

## 풍동실험에 의한 이어도 해양과학기지의 풍력산정 Estimation of the Wind Forces of Ieodo Ocean Research Station by a Wind Tunnel Test

심재설\* · 전인식\*\* · 황종국\*\*\* · 오병철\*

Jae-seol Shim\*, Insik Chun\*\*, Jong-kook Hwang\*\*\*, and Byung-cheol Oh\*

**요 旨** : 이어도 해양과학기지의 풍력을 검토하기 위하여 50 m/s의 설계풍속에 대하여 풍동실험과 수치해석을 수행하였다. 해수면위 상부구조물의 축소모형(1/80)에 대하여 풍력 및 모멘트를 계측하고 풍력계수를 산출하여 수치 해석 결과와 비교한 결과, 이들 결과들이 대체적으로 잘 일치함을 확인하였다. 따라서, 본 풍동실험의 결과를 상부구조물의 내풍설계자료로 충분히 활용할 수 있을 것으로 판단된다. 실험결과를 이용하여 상부구조물 전체에 작용하는 풍력 및 모멘트 값들과 그리고 볼투과 부속시설(주 데크, 태양광 발전판, 헬기 이 착륙장)의 외장 설계풍압과 구조설계용 풍압을 제시하였다.

**핵심용어** : 풍동실험, 풍력계수, 풍압계수, 내풍설계, 설계풍속

**Abstract** □ A wind tunnel experiment was performed with the design wind speed of 50 m/s to investigate the wind forces of Ieodo Ocean Research Station. The structure portion above water surface was modelled with 1/80 scale ratio. The wind force coefficients were determined from the force signals and compared to the results of a numerical study which was separately undertaken. Those results generally agreed well, and it is assured that the experimental data can be effectively used in the wind resistant design of the structure. Making use of the experimental force and pressure coefficients, the wind force and moments acting on the overall upper structure of prototype are determined together with the wind pressures on local impervious facilities (main deck, solar panel and helideck).

**Keywords** : wind tunnel experiment, wind force coefficients, wind pressure coefficients, wind resistant design, design wind speed.

### 1. 서 론

21세기를 맞이하여 해양개발의 필요성이 대두되고 그 시도가 본격화됨에 따라 해양의 제현상에 대한 체계적이고도 합리적인 해양자료 수집체계의 구축이 국가적 차원에서 매우 주요한 문제로 부각되고 있다. 일반적으로 해양환경은 시간과 공간적으로 매우 다양하기 때문에 해양의 많은 지점에서 다량의 관측자료가 수집되어야 하며 이

를 위해서는 많은 예산과 인력이 소요된다. 그러나, 최근에는 해양수치모델 및 원격탐사기술의 발달로 넓은 범위의 해양에 대한 간접적인 정보제공이 가능해짐에 따라 해양선진국에서는 최소한의 핵심지점에서 효과적인 실시간 관측 시스템을 구축하고 있는 실정이다. 이와 같은 추세에 따라 국가에서는 1995년도부터 한반도 주변해역의 해·기상에 많은 영향을 끼치는 이어도 해역에 해·기상관측의 필요성이 대두됨에 따라 이어도 해양과학기지의 건설

\*한국해양연구원 연안·항만공학연구본부(Coastal and Harbor Engineering Laboratory, Korea Ocean Research and Development Institute)

\*\*건국대학교 토목공학과(Corresponding author: Insik Chun, Department of Civil Engineering, Konkuk University, 1 Hwayang-dong, Kwangjin-ku, Seoul 143-701, Korea. ischun@konkuk.ac.kr)

\*\*\*한국전통문화대학교 전통건축학과(Department of Traditional Architecture, Korean National University of Cultural Heritage)

을 추진해오고 있다(심 등, 1998; 한국해양연구원, 1998, 1999, 2000, 2001).

과학기지는 수심 40 m(기본수준면 기준)에 설치되는 고정식 자켓구조 형식이며, 상부구조는 약 400평 정도로서 관측장비 설치를 위한 하부 데크(cellar deck)와 주거지 및 실험실을 위한 주 데크(main deck), 해난구조와 장비 및 인력의 수송을 위한 헬기 이·착륙장(helideck) 등으로 구성되어 있다. 주요시설로는 등대, 기상관측탑, 태양광 및 풍력 발전기, HVAC(공기공축기), 디젤 및 석유탱크, 화재 진압시설, 디젤 공급펌프, 창고 및 하역시설 등이 설치될 계획이다.

한편 해양과학기지에 설치될 관측장비는 관측자료의 사용 목적별로 기상관측장비(14종), 해양관측장비(21종), 구조물 계측장비(5종), 환경관측 및 기타장비(5종)로 구분할 수 있으며, 이에도 해양과학기지에서 관측된 자료는 무궁 화위성과 글로벌스타를 통하여 한국해양연구원에 송수신 되도록 설계되어 있다(한국해양연구원, 1999, 2000).

현재 구조물 부재의 육상제작단계가 진행되고 있으며, 그동안 구조물 시공 후의 장기적 안정성과 그리고 부재의 해상운반, 설치 등 시공과정 중 안정성을 확보하기 위한 상세설계를 수행하였다. 구조물에 작용하는 하중은 수면 아래의 자켓파일에 작용하는 파력 및 조류력이 주종을 차지하며, 이로부터 예상되는 최대응력에 대한 부재의 안정성뿐만 아니라 반복적 피로응력에 대한 피로해석을 실시하여 설계지침을 제시한 바 있다. 그러나, 과학기지의 주 데크를 비롯하여 헬기 이·착륙장과 태양광 발전판 등 불투과 부위 및 시설이 상부 구조물에 다수 설치됨을 감안할 때, 바람이 구조물에 미치는 전체 또는 국소적 효과를 배제할 수 없다.

본 연구에서는 이에도 과학기지의 상부구조물에 미치는 전 풍력 및 모멘트와 불투과 시설물들에 작용하는 국소 풍하중을 결정할 목적으로 풍동실험을 수행하였다. 아울러, 삼차원 수치모델링을 병행하였고, 그 결과를 풍동 실험결과와 비교하였으며 최종적으로 설계 풍하중을 제시하였다.

## 2. 풍동실험

### 2.1 실험개요 및 상사율

본 풍동실험은 구조물 중에서 바람의 영향을 실제 받는 수면상부 구조물에 국한하여 1/80의 축소모델을 풍동에 설치하고 구조물 전체에 작용하는 풍력 및 모멘트를

측정하였으며, 주 데크, 태양광 발전판, 헬기 이·착륙장 등의 외장재에 작용하는 풍압을 측정하였다.

구조물 전체 및 국소부위에 작용하는 풍력( $F_w$ ) 및 풍압( $P_w$ )에 대한 개략적인 크기는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$F_w \approx C_F \left( \frac{1}{2} \rho U^2 A_T \right) \quad (1)$$

$$P_w \approx C_P \left( \frac{1}{2} \rho U^2 \right) \quad (2)$$

여기서,  $C_F$ =풍력계수,  $C_P$ =풍압계수,  $\rho$ =공기밀도,  $U$ =접근풍속,  $A_T$ = 구조물의 풍향에 대한 투영면적이다. 풍력 및 풍압계수는 각각 레이놀즈 수와 부재 형상의 함수이나 모형구조물이 실제 원형구조물과 기하학적으로 동일할 때는 레이놀즈 수만의 함수로 볼 수 있다. 일반적으로 구조물 근방의 유체흐름이 고도의 난류일 경우에는 이 둘 계수값들은 레이놀즈 수에 관계없이 일정한 값들을 보이게 된다. 본 1/80 모형에서 상부 데크 한변의 길이가 40 cm이며 모형에서의 레이놀즈 수( $Re_m$ )는 대략

$$Re_m \approx \frac{UI}{\nu} = \frac{8(\text{m/s}) \times 0.4(\text{m})}{1.47 \times 10^{-5}(\text{m}^2/\text{s})} \approx 2.2 \times 10^5$$

이다. 풍력계수인 경우 일반적으로 레이놀즈 수  $Re > 20,000$ 에서 일정한 값을 유지함을 감안하면(Munson *et al.*, 1990), 본 1/80 모형실험에서 도출한 풍력 및 풍압계수를 이용하여 원형구조물에서의 풍력 및 풍압을 산출할 수 있다.

### 2.2 실험조건

#### 2.2.1 설계풍속 및 풍향

풍동실험을 수행하기 전에 우선적으로 설계풍속을 결정하여야 한다. 가장 바람직한 설계풍속은 과학기지 신축 현장에서의 관측자료의 극치통계분석을 통하여 산출하는 것이지만, 설치지점에서의 관측자료가 전무한 경우 수치 모델로 역추산한 결과를 극치통계분석으로 산출하는 것이 일반적인 방법이다(심 등, 1996). 이와 같이 얻은 설계풍속은 API 코드기준(1993)을 적용하여 설계풍속의 고도별 분포와 난류강도의 고도별 분포를 산정하였다. 풍력실험에서는 1시간 평균풍속을 적용하며, 부위별 풍압의 산출에는 API 기준에 따라 변환된 3초 돌풍(gust wind)을 적용한다.

고도별 1시간 평균풍속은 다음 식에 의해서 결정하였다.

$$U(1 \text{ hr}, z) = U(1 \text{ hr}, z_R) \left( \frac{z}{z_R} \right)^{0.125} \quad (3)$$

여기에서,  $z_R=10$  m이다.

돌풍합수(Gust factor)  $G(t, z)$ 는 다음과 같이 정의되며 이 식을 적용하여 임의의 시간구간에 대한 풍속으로 전환할 수 있다.

$$G(t, z) = U(t, z) / U(1 \text{ hr}, z) = 1 + g(t)I(z) \quad (4)$$

따라서, 임의의 시간  $t$ 내의 평균풍속은 식

$$U(t, z) = U(1 \text{ hr}, z) [1 + g(t)I(z)] \quad (5)$$

여기서,  $g(t) = 3.0 + \ln[(3/t)^{0.6}]$ ;  $t \leq 60 \text{ sec}$  (6)

$$I(z) = \sigma(z) / U(1 \text{ hr}, z) = 0.15(z/z_n)^{-0.125}; z \leq z_n$$

$$0.15(z/z_n)^{-0.275}; z \geq z_n \quad (7)$$

식 (7)에서  $\sigma(z)$ =풍속의 표준편차 ( $(U(1 \text{ hr}, z) - U(z))$ 의 RMS 값),  $z_n=20$  m이다.

하중산정에 필요한 공기밀도는 건축물 하중기준에 따라  $\rho=1.225 \text{ kg/m}^3$ 을 적용하였다. 설계풍속의 산정 높이는 helideck의 높이에 해당하는 35.9 m로 하였다. 이어도 과학기지의 경우 설계풍속은  $U(1 \text{ hr}, 10)=50 \text{ m/s}$ 이며(한국해양연구원, 1998), Table 1은 원형 구조물에서의 각 높이 별 1시간, 3초, 15초 그리고 60초 평균풍속을 보여준다.

본 모형실험에서는 헬기 이·착륙장 높이에서의 풍동 풍속을  $U_H=8 \text{ m/s}$ 로 하였다. Fig. 1은 고도별 모형 풍속 및 난류강도를 계측하여 입력치와 비교한 것이다(API, 1993). 전반적으로 모형풍속이 잘 재현됨을 알 수 있다.

풍향은 0°에서 350°까지 합계 36개의 풍향에 대해 실험하였다. 풍향 선정기준은 북풍을 기준으로 하였으며, 본 연구에서의 풍향 및 계측풍력의 정의는 Fig. 2와 같다.

2.2.2 실험모형

풍력실험에서는 1/80의 축소모형을 이용하였다. 재질은 발사이며 모형의 고유진동수를 높이기 위해 가볍고 강성

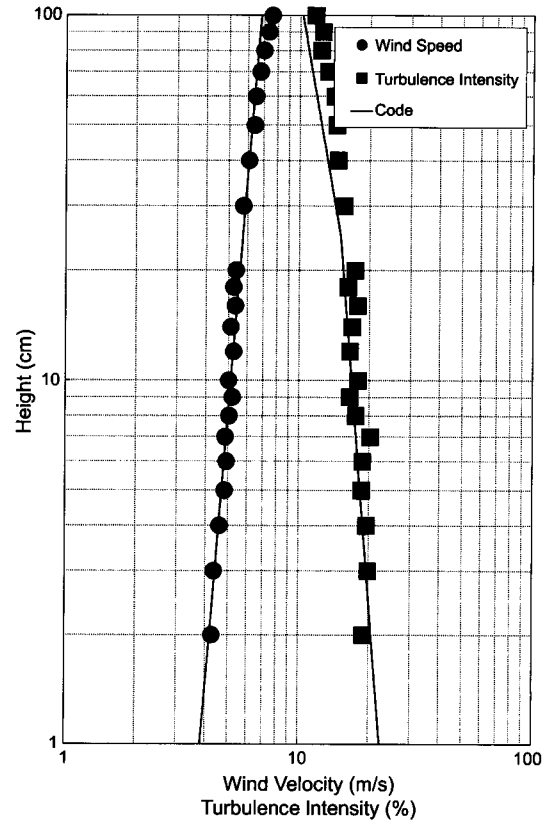


Fig. 1. Vertical profiles of mean wind velocity and turbulence intensity.

이 큰 모형이 제작되도록 주의하였다. 풍압계측을 위한 국소부재는 아크릴로 제작하였다. 실험모형은 Fig. 3과 같다.

2.2.3 계측

풍력 및 모멘트의 계측을 위하여 6 성분 하중계(load cell)를 사용하였으며,  $F_x, F_y, M_x, M_y, M_z$ 의 5 성분을 계측하였다. 하중계는 Fig. 4에서 보이는 바와 같이 모형구조물의 저면의 회전판(turn table)에 설치하였다. 하중계의 성분별 측정범위는  $F_x$ 와  $F_y$ 는 10 kgf,  $M_x$ 와  $M_y$ 는 5 kgf·m,  $M_z$ 는 2 kgf·m이다.

풍압계측은 측정범위가  $\pm 25 \text{ mmAq}$ 인 다점풍압계를 이용하였다. 모형표면에는 등간격으로 풍압공이 있으며 각 풍압공은 내경 0.9 mm의 알루미늄 파이프를 사용하였다. 이 파이프는 모형의 내부에서 비닐튜브로 연결되며 비닐튜브는 모형의 하단부로 집결되어 turn table 하부에 설치되어 있는 다점풍압계로 연결된다. 풍압공은 주테크 48개, 태양광판(Solar panel) 15개, 헬기테크 상면 20개, 헬기테크 하면 20개, 합계 103개이다.

Table 1. Wind velocity and turbulence intensity

$z$ (m)	$U$ (1 hr, $z$ )	$I$ ( $z$ )	$U$ (3 sec, $z$ )	$U$ (15 sec, $z$ )	$U$ (60 sec, $z$ )
10	50.00	0.1636	74.54	66.64	59.84
15	52.60	0.1555	77.14	69.24	62.43
20	54.53	0.1500	79.06	71.16	64.36
25	56.07	0.1411	79.80	72.16	65.58
30	57.36	0.1342	80.45	73.02	66.62
35	58.48	0.1286	81.04	73.77	67.52
<b>35.9</b>	<b>58.66</b>	<b>0.1277</b>	<b>81.14</b>	<b>73.90</b>	<b>67.67</b>
40	59.46	0.1240	81.57	74.46	68.32
45	60.34	0.1200	82.07	75.08	69.05
50	61.14	0.1166	82.53	75.64	69.71

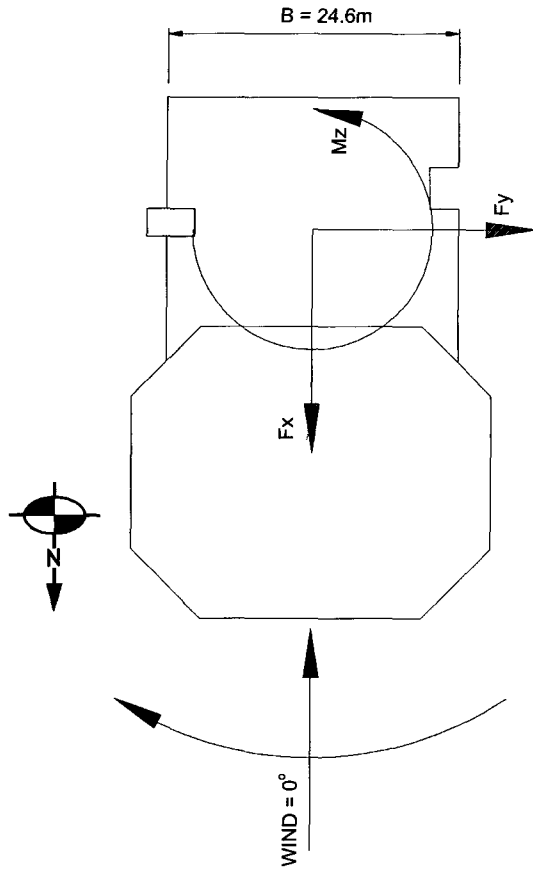


Fig. 2. Wind directions and the coordinate system of force measurement.

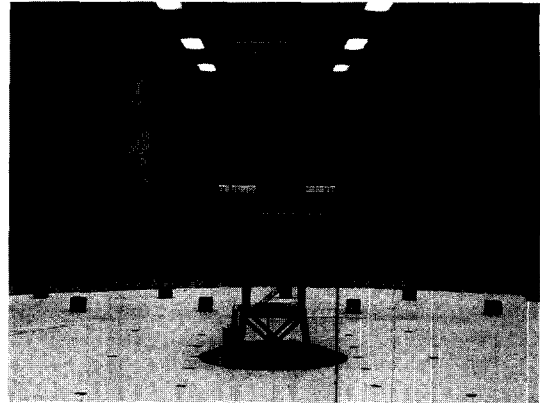


Fig. 3. Model structure installed in the wind tunnel.

### 2.3 풍동실험결과 및 분석

#### 2.3.1 풍력

5개의 계측성분 중 대표적으로  $F_x$ 에 대한 계측시그널을 Fig. 5에 도시하였다. 각 성분의 계측시그널들로부터 Table 2에 정의되어 있는 평균풍력계수를 결정할 수 있다. 표에서  $\bar{F}$ 와  $\bar{M}$ 은 각각 시간평균 풍력과 모멘트이다. 대표적으로  $F_x$ 의 풍향별 평균풍력계수  $C_{F_x}$ 와 변동풍력계수 (RMS 풍력계수)  $C'_{F_x}$ 의 변화는 Fig. 6과 같다. 각 풍향에 대하여 풍력 계수들의 최대값과 그리고 이들을 적용하여 원형구조물( $B = 24.6\text{ m}$ ,  $H = 35.9\text{ m}$ )에 작용하는 풍력(Table 2 참조)을 계산하면 Table 3과 같다.

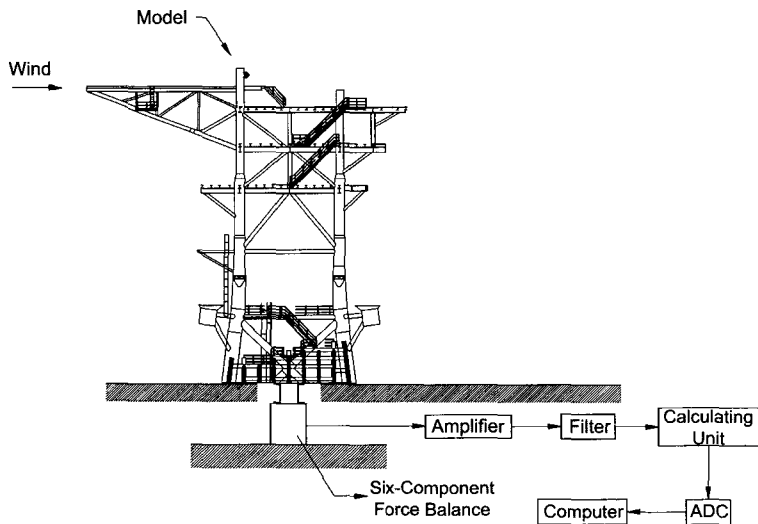


Fig. 4. Measuring system of force balance test.

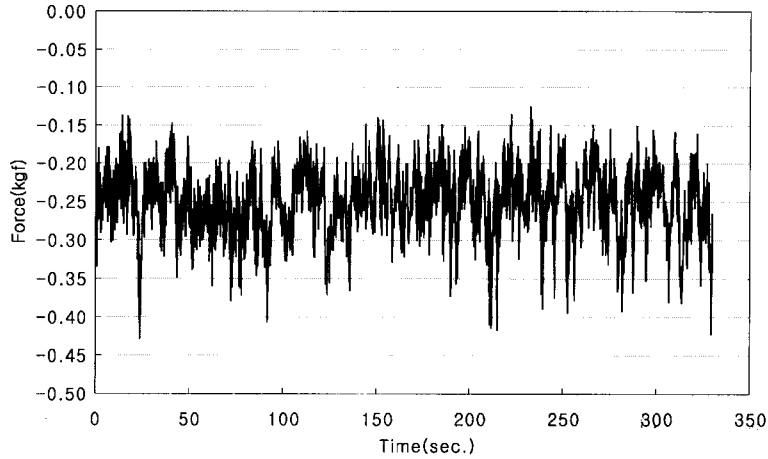


Fig. 5. Measured signal of  $F_x$ .

Table 2. Definition of mean wind force coefficients ( $B$ =width of structure,  $H$ =height of structure,  $q_H=1/2\rho_a U^2$ ,  $\sigma_F$ =standard deviation of  $F$ ,  $\sigma_M$ =standard deviation of  $M$ ,  $g$  = pick factor (=3.72))

평균풍력계수	정의	RMS 풍력계수	정의	풍력	정의
$C_{F_x}$	$\bar{F}_x/(q_H B H)$	$C'_{F_x}$	$\sigma_{F_x}/(q_H B H)$	$Q_x$	$(C_{F_x} + gC'_{F_x})q_H B H$
$C_{F_y}$	$\bar{F}_y/(q_H B H)$	$C'_{F_y}$	$\sigma_{F_y}/(q_H B H)$	$Q_y$	$(C_{F_y} + gC'_{F_y})q_H B H$
$C_{M_x}$	$\bar{M}_x/(q_H B H^2)$	$C'_{M_x}$	$\sigma_{M_x}/(q_H B H^2)$	$R_x$	$(C_{M_x} + gC'_{M_x})q_H B H^2$
$C_{M_y}$	$\bar{M}_y/(q_H B H^2)$	$C'_{M_y}$	$\sigma_{M_y}/(q_H B H^2)$	$R_y$	$(C_{M_y} + gC'_{M_y})q_H B H^2$
$C_{M_z}$	$\bar{M}_z/(q_H B^2 H)$	$C'_{M_z}$	$\sigma_{M_z}/(q_H B^2 H)$	$R_z$	$(C_{M_z} + gC'_{M_z})q_H B^2 H$

2.3.2 풍압

2.3.2.1 풍압계수의 결정

풍압시그널에서 대표적으로 헬기테크에서의 계측시그널을 도시하면 Fig. 7과 같다.

각 시그널들로부터 시간평균풍압  $\bar{P}$ 를 구하고 평균풍압계수를  $C_{Pmean} = \bar{P}/q_H$ 와 같이 정의할 때, 각 시설의 풍압공별  $C_{Pmean}$ 의 최대값  $C_{Pmax}$ (위에서 아래로 누르는 풍압계수)와 최소값  $C_{Pmin}$ (아래에서 위로 들어올리는 풍압계수)을 정리하면 Table 4~7과 같다. 헬기테크에서의 풍압계수(Table 6, Table 7)는 상면과 하면의 합산치를 기준으로 산출한 것이다.

2.3.2.2 외장재 풍압계수의 결정(원형구조물)

앞에서 얻어진 풍압계수를 이용하여 외장재에 작용하는 풍하중을 산정하면 다음과 같다. 외장재설계용 풍하중 산정에는 전풍향에 대해 각각의 풍압공에 작용한 평균풍압계수의 최대치를 이용한다(Table 4~6참조). 풍하중 산정식은 아래와 같으며 기준풍속은 3초 최대풍속인  $U_H = 81.14$  m/s를 사용하였다. 단, 실내압 계수는 주테크에만 적

용하였다. 풍하중 작용위치는 각 풍압공에서의 위치이다.

$$P_e = q_H \times (C_{Pmax} - C_{pi}) \tag{8}$$

여기서,  $P_e$ : 외장재의 설계풍압

$$q_H: \text{설계속도압} = 1/2 \cdot \rho \cdot U_d^2 = 411.48 \text{ kg}_f/\text{m}^2$$

$C_{Pmax}$ : 풍압계수의 최대치

$C_{pi}$ : 실내압계수

실내압계수는 정압의 경우는 -0.4, 부압의 경우는 0으로 취하였다(대한건축학회, 2000). 식 (8)에 의거, 각 시설별 정압의 최대값과 최소값을 계산하여 정리하면 Table 8과 같다.

2.3.2.3 헬기테크 구조설계용 풍압계수의 결정

구조설계용 풍하중 산정에는 각각의 풍향에 대해 전체 풍압공의 평균풍압계수의 면적평균치(Table 7참조)를 가지고 산정해야 하지만 본 보고서에서는 안전율을 고려하여 풍압계수의 최대치(Table 8참조)를 가지고 구조설계용 풍하중을 산정하였다. 그리고 기준풍속은 60초 최대풍속인  $U_H = 67.67$  m/s( $q_H = 286.20$  kg<sub>f</sub>/m<sup>2</sup>)를 사용하였다. 풍하

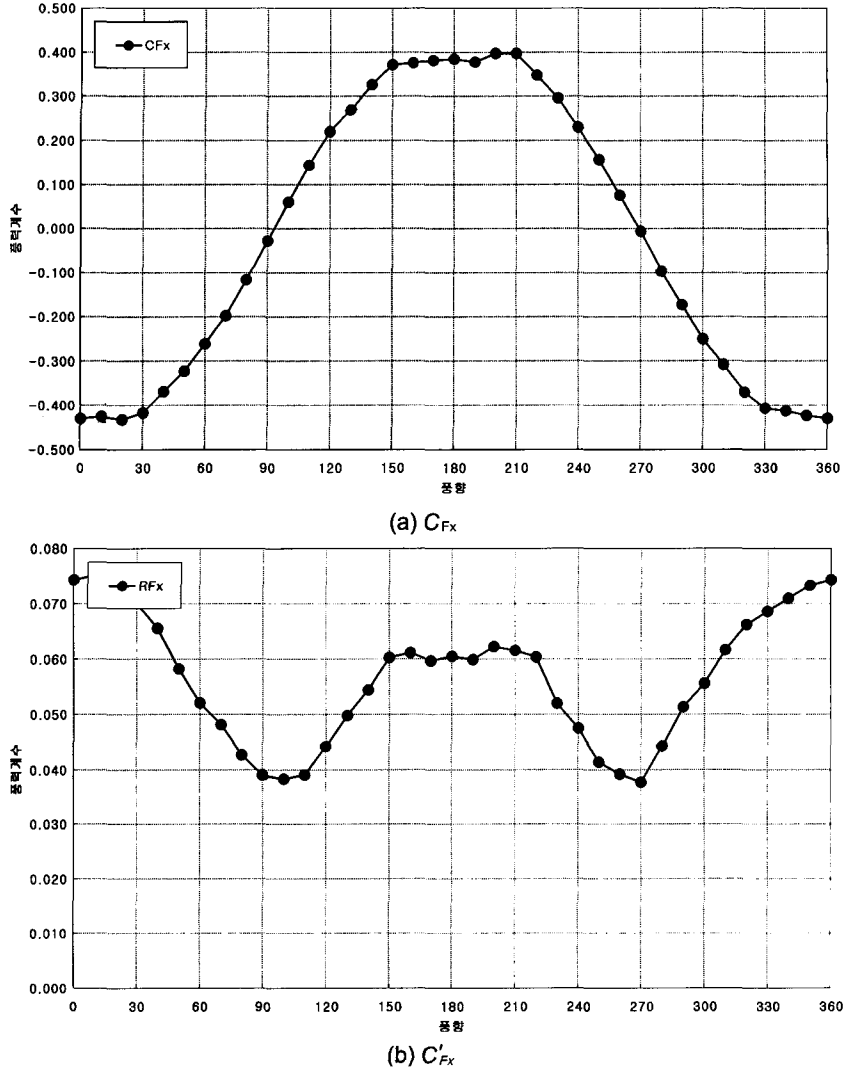


Fig. 6. Mean and fluctuating wind force coefficient.

Table 3. Maximum mean wind force coefficients and wind forces

구분	최대 평균풍력계수	RMS 풍력계수	원형구조물 풍력(N) 및 모멘트(N-m)	풍향(°)
$F_x$	-0.432	0.073	1,309,780	20
$F_y$	-0.429	0.071	1,290,330	290
$M_x$	0.286	0.043	29,804,810	280
$M_y$	-0.447	0.069	47,028,990	10
$M_z$	-0.023	0.010	2,756,950	280

중이 작용하는 합력점은 헬기데크의 중심점이며, Table 9에서 보듯이 전체적으로 위로 들어올리려는 힘이 더 크지만 실제 구조계산 시에는 자중의 효과를 고려해야 하기 때문에 위로 들어올리려는 힘은 많이 감소할 것으로 생각된다.

### 3. 수치해석

#### 3.1 수치해석 조건

수치해석 프로그램은 유체의 유동을 해석할 때 널리 사용되는 FUEENT를 사용하였으며 수치해석의 입력조건은 수

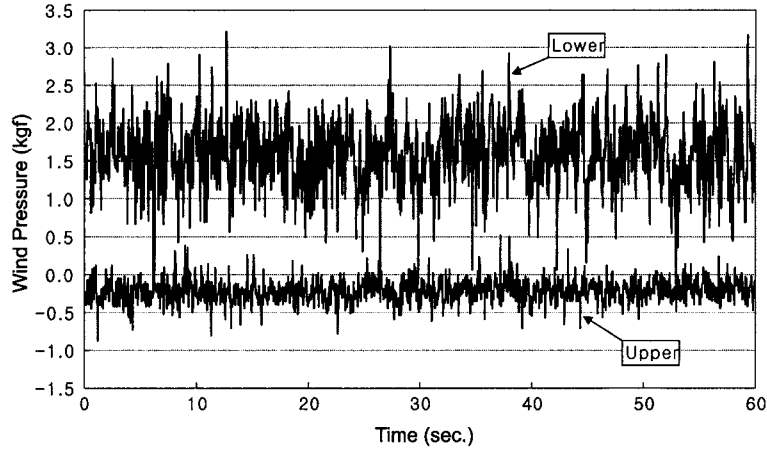


Fig. 7. Wind pressure signals at helideck (point 205, 풍향, 130°).

Table 4. Maximum and minimum of mean wind pressure coefficient (main deck)

항목	측정위치	풍압계수	풍향(°)
$C_{p_{max}}$	40	0.80	140
$C_{p_{min}}$	17	-0.54	260

Table 5. Maximum and minimum of mean wind pressure coefficient (solar panel)

항목	측정위치	풍압계수	풍향(°)
$C_{p_{max}}$	105	0.54	190
$C_{p_{min}}$	109	-0.67	60

Table 6. Maximum and minimum of mean wind pressure coefficient (helideck)

항목	측정 위치	풍압계수			풍향 (°)
		상면	하면	합산	
$C_{p_{max}}$ (합산기준)	205	-0.05	0.40	0.35	130
$C_{p_{min}}$ (합산기준)	211	-0.56	-0.25	-0.81	0

Table 7. Point average of mean wind pressure coefficient (helideck)

항목	풍압계수			풍향(°)
	상면	하면	합산	
정압 (합산 기준)의 측정평균	-0.093	0.196	0.103	130
부압 (합산 기준)의 측정평균	-0.167	-0.252	-0.419	0

Table 8. Maximal positive and negative pressures for the designs of wall slabs

시설명	정압의 최대값		부압의 최대값	
	계수	압력(N/m <sup>2</sup> )	계수	압력(N/m <sup>2</sup> )
Main deck	0.8	4,840	-0.54	-2,180
Solar panel	0.54	2,180	-0.67	-2,700
Helideck	0.35	1,410	-0.81	-3,266

Table 9. Maximal positive and negative pressures for the structural design of helideck support

시설명	정압의 최대값		부압의 최대값	
	계수	압력(N/m <sup>2</sup> )	계수	압력(N/m <sup>2</sup> )
Helideck	0.35	980	-0.81	-2,270

리모형실험과 동일하게 하였다. 단, 풍향은 0°에서 315°까지 45° 간격으로 총 8 방향에 대해서만 수치해석을 수행하였다. 수치해석을 통하여 상부구조물 전체에 작용하는 풍력에 대한 풍력계수를 계산하여 풍동실험 결과와 비교하였다.

삼차원 모델링에 의하여 생성된 격자는 구조화되지 않은 유한차분 격자체계로서 Fig. 8과 같다. 격자의 최소두께는 경계층의 두께를 충분히 반영하기 위하여 1/80 축소모형에 대하여 0.375 mm(원형 10 mm)로 충분히 작게 취하였다.

### 3.2 수치해석 결과 및 검증

수치해석에 의하여 상부구조물 전체에 작용하는 풍향별 평균풍력계수를 결정하여 풍동실험 결과와 비교하면

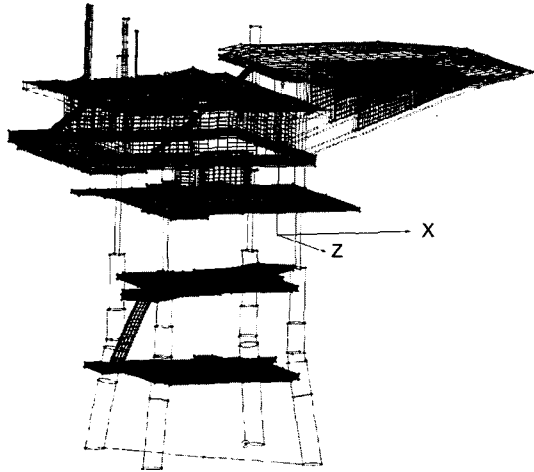


Fig. 8. Three dimensional grid modelling.

Fig. 9~13과 같다.

이상에서 수치해석 결과가 풍동실험에 비해 10~20% 작은 값을 갖는 것으로 나타났다. 이는

- 수치해석 모델의 경우 격자를 만들기 위해 다소 단순

화 시켰다.

- 실제로는 난류 영역의 유동이나 풍동실험과 비교를 위해 축소모형에서 해석하여 난류 모델링을 할 수 없었다.

- 입력속도 분포가 풍동실험 조건과 수치시뮬레이션 사이에 차이가 발생할 수 밖에 없다.

와 같은 점을 원인으로 고려해 볼 수 있다. 따라서 위와 같은 정도의 오차범위 내에서 실제크기 모델에 대한 수치해석 결과를 신뢰할 수 있을 것으로 보인다.

#### 4. 결 론

이러도 해양과학기지의 내풍안정성을 검토하기 위하여 10 m 해상풍속이 50 m/s인 설계풍속에 대하여 풍동실험과 수치해석을 수행하였다. 해수면 위 상부구조물에 대한 풍력 및 모멘트를 계측하고 풍력계수를 산출하여 수치해석 결과와 비교한 결과, 이들 결과들이 대체적으로 잘 일치함을 확인하였다. 따라서, 본 풍동실험의 결과를 상부구조물의 내풍설계자료로 충분히 활용할 수 있을 것으로 판단된다. 본 연구의 세부결론은 다음과 같다.

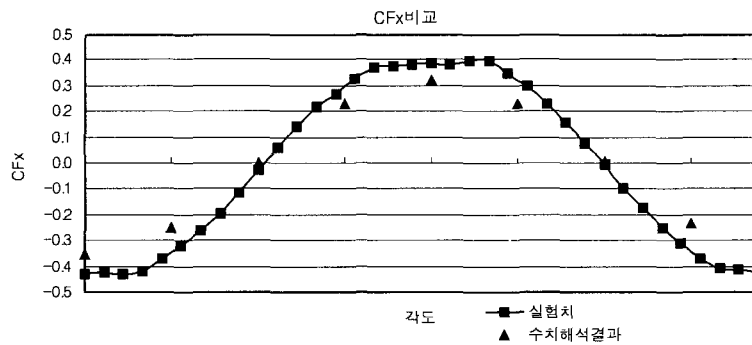


Fig. 9. Force coefficients in the x-direction.

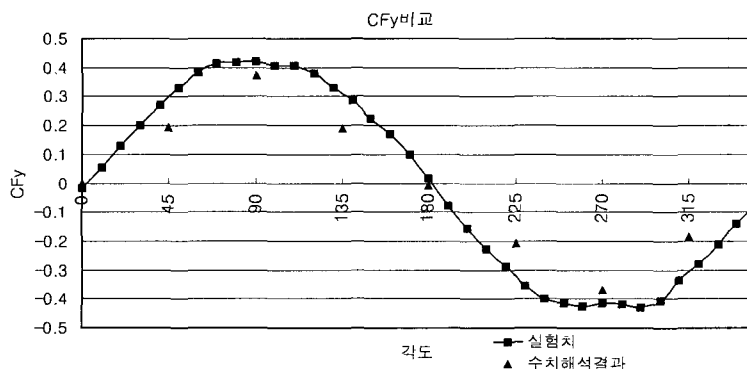


Fig. 10. Force coefficients in the y-direction.



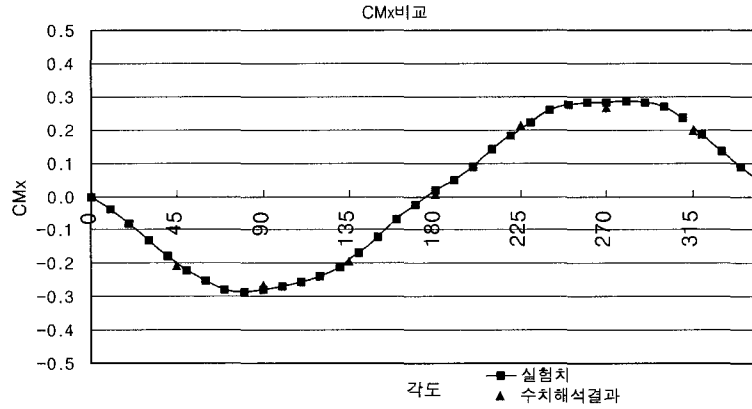


Fig. 11. Moment coefficients in the x-direction.

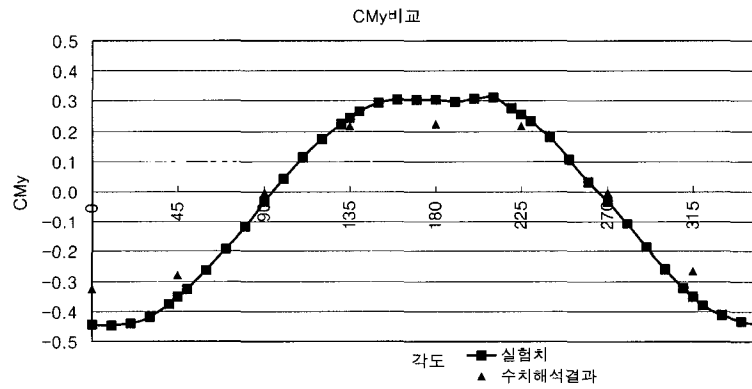


Fig. 12. Moment coefficients in the y-direction.

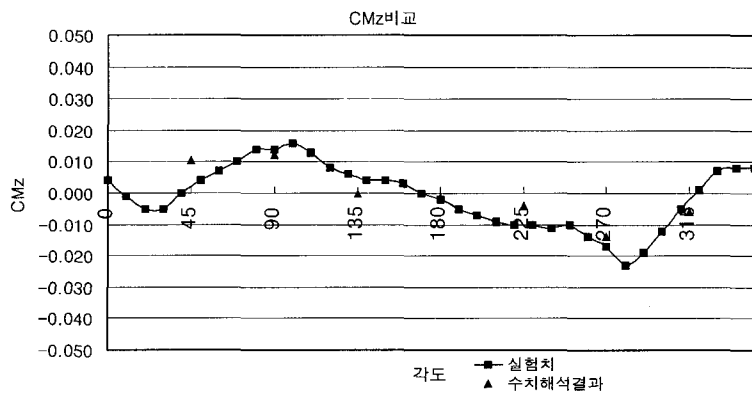


Fig. 13. Moment coefficients in the z-direction.

• 설계풍속에 의한 실제 원형 구조물(이어도 해양과학 기지)에 작용하는 풍력측정실험 결과는 다음과 같다.

- $F_x$ : 1,309,780 N
- $F_y$ : 1,290,330 N
- $M_x$ : 29,804,810 N-m

-  $M_y$ : 47,028,990 N-m

-  $M_z$ : 2,756,950 N-m

• 해양과학기지의 외장재 설계용 풍하중은 다음과 같다.

- Main deck: 정압=4,840 N/m<sup>2</sup>, 부압=-2,180 N/m<sup>2</sup>

- Solar panel: 정압=2,180 N/m<sup>2</sup>, 부압=-2,700 N/m<sup>2</sup>

- Helideck: 정압=1,410 N/m<sup>2</sup>, 부압=-3,246 N/m<sup>2</sup>
- Helideck 지점의 구조설계용 풍하중은 다음과 같다.
- Helideck: 정압=980 N/m<sup>2</sup>, 부압=-2,270 N/m<sup>2</sup>

### 감사의 글

본 풍동실험은 현대건설연구소의 내풍구조팀에서 수행하였음을 밝히며, 수치해석자료를 제공하여준 서울대학교 기계항공공학부의 김종압 교수님께 감사드립니다.

### 참고문헌

- 대한건축공학회, 2001. **건축물 하중기준 및 해설**, p. 44.
- 심재설, 박광순, 이동영, 1996. 이어도 종합해양과학기지 건설 방안 분석 연구. *해양정책연구*, 11(2), 403-440.
- 심재설, 이동영, 박광순, 전인식, 1998. 이어도 종합해양과학기지 건설에 대한 고찰, *대한토목학회 학술발표회 논문집(III)*, 431-434.
- 한국해양연구원, 1998. '98 이어도 종합해양과학기지 구축사업보고서, 해양수산부, BSPM 98004-00-1118-2.
- 한국해양연구원, 1999. '99 이어도 종합해양과학기지 구축사업보고서, 해양수산부, BSPM 99020-00-1209-2.
- 한국해양연구원, 2000. 2000 이어도 종합해양과학기지 구축사업보고서. 해양수산부, BSPM 00049-00-1276-2.
- 한국해양연구원, 2001. 2001 이어도 종합해양과학기지 구축사업보고서, 해양수산부, BSPM 09600-1403-2.
- API, 1993. *Recommended Practice for Planning, Designing and Constructing Fixed Offshore Platform*, Session 6 & 7.
- Munson, B.R., Young, D.F., and Okishi, T.H., 1990. *Fundamentals of fluid mechanics*, John Wiley & Sons, Inc., pp. 591-596.

---

Received May 13, 2002

Accepted June 3, 2002