
 論 文

大韓造船學會論文集
 第 32 卷 第 4 號 1995年 11月
 Transactions of the Society of
 Naval Architects of Korea
 Vol. 32, No. 4, November 1995

다수의 부체로 지지된 초대형 해양구조물에 작용하는 정상표류력 (I)

조효제*, 구자삼**, 홍사영***, 이창호****

Steady Drift Forces on Very Large Offshore Structures Supported by Multiple Floating Bodies in Waves (I)

by

H. J. Jo*, J. S. Goo**, S. Y. Hong*** and C. H. Lee****

요 약

본 논문에서는 파중에서의 다수의 3차원 임의형상 자유부체에 작용하는 표류력 해석법을 제시한다. 3차원 특이점분포법, 파의 상호간섭이론 그리고 운동량 이론에 의한 Far field법을 결합하여 이론을 정식화하였으며, 수치계산 결과를 Kagamoto[10]에 의한 33(3행11열)개의 footing형 축대칭 부체에 작용하는 표류력의 실험치 및 계산치와 서로 비교 검토함으로써 본 방법의 타당성을 검증하였다.

최종적으로, 유한수심에서의 44(4행10열)개의 상자형 부체군에 대해 상호간섭을 고려한 결과와 고려하지 않은 결과를 서로 비교 검토함으로써 표류력에 대한 상호간섭의 영향을 평가하였다.

Abstract

A numerical procedure is described for predicting steady drift forces on multiple three-dimensional bodies of arbitrary shape freely floating in waves. The developed numerical approach is based on combination of a three-dimensional source distribution method, wave interaction theory and the far-field method using momentum theory.

접수일자 : 1995년 7월 14일, 재접수일자 : 1995년 8월 29일

* 정회원, 한국해양대학교 조선공학과

** 정회원, 부산수산대학교 선박공학과

*** 정회원, 선박해양공학연구소

**** 부산수산대학교 대학원 선박공학과

Numerical results are compared with the experimental or numerical ones, which are obtained in the literature, of steady drift forces on 33 (3 by 11) floating composite vertical cylinders in waves. The results of comparison confirmed the validity of the proposed approach.

Finally, the interaction effects are examined in the case of an array of 40 (4 by 10) freely floating rectangular bodies in shallow water.

1. 서론

최근 해양개발의 필요성이 점점 증가됨에 따라 해양공간이용 분야에서는 해양구조물의 대형화, 대수심화의 경향이 현저해짐과 함께 사람이 거주할 수 있는 도시화도 구상되고 있다[1,2]. 초대형 부유식 해양구조물은 다수의 부체로 지지된 초대형 상부구조와 다수의 지지부체 및 지지기초 혹은 계류부재 등으로 이루어져 있으며, 이들 초대형 해양구조물에 작용하는 유체력 또는 파랑하중의 응답에 관하여 현재 활발한 연구가 진행되고 있다.

단독부체의 정상표류력 계산에 있어서, Maruo[3]는 무한수심에서의 단순형상의 물체에 작용하는 수평방향의 정상표류력을 소위 Far Field법에 의해 계산하였고, Newman[4]은 Maruo의 이론에 수평방향의 표류모멘트를 첨가하여 세장선에 적용하였으며, Faltinsen등[5]은 Maruo의 이론을 유한수심으로 확장하여 표류력 및 표류모멘트를 구하는 식을 유도하였다. 또한, Pinkster[6]은 3차원 특이점분포법을 이용하여 물체표면의 압력을 적분하여, 임의 형상에 대한 정상표류력을 소위 Near Field법에 의해 계산하였다.

다수 부체의 정상표류력 계산에 있어서 Oortmerssen[7]은 원주 부체와 상자형 부체 전체에 특이점을 분포시켜 Near Field법에 의해 정상표류력을 계산하였고, Løkon[8]은 Oortmerssen과 동일하게 특이점을 분포시켜 Far Field법에 의해 정상표류력을 계산하였다. 또한 Takaki등[9]은 다수의 연결부체에 특이점을 분포시켜, Far Field법에 의해 정상표류력을 구했다. 또한 Kagemoto[10]는 축대칭 부체군에 대해 파의 상호간섭 이론을 적용하여 Near Field법에 의해 정상표류력을 구했다. 그러나 파의 상호간섭 이론을 적용하여 임의형상 부체군의 정상표류력을 구한 예는 거의없는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 상호간섭이론[10,11]을 적하여 Far Field법에 의해 임의형상 부체군의 정상

표류력을 구하는 계산 기법을 개발하였고, 다수의 축대칭 부체에 대한 기존의 실험치 및 계산치[10]와 본 방법에 의한 계산치를 서로 비교 검토함으로써 본 방법의 타당성을 확인하였다. 또한 임의 형상 부체군에 대해 상호간섭을 고려한 결과와 고려하지 않은 결과를 서로 비교 검토함으로써 정상표류력에 대한 상호간섭의 영향을 평가하였다.

2. 이론 해석

이론의 기본가정으로서, 유체는 비압축성·비점성으로 하고, 유체의 운동은 비회전인 것으로 한다. 또, 부체의 운동과 입사파의 유체운동은 미소진폭 주기운동을 하는 것으로 하고, 각각 그 정상상태를 논하기로 한다. 또한 자유표면은 모든 방향으로 무한히 펼쳐져 있는 것으로 하고, 유한 수심의 경우에는 수심 일정으로 한다. 다수의 부체가 존재하는 경우에 있어서, 어떤 부체를 둘러싸는 최소반경의 가상 연직원주의 내측에는 다른 부체가 존재하지 않는 것으로 한다. Fig.1 과 같이 평균수면에 공간고정된 국소 직각 좌표계 $o_i - x_i, y_i, z_i$ ($i=1 \sim N$) 를 갖는 N 개의 3차원 임의형상 부체의 상호간섭을 고려한 정상표류력을 구하는 문제를 생각한다. 그리고 국소 좌표계의 원점 o_i ($i=1 \sim N$) 는 부체 i ($i=1 \sim N$) 를 둘러싸는 최소반경의 가상 연직원주의 중심으로 하고, z 축은 연직상방을 양으로 한다.

다수의 부체가 미소진폭 주기운동을 하고 있는 경우의 부체 j ($j=1 \sim N$) 의 모든 입사 포텐셜은 다음과 같이 쓸 수 있다.

$$\begin{aligned} \phi_j^i(r_j, \theta_j, z) \\ = (\{a_j\}^T + \sum_{i \neq j}^N \{A_{ij}\}^T [T_{ij}]) \{\phi_j^i\} \end{aligned}$$

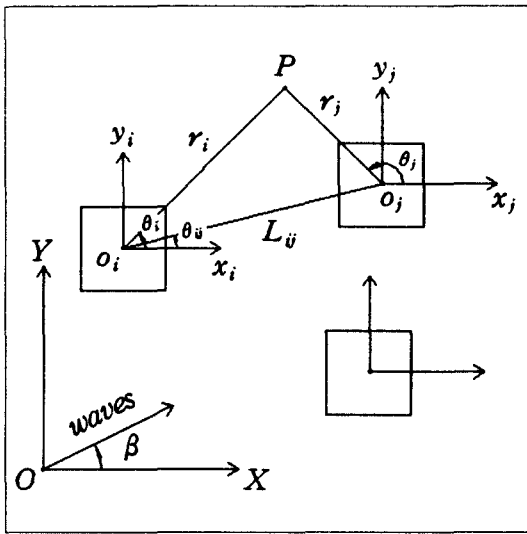


Fig. 1 Definition sketch

$$+ \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N (-i\omega\eta_h \{R_h\}^T [T_{ij}]) \{\psi_j^I\}, \quad (j=1 \sim N) \quad (1)$$

여기서, (r_j, θ_j, z) 는 부체 j 의 국소원주좌표이고, $\{a_j\}^T$ 는 부체 j 의 국소원주좌표로 표시한 평면입사파 포텐셜의 계수벡터의 전치이며, $[T_{ij}]$ 는 부체 i 의 국소원주 좌표계로 표시된 부체 i 의 산란성분파와 부체 j 의 국소 원주 좌표계로 표시된 부체 j 의 입사성분파를 관계지우는 좌표변환 행렬이고, $\{\psi_j^I\}$ 는 부체 j 의 제1종 n 차 Bessel함수 J_n 및 제1종 n 차 변형 Bessel함수 I_n 으로 표시되어지는 입사 성분파를 성분으로 하는 벡터이고, i 는 허수단위이고, ω 는 평면 입사파의 각 주파수이고, η_h 는 부체 i 의 i 방향의 복소변위 진폭이고, $\{A_i\}^T$ 는 다음의 식으로 표현되는 부체 i 에 외접하는 가상의 해저까지 연결된 연직 원주의 외측의 diffraction 포텐셜 ϕ_i^D 의 계수벡터의 전치이다.

$$\phi_i^D(r_i, \theta_i, z) = \{A_i\}^T \{\psi_i^D\} \quad (2)$$

여기서, $\{\psi_i^D\}$ 는 부체 i 의 산란성분파를 성분으로 하는 벡터이며, 산란성분파는 제1종 n 차 Hankel함수 $H_n^{(1)}$ 및 제2종 n 차 변형 Bessel함수 K_n 으로 표시된다.

또한 부체 i 가 단독으로 존재하고 i 방향으로 단위 속도진폭으로 운동하고 있을 때의 부체 i 를 둘러싸는 최소 반경의 해저에 닿는 가상 연직 원주의 외측의 radiation 포텐셜 ϕ_i^R 는 다음과 같이 표시되어진 것으로 한다.

$$\begin{aligned} \phi_i^R(r_j, \theta_j, z) &= \{R_h\}^T \{\psi_i^D\} \\ &= \{R_h\}^T [T_{ij}]\{\psi_j^I\} \end{aligned} \quad (3)$$

여기서, 전치벡터 $\{R_h\}^T$ 의 성분은 부체 i 가 단독으로 존재하고 있는 경우의 i 방향의 운동에 의한 radiation 문제를 풀어 얻어지는 계수이다.

부체 j 의 모든 입사 포텐셜에 대한 diffraction 포텐셜은 diffraction 전달행렬 $[B_j]$ 에 의해 다음과 같이 표시할 수 있다.

$$\begin{aligned} \phi_j^D(r_j, \theta_j, z) &= (\{a_j\}^T + \sum_{i=1}^N \{A_i\}^T [T_{ij}]) \\ &+ \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N (-i\omega\eta_h \{R_h\}^T [T_{ij}]) \\ &\times [B_j]^T \{\psi_j^D\}, \quad (j=1 \sim N) \end{aligned} \quad (4)$$

따라서, 식(2)의 부체 j 에 대한 표시식 과 식(4)에서 다음 식이 얻어진다.

$$\begin{aligned} \{A_j\} &= [B_j](\{a_j\} + \sum_{i=1}^N [T_{ij}]^T \{A_i\}) \\ &+ \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N (-i\omega\eta_h [T_{ij}]^T \{R_h\}) , \\ &(j=1 \sim N) \end{aligned} \quad (5)$$

윗식에 있어서, 미지수가 $\{A_i\}$ ($i=1\sim N$) 및 η_{li} ($l=1\sim 6$; $i=1\sim N$) 이므로 부체의 운동 방정식이 필요하다. 부체 j ($j=1\sim N$)의 운동 방정식은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned} & \sum_{i=1}^6 [-\omega^2(M_{kij} + \mu_{kij}) - i\omega\nu_{kij} + K_{kij}] \eta_{li} \\ &= -i\rho\omega \left(\{a_j\}^T + \sum_{i=1}^N \{A_i\}^T [T_{ij}] \right. \\ & \quad \left. + \sum_{i=1}^N \sum_{l=1}^6 (-i\omega\eta_{li}(R_{li})^T [T_{ij}]) \right) \\ & \quad \times \int \int_{S_{H_j}} (\{\psi'_j\} + \int \int_{S_{H_j}} \{\sigma_j\} G_j dS) n_k dS, \\ & \quad (k=1\sim 6 ; j=1\sim N) \end{aligned} \quad (6)$$

여기서, M_{kij} 는 부체 j 의 관성력 계수, μ_{kij} 및 ν_{kij} 는 부체 j 가 단독으로 존재하는 경우의 부가 질량 및 감쇠계수이고, K_{kij} 는 부체 j 의 정수압에 의한 복원력 계수이다. 또, ρ 는 유체의 밀도이고, G_j 는 부체 j 의 침수표면상의 Green 함수이다. 또한 벡터 $\{\sigma_j\}$ 의 F 번째의 성분은 $\{\psi'_j\}$ 의 F 번째의 성분의 입사 성분과가 단독의 부체 j 에 입사한 경우의 diffraction 문제의 적분방정식을 푸는 것에 의해 구해지는 부체 j 의 침수표면상의 source 의 면밀도이고, diffraction 전달행렬의 전치행렬 $[B_j]^T$ 의 F 행의 요소를 구할 때 이미 구해진 것이다. 또, n_k 는 부체 j 의 k 방향의 일반화 방향여현이고, S_{H_j} 는 부체 j 의 침수표면이다.

식(5) 및 식(6)의 연립방정식을 푸는 것에 의해, 계수 벡터 $\{A_i\}$ ($i=1\sim N$) 및 복소변위진폭 η_{li} ($l=1\sim 6$; $i=1\sim N$) 가 구해진다.

부체 j 가 단독으로 존재하고 i 방향으로 단위속도 진폭으로 운동하고 있을 때의 Radiation 포텐셜 ϕ_{ij}^R 는 다음과 같이 표시된다.

$$\phi_{ij}^R = \int \int_{S_{H_j}} \sigma_{ij}^R G dS, \quad (l=1\sim 6) \quad (7)$$

다수의 부체가 미소진폭 주기운동을 하고 있는 경우의 부체 j 의 diffraction 포텐셜은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned} \phi_j^D &= \left(\{a_j\}^T + \sum_{i=1}^N \{A_i\}^T [T_{ij}] \right. \\ & \quad \left. + \sum_{i=1}^N \sum_{l=1}^6 (-i\omega\eta_{li}(R_{li})^T [T_{ij}]) \right) \\ & \quad \times \int \int_{S_{H_j}} \{\sigma_j\} G dS \end{aligned} \quad (8)$$

여기서,

$$\begin{aligned} \sigma_j^D &= \left(\{a_j\}^T + \sum_{i=1}^N \{A_i\}^T [T_{ij}] \right. \\ & \quad \left. + \sum_{i=1}^N \sum_{l=1}^6 (-i\omega\eta_{li}(R_{li})^T [T_{ij}]) \right) \{\sigma_j\} \end{aligned} \quad (9)$$

로 두면, N 개의 부체에 의한 diffraction 포텐셜 ϕ^D 는 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \phi^D &= \sum_{j=1}^N \phi_j^D \\ &= \sum_{j=1}^N \int \int_{S_{H_j}} \sigma_j^D G dS \end{aligned} \quad (10)$$

그러므로 N 개의 부체가 운동하고 있는 경우의 유장의 속도 포텐셜 ϕ 는 다음과 같다.

$$\phi = \phi_0 + \phi^D + \sum_{j=1}^N \sum_{l=1}^6 -i\omega\eta_{lj} \phi_{ij}^R \quad (11)$$

여기서, ϕ_0 는 X 축의 음의 방향에서 양의 방향으로, X 축과 β 의 각을 이루며 입사하는 평면 입사파의 포텐셜이며, 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\phi_0 = \frac{g\zeta_a}{i\omega} \frac{\cosh k_o(Z+h)}{\cosh k_o h} e^{ik_o(X \cos \beta + Y \sin \beta)} \quad (12)$$

여기서, ζ_a 는 평면 입사파의 진폭, g 는 중력

가속도, h 는 수심, k_0 는 파수이다.

따라서, 식(7)과 식(10)을 식(11)에 대입하면, 식(11)은 다음과 같이 표현된다.

$$\begin{aligned} \phi &= \phi_0 + \sum_{j=1}^N \int \int_{S_H} \sigma_j^D G dS \\ &\quad + \sum_{j=1}^N \sum_{i \neq j}^6 (-i \omega \eta_{ij}) \int \int_{S_H} \sigma_{ij}^R G dS \\ &= \phi_0 + \sum_{j=1}^N \int \int_{S_H} (\sigma_j^D + \sum_{i \neq j}^6 -i \omega \eta_{ij} \sigma_{ij}^R) G dS \end{aligned} \quad (13)$$

여기서

$$\sigma_j^S = \sigma_j^D + \sum_{i \neq j}^6 -i \omega \eta_{ij} \sigma_{ij}^R \quad (14)$$

로 두면, 식(13)은 다음과 같이 된다.

$$\begin{aligned} \phi &= \phi_0 + \sum_{j=1}^N \int \int_{S_H} \sigma_j^S G dS \\ &= \phi_0 + \int \int_{S_H} \sigma G dS \end{aligned} \quad (15)$$

여기서, source의 면밀도 σ 는 σ_j^S ($j = 1 \sim N$) 를 모든 부체의 침수표면 S_H 상에 그대로 분포한 것이다. 그리고 σ_j^S 는 운동하고 있는 부체군의 상호간섭을 고려하여 구해지는 부체 j 의 침수표면 S_H 상의 source의 면밀도이다.

식(14)의 σ_j^S 를 구체적으로 표현하면 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned} \sigma_j^S &= \left\{ \{a_j\}^T + \sum_{i \neq j}^N \{A_i\}^T [T_{ij}] \right. \\ &\quad \left. + \sum_{i \neq j}^N \sum_{i \neq j}^6 (-i \omega \eta_{ij}) \{R_{ij}\}^T [T_{ij}] \right\} \{\sigma_j\} \\ &\quad + \sum_{i \neq j}^6 -i \omega \eta_{ij} \sigma_{ij}^R \end{aligned} \quad (16)$$

식(5)에서

$$\begin{aligned} \{a_j\}^T &+ \sum_{i \neq j}^N \{A_i\}^T [T_{ij}] \\ &+ \sum_{i \neq j}^N \sum_{i \neq j}^6 (-i \omega \eta_{ij}) \{R_{ij}\}^T [T_{ij}] \\ &= \{A_j\}^T ([B_j]^T)^{-1} \end{aligned} \quad (17)$$

의 관계가 성립하므로 식(16)은 다음과 같이 간단히 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned} \sigma_j^S &= \{A_j\}^T ([B_j]^T)^{-1} \{\sigma_j\} \\ &\quad + \sum_{i \neq j}^6 -i \omega \eta_{ij} \sigma_{ij}^R \end{aligned} \quad (18)$$

식(18)에 의해 σ 가 구해지면, 표류력 및 표류모멘트는 다음과 같이 구해진다.

$$\overline{F_x} = \frac{\rho k_0^2}{8\pi D} \int_0^{2\pi} |H(\theta)|^2 (\cos \beta - \cos \theta) d\theta \quad (19)$$

$$\overline{F_y} = \frac{\rho k_0^2}{8\pi D} \int_0^{2\pi} |H(\theta)|^2 (\sin \beta - \sin \theta) d\theta \quad (20)$$

여기서,

$$D = \frac{2k_0 h + \sinh 2k_0 h}{1 + \cosh 2k_0 h} \quad (21)$$

이며, 수심 파라메타이다. $h \rightarrow \infty$ 일때 $D \rightarrow 1$ 이 된다. 즉, 무한수심일때 D 는 1이 된다.

또한, $H(\theta)$ 는 Kochin 함수이며, 다음과 같다.

$$\begin{aligned} H(\theta) &= \int \int_{S_H} \sigma \frac{\cosh[k_0(\zeta + h)]}{\cosh k_0 h} \\ &\quad \times e^{-ik_0(\xi \cos \theta + \eta \sin \theta)} dS \end{aligned} \quad (22)$$

3. 수치계산 결과 및 고찰

본 계산법의 유효성을 확인하기 위해 Kagemoto [10]의 계산치 및 실험치를 본 계산결과와 비교검토

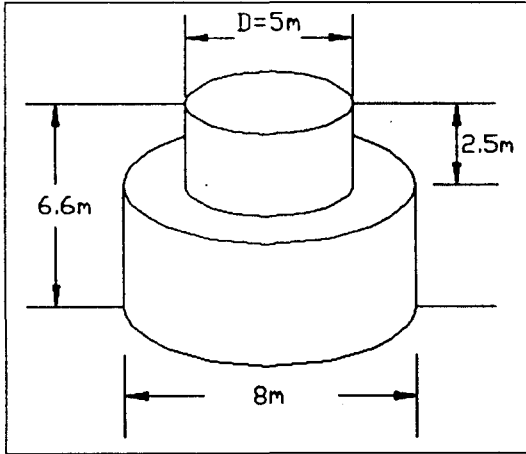


Fig. 2(a) Sketch of the floating composite vertical cylinder

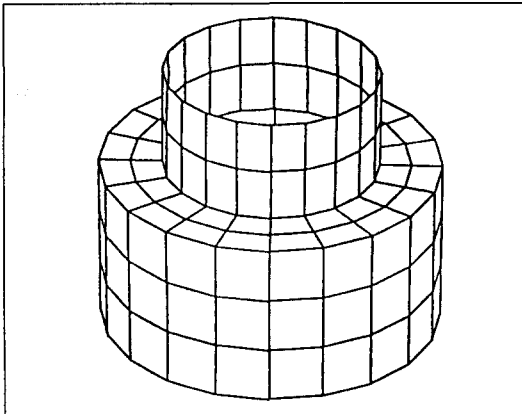


Fig. 2(b) Submerged surface of the floating composite vertical cylinder represented by 300 panels

하기로 한다. 이 모델은 Fig.2(a)의 footing을 갖는 축대칭형 부체가 Fig.3과 같이 3행 11열의 33개로 배치된 것이다. 실험은 $L = 16.4 m$, $\beta = 90^\circ$ 인

경우에 대해 행해졌으나, 표류력에 대한 상호간섭의 영향을 조사하기 위해 부체간 거리 $L = 16.4, 32.8, 65.6 m$, $\beta = 0^\circ, 90^\circ$ 의 경우에 대해 수치계산을 수행했다. 단독부체의 diffraction특성을 구하기 위해 Fig.2(b)와 같이 부체의 침수표면을 200개로 근사시켜 구했고, Fig.4는 전 부체의 침수표면을 나타내고 있다. 수심은 54m이고, 식(2)에서 진동항을 5개로 하고 단조감소항은 무시했다. 그리고 모든 부체는 운동하지 않고 고정된 것으로 하였다.

Fig.5는 파입사각 90° , 부체중심간 거리 16.4m인 경우의 횡방향의 표류력 계수의 계산결과와 실험결과를 나타내고 있다. 흑점은 Kagemoto의 실험결과이며 점선은 Kagemoto의 계산치이다.

Kagemoto는 단독의 부체의 diffraction 특성을 축대칭 유한요소법으로 구하고 상호간섭 이론에서 급수항을 본 계산과 동일하게 고려했다. 실선은 상호간섭을 고려한 본 계산결과이고, 일점쇄선은 파의 위상만을 고려한 본 계산결과이다. 실험치 및 Kagemoto의 계산치와 비교적 잘 일치하고 있는 것을 알 수 있다.

Kagemoto 계산치와의 상이성은 단독의 부체의 diffraction 특성을 구하는 데 있어서 본 방법은 3차원 특이점 분포법에 의해 구하고 있고 Far Field법에 의해 정상표류력을 구하고 있는 반면에, Kagemoto는 축대칭 유한 요소법으로 구하고 있고 Near Field법에 의해 정상표류력을 구하고 있는데 기인되는 것으로 생각된다. 상호간섭을 고려하지 않는 경우에는 과대하게 평가됨을 알 수 있다.

Fig.6, 7, 9는 각각 부체 중심간 간격이 16.4, 32.8, 65.6 m이고 파입사각이 0° 인 경우의 종방향의 표류력 계수의 계산결과이다. 상호간섭을 고려하지 않는 경우에는 횡방향 표류력보다 더욱 과대하게 평가됨을 알 수 있다. 또, 부체간격이 커짐에 따라 peak치가 많이 나타나고 있고, 상호간섭은 표류력에 좋은 영향을 끼치고 있음을 알 수 있다.

Fig.5, 8, 10은 각각 부체 중심간격이 16.4, 32.8, 65.6 m이고 파입사각이 90° 인 경우의 횡방향의 표류력 계수의 계산결과이다.

파 입사각이 0° 인 경우와 동일한 경향을 보여주고 있음을 알 수 있다. 부체중심 간격이 점점 커짐에 따라 상호간섭을 고려한 결과가 상호간섭을 고려하지 않는 결과에 점점 접근해 가고 있는데, 이는 당연한 결과이며 계산의 신뢰성을 나타내고 있다.

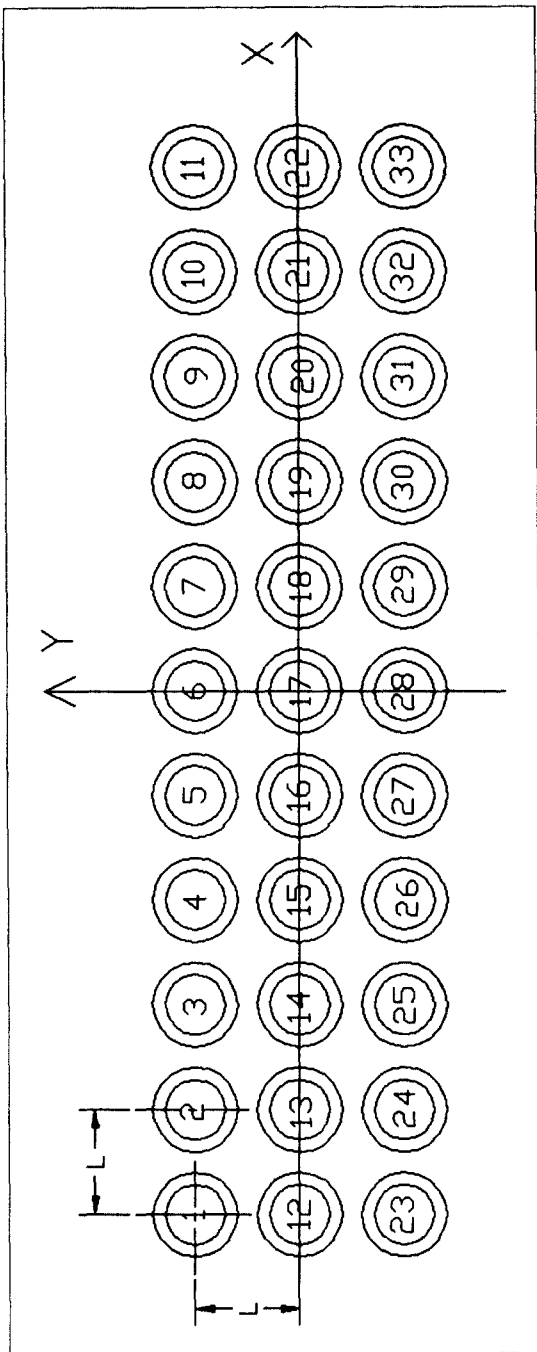


Fig. 3 Sketch of an array of 33 floating composite vertical cylinders

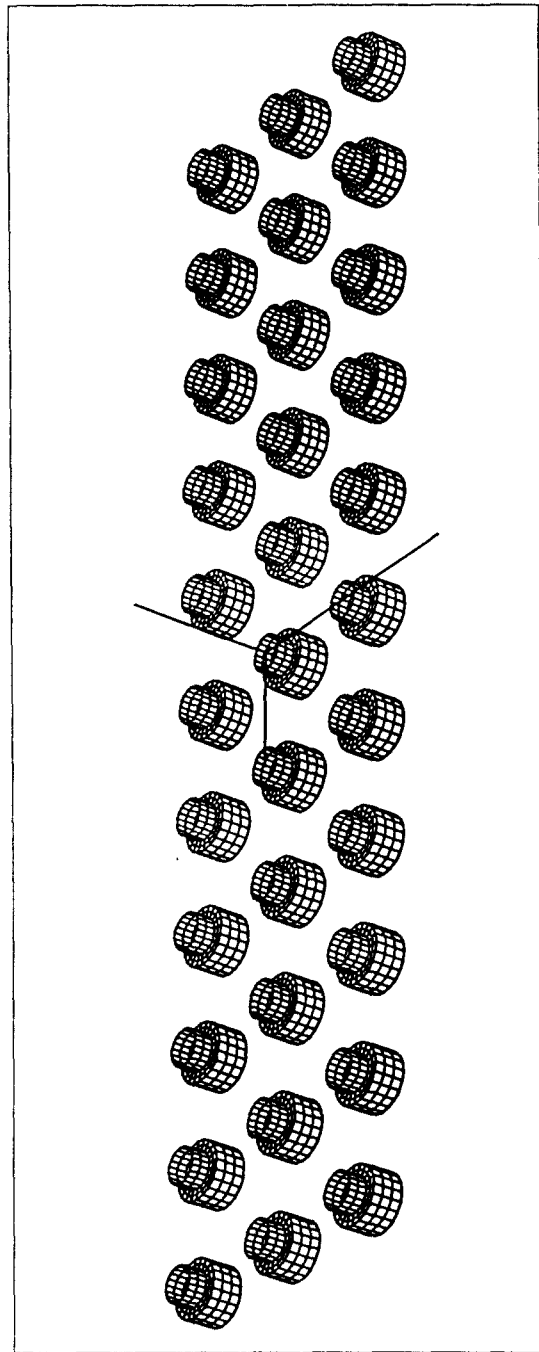


Fig. 4 Submerged surface of an array of 33 floating composite vertical cylinders

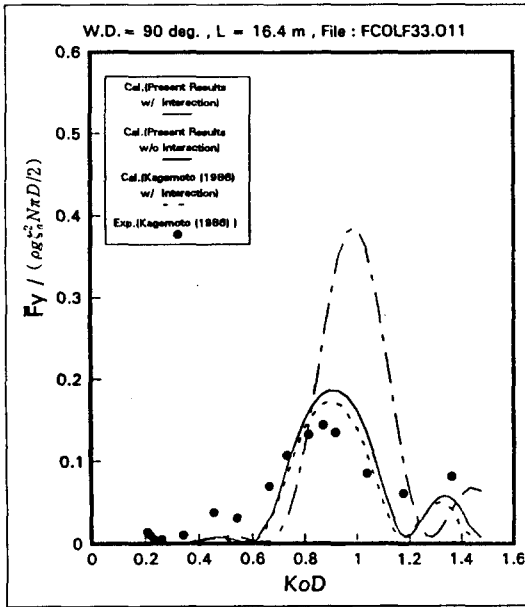


Fig. 5 Mean drift force on 33 floating composite vertical cylinders ($\beta = 90^\circ$, $L = 16.4 m$)

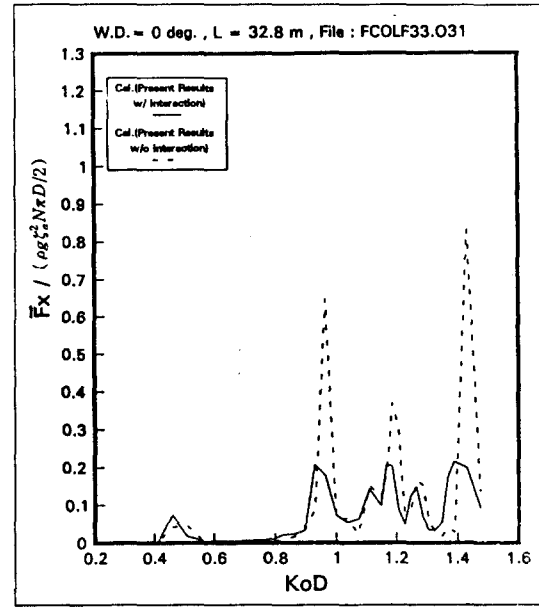


Fig. 7 Mean drift force on 33 floating composite vertical cylinders ($\beta = 0^\circ$, $L = 32.8 m$)

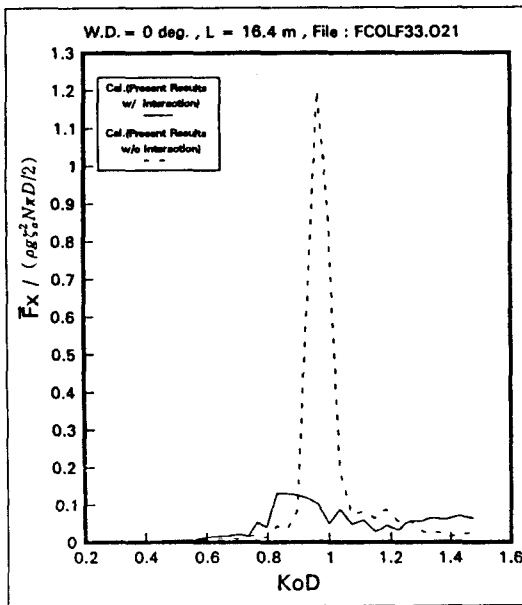


Fig. 6 Mean drift force on 33 floating composite vertical cylinders ($\beta = 0^\circ$, $L = 16.4 m$)

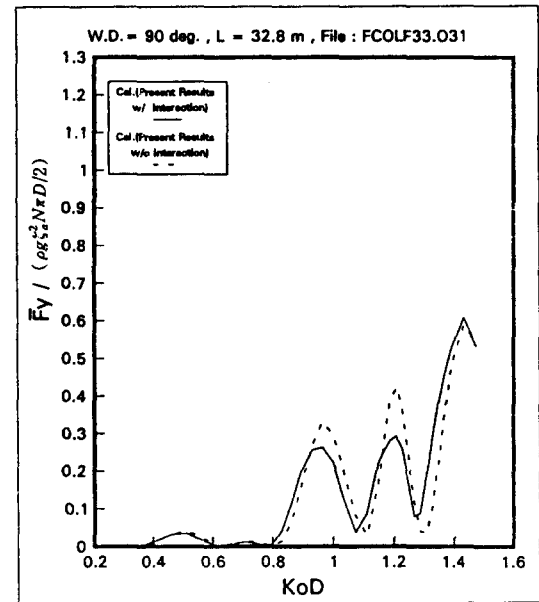


Fig. 8 Mean drift force on 33 floating composite vertical cylinders ($\beta = 90^\circ$, $L = 32.8 m$)

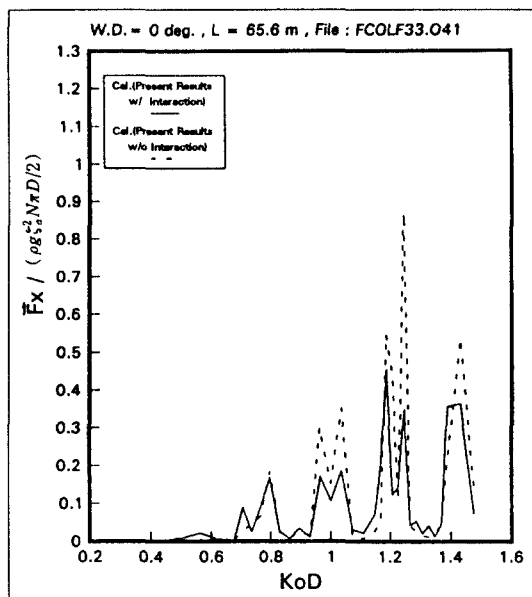


Fig. 9 Mean drift force on 33 floating composite vertical cylinders ($\beta = 0^\circ, L = 65.6 m$)

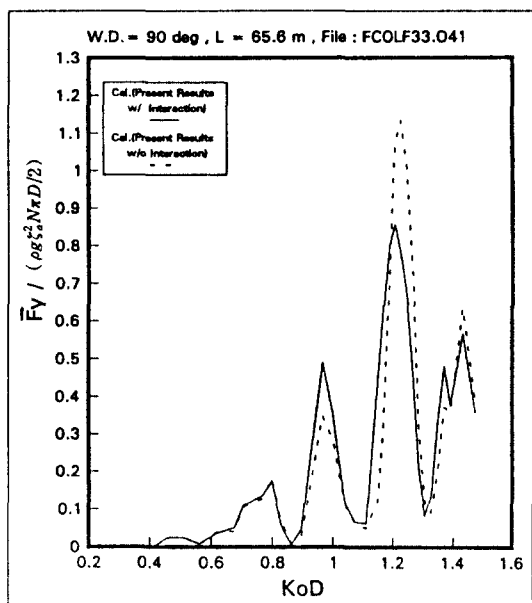


Fig.10 Mean drift forces on 33 floating composite vertical cylinders ($\beta = 90^\circ, L = 65.6 m$)

Fig.11,12는 각각 파입사각 $0^\circ, 90^\circ$ 에 대한 결과이며, 부체중심 간격이 적을수록 상호간섭의 영향에 의해 표류력이 작아짐을 알 수 있다.

다음에는 3차원 임의형상 부체군이 운동하고 있는 경우에 있어서 상호간섭의 영향을 평가하기로 한다. Fig.13(a)는 본 계산에 사용한 상자형 부체의 형상을 나타내고, Table 1 은 그 주요목을 나타내고 있다. Fig.13(b)는 침수표면을 420개의 panel로 근사시킨 것이고, Fig.14은 상자형 부체를 4행 10열의 40개로 배치시킨 것이고, Fig.15는 40개의 부체의 침수형상을 나타내고 있다. 수심은 100m이고, 파입사각은 $0^\circ, 90^\circ$ 의 2종류로 하고, 부체간의 거리는 50m로 했다.

Fig.16,17은 파입사각이 각각 $0^\circ, 90^\circ$ 인 경우의 X, Y방향의 표류력 계수의 계산결과이다. 상자형 부체군의 경우에 있어서 상호간섭을 고려하지 않는 결과는 이전의 축대칭형 부체보다 더욱더 과대평가하므로 상호간섭을 고려하여 표류력을 산정하는 것이 바람직함을 알 수 있고, 상호간섭 효과는 표류력에 좋은 영향을 끼침을 알 수 있다.

4.결론

본 연구에서 취급한 계산모델 및 계산조건하에서 얻어진 주요한 결론은 다음과 같다.

- 1) 상호간섭 이론을 이용하여 다수의 임의형상 부체간의 유체역학적 상호간섭을 고려한 대형부식 해양구조물의 정상표류력 계산기법을 개발했다.
- 2) 다수의 축대칭 부체에 대한 기존의 계산치 및 실험치와의 비교검토에 의해 본 방법의 타당성이 확인되었다.
- 3) 다수의 부체가 존재하는 경우에 있어서 상호간섭을 고려하지 않고, 위상만을 고려한 표류력의 계산결과는 실제보다 과대평가되는 것으로 나타났다.
- 4) 다수의 부체가 존재하는 경우에 있어서 상호간섭 효과는 일반적으로 표류력에 좋은 영향을 보였다.
- 5) 부체군의 부체간격이 좁아질수록 상호간섭의 영향에 의해 표류력이 작아지는 것으로 나타났다.

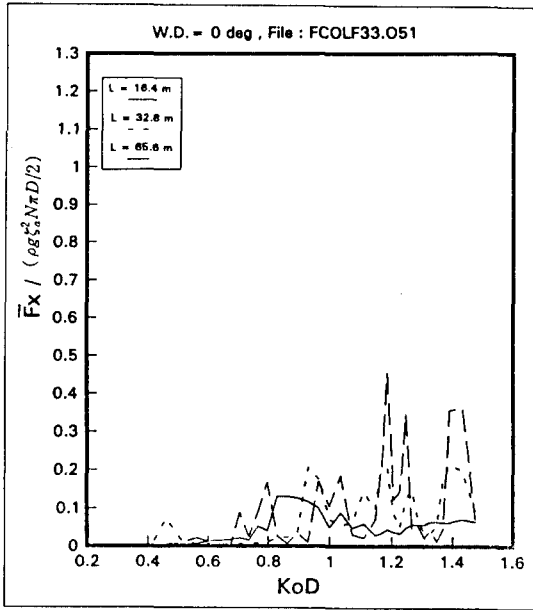


Fig.11 Mean drift forces on 33 floating composite vertical cylinders ($\beta = 0^\circ$)

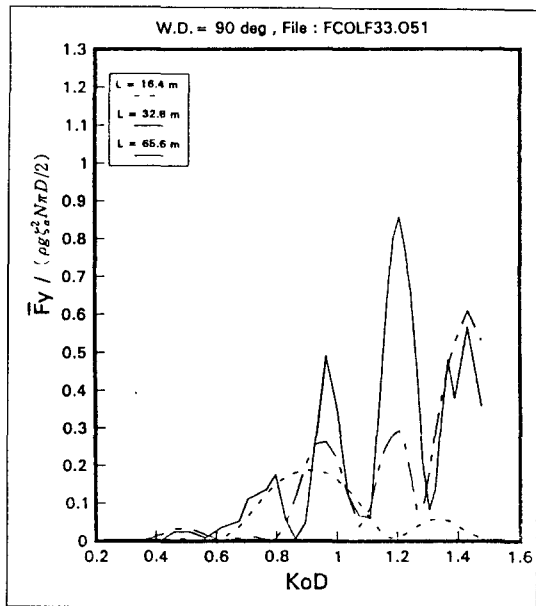


Fig.12 Mean drift forces on 33 floating composite vertical cylinders ($\beta = 90^\circ$)

Table 1 Particulars of the floating box

Length	109.70 m
Breadth	101.40 m
Draught	30.00 m
Displacement	333700 m ³
Centre of gravity above base	29.80 m
Longitudinal radius of gyration	30.30 m
Transverse radius of gyration	30.40 m

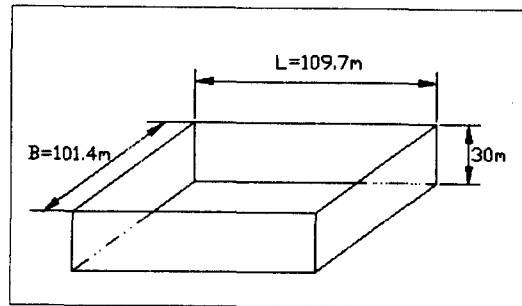


Fig. 13(a) Sketch of the floating box

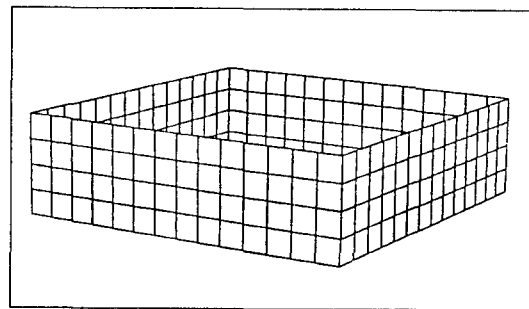


Fig. 13(b) Submerged surface of the floating box represented by 420 panels

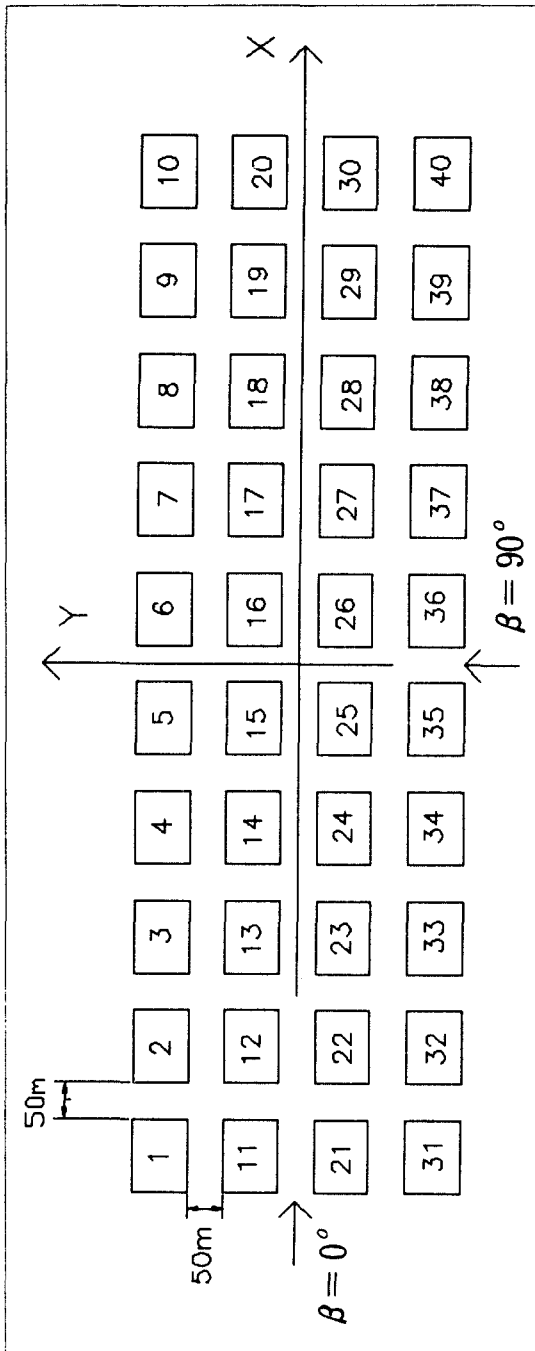


Fig. 14 Sketch of an array of 40 floating boxes

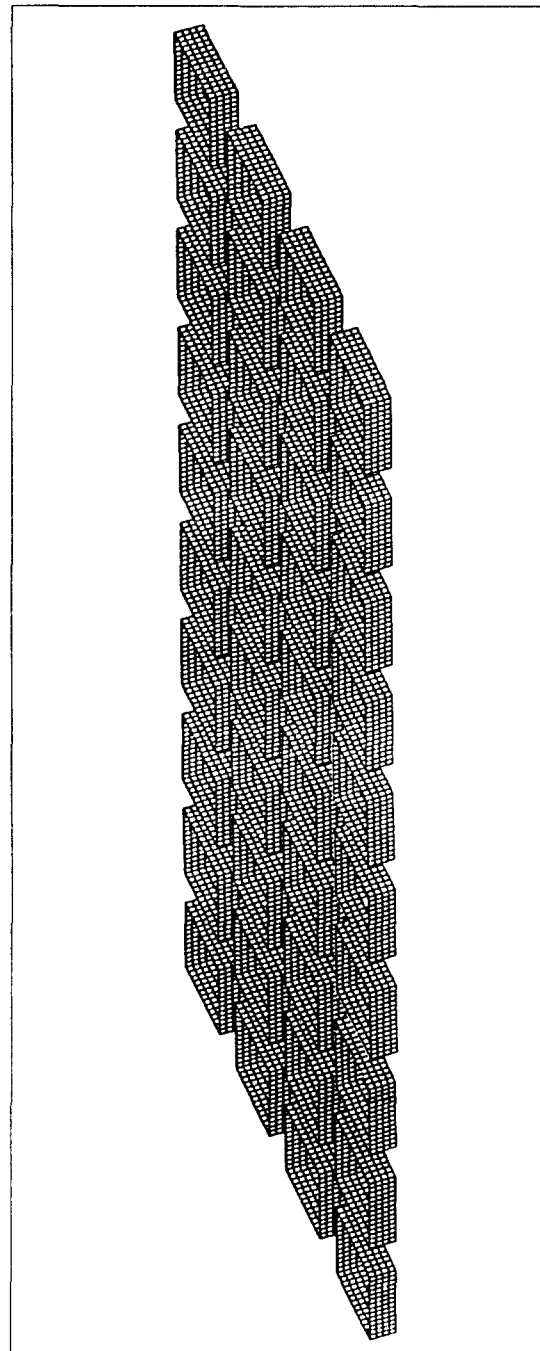


Fig. 15 Submerged surface of an array of 40 floating boxes

후 기

본 연구는 과학기술처의 출연(연) 연구사업 “대형 해양구조물의 거동해석 기법 개발”의 연구결과의 일부입니다.

참 고 문 헌

- [1] 寺井精英, “海洋情報都市”, TBSフリタニカ, 1986
- [2] 日本産業機械工業會, “浮體人工都市實現化の調査研究報告書”, 1990
- [3] Maruo, H., “The Drift of a Body Floating on Waves”, *Journal of Ship Research*, 1960
- [4] Newman, J.N., “The drift Force and Moment on Ships in Waves”, *Journal of Ship Research*, 1967
- [5] Faltinsen, O.M. and Michelsen, F.C., “Motions of Large Structures in Waves at Zero Froude Number”, *Proceedings of International Symposium on Dynamics of Marine Vehicles and Structures in Waves*, pp. 91-106, 1974
- [6] Pinkster, J.A., “Low Frequency Second Order Wave Exciting Forces on Floating Structures”, Publication No. 650 Netherlands Ship Model Basin, 1980
- [7] Van Oortmerssen, G., “Hydrodynamic Interaction between two Structures Floating in Waves”, *Proceedings of the Second International Conference on Behaviour of Offshore Structures*, pp.339-356, 1979
- [8] LØkon, A.E. “Hydrodynamic Interaction between Several Floating Bodies of Arbitrary Form in Waves”, *International Symposium on Hydrodynamics in Ocean Engineering*, pp.745-780, 1981
- [9] Takaki, M and Yoshihiko, T., “Wave Drifting Forces on Multiple Connected Floating Structures”, *Hydroelasticity in Marine Technology*, pp.403-415, 1994
- [10] Kagemoto, H. and Yue, D.K.P., “Interactions among Multiple Three-Dimensional Bodies in Water Waves, An Exact Algebraic

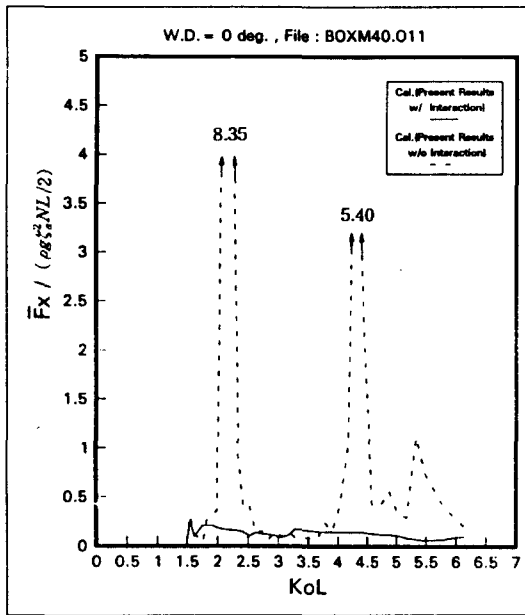


Fig. 16 Mean drift forces on 40 floating boxes ($\beta = 0^\circ$)

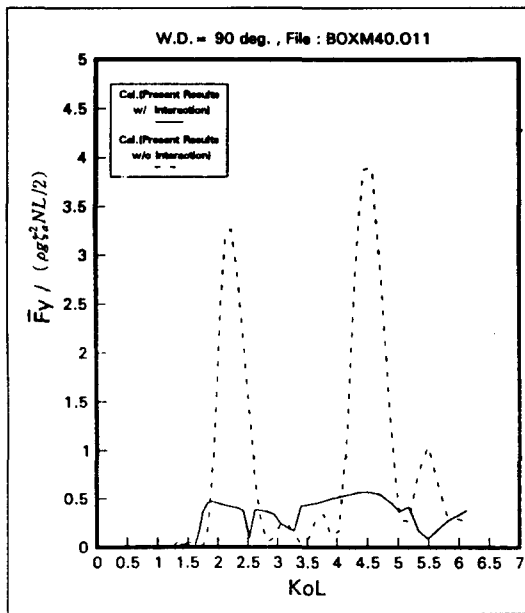


Fig. 17 Mean drift forces on 40 floating boxes ($\beta = 90^\circ$)

Method", *Journal of Fluid Mechanics*,
Vol.166, pp.189-209, 1986

- [11] 具滋三, 吉田宏一郎, "多數の三次元任意形狀物體間の相互干涉", 日本造船學會論文集, 第165號, pp.193-202, 1989