

大型浮體構造物의 流·彈性 연성거동에 관한 실험적 고찰

A Experimental Study on the Hydroelastic Behavior of Large Floating Offshore Structures

이 상 엽*
Lee, Sang-Yeob

Abstract

A large floating structure is attracting great attention in recent years from the view of ocean space utilization. Its huge scale in the horizontal directions compared with the wavelength and relatively shallow depth make this type of floating structure flexible and its wave-induced motion be characterized by the elastic deformation. In this paper, a boundary integral equation method is proposed to predict the wave-induced dynamic response mat-like floating offshore structure. The structure is modeled as an elastic plate and its elastic deformation is expressed as a superposition of free-vibration modes in air. This makes it straightforward to expand the well-established boundary integral technique for rigid floating bodies to include the hydroelastic effects. In order to validate the theoretical analysis, we compare with the experimental result of reduced model test. Satisfactory agreement is found between theory and experiment.

keywords : large floating offshore structure, elastic deformation, hybrid boundary integral equation method acceleration response, free-vibration modes in air

1. 서 론

인간의 住居空間으로써의 목적으로하는 워터프론트시설, 해양레저시설 海洋構造物은 動搖에 대한 住居性能의 확보가 중요한 항목이다¹⁾. 따라서 浮遊式보다 固定式이 주거성능에 유리하지만, 설치해역의 수심이 깊어지면 시공면에서 어려움이 많다. 그리하여 거대한 海洋構造物은 그 특성상 浮遊式이 적합하며 이러한 구조물은 設置海域의 자연환경조건이나 구조형식에 따라 動搖特性이 다르므로 구조물의 용도와 설계요구에 따라 적절한 구조형식을 선택할 필요가 있다²⁾. 현재 浮遊式海洋構造物의 대표적 형식으로써는 평판부체형, 반잠수형, 긴장계류형 등이 있다. 이들 가운데 평판부체형은 형태가 가장 단

순하므로 경제적이고 水深의 깊이에 관계없이 시공성 및 사용성이 편리하므로 해양공간의 이용 측면에서 사용가능한 형태 중 하나로서 최근 주목을 받고 있다. 이 형태의 구조물은 평면치수에 비해 부체의 두께가 상대적으로 매우 작으므로, 파랑에 의한 운동은 탄성변형이 지배적이고, 지금까지의 강체운동에 근거한 구조물의 해석과는 다른 양상을 나타낼 것이다. 따라서 유체·탄성체의 동적 상호작용을 고려한 유체력 및 응답의 평가가 이루어져야 한다. 이에 대해, 최근 일본에서 초대형 부체구조물인 Mega-float의 실험실실험^{3,4)}을 통하여 실험적 검증 및 실현화에 주력하고 있으며, 이를 계기로 많은 실험적 연구 및 이론적 해석이 이루어지고 있다. 그러나, 실험실에서 행하는 모형실험은 주변여건상 그 크기에 제약이 있어 축소모형을 사용하는 것이 불가피하나, 모형의 축척이 줄어들면 精度가 떨어질 수 있으므로 지금까지는 주로 비

* 정회원 · 영남대학교 건축공학과 겸임부교수, 공학박사

교적 큰 치수를 갖는 모형에 의한 실험이 행해졌다.

본 논문에서는 치수가 작은 모형에 대해 동일한 실험을 행하고 그 결과를 Hybrid적분방정식법⁵⁾에 유체·탄성체의 동적 상호작용을 고려한 해석법과 비교함으로써 타당성을 제시하고자 한다.

2. 動搖解析의 기초이론

본 장에서는 실험의 결과를 검증하기 위한 대형 부체구조물의 유·탄성 해석법에 대해 간단히 기초이론을 언급한다.

대형부체구조물의 유체·탄성문제에 대한 해석법에는 부체구조물의 고유모드(공중 또는 수중)를 구해, 그것을 중첩해서 탄성응답과 유체력을 해석하는 모드법과 각 점의 변위를 이산화된 운동방정식으로 부터 직접구하는 이산화법이 있다⁶⁾. 본 논문에서는 전자의 방법에 의해 해석하며 정식화의 과정은 다음과 같다.

2.1 탄성부체의 공중모드 전개

본 연구에서는 부체를 양단자유의 보로 보고 시간 t에서의 연직변위 $w(t)$ 를 공중에서의 1~N차 모드까지 모드중첩으로 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$w(t) = Re \left[\sum_{j=1}^N \xi_j Z_j e^{-i\omega t} \right] \quad (1)$$

여기서, ω 는 원진동수를, ξ_j 는 모드진폭을 나타낸다.

부체의 수평좌표위치 x에 대해서, Z_j 는 j차의 모드형으로 다음 식으로 주어진다.

$$Z_1 = 1 \quad (2)$$

$$Z_2 = \bar{x} \quad (3)$$

$$Z_j = \frac{1}{2} \left(\frac{\cos(\mu_j \bar{x})}{\cos(\mu_j)} + \frac{\cosh(\mu_j \bar{x})}{\cosh(\mu_j)} \right), \quad j: \text{홀수차 모드} \quad (4)$$

$$Z_j = \frac{1}{2} \left(\frac{\sin(\mu_j \bar{x})}{\sin(\mu_j)} + \frac{\sinh(\mu_j \bar{x})}{\sinh(\mu_j)} \right), \quad j: \text{짝수차 모드} \quad (5)$$

여기서, $\bar{x} = \frac{x}{L}$ 이고, L은 부체길이, $\mu_j (j \geq 3)$

은 다음 고유방정식의 근이다.

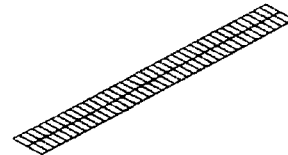
$$\tan \mu_j + \tanh \mu_j = 0 \quad j: \text{홀수차 모드} \quad (6)$$

$$-\tan \mu_j + \tanh \mu_j = 0 \quad j: \text{짝수차 모드} \quad (7)$$

1차(Heave), 2차(Pitch)는 강제모드, 3차이상은 탄성모드를 나타낸다.(그림. 1)



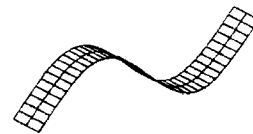
1차모드(Heave)



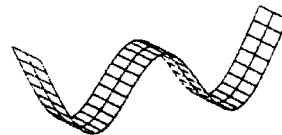
2차모드(Pitch)



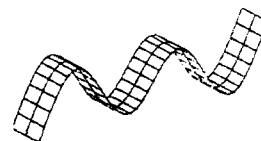
3차모드 ($\mu_3=2.365$)



4차모드 ($\mu_4=3.927$)



5차모드 ($\mu_5=5.498$)



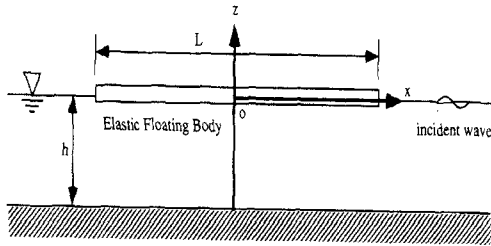
6차모드 ($\mu_6=7.069$)

<그림 1> 공중에서의 자유진동모드

2.2 유체·탄성부체 연성경계치문제

그림 2에서 나타난 것과 같은 평판탄성부체에서, 부체의 높이 및 배수심은 수평방향 치수에 비해 작고, 부체는 연직방향 변위만 갖는 것으로 한다. 공간 고정좌표계 $o-xyz$ 에서, oxy 면을 平均自由表面에 일치시키고 oz 축의 正방향을 鉛直의 上向으로 한다. 또한 원통좌표계 $or\theta z$ 를 식(8)과 같이 정의한다.

$$x = r \cos \theta, \quad y = r \sin \theta \quad (8)$$



〈그림 2〉 탄성모형도

부체의 운동 및 入射波는 상대적으로 微小한 것으로 가정하여 線形重疊의 原理가 성립하는 것으로 한다. 시각 t 에 있어서 부체의 연직변위 $\omega(t)$ 는 공중모드에서의 고유진동모드 Z_j ($j=1, 2, \dots, N$)의 중첩에 의해 (1)식과 같이 표현된다.

물체의 운동은 3차원 공간에서 6개의 剛體모드 즉 Surge, Sway, Heave, Roll, Pitch, Yaw를 중첩함으로써 표현할 수 있다. 물체의 각 모드의 周期的 운동은 다음 식으로 나타낼 수 있다.

$$X_q(t) = \text{Re} \{ x_q e^{-i\omega t} \}, \quad q=1, 2, \dots, 6 \quad (9)$$

여기서 ω 는 振動數, t 는 時間, x_q 는 q 모드의 運動複素振幅을 나타내며, 指標 $q=1, 2, \dots, 6$ 은 각각 Surge, Sway, Heave, Roll, Pitch, Yaw에 대응하고 있다.

유체가 非回轉性的의 理想流體라 가정하면 速度퍼텐셜은 다음 식으로 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned} \phi(t) &= \text{Re} \{ \phi e^{i\omega t} \} \\ &= \text{Re} \left\{ \left(\phi_I + \phi_D + i\omega \sum_{j=1}^N \xi_j \phi_j \right) e^{i\omega t} \right\} \end{aligned} \quad (10)$$

여기서 ϕ_I 는 入射波퍼텐셜, ϕ_D 는 散亂波퍼텐셜을, ϕ_j 는 물체의 j 모드의 단위진폭운동에 의한 發散波퍼텐셜이다.

入射波의 振幅을 ζ_0 , 주파수를 ω 波數를 k , 入射波의 전파방향이 x 축과 이루는 각도를 α 로 한다. 平面進行波에서 入射波퍼텐셜은 다음 식으로 표현된다.

$$\phi_I = -\frac{ig\zeta_0}{\omega} \frac{\cosh k(z+h)}{\cosh kh} e^{ik(x \cos \alpha + y \sin \alpha)} \quad (11)$$

여기서 g 는 중력가속도를 나타내고 波數 k 와 振動數 ω 사이에는 다음 관계식이 성립한다.

$$\frac{\omega^2}{g} \equiv \nu = k \tanh kh \quad (12)$$

散亂波퍼텐셜 및 發散波퍼텐셜은 다음의 연속방정식 및 경계조건을 만족해야 한다.

$$\nabla^2 \phi_j = 0 \quad \text{流體內에서} \quad (13a)$$

$$\frac{\partial \phi_j}{\partial n} = 0 \quad \text{底面上에서} \quad (13b)$$

$$\frac{\partial \phi_j}{\partial z} - \nu \phi_j = 0 \quad \text{自由表面上에서} \quad (13c)$$

$$\frac{\partial \phi_j}{\partial n} = \begin{cases} n_z Z_j, & j=1, 2, \dots, N \\ -\frac{\partial \phi_I}{\partial n}, & j=D \end{cases} \quad \text{物體表面上에서} \quad (13d)$$

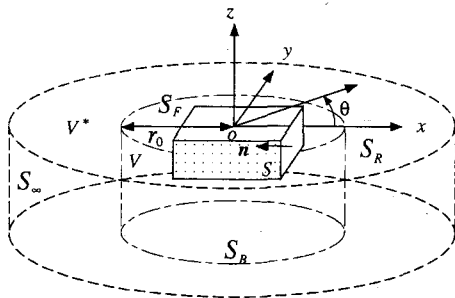
$$\sqrt{(r)} \left(\frac{\partial \phi_j}{\partial r} - i\phi_j \right) = 0 \quad \text{無限遠方에서} \quad (13e)$$

여기서 $\partial/\partial n$ 은 境界면에 있어서 유체영역에 대해 外向單位法線벡터 n 의 成分을 나타내며, n_z 는 n 의 z 방향여현을 나타낸다.

2.3 Hybrid형 적분방정식법에 의한 해법

경계치문제 (13a)~(13e)의 수치해법으로서 압력

분포식 등의 여러방법이 있지만, 본 연구에서의 Hybrid형 적분방정식법을 채용하고 있다. 이 방법은 무한공간의 그린함수(기본해)를 이용하기 때문에 고전적인 경계적분방정식법에 비해 계산에 드는 노력이 줄어드는 잇점이 있다. 다음은 Hybrid형 적분방정식법에 의한 해법의 개요를 나타낸다.



〈그림 3〉 유체영역과 가상원통면

그림 3에 나타난 것 같이 유체영역을 반경 r_0 의 가상원통면 S_R 로 2개의 영역으로 분할한다. 이 가상원통면은 물체와 불규칙한 저면을 포함하는 충분히 큰 것으로 한다. 내부영역을 V , 외부영역을 V^* 로 나타내고, 각각의 퍼텐셜을 ϕ_V, ϕ_j^* 로 한다.

ϕ_j^* 를 원통좌표계에 대한 고유함수열로 전개하면 다음 식으로 표현된다.

$$\phi_j^* = \sum_{n=0}^{\infty} \sum_{m=0}^{\infty} (\alpha_{mn} \cos n\theta + \beta_{mn} \sin n\theta) R_{mn}(r) Z_m(z) \quad (14)$$

여기서, $R_{mn} = \begin{cases} \frac{H_n^{(1)}(kr)}{H_n^{(1)}(kr_0)}, & m=0 \\ \frac{K_n(k_m r)}{K_n(k_m r_0)}, & m>0 \end{cases} \quad (15)$

$$Z_m = \begin{cases} \frac{\cosh k(z+h)}{\cosh kh}, & m=0 \\ \frac{\cos k_m(z+h)}{\cos k_m h}, & m>0 \end{cases} \quad (16)$$

이고, $H_n^{(1)}$ 은 n 차의 제1종 Hankel함수를, K_n 은 n 차의 제2종 Bessel함수를 나타내며, k_m 은 주파수 ω 에 대한 다음 분산방정식의 正實根이다.

$$k_m \tan k_m h + \nu = 0 \quad (17)$$

ϕ_j^* 가 V^* 내에서 연속방정식(13a), 底面조건(13b), 자유표면조건(13c) 및 방사조건(13e)를 만족하는 것을 알 수 있다.

ϕ_j 와 ϕ_j^* 는 가상원통면상에서 압력 및 법선속도의 연속조건에 의해 다음의 관계가 있다.

$$\phi_j = \phi_j^*, \quad \frac{\partial \phi_j}{\partial r} = \frac{\partial \phi_j^*}{\partial r} \quad S_R \text{ 상에서} \quad (18)$$

내부유체영역에 대해서 그린의 공식을 적용하면 다음 식이 구해진다.

$$C_P \phi_j(P) = \iint_{\partial V} \left[\frac{\partial \phi_j}{\partial n}(Q) \left(\frac{1}{R_{PQ}} \right) - \phi_j(Q) \frac{\partial}{\partial n}(Q) \left(\frac{1}{R_{PQ}} \right) \right] dS(Q) \quad (19)$$

여기서, P 는 V 를 둘러싼 경계면상 ∂V 의 기준점, Q 는 ∂V 상의 적분점을, $dS(Q)$ 는 ∂V 상의 면적요소를, R_{PQ} 는 2점 P, Q 사이의 거리를, C_P 는 점 P 에 있어서 V 와 이루는 입체내각을 나타낸다.

식(19)에 식(13a)~(13d) 및 식(18)을 이용하면, 다음의 경계적분방정식이 구해진다.

$$C_P \phi_j(P) = \iint_{S \cup S_R} \phi_j(Q) \frac{\partial}{\partial n}(Q) \left(\frac{1}{R_{PQ}} \right) dS(Q) + \iint_{S_F} \phi_j(Q) \left[\frac{\partial}{\partial n}(Q) \left(\frac{1}{R_{PQ}} \right) - \nu \left(\frac{1}{R_{PQ}} \right) \right] dS(Q) + \iint_{S_A} \left[\phi_j^*(Q) \frac{\partial}{\partial n}(Q) \left(\frac{1}{R_{PQ}} \right) - \frac{\partial \phi_j^*}{\partial n}(Q) \left(\frac{1}{R_{PQ}} \right) \right] dS(Q) = \begin{cases} \iint_S n_z(Q) Z_j(Q) \left(\frac{1}{R_{PQ}} \right) dS(Q), & j=1, 2, \dots, N \\ - \iint_S \frac{\partial \phi_j}{\partial n}(Q) \left(\frac{1}{R_{PQ}} \right) dS(Q), & j=D \end{cases} \quad (20)$$

적분방정식 (20)을 이산화해서 풀면, 경계면상의 퍼텐셜 ϕ_j 와 미지계수 α_{mn}, β_{mn} 이 결정된다.

2.4 流體力 및 運動應答

速度퍼텐셜이 구해지면 물체표면에 작용하는 變流體壓 p 는 線形化된 베르누이식

$$p = -\rho \left(\frac{\partial \Phi}{\partial t} + g\omega \right) \quad (21)$$

에 의해 계산된다. 여기서 ρ 는 유체의 밀도를 나타

낸다.

식(21)에 식(10)을 대입하면 다음과 같이 된다.

$$p = \text{Re}[\rho i \omega \phi e^{-i \alpha t}] - \rho g \omega \quad (22)$$

평판부체형에 대한 운동방정식은 다음과 같다.

$$D \nabla^4 \omega + n \frac{\partial \omega}{\partial t} + m \frac{\partial^2 \omega}{\partial t^2} = p \quad (23)$$

여기서, D, m, n은 각각 공중모드에서 부체의 휨강성, 단위체적당의 질량 및 재료감쇠계수를 나타낸다.

식(23)에 식(22), (1), (10)을 대입하고, 시간의존항 $e^{-i \omega t}$ 를 생략하면 다음 식이 구해진다.

$$\begin{aligned} \sum_{k=1}^N (D \nabla^4 Z_k - i \omega n Z_k - \omega^2 m Z_k) \xi_k \\ = \rho \omega (\phi_I + \phi_D) + \sum_{k=1}^N (\omega^2 \phi_k - g) Z_k \xi_k \end{aligned} \quad (24)$$

상기 식의 양변에 Z_j 를 곱하고 전체 底面積에 대해 적분하면, 모드좌표에 대한 부체의 운동방정식은 다음과 같이 구해진다.

$$\begin{aligned} \sum_{k=1}^N [-\omega^2 (m_{jk} + M_{jk}) - i \omega (n_{jk} + N_{jk}) + (k_{jk} + K_{jk})] \xi_k = f_j \\ j = 1, 2, \dots, N \end{aligned} \quad (25)$$

$$\text{여기서 } m_{jk} = \int \int_S m Z_j Z_k d\bar{S} \quad (26)$$

$$n_{jk} = 2 \eta_k \omega_k m_{jk} \quad (27)$$

$$k_{jk} = \omega_k^2 m_{jk} \quad (28)$$

$$M_{jk} + \frac{i}{\omega} N_{jk} = \rho \int \int_S \phi_k Z_j d\bar{S} \quad (29)$$

$$K_{jk} = \rho g \int \int_S Z_j Z_k d\bar{S} \quad (30)$$

$$f_j = \rho i \omega \int \int_S (\phi_I + \phi_D) Z_j d\bar{S} \quad (31)$$

이고, ω_k 및 η_k 는 공중모드에서 k차의 비감쇠고유

원진동수 및 재료감쇠정수를 나타낸다.

m_{jk} , n_{jk} 및 k_{jk} 는 공중모드에서 일반화관성계수, 일반화감쇠계수 및 일반회복원력계수를 나타내며, M_{jk} , N_{jk} , K_{jk} 및 f_j 는 각각 일반화부가관성계수, 일반화부가감쇠계수, 부력변화에 의한 일반화정적복원력계수 및 일반화과강제력을 나타낸다.

운동방정식(25)를 풀어 모드좌표 ξ_j 가 구해지면 이들을 식(1)에 대입함으로써 부체의 주파수영역에 대한 운동응답이 구해진다.

3. 모형실험 및 검증

3.1 실험모형과 축척

실험에 사용된 대형부체구조물 모형의 주요치수와 모형에 대한 실구조물의 치수를 비교해서 표 1에 나타내었다. 모형의 축척의 결정은 조파수조의 크기 및 조파능력을 고려하였다. 본 연구에서는 탄성부체의 과광응답성상을 정량적으로 파악하기 위해 실구조물로서 Mega Float 부체의 1개 유니트를 선택하여 조파수조 및 설치장치의 성능한계를 고려해서 치수축척을 약 1/100로 하고, 강성축척을 1/240로 하였다. 단, 수심은 축척에 맞추면 10cm 이하가 되어 조파가 불가능하므로 1.0 m의 수심으로 하였다.

〈표 1〉 실험모형의 제원(실구조물과비교)

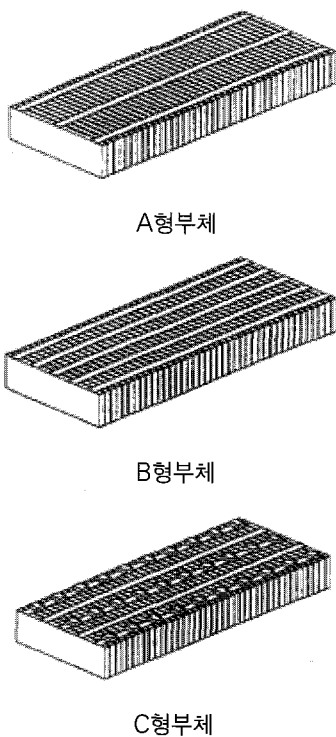
		실구조물	실험모형
축척		100	1
부체제원	길이폭 두께	100 m	1.0 m
		20.0 m	0.4 m
		0.5 m	0.05 m
파랑조건	파고 주기 파장	50~200 cm	0.5 ~2.0 cm
		4~8 sec	0.4 ~0.8 sec
		25 ~100 m	25 ~100 cm
강성		240	1

3.2 부체모형의 제작

부체의 탄성모형을 제작할 때, 부체의 모형재료로서 바람직한 성질은 함수성 없이 부력을 유지할 수

있어야 하며, 또한 파랑에 대해 연속적으로 탄성변형을 나타낼 수 있어야 한다. 이 2조건을 만족하는 단일재료로서 모형 제작이 어려워므로 본 연구에서는 강성을 알루미늄평판(두께 0.5mm, 길이 1.0m, 폭 3.0cm) 3~5매에 부담시키고, 여기에 부력을 주기위해 발포폴리에틸렌(50mm×20mm×400mm)을 5mm 간격으로 40개를 접착하여, 파압에 대해 연속적으로 변형하도록 하였다.

모형의 형상 및 주요치수는 각각 그림 4 및 표 2와 같다.



〈그림 4〉 Sketch of model for experiment

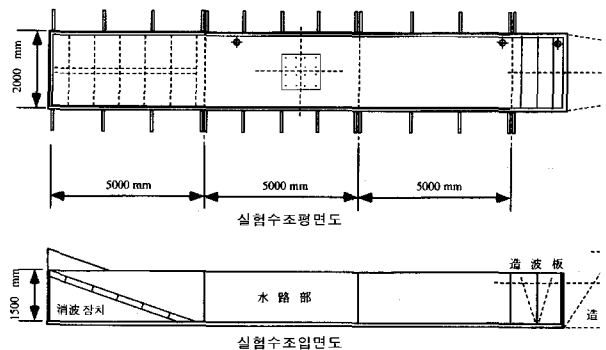
〈표 2〉 실험모델의 제원(실구조물과비교)

	휨강성 (kg·cm ²)	질량 (kg)	배수심 (mm)	비고
A형부체	66	0.69	2.16	알루미늄 평판 3매
B형부체	109	0.79	2.47	알루미늄 평판 5매
C형부체	109	4.43	13.85	부가질량 추가

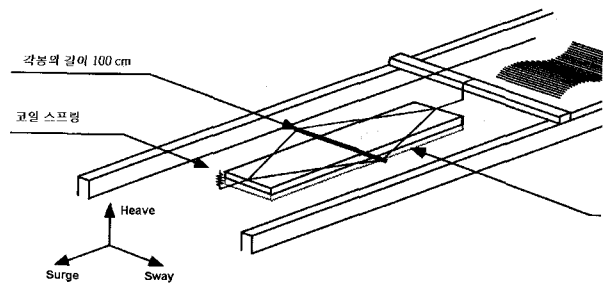
3.3 실험장치 및 계측방법

실험에 사용한 수조는 名古屋大學工學研究科 소유의 수로길이가 15.0m, 수로폭이 2.0m, 수심이 1.5m인 2차원 조파수조이다.(그림 5) 이 수조의 중앙부에 부체모형을 설치하고, 입사파를 발생시켜 계측을 행하였다. 계측항목은 입사파형과 부체각부의 연직변위 및 변형응답이다.

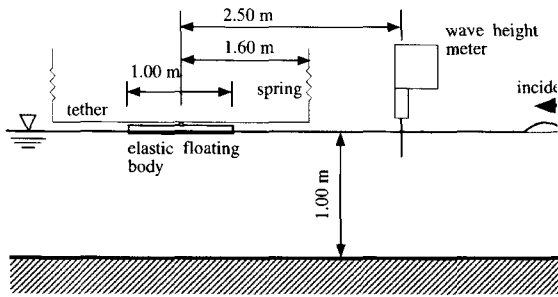
모형의 계류방법 및 계측방법은 이하와 같다. 우선, 계류방법에 대해서는, 연직방향은 구속하지 않고 수평방향만을 구속하였으며, 비틀림이 발생하지 않도록 부체중앙에 부착한 나무봉을 와이어로 균형을 잡으면서 그림 6과 같이 코일스프링으로 계류시켰다. 입사파 조건으로서는, 파고 1.0cm, 주파수 0.5~3.0Hz 범위의 규칙파를 부체모형의 단변면에 입사시켜, 입사파형을 부체중앙에서 2.5m전방에 설치한 파고계에 의해 부체 위 8점의 연직변위를 비접촉 화상처리계측장치에 의해 계측하고, 알루미늄평판 위 8점의 변형을 변형게이지로 측정했다.



〈그림 5〉 실험수조



〈그림 6〉 계류방법

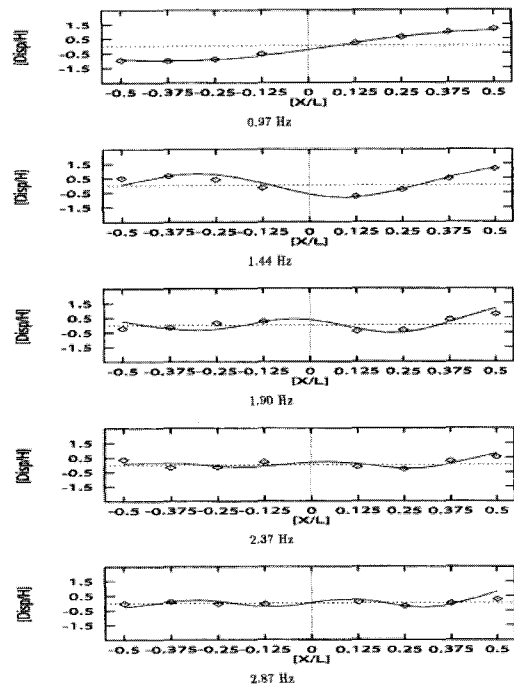


〈그림 7〉 실험장치

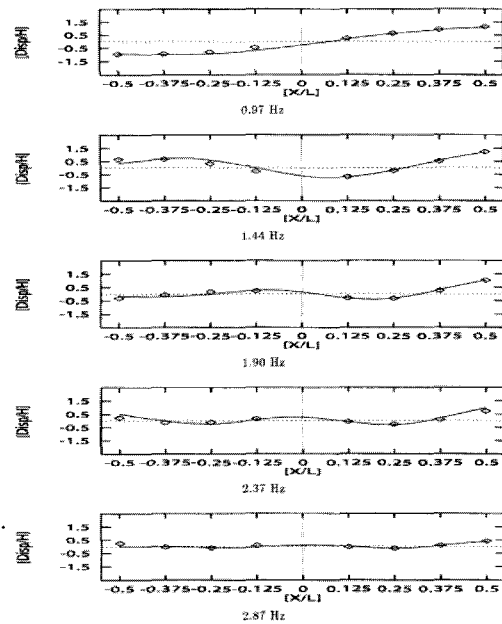
3.4 실험결과 및 고찰

그림 8~그림 10에서는 각 Type별 부체의 파상측 단부에 대한 연직변위응답이 최대가 될 때의 전체변위형태에 대해 이론치와 실측치를 비교한 것이다. 종축은 응답치를 입사파의 반진폭으로 나눈 값 (Disp/H)을 나타내며, 횡축은 부체길이에 대한 각 측정점의 위치(X/L)를 나타낸다. 각 Type별 모든 주파수 영역에서 이론치와 실측치는 잘 일치하고 있으므로 이론 및 실험의 타당성을 나타낸다. 각 Type별 응답의 형태는 거의 유사하므로 실험에 사용한 모형의 형식에는 특별히 제한이 없음을 알 수 있고, 또한 주파수의 증가와 함께 부체전반에 걸쳐 마디의 수가 증가하면서 강제변위가 감소하고 탄성변형이 지배적임을 알 수 있다.

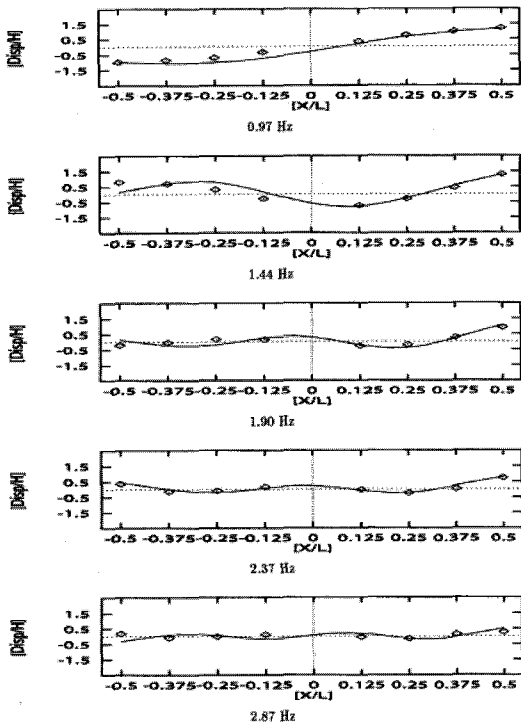
그림 11~그림 13에서는 각 측정점의 연직변위 응답진폭에 대한 비교결과를 L/λ 의 함수로서 정리한 것이다. 양단부(Point 0, Point 7) 이외의 점에서는 이론치와 실측치가 잘 일치하는 결과를 나타낸다. 양단부에 대해서도 $L/\lambda = 0.16 \sim 3.0$ 에서는 잘 일치하고 있다. 그러나 $L/\lambda = 3.0 \sim 5.0$ 의 단파장영역에서 이론치와 실측치가 약간의 불일치를 보이는 것은 이론해석과정에서 요소분할 수가 다소 부족한 것에 기인하는 것으로 생각된다



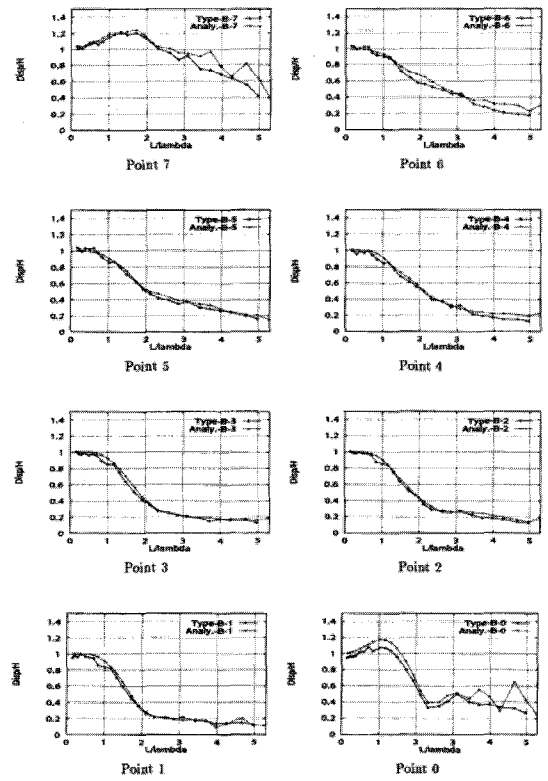
〈그림 8〉 연직변위분포의 비교(A형부체)



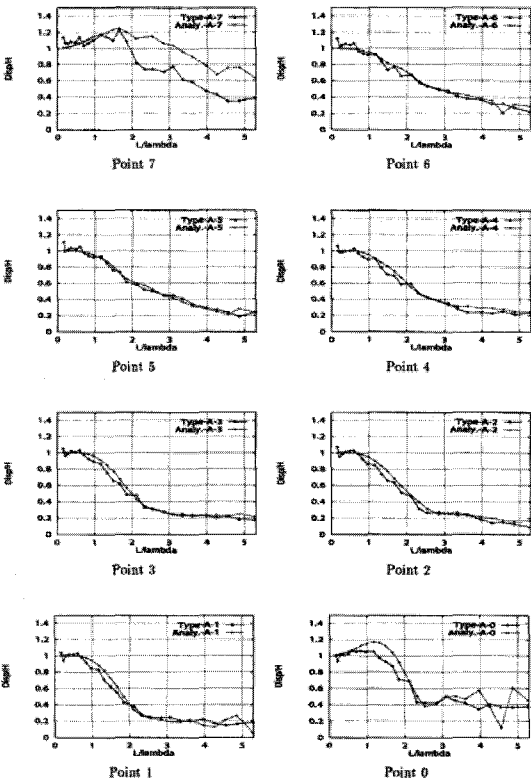
〈그림 9〉 연직변위분포의 비교(B형부체)



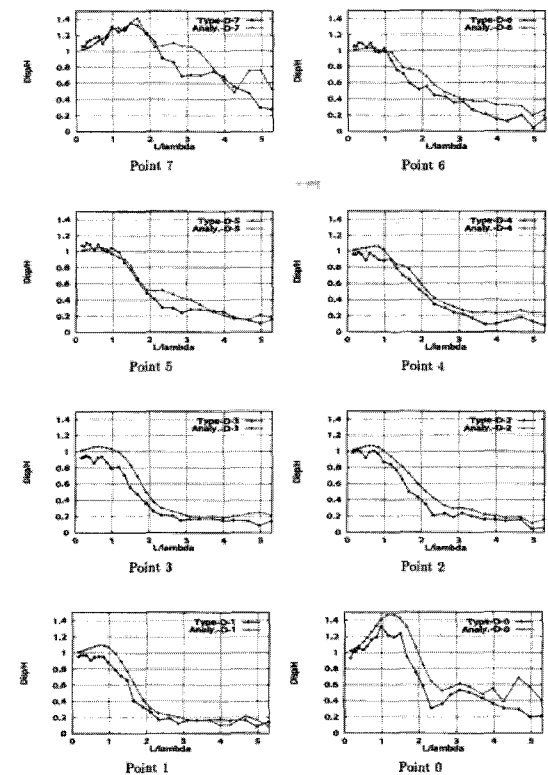
〈그림 10〉 연직변위부포의 비교(C형부체)



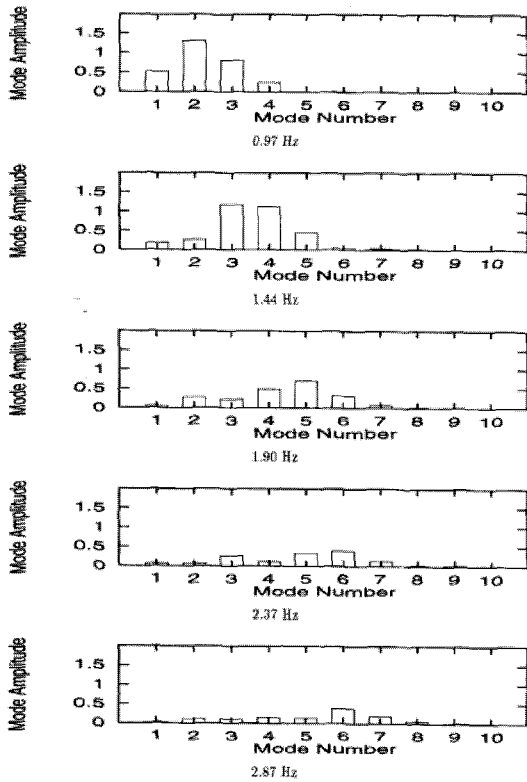
〈그림 12〉 연직변위응답의 비교(B형부체)



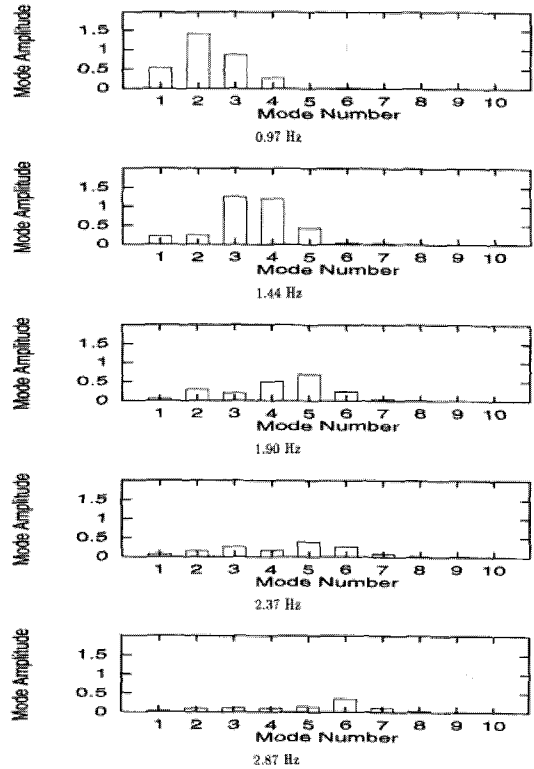
〈그림 11〉 연직변위응답의 비교(A형부체)



〈그림 13〉 연직변위응답의 비교(C형부체)

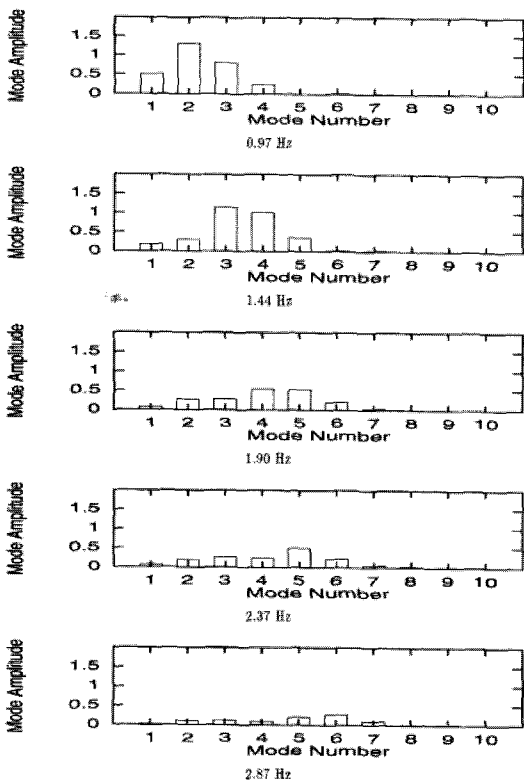


〈그림 14〉 모드진폭분포의 해석결과(A형부체)



〈그림 16〉 모드진폭분포의 해석결과(C형부체)

그림 14~ 그림 16은 이론해석결과에 있어서 各次 모드진폭의 절대치를 次數별로 나타낸 것이고, 주파수가 높아지면서 강제모드의 기여분이 적어지고 고차의 탄성모드가 두드러지는 경향을 나타낸다.



〈그림 15〉 모드진폭분포의 해석결과(B형부체)

4. 결 론

以上에서, 平板狀의 彈性浮體에 대한 流·彈性 거동을 알기위한 축소형 모형에 대한 실험의 결과를 자유진동모드를 증첩한 Hybrid적분방정식법에 의한 해석의 결과와 비교 하였다.

그 결과 이론치와 실측치가 잘 일치하므로 이론의 검증 및 축소형 실험에 대한 타당성을 나타내며, 전체적인 변형의 양상은 양단부에서 두드러지게 나타나고, 주파수가 높아질수록 강제변형이 줄어들면서 탄성변형이 지배적인 경향을 보인다.

양단부에 대한 큰 변형은 주거성의 측면에서 불리하게 작용하므로 향후, 이러한 양단부의 큰변형을 억제할 수 있는 방법에 대한 연구는 이루어져야 할 것으로 생각된다.

参 考 文 献

- 1) 日本建築學會, “海洋建築計劃指針”, 1988.
- 2) 日本建築學會, “海洋建築物構造設計指針 (浮遊式)”, 1992.
- 3) 메가프로트-技術研究組合, “超大型浮体式海洋構造物(메가프로트)平成7年度研究結果報告書”, 1996.
- 4) 메가프로트-技術研究組合, “超大型浮体式海洋構造物(메가프로트)平成8年度研究結果報告書”, 1997.
- 5) 松井徹哉, 加藤賢治, “ハイブリッド型積分方程式法による浮体の定常動揺問題の数値解析”, 日本建築學會 第393号, pp.165-176, 1988.
- 6) 海洋工學委員會性能部會, “超大型浮体構造物, 成山堂書店, 1995.