table 2 防風植栽と Flowps の特徴
Feature of Wind Brake Trees and Flowps

項目	防風植栽	Flowps
防風効果	枝葉が残るまで防風効果が小さい	設置直後から防風効果が大きい
設置場所	人工地盤上、デッキ上は困難	
日常のメンテナンス	剪定、清掃等	不要
周辺環境の影響		
付加価値	緑豊かな地域の生成	モニュメント、シンボル

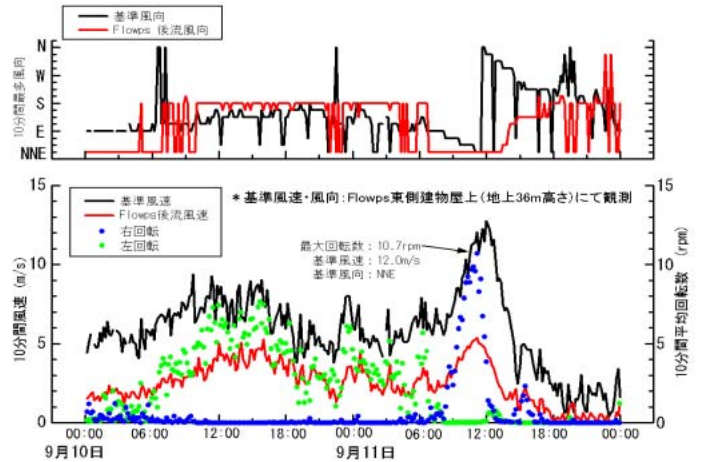


Fig. 2 台風 0115 号通過時の風向、風速、回転数状況
Wind direction, Wind Velocity, and Number of Rotations
In the Typhoon No.0115

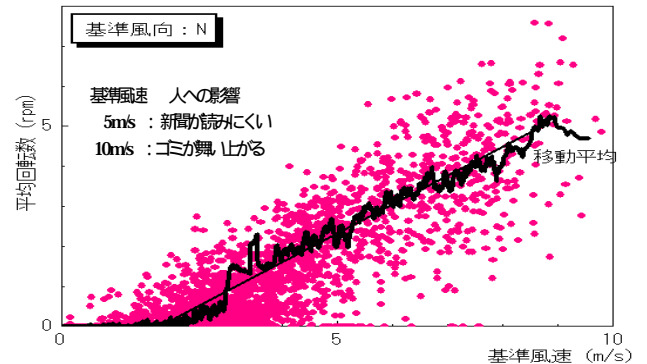


Fig. 3 基準風速に対する受風板回転数
Numbers of Board Rotation to Wind

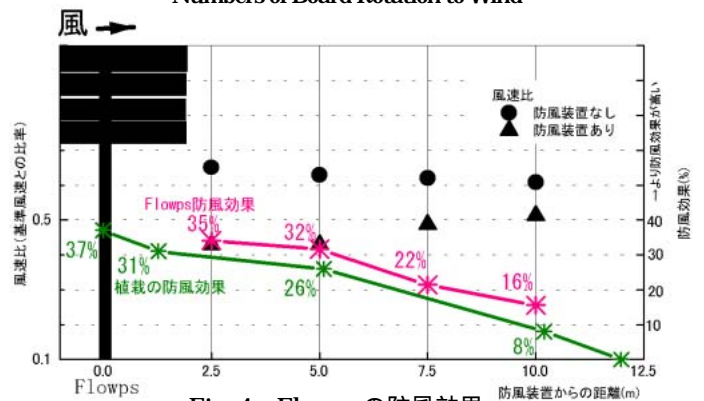


Fig. 4 Flowps の防風効果
Effects of Flowps to Weak Wind

庁舎の南側には、堂島川に沿って文化ゾーンが整備されており、「川と街」が水辺で調和する空間がデザインされている。これに従い庁舎南側エントランスには、「南の池」が一面施され、ガラスの柱と金の柱により葦原を、3機の Flowps により葦原に浮かぶ帆掛け船をイメージし、デザインコンセプトである「大坂の原風景」を表現している。

また、夜になると、Flowps は支柱の内部と足下からライトアップされ、池に映る光やガラスの柱に反射する光とともに、幻想的な空間を演出する。

3.3 防風効果

大阪の主風向である西寄りの風の流れを Fig. 5 に示す。西風は、庁舎西壁面にぶつかると、北側及び南側に分かれて風下へ流れる。南側に流れた風は、南壁隅角部で剥離し、下降流となり池を渡るエントランス付近へ吹き下ろしてくる(図中赤丸の範囲)。風洞実験により、この下降流は周辺風速の 1.4 倍となり、南エントランス付近は通路として好ましくない風環境になることが予測できた。

この西寄りの風に対する対策として、高さ 7m の Flowps を 3 機、エントランスの風上位置(図中黒丸位置)に設置した。これにより、15~20%の風速低減が見込まれる。

4 . 実施例「垂水駅東広場 PLAZA FISH」

4.1 概要

神戸市垂水区 垂水駅東広場に設置した Flowps 「PLAZA FISH (プラザ フィッシュ)」を Photo 3 に、諸元を Table 4 に示す。

垂水駅東広場は、瀬戸内海にほど近い JR 垂水駅の東側駅前位置する。この広場は、区民が気軽に利用できるオープンスペースとして計画されたものであり、PLAZA FISH は広場の、更には垂水区のシンボルとして人々に親しまれている。

4.2 設置の経緯と設計コンセプト

神戸市では、垂水駅周辺地区の再開発を実施しており、ショッピングセンター、高層マンション、市民センターなどが竣工している。その中心に位置する東広場には、

- 住民が憩える空間
- 誰でも利用できるオープンスペース
- 四季を感じられる美しさ
- 西から吹く海風の軽減

が要求され、四季折々の花が植えられる花壇の中央に、高さ 8m の Flowps と、噴水が計画された。

Flowps は、青色を基調とすることで「海」「空」「風」をイメージするとともに、魚をモチーフとした 40 枚の受風板が、風向と風速に追従しながら左右に回転することで、群をなして泳ぐ一群の魚を表現している。この Flowp は、垂水区のシンボルとして「PLAZA FISH」と



Photo 2 大阪合同庁舎 Flowps
Flowps - in Osaka

Table 3 大阪合同庁舎 Flowps 諸元
Feature of Flowps in Osaka

完成日	2002年2月
設置場所	大阪府大阪市福島区 福島1丁目
形状	固定タイプ (3機設置)
高さ	7m
最大幅	5m
デザイン	TAOプロジェクト他
素材	スチール (一部珪酸エポキシ樹脂)
仕上げ	塗装



Fig. 5 風の流れ(風向:西)
Flow of Wind (Wind Direction: W)

名付けられた。

夏場には、ランダムに吹き上げる噴水の演出も加わり躍動感ある空間が出現し、人々が集まり子ども達が遊ぶ光景が見られる。

4.3 構造設計と施工

PLAZA FISH は、他の実施例に比べて規模が大きく（高さ 8m，幅 5.3m），重心や風圧作用点が高い位置になることから，十分に安全性を考慮して構造設計を実施した。風荷重は，建築基準法に従い算定すると，地震荷重を上まわる。そこで，風力及び応力・変位について，縮尺模型を用いた風洞実験と有限要素法（FEM）による応力変形解析を実施した。

風洞実験では，回転する受風板に作用する風力は，固定式に比べて 5%低減することが明らかとなった。また，PLAZA FISH 周りの気流解析（Fig. 6）と FEM 応力変形解析から，設計風速における頂部最大たわみ量が，支柱変形角のクライテリアである 1/200 以下を十分に満たす設計であることを確認した。

また，受風板を含めた回転部の寸法と総重量（約 5ton）から輸送性と施工性を考慮し，回転部を 4 ユニットに分割する構造とした。各ユニットと受風板は工場で制作し，現場にて固定支柱へ挿入，4 ユニートを一体化した後，受風板の取り付け作業を行った（Photo 4）。PLAZA FISH の設置は 2 日間という短期間で完了した。

なお，垂水駅東広場は海に近いことから，防錆性，耐環境性の高い部材および仕上げ法を選定した。

5 . おわりに

モニュメント型防風装置 Flowps は，現在 4 件の実施例があり，夫々の街や空間に見合った形状とデザインで，人々に親しまれている。

Flowps は，風速を低減するための構造物であるが，地域の景観や設計コンセプトにマッチさせることで，植栽とは異なる潤いや安らぎを街に与え，楽しい時間と空間を演出することが可能である。

今後も，Flowps による心地よい風環境と魅力的な景観を提案していく予定である。

参考文献

- 1) 亀井勇，他：樹木の防風効果に関する基礎実験，日本建築学会大会，(1977)
- 2) 川口彰久，他：モニュメント型防風装置 Flowps の開発 その 1～その 5，研究報告書，(2002)
- 3) 川口彰久，他：ビル風と防風対策，(財)北海道開発協会 開発こうほう，No.451，pp9-14，(2001)
- 4) 川口彰久，他：垂水駅東広場 モニュメント型防風装置，(財)日本建築構造技術者協会 structure No.86，pp44-45，(2003)



Photo 3 PLAZA FISH

Table 4 垂水駅東広場 PLAZA FISH 諸元
Feature of PLAZA FISH

完成日	2002 年 7 月
設置場所	兵庫県神戸市垂水区 日向 1 丁目
形状	多層一体回転タイプ
高さ	8 m
最大幅	5 . 3 6 m
デザイン	TAO プロジェクト，他
素材	受風板：アルミ 他：スチール
仕上げ	塗装

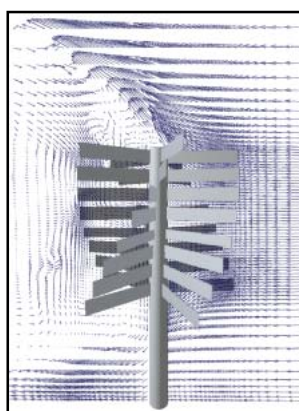


Fig. 6 PLAZA FISH 周辺
気流計算
Wind Flow Around
PLAZA FISH



Photo 4 PLAZA FISH
現場組み立て作業中
Assembly Work Inside at Site