

해양공간이용구조물의 응답제어

구 자 삼* · 홍 봉 기**

(1991년 11월 10일 접수)

Control of Dynamic Responses of Huge Structures for Ocean Space Utilization in Waves

Ja-Sam Goo and Bong-Ki Hong

Key Words : Dynamic Response(동적응답), Floating Breakwater(부유식방파제), Huge Off-shore Structure(대형해양구조물), Ocean Space Utilization(해양공간이용), Hydrodynamic Interaction(유체상호간섭)

Abstract

A numerical procedure is described for predicting the dynamic responses of combined systems of floating breakwaters and huge offshore structures supported by a large number of the floating bodies in waves.

The hydrodynamic interactions among total floating bodies are taken into account in their exact form within the context of linear potential theory. Wave control effects are discussed with both hydrodynamic interactions and hydrodynamic-structure interaction effects. The method presented is applicable to combined systems of floating breakwaters and huge structures for ocean space utilization for which a number of practical uses are seen in the future.

1. 서 론

부유식 해양구조물이 초대형으로 됨에 따라 상대적으로 굽힘강성이 작아져서 외력에 대해 쉽게 변형하기 때문에 정적으로는 충분한 강도를 갖는 구조물 일지라도 동적내력응답이 허용되지 않는 경

우가 있다. 또 생활공간으로서의 해양공간이용구조물의 경우에는 동적내력응답이 허용되어도 가속도응답이 문제로 될 때도 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 단독의 지지부체의 waveless점을 이용하는 방법 혹은 홀수를 크게하는 방법과 같은 구조물의 형상의 최적화, 적당한 active제어기구의 도입 혹은 해역제어구조물의 병설등이 필요하게

* 정희원, 부산수산대학교 공과대학 선박공학과

** 부산수산대학교 공과대학 선박공학과

될 것이다. 또 금후에는 해양공간 및 해양자원을 유효하게 이용하기 위해 대수심화에 보다 일층 진행할 것으로 예상되는 데 이와같은 해역에서의 파랑제어기술의 하나로서 부유식 파랑제어구조물을 생각할 수 있다. 파랑제어구조물만에 대한 연구는 다수 행해지고 있으나^{1)~4)}, 파랑제어구조물과 해양공간이용구조물과 같은 대형 해양구조물과의 상호간섭에 대해서는 Tsuzuki 등⁵⁾에 의한 두 구조물의 강제운동응답에 관한 실험적 연구만이 보고되고 있는 실정이다. 더우기 두 구조물의 운동응답뿐만 아니라 해양공간이용구조물의 탄성응답의 파랑제어효과에 대해서도 평가할 필요가 있다. 이들 구조물간의 상호간섭특성을 파악해 두는 것은 파랑제어구조물의 최적배치, 두 구조물의 구조나 계류계의 설계 및 안전성을 검토하는 데 중요하다고 생각된다. 그래서 본 연구에서는 前報^{6), 7)}에서 보고한 동적응답 해석법이 이러한 문제에도 적용가능한 것을 나타내기 위해 부유식 파랑제어구조물에 의한 해역제어를 상정하고 파랑제어구조물의 운동응답 및 해양공간이용구조물의 운동, 구조응답의 제어특성을 평가했다.

2. 수치계산법

수치계산법에 있어서 다음과 같은 기본 가정을 둔다.

- 1) 유체는 비압축성, 비점성으로 하고 유체의 운동은 비회전으로 한다.
 - 2) 해양공간이용구조물의 상부구조는 3차원 선형 탄성 골조구조로 하고 구조물의 동적응답, 파랑제어구조물의 운동응답 및 입사파의 유체운동은 미소진폭 주기운동을 하는 것으로 하며 각각 그 정상상태를 논하기로 한다.
 - 3) 자유표면은 모든 방향으로 펼쳐져 있는 것으로 하고 유한수심의 경우에는 수심을 일정으로 한다.
 - 4) 부체를 둘러싸는 최소반경의 가상 연직원주의 내측에는 다른 부체가 존재하지 않는 것으로 한다.
 - 5) 모든 부체는 강체로 한다.
- N개의 부체중에서 N₁개의 부유식 해역제어구조

물에 의한 N₂개의 3차원 임의형상부체로 지지된 해양공간이용구조물의 동적응답제어문제를 생각한다. 그리고 N=N₁+N₂인 것으로 한다. N개의 부체가 미소진폭 주기운동을 하고 있는 경우의 지지부체 j의 전체 입사 potential은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\phi_j^i(r, \theta, z) = \{a_j\}^T + \sum_{i=1}^N \{A_i\}^T [T_{ij}] \{\psi_i\} - \sum_{i=1}^N \sum_{l=1}^6 (-i\omega\eta_{il} \{R_{il}\}^T [T_{ij}] \{\psi_i\},$$

(j=1~N) (1)

여기서 (r, θ, z)는 부체 j의 국소원주좌표이다. {a_j}^T는 부체 j의 국소원주좌표계로 나타낸 평면입사파의 potential의 계수 vector의 전치이고, {A_i}^T는 다음 식으로 표시되는 부체 i를 둘러싸는 최소반경의 가상 연직원주의 외측의 diffraction potential의 계수 vector의 전치이다.

$$\phi_i^i(r, \theta, z) = \{A_i\}^T \{\psi_i^i\} \dots \dots \dots (2)$$

단, {ψⁱ}는 부체 i의 산란성분파를 요소로 하는 vector이며 이 산란성분파는 제1종 n차 Hankel 함수 H_n⁽¹⁾ 및 제2종 n차 변형 Bessel 함수 K_n의 항으로 나타내어진다.

식(1)의 {ψ_i}는 부체 j에 입사하는 성분파를 요소로 하는 vector이고 부체 j의 국소원주좌표계로 나타낸 것이며, 이 입사성분파는 제1종 n차 Bessel 함수 J_n 및 제1종 n차 변형 Bessel 함수 I_n의 항으로 나타내어진다. [T_{ij}]는 부체 i의 국소원주좌표계로 나타낸 부체 i의 산란성분파와 부체 j의 국소원주좌표계로 나타낸 부체 j의 입사성분파를 관계지우는 좌표변환행렬이다. 또, i는 허수단위이고 ω는 평면입사파의 각진동수이다. η_{il}는 부체 i의 l방향의 복수변위 진폭이다. 부체 i가 단독으로 존재하고 l방향으로 단위속도 진폭으로 운동하고 있을 때, 부체 i를 둘러싸는 최소반경의 가상 연직원주의 외측의 radiation potential φ^R는 다음과 같이 표시되고 있는 것으로 한다.

$$\phi_i^R(r, \theta, z) = \{R_{il}\}^T \{\psi_i^i\} = \{R_{il}\} [T_{ij}] \{\psi_i\} \dots \dots \dots (3)$$

여기서 전치 vector $\{R_{ij}\}^T$ 의 요소는 부체 i 가 단독으로 존재하고 l 방향으로 단위속도 진폭으로 운동할 때의 radiation 문제를 푸는 것에 의해 구해지는 계수이다.

부체 j 의 전체 입사 potential에 대한 diffraction potential은 부체 j 의 diffraction 특성을 나타내는 diffraction 전달행렬 $[B_j]$ 에 의해 다음과 같이 나타내어 진다.

$$\begin{aligned} \phi_j^p(r_i, \theta_j, z) = & (\{a_j\}^T + \sum_{i=1}^N \{A_i\}^T [T_{ij}]) \\ & + \sum_{i=1}^N \sum_{l=1}^6 (-i\omega\eta_{il} [R_{il}]^T [T_{ij}]) [B_j]^T \{\psi_j^l\}, \\ & (j=1\sim N) \dots\dots\dots (4) \end{aligned}$$

여기서 $[B_j]^T$ 의 p 행의 요소는 $\{\psi_j^l\}$ 의 p 번째의 요소의 입사성분파가 단독의 부체 j 에 입사한 경우의 부체 j 의 산란성분파의 계수로 이루어져 있다. 또 이 산란성분파의 계수는 diffraction 문제를 푸는 것에 의해 구해진다.

따라서 (2)식의 부체 j 에 대한 표시식과 (4)식에서 다음 식이 구해진다.

$$\begin{aligned} \{A_j\} = & [B_j] (\{a_j\} + \sum_{i=1}^N [T_{ij}]^T \{A_i\}) \\ & + \sum_{i=1}^N \sum_{l=1}^6 (-i\omega\eta_{il} [T_{ij}]^T \{R_{il}\}), \\ & (j=1\sim N) \dots\dots\dots (5) \end{aligned}$$

윗식을 풀기 위해서는 N_1 개의 해역제어구조물의 운동방정식 및 N_2 개의 지지부체의 취부절점을 포함하는 해양공간이용구조물의 운동방정식이 필요하다. 이들 운동방정식은 각각 다음과 같이 구하여 진다.

$$\begin{aligned} & \sum_{i=1}^6 [-\omega^2(M_{kij} + \mu_{kij}) - i\omega v_{kij} + K_{kij}] \eta_{ij} \\ & = -i\rho\omega (\{a_j\}^T + \sum_{i=1}^N \{A_i\}^T [T_{ij}] + \\ & \sum_{i=1}^N \sum_{l=1}^6 (-i\omega\eta_{il} [R_{il}]^T [T_{ij}])) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \iint_{S_{Hj}} (\{\psi_j^l\}) + \iint_{S_{Hj}} \{\sigma_j\} G_l dS) n_{kj} dS, \\ & (k=1\sim 6; j=1\sim N_1) \dots\dots\dots (6) \end{aligned}$$

$$([K] - \omega^2 [M] - i\omega [C]) \{\eta\} = \{F\} \dots\dots\dots (7)$$

여기서 M_{kij} 는 제어구조물 j 의 관성력계수, μ_{kij} 및 v_{kij} 는 제어구조물 j 가 단독으로 존재하는 경우의 부가질량 및 감쇠계수이고 K_{kij} 는 제어구조물 j 의 정수압에 의한 복원력계수이다. 또 ρ 는 해수의 밀도, n_{kj} 는 부체 j 의 k 방향의 일반방향여현이고 vector $\{\sigma_j\}$ 의 p 번째의 요소는 $\{\psi_j^l\}$ 의 p 번째의 요소의 입사성분파가 단독의 부체 j 에 입사한 경우의 diffraction 문제의 적분방정식을 푸는 것에 의해 구해지는 부체 j 의 침수표면상이 source의 면밀도이고 $[B_j]^T$ 의 p 행의 요소를 구할 때 이미 구해진 것이다. G_l 는 부체 j 의 침수표면상의 Green 함수이다.

또 $[K]$, $[M]$, $[C]$ 는 각각 해양공간이용구조물의 상부구조물의 강성행렬, 질량행렬, 감쇠행렬이다. 상부구조물의 강성행렬, 질량행렬은 상부구조물을 보요소로 근사하여 구한다⁸⁻¹⁰⁾.

상부구조물의 감쇠행렬은 Rayleigh 감쇠를 이용하기로 한다. $\{\eta\}$ 는 상부 구조물의 총 자유도의 복소변위진폭 vector이다. 또 $\{F\}$ 는 복소외력 진폭 vector이며 D'Alambert의 원리에 의해 지지부체 j ($j=N_1+1\sim N$)의 취부절점에서 평가한 복소외력 진폭은 다음 식과 같이 주어진다. 지지부체의 취부절점이 아닌 절점에서의 복소외력진폭은 0이다.

$$\begin{aligned} & \sum_{i=1}^6 [\omega^2(M_{kij} + \mu_{kij}) + i\omega v_{kij} - K_{kij}] \eta_{ij} \\ & - i\rho\omega (\{a_j\}^T + \sum_{i=1}^N \{A_i\}^T [T_{ij}] + \\ & \sum_{i=1}^N \sum_{l=1}^6 (-i\omega\eta_{il} [R_{il}]^T [T_{ij}])) \\ & \iint_{S_{Hj}} (\{\psi_j^l\}) + \iint_{S_{Hj}} \{\sigma_j\} G_l dS) n_{kj} dS, \\ & (k=1\sim 6; j=N_1+1\sim N) \dots\dots\dots (8) \end{aligned}$$

여기서 M_{kij} 는 지지부체 j 의 취부절점에서 평가한 관성력계수, μ_{kij} 및 v_{kij} 는 지지부체 j 가 단독으로 존재하는 경우의 지지부체 j 의 취부절점에서 평가

한 부가질량 및 감쇠계수이고 K_{kij} 는 지지부체 j 의 취부절점에서 평가한 정수압에 의한 복원력계수이다. 이 복원력계수를 구할 때는 지지부체 j 가 받는 중량의 중심이 필요하다. 계의 운동방정식인 (6) 및 (7)식과 (5)식의 연립방정식을 푸는 것에 의해 해석제어 구조물의 운동응답 및 해양공간이용구조물의 상부구조물의 복수변위진폭 vector $\{\eta\}$ 와 계수 vector $\{A_i\}$ ($i=1\sim N$)가 구해진다. 그리고 상부구조물의 구조응답은 요소강성행렬을 이용하여 구해진다.

3. 수치계산 결과 및 고찰

前報에서 보고한 실험 model인 8개의 column-lowerhull형 지지부체와 ring형상 갑판보로 이루어진 반잠수식 ring형상구조물의 전면에 1행 혹은 2행의 파랑제어구조물을 zigzag 혹은 직선상으로

배치하고 제어구조물과 반잠수식 ring형상구조물 간의 거리를 parameter로 하여 반잠수식 구조물의 응답제어 특성을 평가하기로 한다. 즉, Fig. 1 혹은 Fig. 2와 같이 반잠수식 구조물의 전면에 1행 혹은 2행의 제어구조물을 zigzag로 배치한 경우와 Fig. 3 혹은 Fig. 4와 같이 1행 혹은 2행의 제어구조물을 직선상으로 배치한 경우를 생각한다. zigzag로 배치한 경우는 제어구조물과 반잠수식 구조물간의 거리 D 를 125, 250, 500cm로 변화시키기로 한다. 직선상으로 배치한 경우는 D 를 250cm만으로 하기로 한다. Fig. 5는 수치계산 model의 一例를 나타내고 있다. 반잠수식 구조물의 보요소수는 32이고 수심은 340cm로 했다. 제어구조물의 치수는 길이 200cm, 폭 40cm, 흘수 20cm로 한다. 또 제어구조물의 질량은 $0.1633kgf \cdot s^2/cm$, 무게중심은 평균수면 아래로 10cm, 무게중심 둘레의 국소좌표계의 x, y, z 축에 관한 관성모멘트는 각각 27.21, 549.7, 566.

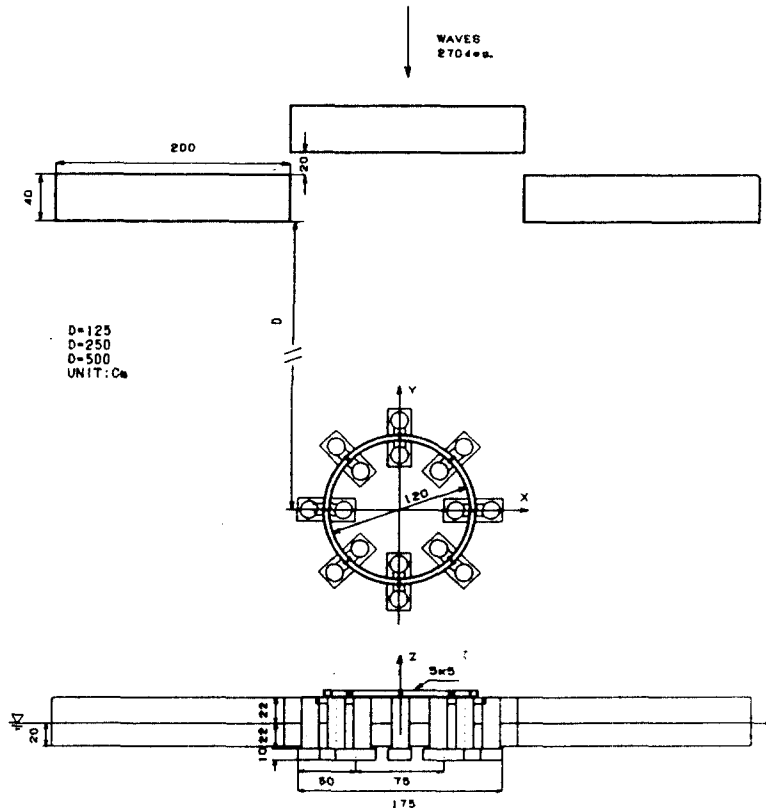


Fig. 1 Configuration of test model with a row of breakwaters(zigzag)

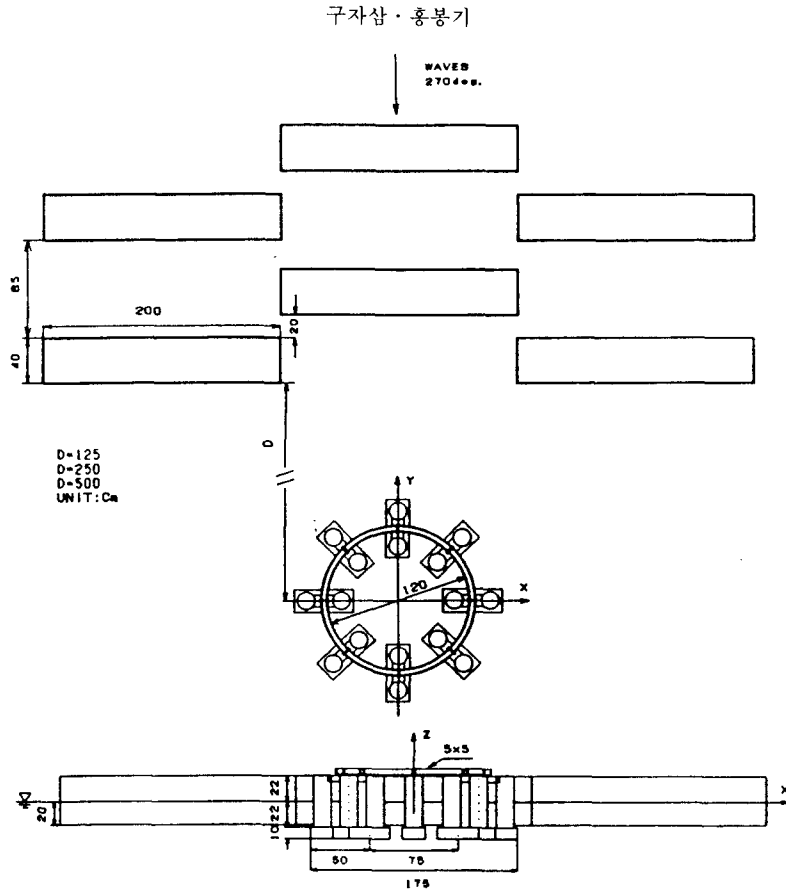


Fig. 2 Configuration of test model with two rows of breakwaters(zigzag)

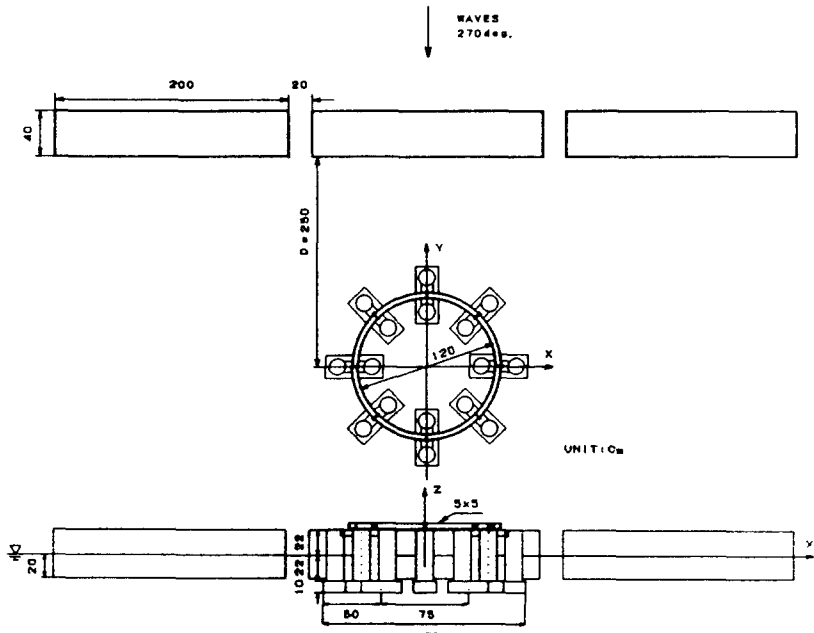


Fig. 3 Configuration of test model with a row of breakwaters(in line)

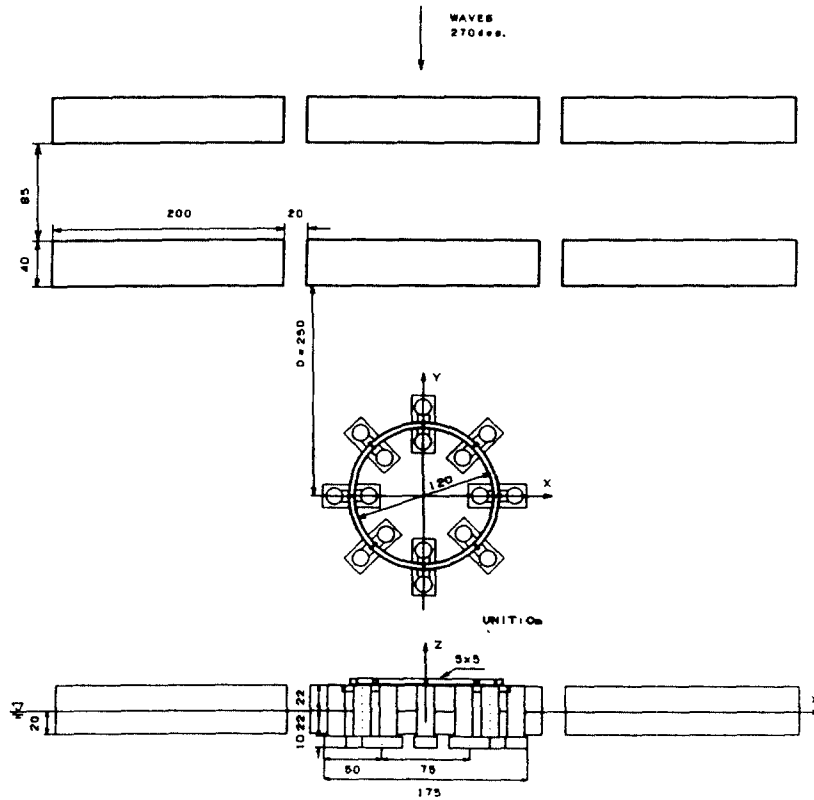


Fig. 4 Configuration of test model with two rows of breakwaters(in line)

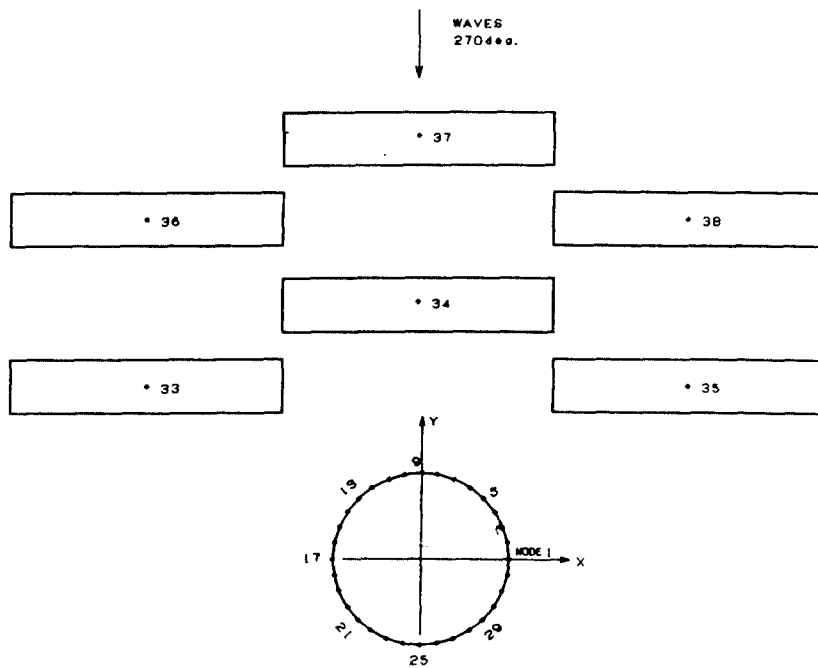


Fig. 5 Computational model for dynamic response of test model with two rows of breakwaters(zigzag)

0kgf · s² · cm이다. 반잠수식 구조물과 제어구조물을 계류하는 것을 상징하여 반잠수식 구조물은 4개소(취부절점번호 1, 9, 17, 25)에서 x, y, z 방향으로 10kgf/cm의 병진스프링을 취부하고 제어구조물은 x, y, z 방향으로 100kgf/cm의 병진스프링 및 1000kgf · cm/rad의 회전스프링을 취부하기로 한다. 파의 입사각은 270도로 한다. 반잠수식 구조물의 lowerhull형 지지부체의 침수표면의 panel수는 344이고 제어구조물의 침수표면의 panel수는 384로 했다. diffraction potential의 급수항은 진동항을 9개(n=4), 단조감소항은 14개(m=2, n=3)으로 계산했다. 보요소의 특성치는 前報와 동일한 것으로 한다.

3.1 제어구조물의 운동응답

먼저 전면에 배치되어 있는 해역제어구조물의 운동응답을 생각한다.

Fig. 6, Fig. 7은 각각 zigzag로 배치된 1행, 2행의 제어구조물의 heave의 운동응답을 나타내고, Fig. 8, Fig. 9는 각각 직선상으로 배치된 1행, 2행의 제어구조물의 heave의 운동응답을 나타내고 있다. 즉, 각 그림의 평면도에 흑점으로 표시된 제어구조물의 단위와 진폭당의 운동응답을 나타내고 있

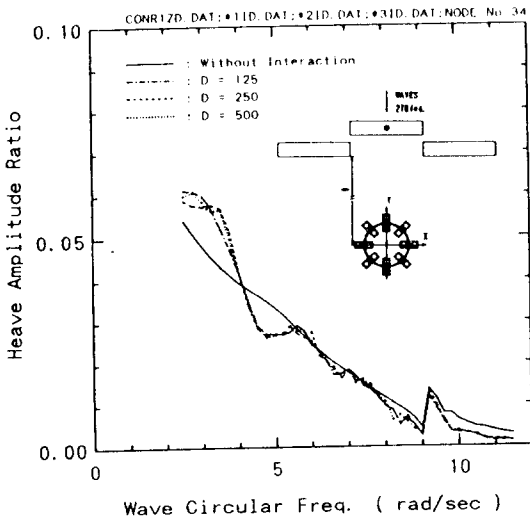
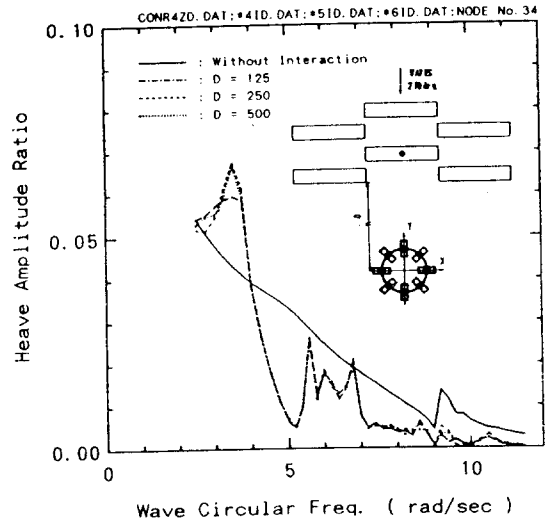
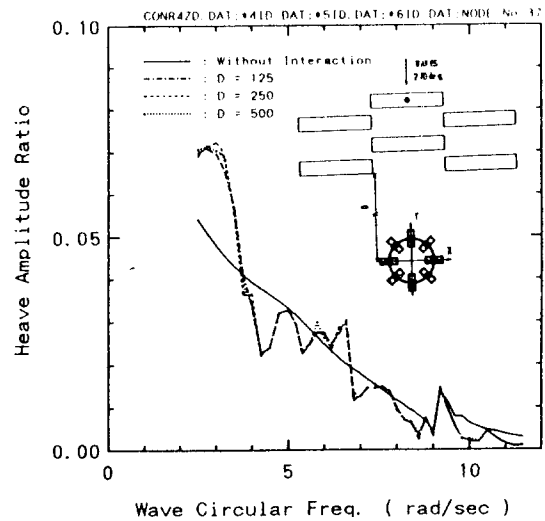


Fig. 6 Motion responses of a row of breakwaters (zigzag)



(a)



(b)

Fig. 7 Motion responses of two rows of breakwaters(zigzag)

다. 실선은 상호간섭을 고려하지 않은 단독의 제어부체의 계산치이고 일점쇄선, 단쇄선, 점선은 제어구조물과 반잠수식구조물간의 거리 D가 각각 125, 250, 500cm인 경우의 상호간섭을 고려한 계산치이다.

그리고 각각의 선들은 43개의 주파수응답을 직선으로 연결한 것이다.

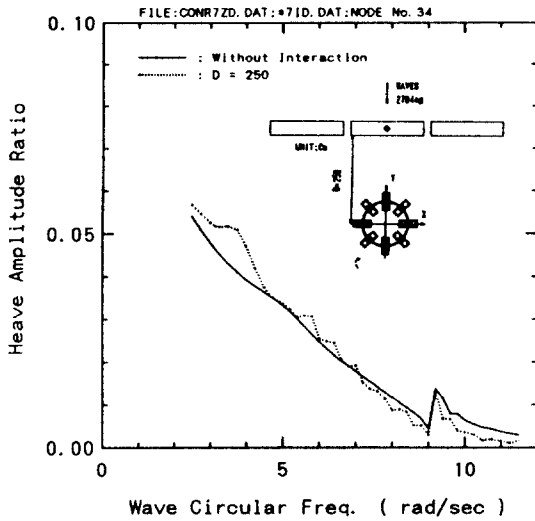


Fig. 8 Motion responses of a row of breakwaters (in line)

이들 결과를 보면 거리 D의 영향이 거의 없는 것을 알 수 있다. 이것으로부터 거리 D의 계산범위내에서는 제어부체의 운동은 반잠수식구조물의 존재에 거의 영향을 받지 않는 것을 알 수 있다. 그리고 상호간섭효과는 제어부체끼리의 영향에 의한 것임을 알 수 있다. 따라서 배후에 이같은 반잠수식구조물이 배치되어 있을 때 제어부체의 운

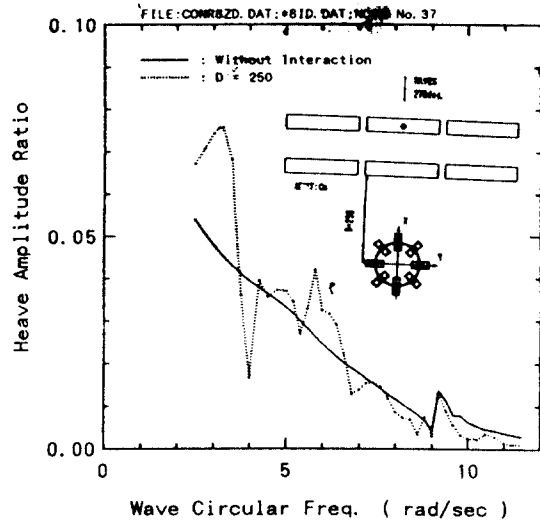
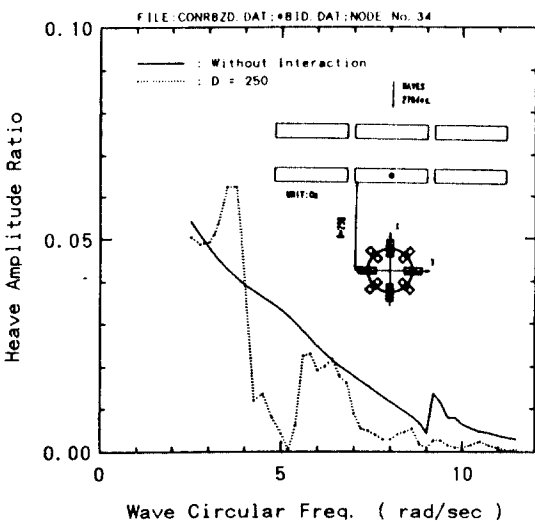


Fig. 9 Motion responses of two rows of breakwaters (in line)

동을 검토할 경우에는 제어부체끼리의 상호간섭 영향만을 검토하면 된다는 것을 알 수 있다. 1행의 직선상으로 배치한 경우의 상호간섭의 영향은 1행의 zigzag로 배치한 경우보다 약간 작은 것을 알 수 있다. 이것은 1행의 직선상 배치의 제어부체끼리의 상호간섭이 적은 것을 의미한다. 즉 세장부체의 길이 방향으로서는 상호간섭의 영향이 작다고 말할 수 있다.



(a)

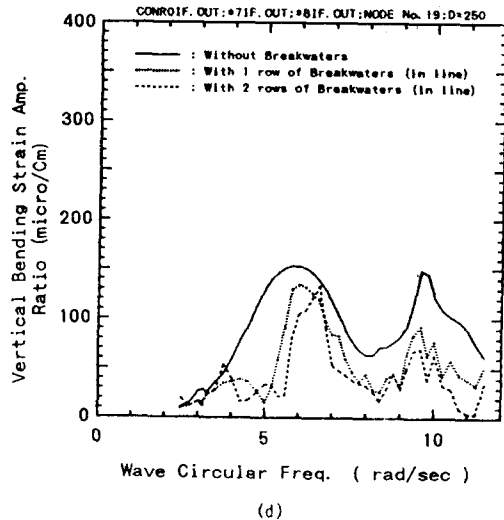
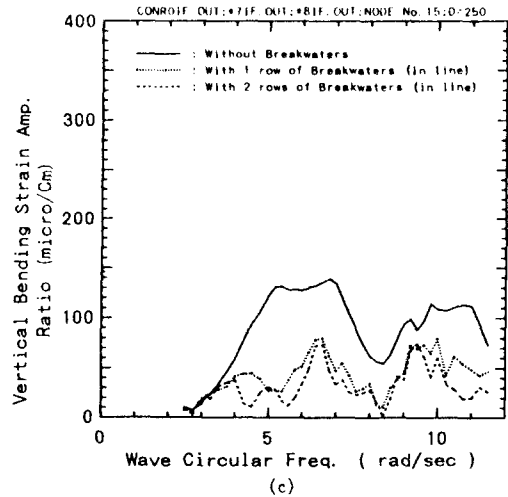
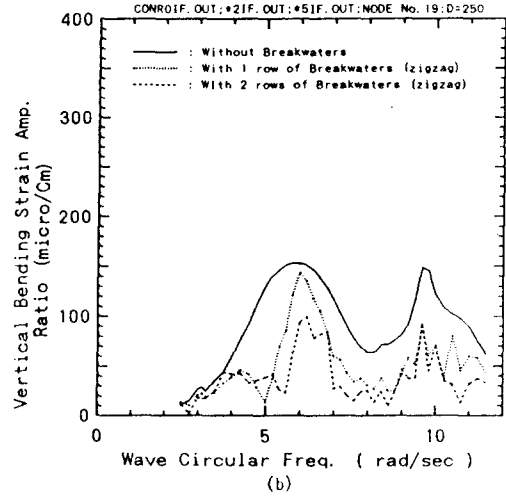
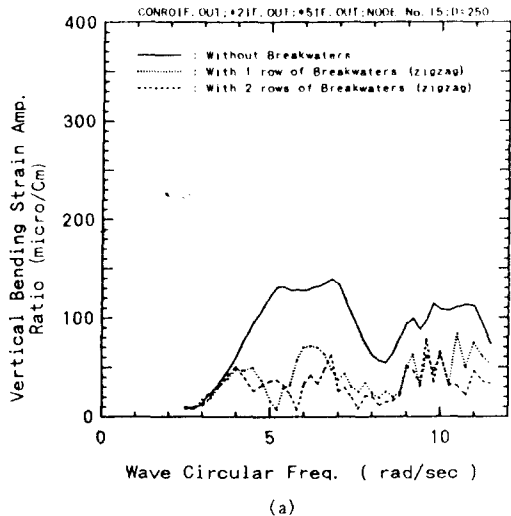
3.2 반잠수식구조물의 구조응답

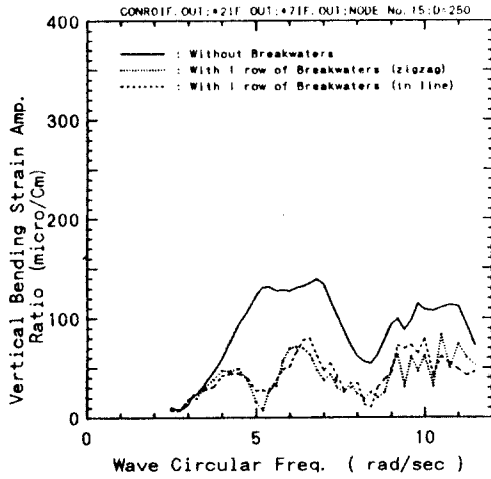
다음에는 후면에 배치되어 있는 반잠수식구조물의 구조응답을 생각한다. 구조응답은 이러한 구조물에서 문제로 되는 수직굽힘응력만을 생각한다. 다른 구조응력은 그다지 문제로 되지 않기 때문이다. Fig. 10의 (a)~(h)는 두 구조물간의 거리 D가 250cm의 경우이다. Fig. 10의 (a), (b)는 각각 제어부체를 zigzag로 배치한 경우의 상부구조의 절점번호 15, 19에 있어서의 단위파 진폭당의 수직굽힘변형율을 나타내고 있다. 실선은 반잠수식구조물이 단독으로 존재하는 경우에 있어서 상호간섭을 고려한 계산치이고, 점선은 1행 제어구조물이 있는 경우, 단쇄선은 2행 제어구조물이 있는 경우

의 상호간섭을 고려한 계산치이다. 이들 결과에서 저주파수 영역을 제외하면 내력응답의 제어효과는 크다는 것을 알 수 있다.

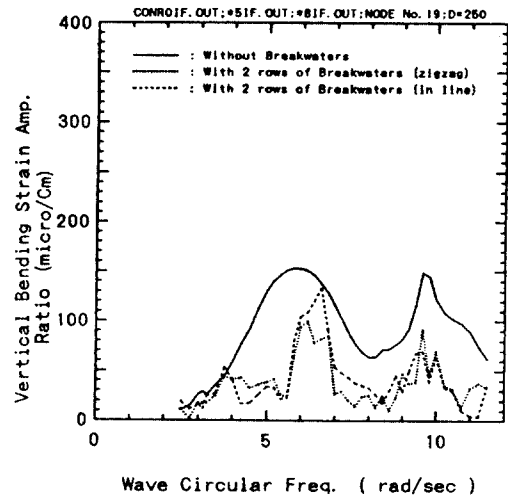
그리고 상부구조의 장소에 따라 상호간섭효과가 다르며 Fig. 10의 (b)의 각주파수 6 rad/sec 근방에서의 응답의 제어효과는 그다지 크지 않는 것을 알 수 있다. 이 주파수 근방에 있어서 2행 제어구조물이 존재하는 경우의 응답제어효과는 인정되나 전반적으로는 1행 제어구조물보다 효과가 그다지 크지 않는 것을 알 수 있다. 이것에 대해서는 2행 제어구조물간의 거리를 지금의 85cm보다 적게 해 볼 필요가 있으나 본계산법의 제한조건(어떤 부체를 둘러싸는 최소반경의 수저에 닿는 연직원주의 내측에 다른 부체가 존재해서는 안된다) 때문에 계산을 수행하지 않았다.

Fig. 10의 (c), (d)는 각각 제어부체를 직선상으로 배치한 경우의 상부구조의 절점번호 15, 19에 있어서의 단위파 진폭당의 수직굽힘변형율을 나타내고 있다. 6.4 rad/sec 부근을 제외하면 진술의 경향과 거의 같다. 2행으로 배치한 장점은 거의 없는 것을 알 수 있다. Fig. 10의 (e), (f)는 제어부체를 zigzag와 직선상으로 배치한 경우의 상부구조물의 절점번호 15에 있어서의 응답을 비교한 것이고 Fig. 10의 (g), (h)는 제어부체를 zigzag와 직선상으로 배치한 경우의 상부구조물의 절점번호 19에 있어서의 응답을 비교한 것이다. Fig. 10의

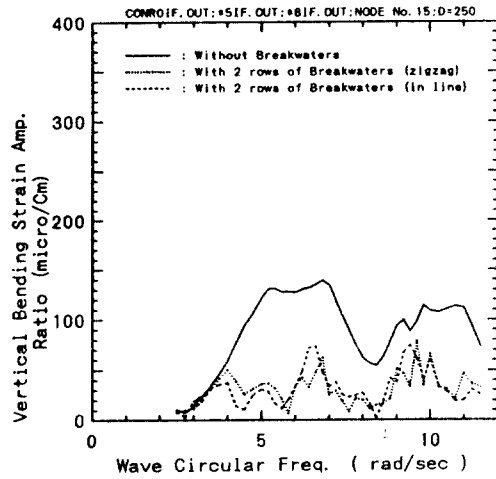




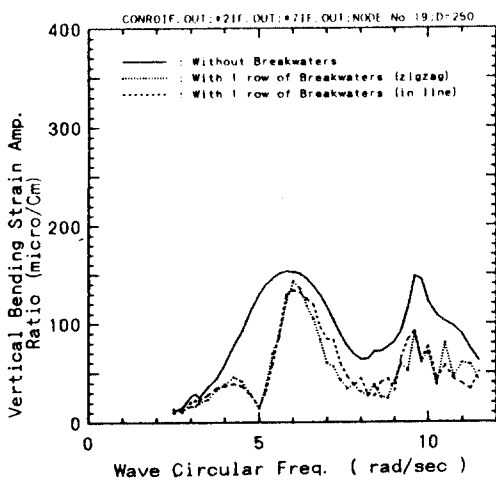
(e)



(h)



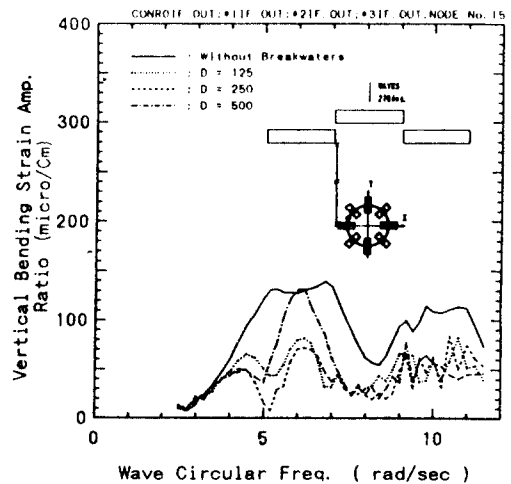
(f)



(g)

Fig. 10 Vertical bending strain responses of the upper structure, $D=250cm$

(e), (g)를 보면 1행 제어구조물의 경우는 배치의 방법에 의한 응답의 차가 거의 없는 것을 알 수 있다. 그러나 Fig. 10의 (f), (h)를 보면 2행 제어구조물의 경우는 $6.4 rad/sec$ 부근에서 약간 양자의 차가 있다. Fig. 11의 (a), (b)는 1행 제어구조물과 반잠수식구조물간의 거리 D 를 125, 250, 500 cm 로 변화시킨 경우의 각각 상부구조의 절점번호 15, 19에 있어서의 단위파 진폭당의 수직굽힘변형



(a)

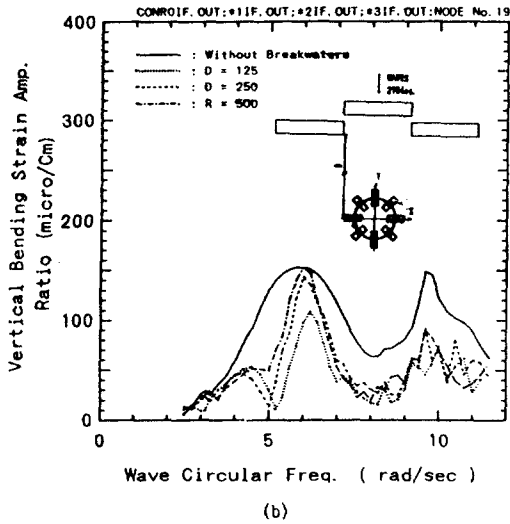


Fig. 11 Vertical bending strain responses of the upper structure with a row of breakwaters(zigzag)

을 나타내고 있다. 전반적으로 거리 D가 125cm 인 경우의 내력응답의 제어효과가 제일 큰 것을 알 수 있다. 그리고 거리 D가 500cm인 경우에는 응답이 큰 주파수영역에 있어서의 응답의 제어효과가 거의 없는 것을 알 수 있다. Fig. 12의 (a), (b) 는 2행 제어구조물과 반잠수식구조물간의 거리 D

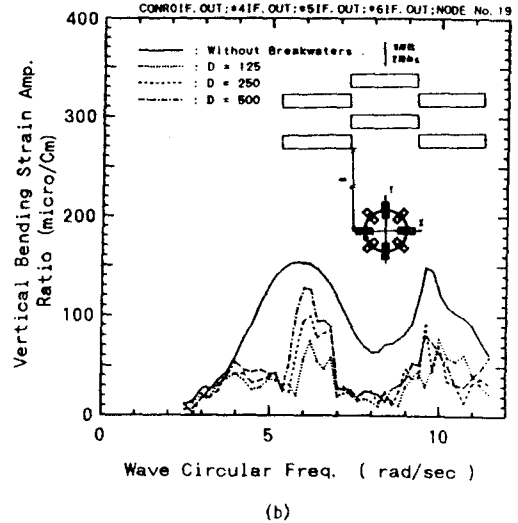
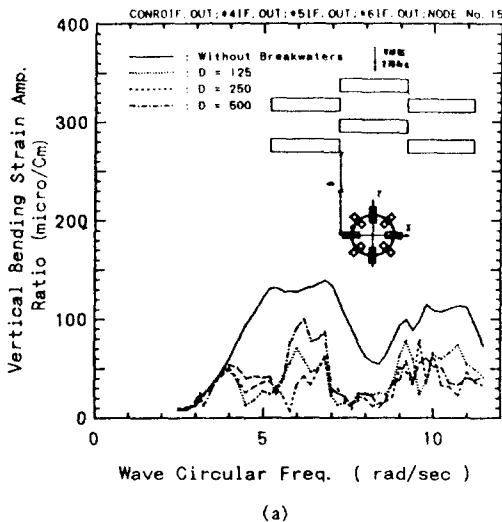


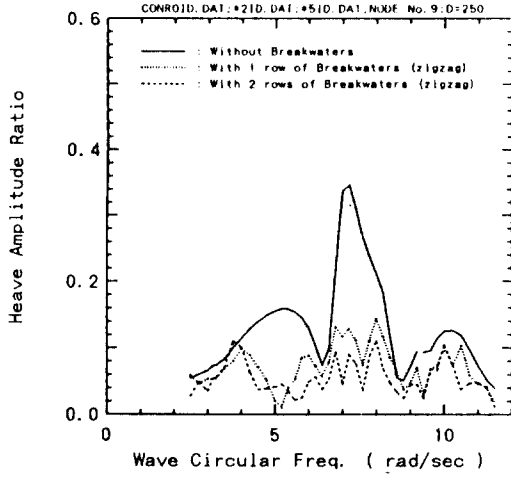
Fig. 12 Vertical bending strain responses of the upper structure with two rows of breakwaters(zigzag)

를 125, 250, 500cm로 변화시킨 경우의 각각 상부 구조의 절점번호 15, 19에 있어서의 단위파 진폭 당의 수직압힘변형율을 나타내고 있다. 전반적으로 1행 제어구조물과 마찬가지로 거리 D가 125cm 인 경우의 내력응답의 제어효과가 제일 큰 것을 알 수 있다.

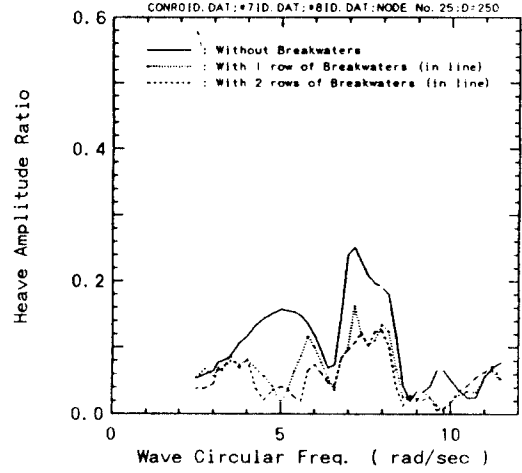


3.3 반잠수식구조물의 운동응답

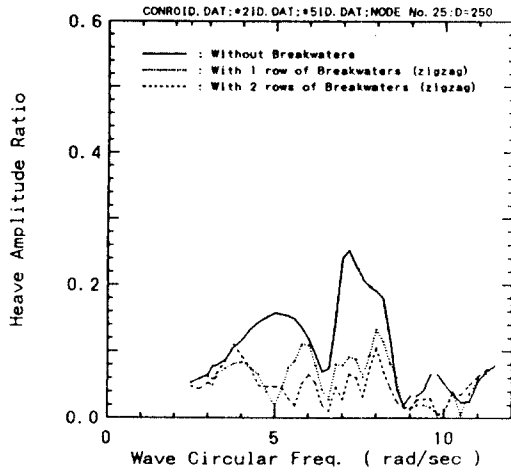
다음에는 후면에 배치되어 있는 반잠수식구조물의 운동응답을 생각한다. Fig. 13의 (a)~(h)는 두 구조물간의 거리 D가 250cm의 경우이다. Fig. 13의 (a), (b)는 각각 제어부체를 zigzag로 배치한 경우의 상부구조의 절점번호 9, 25에 있어서의 단위파 진폭당의 heave의 운동응답을 나타내고 있다. 운동응답도 내력응답과 동일하게 저주파수 영역을 제외하면 운동응답의 제어효과가 큰 것을 알 수 있다. 그러나 2행 제어구조물이 존재하는 경우의 응답제어효과는 1행 제어구조물이 존재하는 경우와 비교하면 응답이 큰 주파수영역에서 나타나고 있는 것을 알 수 있다. Fig. 13의 (c), (d)는 각각



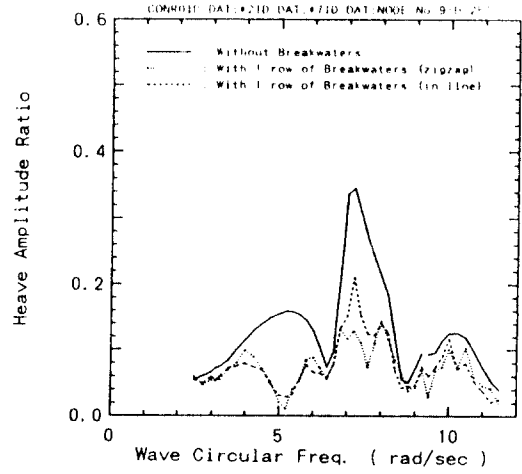
(a)



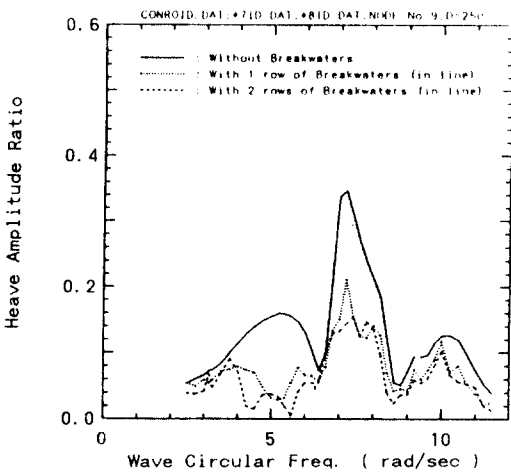
(d)



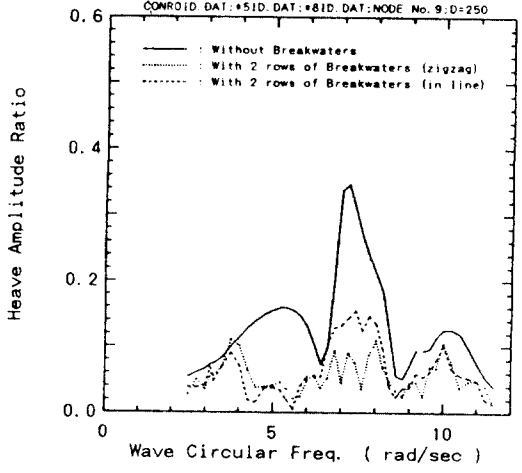
(b)



(e)



(c)



(f)

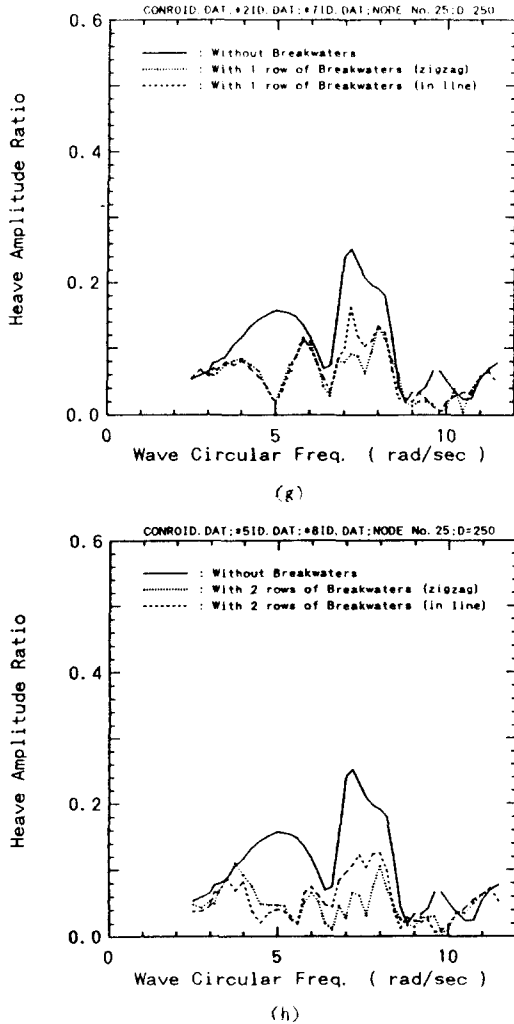


Fig. 13 Motion responses of the upper structure, $D=250cm$

제어부체를 직선상으로 배치한 경우의 상부구조의 절점번호 9, 25에 있어서의 단위파 진폭당의 heave의 운동응답을 나타내고 있다. 이와같이 제어구조물을 직선상으로 배치한 경우, 운동응답의 제어효과는 인정되나 2행 제어구조물이 존재하는 경우의 응답제어효과는 1행 제어구조물이 존재하는 경우와 비교하면 응답이 큰 주파수영역에서 약간 나타나고 있는 것을 알 수 있다. Fig. 13의 (e), (f)는 제어부체를 zigzag와 직선상으로 배치한 경우의 상부구조물의 절점번호 9에 있어서의 응답을

비교한 것이고 Fig. 13의 (g), (h)는 제어부체를 zigzag와 직선상으로 배치한 경우의 상부구조물의 절점번호 25에 있어서의 응답을 비교한 것이다. 운동응답의 제어효과는 1행, 2행 제어구조물 모두 zigzag로 배치한 경우가 직선상으로 배치한 경우보다 큰 것을 알 수 있다. Fig. 14의 (a), (b)는 1행 제어구조물과 반잠수식구조물간의 거리 D 를 125,

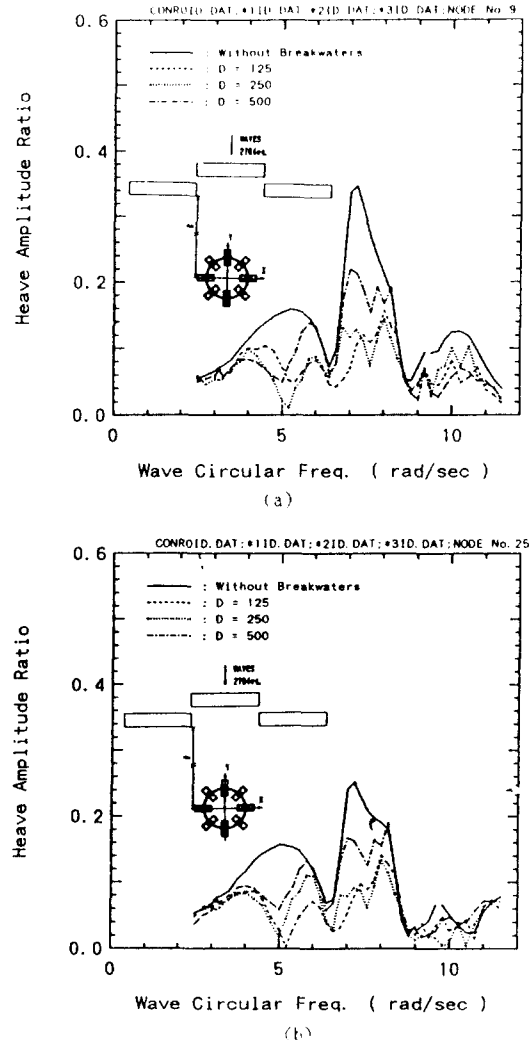


Fig. 14 Motion responses of the upper structure with a row of breakwaters(zigzag)

250, 500cm로 변화시킨 경우의 각각 상부구조의 절점번호 9, 25에 있어서의 단위파 진폭당의

heave의 운동응답을 나타내고 있다. 전반적으로 거리 D가 125, 250cm인 경우의 운동응답의 제어 효과가 큰 것을 알 수 있다. Fig. 15의 (a), (b)는 2행 제어구조물과 반잠수식구조물간의 거리 D를 125, 250, 500cm로 변화시킨 경우의 각각 상부구조의 절점번호 9, 25에 있어서의 단위 파진폭당의 heave의 운동응답을 나타내고 있다. 전반적으로 거리 D가 250cm인 경우의 운동응답의 제어효과가 제일 큰 것을 알 수 있다.

4. 결 론

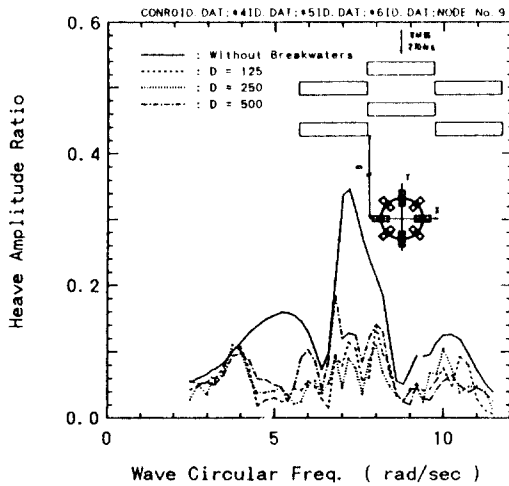
본 연구에서 취급한 대상물 및 계산조건의 범위 내에서 얻어진 주요한 결론을 요약하면 다음과 같다.

1) 제어구조물을 전면에 배치한 경우에 있어서 반잠수식구조물의 응답을 구할 수 있는 본 계산수법은 앞으로 해양공간이용에 유효하게 사용될 수 있는 것으로 생각된다.

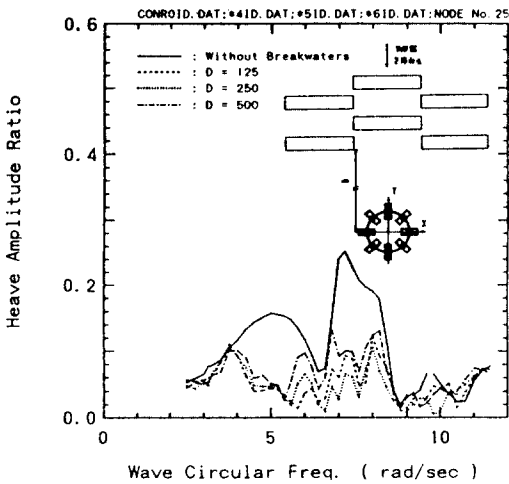
2) 1, 2행 제어구조물에 의해 반잠수식구조물의 응답은 상당히 경감될 수 있는 것을 알 수 있고 2행 제어구조물에 의한 것은 제어구조물간의 행간 거리를 더욱 적게하여 불 필요가 있는 것으로 생각된다.

3) 본 연구에서 취급한 제어구조물의 운동응답은 후면의 반잠수식구조물에 그다지 영향을 받지 않았다. 그래서 제어구조물의 운동 및 계류를 검토할 경우에는 제어구조물간의 상호간섭의 영향만을 검토하면 될 것으로 생각된다.

4) 본 연구에서는 파의 입사각을 270°인 경우만 생각했었으나 사향파의 경우도 검토할 필요가 있다. 또 수심의 영향도 고려할 필요가 있다.



(a)



(b)

Fig. 15 Motion responses of the upper structure with two rows of breakwaters(zigzag)

참 고 문 헌

- 1) 續 辰之介, “外海用浮消波堤に関する研究開發”, 浮防波堤—現状と課題—to 關するシンポジウム, 國際海洋科學技術協會, pp. 17~23, 1987
- 2) 菅原忠夫, “PCハイブリッド型浮消波堤の實驗結果と施工實績”, 浮防波堤—現状と課題—to 關するシンポジウム, 國際海洋科學技術協會, pp. 71~80, 1987
- 3) 林秀郎, 他, “複合消波機能を有する海域制御構造物の消波特性に關する研究”, 第9回海洋工學シンポジウム, 日本造船學會, pp. 297~302, 1989
- 4) Wu, J. and P.L.-F. Liu, “Interactions of obliquely incident water waves with two vertical obstacles”, Applied Ocean Research, Vol. 10, No. 2, pp. 66~73, 1988

- 5) 續 辰之介, 星野邦弘, 大松重雄, “大型浮遊構造物間の相互干渉に關する實驗的研究”, 第12回海洋開發シンポジウム, 土木學會, pp. 89~94, 1987
- 6) 吉田宏一郎, 具滋三, 岡德昭, “多數の浮體で支持された長大な半潜水式構造體の波浪應答解析”, 日本造船學會論文集, 第166號, pp. 131~138, 1989
- 7) Goo, J.S. and K.Yoshida, “A Numerical Method for Huge Semisubmersible Responses in Waves”, Transactions of the Society of Naval Architects and Marine Engineers, Vol. 98, 1990
- 8) 鷺津久一郎, 他, “有限要素法ハンドブック II 應用編, 倍風館, pp. 17~18, 1983
- 9) Hughes, O.F., “Ship structural design”, pp. 212~217, 1983
- 10) Brebbia, C.A. and A.J. Ferrante, “Computational methods for the solution of engineering problems”, Pentech Press, pp. 100~217, 1978



★ 뉴 스 ★

■ 한국해양공학회지 제6권 제1호 원고모집 ■

원고마감 : 1992년 3월 20일(발행예정일 : 1992년 6월 30일)

원고내용 : 논문, 논설, 전망, 해설, 강좌, 자료, 기술보고, 심포지엄 및 좌담회 기록, 기행문, 견학 및 참관기, 뉴스, 위원회보고, 회원의 소리, 기타

원고작성요령 : 본 회의 회지원고 집필요강(p. 135)에 의거하여 200자 또는 400자 원고를 사용할 것. 타이핑(워드 프로세스포함)도 가능함.(제8회 이사회에서 게재논문 변수 6페이지를 초과할 시 페이지당 10,000원씩 징수키로 결정.)

원고제출처 : 우편번호 604-714, 부산직할시 사하구 하단동 840,
사단법인 한국해양공학회, 전화(051) 205-2325

<주의 : 원고 투고 요령을 반드시 지키실것>