

파랑하중을 받는 초대형 부유식 구조물 상부구조체의 실용정적해석법

송 화 철* · 박 호 선** · 서 지 현***

* 한국해양대학교 해양공간건축학부 조교수, ** 연세대 건축공학과 부교수, *** 연세대 건축공학과 대학원 박사과정

Simplified Static Analysis of Superstructure on Very Large Floating Structures subjected to Wave Loads

Hwa-Cheol Song* · Hyo-Seon Park** · Ji-Hyun Seo***

* Division of Architecture and Ocean Space, Korea Maritime University, Busan, 606-791, Korea

** Department of Architecture, Yonsei University, Seoul, 120-749, Korea

*** Graduate student, Department of Architecture, Yonsei University, Seoul, 120-749, Korea

요 약 : 초대형 부유식 구조물의 초기 설계단계에서는 부체구조물과 상부구조물을 분리하여 해석하는 것이 일반적이며, 부체의 탄성응답해석의 결과인 변형모드를 이용하여 상부구조물의 주각부에 강제수직변위를 입력하여 파랑하중에 의한 영향을 고려한다. 하지만 이와 같은 해석법의 경우 각 지점에 변위하중을 입력하는데 어려움이 있다.

본 논문에서는 파랑하중을 지점변위하중으로 직접 입력하지 않고 고정하중과 적재하중에 의한 강도설계 결과를 이용하여 파랑하중의 영향을 증폭계수의 형태로 도출하는 근사 실용정적해석법을 제안한다. 이 연구에서는 4경간 3층 구조물을 예제로 하여 파랑하중의 진폭과 주기, 보 경간을 매개변수로 한 증폭계수의 추이를 분석하였으며 보 모멘트의 증폭계수는 특정회귀방정식으로 나타내었다.

핵심용어 : 상부구조체, 초대형부유식 구조물, 지점변위, 실용정적해석법, 파랑하중

Abstract : For preliminary structural analysis of superstructures on very large floating structures(VLFS), superstructures are analyzed considering elastic deformations of barge type lower-structures subjected to wave loads. In this case, to consider the effect of wave loads on the superstructure, initial displacements at the support points of superstructures are evaluated as input data for the analysis. However, the evaluation and application of displacement loads are tedious and very time-consuming processes. Therefore, this paper proposes a simplified static analysis method to analyze the structural behaviors of superstructures on very large floating structures subjected to wave loads. In this study, the member forces due to the variation of beam span and the amplification factors for beam moments are represented by the specific regression equation.

Key words : superstructures, very large floating structure (VLFS), support displacements, simplified static analysis, wave loads

1. 서 론

초대형 부유식 구조물의 상부시설은 육상의 경우와는 달리 지진하중에 의한 영향을 받지 않지만 파랑하중에 의한 영향을 크게 받는다(홍, 1996). 따라서 파랑하중에 의한 시설의 안전성을 확보하기 위해서는 파랑하중에 의한 하부부체의 변형이 상부구조물에 주는 영향을 검토하여 설계에 반영하여야 한다.

초대형 부유식 구조물은 하부부체구조물, 상부구조물, 계류시스템으로 구성되며 초기 설계단계에서는 부체구조물과 상부구조물을 분리하여 해석하는 것이 일반적이다(竹中工務店, 1997). 즉, 부체의 탄성응답해석의 결과인 변형모드를 이용하여 상부구조물의 주각부에 강제수직변위를 입력하여 파랑하

중에 의한 영향을 고려한다(송, 2001a). 하지만 이와 같은 해석법의 경우 각 지점에 변위하중을 입력하는데 어려움이 있으므로 파랑하중을 지점변위하중으로 직접 입력하지 않고 고정하중과 적재하중에 의한 강도설계 결과를 이용하여 파랑하중의 영향을 근사적으로 고려할 수 있는 실용정적해석법에 대한 연구가 필요하다.

따라서 본 논문에서는 파랑하중을 지점변위하중으로 직접 입력하지 않고 고정하중과 적재하중에 의한 강도설계 결과를 이용하여 파랑하중의 영향을 증폭계수의 형태로 도출하는 근사 실용정적해석법을 제안한다. 여기서 고정하중과 적재하중만을 고려한 부체의 부재력과 파랑하중에 의한 상부구조물의 영향이 최대인 변위하중과 고정하중 및 적재하중을 조합한 경우의 부재력에 대한 분포를 분석한다. 그리고 파랑하중을 고

* 대표저자 : 송화철(중신회원), song@mail.hhu.ac.kr 051)410-4582
** hspark@yonsei.ac.kr 02)2123-2794
*** seojh@yonsei.ac.kr 02)2123-2794

려한 경우의 각 부재에 대한 부재력이 고정하중과 적재하중만을 고려한 부재의 부재력에 비하여 증가하는 증폭계수의 형태로 도출한다.

초대형 부유식 구조물에 상재된 것으로 가정한 4경간 3층 구조물을 예제로 하여 파랑하중의 진폭과 주기, 보 경간을 매개변수로 한 증폭계수의 추이를 분석하였으며, 보 모멘트의 증폭계수는 특정회귀방정식으로 나타내었다.

2. 건축물 개요 및 하중산정

파랑하중을 받는 상부시설물의 실용정적해석을 위해 아래 Fig. 1과 같이 4경간, 층고 각 4m인 3층의 정형의 평면 구조물을 대상으로 하였으며, 경간의 길이를 6m에서 16m까지 모두 11개로 모델링하였다.

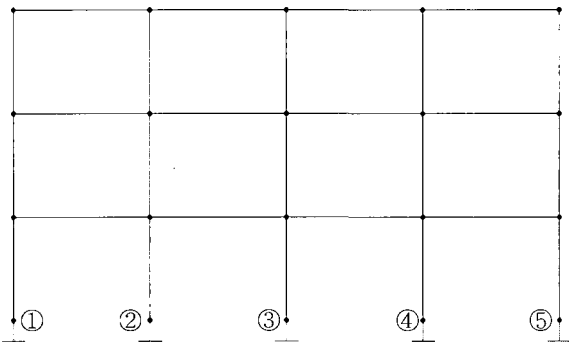


Fig. 1 Structural analysis model

2.1 고정하중 및 적재하중

(1) 고정하중

부재의 자중을 포함하여 그 구조체에 영구히 설치되는 모든 구성요소들의 무게를 포함한 하중을 적용한다. 고정하중의 총합은 473kg/m²로 가정하며, 이 중 마감하중은 30kg/m², 콘크리트도핑은 408kg/m², 데크플레이트는 15kg/m², 천장은 20kg/m²이다.

(2) 적재하중

건물의 입주자나 사용자와 함께 가구, 사무용기구, 저장품 등 건물의 점유에 의하여 생기는 하중을 적용한다. 국내의 허용용력설계법에 의한 적재하중의 산정법에 따라 1~3층은 회의장을 기준으로 하여 270kg/m²를 적용한다.

2.2 파랑하중

(1) 스펠별 변위하중

본 연구에서는 부체구조물과 상부구조물을 분리하여 해석하는 경우를 전제로 하며, 부체의 탄성응답해석의 결과인 변형모드를 이용하여 상부구조물의 주각부에 강제수직변위를

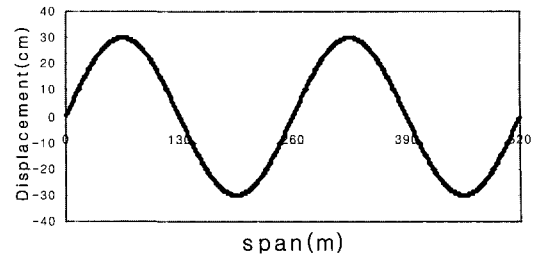


Fig. 2 Deformation of a floating system subjected to wave load

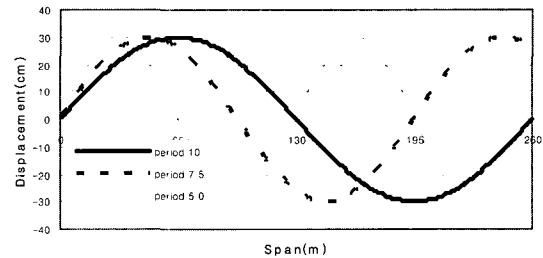


Fig. 3 Displacement of floating system due to period variation

입력하여 파랑하중을 고려한다. 부체의 탄성변형 파장을 260m, 진폭을 30cm, 파랑주기를 10초로 가정한 경우, 경간에 따른 각 기둥에서의 변위하중의 산정은 Fig. 2와 같은 상하변위에서 첫 번째 기둥열(①)과 마지막 기둥열(⑤)에서 변위의 차이가 가장 큰 경우를 각 경간의 변위 하중으로 적용하였으며 각각의 기둥간격에 따른 최대 변위하중은 다음 Table 1과 같다.

(2) 주기별 변위하중

파랑하중의 주기를 10초, 7.5초, 5초로 변화시켰다. Fig. 3은 진폭이 30cm인 경우에 대한 부체변위와 스펠별 변위하중을 나타낸다. 변위하중은 스펠별 변위 하중 산정방법과 같다.

Table 1 Displacement loads for different spans

(unit : cm)

지점	①	②	③	④	⑤
6M	7.18	2.90	-1.45	-5.76	-9.96
7M	-10.64	-5.76	-0.72	4.33	9.27
8M	12.64	7.18	1.45	-4.33	-9.96
9M	-11.98	-5.76	0.72	7.18	13.30
10M	13.94	7.18	0.00	-7.18	-13.94
11M	13.94	6.47	-1.45	-9.27	-16.44
12M	15.21	7.18	-1.45	-9.96	-17.63
13M	17.63	9.27	0.00	-9.27	-17.63
14M	17.63	8.58	-1.45	-11.31	-19.89
15M	19.89	10.64	0.00	-10.64	-19.89
16M	21.97	12.64	1.45	-9.96	-19.89

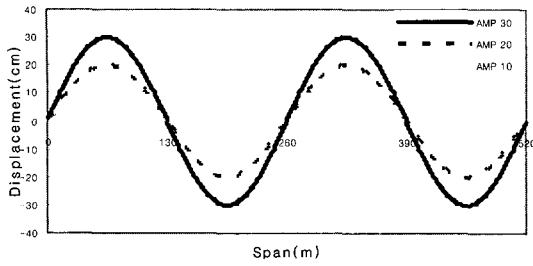


Fig. 4 Displacement of floating system due to amplitude variation

(3) 진폭별 변위하중

파랑하중의 진폭을 30cm, 20cm, 10cm로 변화시켰다. Fig. 4는 주기가 10초인 경우에 대한 부체변위와 스펠별 변위하중을 나타낸다. 변위하중은 스펠별 변위 하중산정 방법과 같다.

3. 파랑하중 작용시의 구조해석

Fig. 1의 예제 구조물을 2가지의 하중조합으로 나누어 각 하중조합에 따른 기둥부재 및 보 부재에 발생하는 경간에 따른 각 모델들의 부재력을 비교·분석하여 축력 및 모멘트의 증폭계수를 도출하고자 한다. 여기서 하중조합 1은 고정하중(DL : Dead Load)과 적재하중(LL : Live Load)만 작용할 경우이며, 하중조합 2는 고정하중, 적재하중과 더불어 파랑하중으로 인한 부체의 상하변위를 하중으로 입력한 주각부의 파랑변위하중(WL : Wave Load)이 작용할 경우이다. 증폭계수는 하중조합 1의 최대 부재력에 대한 하중조합 2의 최대 부재력 비로 정의한다.

하중조합 1 : DL + LL

하중조합 2 : DL + LL + WL

$$\text{증폭계수} = \frac{\text{하중조합2의 최대 부재력}}{\text{하중조합1의 최대 부재력}}$$

3.1 스펠 변화를 고려한 증폭계수

진폭 30cm, 주기 10초인 부체변위에 대해 스펠 변화에 따른 증폭계수의 변화를 살펴보았다. Fig. 5 ~ Fig. 8은 경간이 6m인 모델의 하중조합 1, 2에 대한 축력과 모멘트를 보여주고 있다. 부재를 단부부재와 중앙부 부재로 구분하여 일반적인 부재력의 양상을 살펴보면 다음과 같다.

보 모멘트는 하중조합 1에 대해서는 등분포하중에 대한 일반적인 모멘트의 형태이고 하중조합 2에서는 변위하중의 영향으로 비대칭적인 모멘트 양상을 보여준다. 기둥에 대한 축력은 하중조합 1, 2에 대해서 중앙부 기둥의 축력이 가장 크다. 하중조합 1에 대해서는 축력이 대칭이지만 하중조합 2에 대한

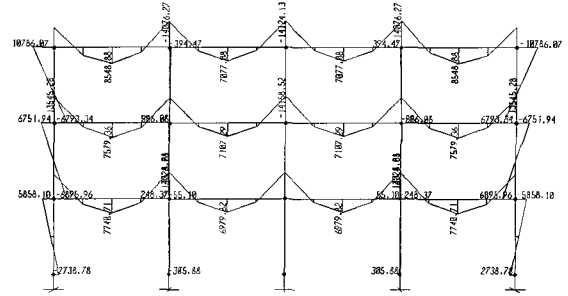


Fig. 5 Moments of 6m span model (combination load 1)

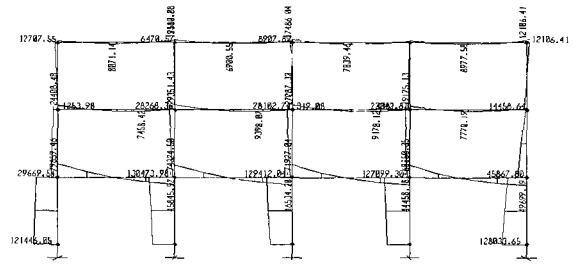


Fig. 6 Moments of 6m span model (combination load 2)

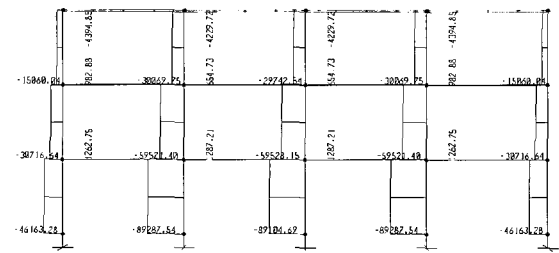


Fig. 7 Axial forces of 6m span model (combination load 1)

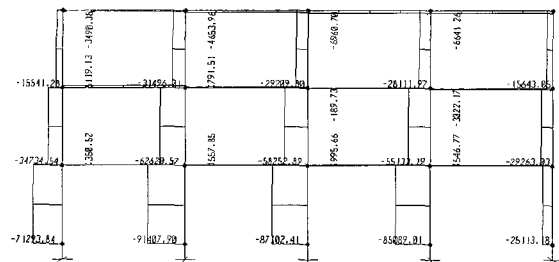


Fig. 8 Axial forces of 6m span model (combination load 2)

축력은 변위하중의 영향으로 인해 한쪽 단 기둥의 축력은 증폭되며 반대편 기둥의 축력은 감소한다. 기둥 모멘트는 하중조합 1에 대해서는 단부 기둥에만 발생하고 하중조합 2에 대해서는 모든 기둥에 발생하며, 특히 1층 기둥의 모멘트가 큰 것을 알 수 있다.

6m 경간 모델은 좌측단에는 양의 변위하중, 우측단에는 음의 변위하중이 작용하는 경우로서 최대 축력은 하중조합 1, 2에 대해서 중앙부 기둥에서 발생하며 최대 축력의 증폭계수는 1.03이다. 이는 하중조합 2에 의하여 기둥 최대 축력이 3% 증가함을 의미한다.

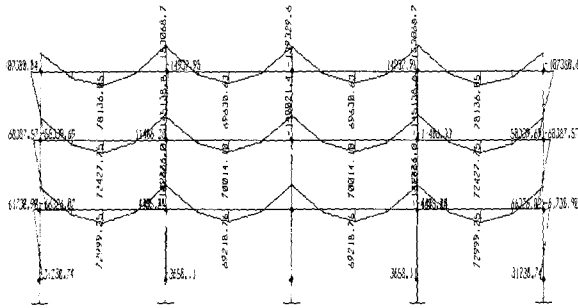


Fig. 9 Moments of 13m span model (combination load 1)- period 10sec

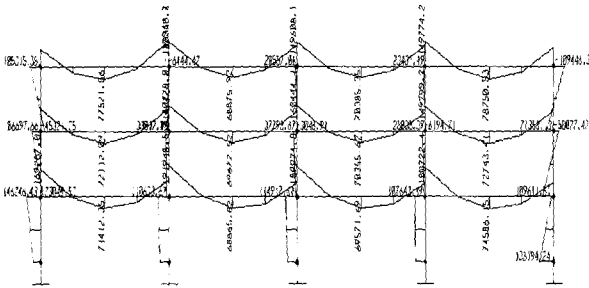


Fig. 10 Moments of 13m span model (combination load 2)- period 10sec

6m 경간 모델에서 최대 모멘트는 하중조합 1,2에 대해서 중앙부 보에서 발생하며 보 모멘트 증폭계수는 5.50이다
그리고 13m 경간 모델은 좌측단에는 양의 변위하중, 우측단에는 음의 변위하중이 작용하는 경우로서 최대 축력은 하중

조합 1,2에 대해서 중앙부 기둥에서 발생하며 최대 축력의 증폭계수는 1.02이다. 최대 모멘트는 하중조합 1,2에 대해서 중앙부 보에서 발생하며 보 모멘트 증폭계수는 1.25이다.

3.2 주기 변화를 고려한 증폭계수

파랑하중의 주기를 10초, 7.5초, 5.0초로 변화시키면서 부재력의 변화를 살펴보았다.

Fig. 9, 10에 나타나듯이 주기 10초인 경우 경간 13m 모델의 좌측단에는 양의 변위하중, 우측단에는 음의 변위하중이 작용한다. 최대 축력은 하중조합 1,2에 대해서 중앙부 기둥에서 발생하며 기둥 축력 증폭계수는 1.02이다. 13m 경간 모델의 최대 모멘트는 하중조합 1,2에 대해서 중앙부 보에서 발생하며 보 모멘트 증폭계수는 1.25이다.

또한 주기 7.5초인 경우 13m 경간 모델은 좌측단에는 음의 변위하중, 우측단에는 양의 변위하중이 작용하는 하며 최대 축력은 하중조합 1,2에 대해서 중앙부 기둥에서 발생하며 기둥 축력 증폭계수는 1.04이다. 최대 모멘트는 하중조합 1,2에 대해서 중앙부 보에서 발생하며 보 모멘트의 증폭계수는 1.40이다.

주기 5.0초인 경우 13m 경간 모델은 좌측단에는 양의 변위하중, 우측단에는 음의 변위하중이 작용하는 하며 최대 축력은 하중조합 1,2에 대해서 중앙부 기둥에서 발생하며 기둥 축력 증폭계수는 1.13이다.

최대 모멘트는 하중조합 1,2에 대해서 중앙부 보에서 발생하며 보 모멘트의 증폭계수는 1.77이다.

13m 경간 모델의 주기별 증폭계수를 정리하면 Table 2와 같다.

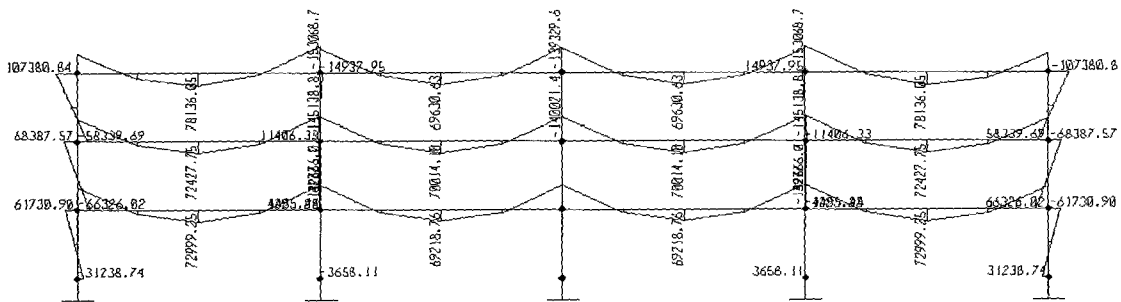


Fig. 11 Moments of 13m span model (combination load 1) - amplitude 10 cm

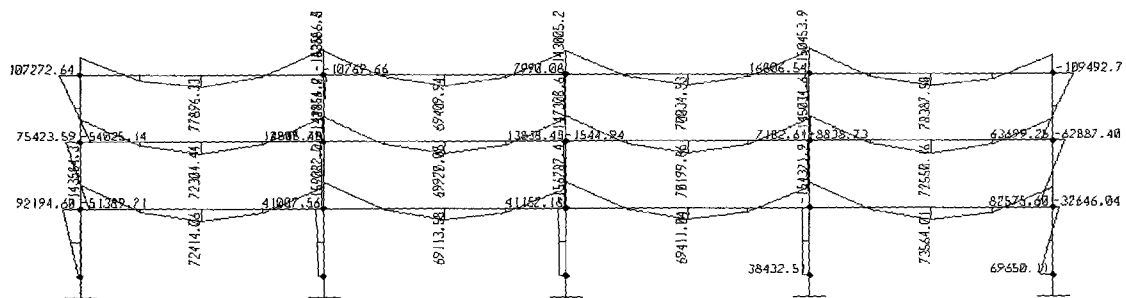


Fig. 12 Moments of 13m span model (combination load 2)- amplitude 10 cm

3.3 진폭 변화를 고려한 증폭계수

파랑하중의 진폭을 30cm, 20cm, 10cm로 변화시키면서 부재력의 변화를 살펴보았다. Fig. 11 ~ Fig. 12는 경간 13m 모델에 대해서 주기 10초인 경우 진폭의 변화에 따른 부재력의 변화를 나타낸 것이다.

진폭 10cm인 경우 경간 13m 모델의 좌측단에는 양의 변위 하중, 우측단에는 음의 변위하중이 작용한다. 최대 축력은 하중조합 1, 2에 의해 중앙부 기둥에서 발생하며 기둥 축력 증폭계수는 1.005이다. 최대 모멘트는 하중조합 1,2에 대해서 중앙부 보에서 발생하며 보 모멘트 증폭계수는 1.027이다.

또한 진폭 20cm인 경우 13m 경간 모델의 좌측단에는 양의 변위하중, 우측단에는 음의 변위하중이 작용한다. 기둥 축력은 하중조합 1, 2에 대해서 중앙부 기둥에서 발생하며 기둥 축력 증폭계수는 1.011이다. 또한 최대 모멘트는 하중조합 1,2에 대해서 중앙부 보에서 발생하며 보 모멘트 증폭계수는 1.14이다.

진폭 30cm인 경우 13m 경간 모델의 좌측단에는 양의 변위하중, 우측단에는 음의 변위하중이 작용한다.

최대 축력은 하중조합 1, 2에 대해서 중앙부 기둥에서 발생하며 기둥 축력 증폭률은 1.016이다. 최대 모멘트는 하중조합 1,2에 대해서 중앙부 보에서 발생하며 보 모멘트 증폭계수는 1.254이다. Table 3은 13m 경간 모델의 진폭별 증폭계수를 나타낸 것이다.

Table 2 Amplification factors of 13m span model due to period variation

주기 (sec)	증폭계수	
	기둥축력	보 모멘트
10	1.02	1.25
7.5	1.04	1.40
5	1.13	1.77

Table 3 Amplification factors of 13m span model due to amplitude variation

진폭 (cm)	증폭계수	
	기둥축력	보 모멘트
30	1.016	1.254
20	1.011	1.140
10	1.005	1.027

4. 파랑하중 작용시 부재력 변화 양상

4.1 스펠 변화에 따른 부재력 변화

각 경간에 따른 고정하중과 적재하중만 작용하는 하중조합 1과 고정하중, 적재하중과 더불어 파랑하중이 작용하는 하중조합 2의 기둥 최대축력비와 보 최대 모멘트 비의 변화 양상이 Fig. 13와 Fig. 14에 각각 나타나 있다.

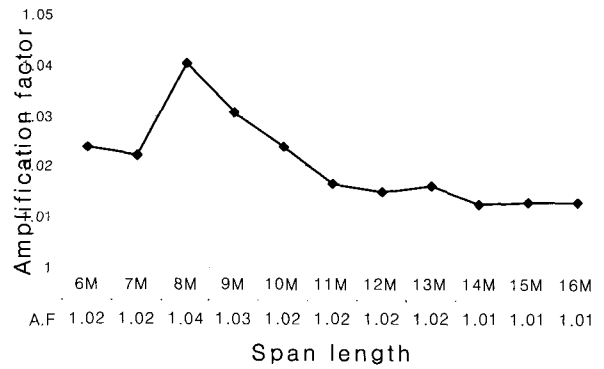


Fig. 13 Amplification factor for column maximum axial forces as a function of span length

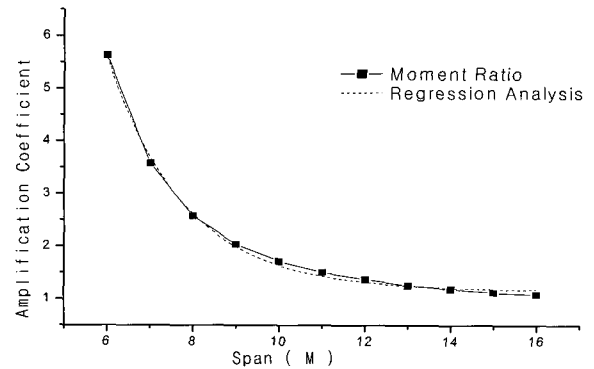


Fig. 14 Amplification factor by regression analysis of beam maximum moment as a function of span length

기둥축력의 변화양상은 6m 경간과 7m 경간을 가진 모델을 제외하고 경간 8m이상의 경우, 하중조합1에 비해 파랑하중이 작용하는 하중조합 2가 약 4% 정도의 증대를 보였으며 경간이 증대될수록 하중조합 1과 하중조합 2에 대한 비가 점차 감소하는 경향을 보였다.

보의 모멘트가 변화하고 있는 양상은 경간이 증대될수록 비선형적으로 감소하고 있는 추세를 보이고 있음을 Fig. 14를 통해서 알 수 있으며 점선으로 표시된 회귀분석선은 대략 $y = 1.128 + 101.441 e^{-x/1.9}$ 의 수식으로 표현되어진다.

(단, y =증폭계수, x =경간)

4.2 주기 변화에 따른 부재력 변화

Fig 15~16은 진폭을 30cm로 고정하고 주기를 10초, 7.5초, 5초로 변화시켰을 때 하중조합2와 하중조합1에 의한 증폭계수를 나타낸다. 이 경우 주기가 감소함에 따라 증폭률이 증가하여 기둥의 경우 주기 5초일 때 최고 증폭계수는 6m 스펠에서 1.35를 나타낸다. 6m, 7m 스펠을 제외하고는 스펠이 길어짐에 따라 증폭률이 감소한다. 이는 변위와 인접 부재와의 관계에 있어서 축력은 변위와 비례하고 스펠과는 3제곱에 반비례하므로 스펠이 길어질수록 스펠의 영향이 지배적이 된다.

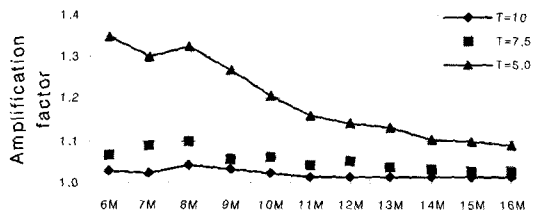


Fig. 15 Amplification factor for column axial forces due to period variation (amplitude 30 cm)

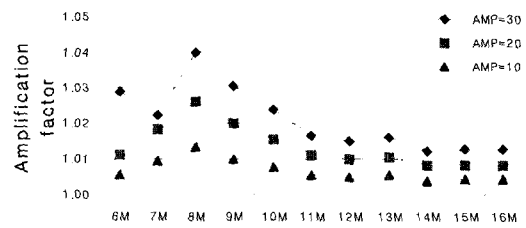


Fig. 17 Amplification factor for column axial forces due to amplitude variation (period 10 sec)

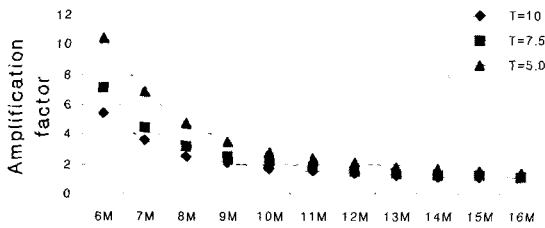


Fig. 16 Amplification factor for beam moments due to period variation (amplitude 30 cm)

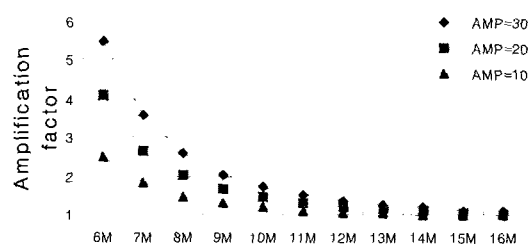


Fig. 18 Amplification factor for beam moments due to amplitude variation (period 10 sec)

보 모멘트는 스패인 길어짐에 따라 감소하는 경향을 보이므로 회귀분석식을 이용하면 적절한 증폭계수를 제시할 수 있다. 보의 최대 증폭계수는 주기가 5초일 때 6m 스패인에서 10.49이다.

그리고 진폭 20cm인 경우에는 주기가 감소함에 따라 증폭률이 증가하는데, 기둥의 경우 주기 5초일 때 최고 증폭계수는 6m 스패인에서 1.24이다. 6m, 7m 스패인을 제외하고는 스패인 길어짐에 따라 증폭률이 감소한다. 보 모멘트는 스패인 길어짐에 따라 감소하므로 회귀분석식을 이용하여 증폭계수를 제시할 수 있다. 보 모멘트 최대 증폭계수는 6m 스패인에서 주기가 5초일 때 7.35이다.

진폭 10cm일 경우에는 주기가 감소함에 따라 증폭률이 증가하는데, 기둥의 경우 주기 5초일 때 6m 스패인에서 최고 증폭계수가 1.11이다. 6m, 7m 스패인을 제외하고는 스패인 길어짐에 따라 증폭계수가 감소한다. 보 모멘트는 스패인 길어짐에 따라 감소하므로 회귀분석식을 이용하여 증폭계수를 제시할 수 있다. 보 모멘트 증폭계수는 6m 스패인에서 주기가 5초일 때 4.13이다.

4.3 진폭 변화에 따른 부재력 변화

Fig 17, 18은 주기를 10초로 고정하고 진폭을 10cm, 20cm, 30cm로 변화시켰을 때의 증폭계수를 나타낸다.

진폭이 증가함에 따라 증폭률이 증가하고 기둥의 경우 진폭 30cm일 때 8m 스패인에서 최대 증폭계수가 1.04이다. 8m를 기준으로 증폭계수의 변화가 다르므로 8m를 기준으로 다른 회귀분석식을 이용하여 증폭계수를 제시할 수 있다. 보 모멘

트는 스패인 길어짐에 따라 일정하게 감소하므로 회귀분석법을 이용하면 증폭계수를 제시할 수 있다. 보 모멘트 최대 증폭계수는 진폭이 30cm 일 때 6m스패인에서 5.50이다.

그리고 주기 7.5초일 경우 진폭 증가에 따라 증폭률이 증가하고 기둥의 경우 진폭 30cm일 때 8m 스패인에서 최대 증폭계수가 1.10이다. 주기 10초의 경우와 마찬가지로 증폭계수가 8m스패인을 기준으로 다른 양상을 보이므로 8m를 기준으로 다른 회귀분석식을 이용하여 증폭계수를 구할 수 있다. 보 모멘트는 스패인 길어짐에 따라 일정하게 감소하므로 회귀분석법을 이용하면 증폭계수를 구할 수 있다. 보 모멘트 최대 증폭계수는 진폭이 30cm 일 때 6m스패인에서 7.10이다.

주기 5.0초일 경우 진폭 증가에 따라 증폭계수가 증가하고 기둥의 경우 진폭 30cm일 때 최대 증폭계수는 6m 스패인에서 1.35이다. 7m 스패인을 제외하고는 스패인 길어짐에 따라 증폭률이 감소하므로 회귀분석법을 이용하여 증폭계수를 구할 수 있다. 보 모멘트는 스패인 길어짐에 따라 일정하게 감소하므로 회귀분석법을 이용하면 증폭계수를 제시할 수 있다. 보 모멘트 최대 증폭계수는 진폭이 30cm 일 때 6m스패인에서 10.49이다.

4.4 보 모멘트 증폭계수의 회귀분석

보 모멘트 증폭계수는 과량하중의 주기 감소와 진폭 증가에 따라 감소하며 스패인 길이 증가에 따른 감소 양상도 비슷함을 알 수 있었다. 그러므로 주기와 진폭의 변화에 따른 회귀분석식은 특정 경우의 회귀분석식에 일정한 계수를 곱하여 표현할 수 있다. 아래 식은 진폭 10cm, 주기 10초인 경우의 회귀분

Table 4 Factors according to each case

구 분		진 폭		주 기	
진폭(cm)	주기(초)	k1	k2	r1	r2
30	10	1.136	2.948	1.0	1.0
	7.5	1.136	2.948	1.101	1.339
	5.0	1.136	2.948	1.389	2.081
20	10	1.058	2.014	1.0	1.0
	7.5	1.058	2.014	1.082	1.302
	5.0	1.058	2.014	1.281	2.047
10	10	1.0	1.0	1.0	1.0
	7.5	1.0	1.0	1.036	1.324
	5.0	1.0	1.0	1.142	2.058

석식에 일정한 계수를 곱한 형태로서 y는 증폭계수, x는 스펠 길이를 나타내며, 각 경우에 대한 회귀분석식을 일반화시켜 표현한 것이다. Table 4는 진폭과 주기에 따른 계수를 나타내며 k₁, k₂ 와 r₁, r₂는 각각 진폭, 주기와 관련된 계수이다.

$$y = k_1 \times r_1 \times 0.993 + k_2 \times r_2 \times 34.409 e^{-\frac{x}{1.9}}$$

5. 결 론

본 논문에서는 파랑하중을 지점변위하중으로 직접 입력하지 않고 고정하중과 적재하중에 의한 강도설계 결과를 이용하여 파랑하중의 영향을 증폭계수의 형태로 도출하는 근사 실용 정적해석법을 제안하였다. 고정하중과 적재하중만을 고려한 부재의 부재력에 비하여 파랑하중에 의한 상부구조물의 영향이 최대인 변위하중, 고정하중과 적재하중을 조합한 경우의 각 부재의 부재력의 증가를 증폭계수의 형태로 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 파랑하중을 고려하는 경우에도 기둥 부재의 축방향력의 변화율은 고정하중과 적재하중만을 고려한 경우에 비하여 5% 이내로 변화하여 기둥 부재의 설계시 파랑하중에 의한 축방향 응력의 증가율은 큰 영향 인자가 되지 않는다. 이러한 현상은 스펠이 6 m 에서부터 16 m까지 비슷한 경향을 나타낸다.
2. 파랑하중을 고려하여 보 부재의 휨모멘트 변화율을 분석한 결과 스펠이 짧은 경우 변위하중의 크기가 작지만 강접으로 집합된 상부구조물의 특성상 인접 스펠에 미치는 영향이 최대로 나타났으며 스펠이 증가하는 경우 변위하중은 증가하여도 인접스펠에 미치는 영향이 감소하여 보 부재의 휨모멘트 증폭계수가 감소함을 알 수 있었다.
3. 파랑하중의 주기가 짧아지면 변위하중이 증가하여 하중 조합 2에 대한 기둥축력은 증가하게 된다. 진폭 30cm 의 경우

기둥 축력의 최대 증폭계수는 주기 10초, 7.5초, 5.0초일 때 각각 1.04, 1.10, 1.35로서 주기가 감소함에 따라 증폭계수가 증가함을 알 수 있다.

4. 보 최대 증폭계수는 진폭이 30cm의 경우 주기 10초, 7.5초, 5.0초일 때 각각 5.5, 7.1, 10.5로서 주기의 감소에 따른 증폭계수의 영향이 기둥 축력보다 큰 것을 알 수 있다. 보 모멘트는 스펠의 길이가 증가함에 따라 감소하므로 회귀분석식을 이용하여 증폭계수를 제시할 수 있다.

5. 기둥 축력 최대 증폭계수는 진폭 10cm, 20cm, 30cm일 때 각각 1.01, 1.03, 1.04이며 증폭계수는 경간 8m를 기준으로 다른 양상을 보이고 있으므로 8m를 기준으로 다른 회귀분석식을 이용하면 적절한 증폭계수를 구할 수 있다.

6. 보 모멘트 증폭계수는 진폭의 증가 비율과 비슷한 양상을 보이며 스펠이 증가함에 따라 증폭계수는 감소한다. 보 모멘트의 최대 증폭계수는 진폭 10cm, 20cm, 30cm일 때 각각 2.5, 4.0, 5.5로서 진폭의 증가율과 증폭계수의 증가율이 비슷함을 알 수 있다.

이상에서와 같이 주기와 진폭의 변화에 따른 각 스펠별 부재력 증폭계수만 제시함으로써 파랑하중을 고려한 근사 실용 정적해석이 가능하다. 특히, 보 모멘트 증폭계수는 특정 회귀방정식에 일정한 계수를 곱하여 각 경우에 대한 증폭계수로 표현이 가능하였다.

후 기

이 연구는 해양수산부 “초대형 부유식 해상구조물 기술개발” 과제 연구비 지원에 의한 것입니다. 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

- [1] 송화철 외(2001a), 超大型 浮遊式 海上構造物 1部 構造物의 構造解析, 第2回 日·韓 海洋建築及び沿岸域利用に關するシンポジウム論文集, pp. 1~6
- [2] 송화철, 광명하(2001b), 초대형 부유식 해상구조물 상부구조시스템에 관한 연구, 한국생태환경건축학회 추계학술발표대회 논문집, 1권 pp. 259~264
- [3] 홍사영 외(1996), 대형 해양구조물 거동해석 기법 개발, 선박해양공학연구센터, 과기처 특정 연구개발사업 보고서
- [4] 정태영 외(1998), 해양공간이용 대형 복합 플랜트 개발, I. 시스템 종합기술개발, 한국기계연구원, 과기처 특정연구개발사업보고서
- [5] 해양수산부(2000), 초대형부유식 해상구조물 기술개발 연구보고서(2차년도)
- [6] 해양수산부(2001), 초대형부유식 해상구조물 기술개발 연

- 구보고서(3차년도)
- [7] 메가플로터 技術研究組合(1995), 超大型 浮體式 海洋構造物 研究成果報告書
- [8] 竹中工務店(1997), 메가플로트 空港施設に伴う 터미널빌딩 検討作業業務成果報告書, 마린플로트 推進機構
- [9] 竹中工務店, 三井造船(1999), 상재건조물 구조배치의 조사 연구
-
- 원고접수일 : 2003년 9월 15일
원고채택일 : 2003년 11월 12일