

# 초대형 부유식 구조물의 상부구조체에 대한 동적응답해석

곽 명 하\* · 송 화 철\*\*

\* (주)서울구조안전기술사사무소, \*\* 한국해양대학교 해양공간건축학부 조교수

## Dynamic Response Analysis of Superstructures on Very Large Floating Structures

Myung-Ha, Kwak · Hwa-Cheol, Song

\*Seoul Structural Engineering Co. Ltd, Seoul, 138-190, Korea

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

**요 약** : 전세계적인 인구증가와 산업화로 인하여 육지면적의 부족, 육상자원의 고갈 등의 문제로 해양의 이용 및 개발의 관심이 늘어나고 있으며, 환경친화적인 해양공간을 확보하기 위하여 초대형 부유식 해상구조물에 대한 기술개발이 요구되고 있다. 본 논문에서는 초대형 부유식 구조물의 상부구조체에 대한 시간이력해석법에 대하여 소개하고 파랑하중에 의한 부체변형을 이용한 시간변위이력 산정 방법을 제안한다. 또한 주기 및 진폭의 변화에 따른 상부구조물의 동적 시간이력응답 결과를 분석하고 초대형 부유식 상부구조물 시설계안의 동적구조안전성을 평가한다.

**핵심용어** : 상부구조물, 초대형부유식 구조물, 시간이력해석, 변위시간이력, 파랑하중

**Abstract** : The importance of utilization of ocean space is increased due to high population and narrow land space. The development of a new technology for future use of ocean space, such as a design technology of Very Large Floating Structures(VLFS) is needed. This paper introduces the time history analysis of superstructures on very large floating structures and proposes the estimation method of time displacement history considering wave loads. The dynamic responses of superstructure according to variation of period and amplitude are analysed using an example frame structure and the dynamic structural safety of VLFS pilot superstructure is evaluated.

**Key words** : superstructure, very large floating structure(VLFS), time history analysis, displacement time history, wave loads

## 1. 서 론

최근 해양공간 개발 및 이용에 있어서, 환경 악화 및 수심의 한계로 과거 매립공법에 의한 방법보다 부유식 공법에 의한 해양공간 개발의 필요성이 증대되고 있다. 또한 현재 매립방식에 의한 국내의 연안역 이용은 포화상태에 있으며 이와 같은 매립방식에 대한 대안으로 환경친화적이고 쾌적한 해양공간을 확보하기 위하여 초대형 부유식 해상구조물에 대한 기술개발이 요구되고 있다. 해양 선진국에서는 해상도시, 해상공항 및 항만, 해상 플랜트 기지, 해상도로 등의 초대형 부유식 구조물에 대한 연구 및 실험이 수행되고 있다.

일본은 메가플로터 조합(메가플로터, 1995)을 중심으로 1995년부터 초대형 부유식 해양구조물에 대한 연구를 수행하고 있으며 간사이공항에 대한 메가플로터 터미널 시설계와 같은 상부구조물에 대한 연구도 진행하였다.(竹中工務店,1997)(竹中工務店,1999)

국내에서도 이에 대한 연구를 90년 중반부터 수행하고 있으며(홍사영, 1996)(정태영, 1998)주로 유탄성응답해석과 같은 하부부체의 거동에 대한 연구가 주로 이루어졌으며, 99년부터

상부구조물 개념설계법, 정적 안정성 평가 등의 상부구조물에 대한 연구가 수행되었다.(해양수산부,1999)(해양수산부,2000)

부유식 해상구조물의 상부시설은 육상의 경우와는 달리 진하중에 영향을 받지 않지만 파랑하중에 의한 영향을 크게 받으며, 파랑하중에 의한 하부 부체의 변형이 상부구조물에 주는 영향을 검토하여야 한다. 초대형 부유식 구조물은 길이가 수 km인 반면 두께는 수 m에 불과하여 얇은 박판으로 생각할 수 있으며, 파랑하중에 의해 강체거동을 하지 않고 탄성 변형을 하게 되므로 하부부체의 이러한 거동은 상부구조물에 영향을 주게 된다.

초기 설계단계에서는 하부부체에 대한 영향을 고려하여 정적해석(Static Analysis)(송화철,2001)만 수행하면 되지만 상세 설계 단계에서는 상부구조물의 동적특성을 분석하기 위하여 정밀 동적해석법인 시간이력해석(Time History Analysis)을 수행하고 동적 구조안전성을 확보하는 방안을 강구하여야 한다.

본 논문에서는 초대형 부유식 구조물의 상부구조물에 대한 시간이력해석법에 대하여 소개하고 파랑하중에 의한 부체변형을 이용한 시간변위이력 산정 방법 및 상부구조물체의 적용 방법을 제안한다. 그리고 3층 4스팬 예제 구조물에 대하여 주기 및 진폭변화에 따른 상부구조물 동적응답특성을 분석하고 이에 대한 결과를 이용하여 초대형 부유식 상부구조물 시설계

\* archisos@kmaritime.ac.kr, 02)420-4143

\*\* 종신회원, song@hanara.kmaritime.ac.kr 051)410-4582

안의 동적구조안전성을 평가한다.

## 2. 상부구조물 시간이력해석

### 2.1 부체변형의 시간변위이력 산정

초대형 부유식 구조물은 Fig. 1과 같이 하부구조물, 상부구조물, 계류시스템으로 구성되며 본 연구에서는 부체구조물과 상부구조물을 분리하여 동적해석을 하는 경우를 전제로 한다.

파랑하중을 고려한 상부구조물의 정적해석법은 파랑하중을 동하중으로 직접 고려하지 않고 하부구조물의 부체변형모드에 상응하는 강제수직변위를 주각부에 입력하여 파랑하중의 효과를 근사적으로 고려할 수 있다. 한편 동적해석법인 시간이력해석을 위해서는 하부부체의 거동을 시간이력하중으로 치환하여 상부구조물에 적용하여야 한다.

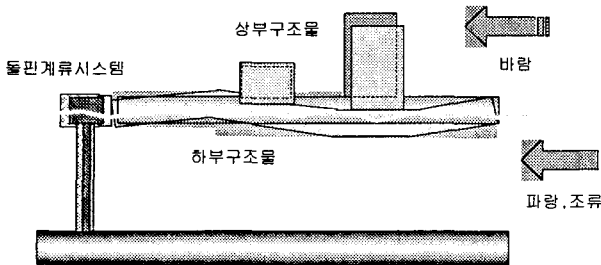


Fig. 1 Deformation of Lower-structure and Behavior of Superstructure

이와 같은 시간이력해석을 위해서는 시간이력하중(Time History Loads)을 산정하는 것이 선행되어야 한다. 본 연구에서는 일본 메가플로트 연구와 일본대학 사이조 교수의 연구(西倭, 2000)를 참조하여 주기 10초에 최대상하변위진폭 30cm를 가진 시간이력을 기준이 되는 파형으로 선정하였다.

Fig. 2는 변위에 대한 시간이력으로 사인함수인  $y = \bar{y} \sin(\omega t) = 30 \sin(\frac{\pi}{5} t)$ 와 같은 식으로 나타낼 수 있다. 부체변형의 시간이력 적용시 주기 및 진폭이 상부구조물에 미치는 영향을 알아보기 위해 주기를 각각 2.5초, 5초, 7.5초로 변화시켜 적용하였으며, 또한 최대진폭도 1/3과 2/3의 값을 적용시켜 비교분석 하였다.

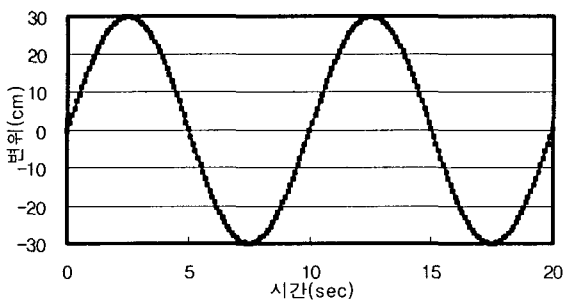


Fig. 2 Displacement time history

### 2.2 시간이력해석법과 변위시간이력의 입력

시간이력해석법은 구조물의 운동방정식을 수치적인 방법으로 직접 적분하여 해를 구하는 동적 해석법으로서, 비선형 해석이 가능하며 구조물의 정확한 동적거동을 분석할 수 있다. 본 연구에서는 동적 비선형해석 프로그램인 RAM-Xlinea (RAM,1998)를 사용하였다. 이 프로그램은 Drain-2DX(Drain, 1993)의 윈도용 구조해석 프로그램으로서, 구조물 동적해석에 사용되는 일반 프로그램들은 절점에 변위시간이력을 적용할 수 있는 기능이 없지만, 이 프로그램은 이와 같은 기능을 가지고 있기 때문에 구조물 지점에 동적변위하중의 입력이 가능하다.

변위시간이력의 입력은 Drain-2DX에서 지점변위 데이터를 변위 또는 처짐각으로 나타낼 수 있으며 스프링지점조건에서만 적용되기 때문에 해당되는 자유도의 제약조건을 스프링으로 지정하여야 한다. 본 예제구조물에서는 변위시간이력이 수직방향으로 작용하기 때문에 지점의 Y방향의 구속조건을 스프링으로 한다. 그리고 지점별로 다른 변위입력을 하거나 동일한 변위입력조건에서 시간지연(time delay)조건을 이용함으로써 out-of-phase 효과를 반영할 수 있다.

본 연구에서는 하부부체의 파랑하중에 의한 영향을 상부구조물에 동적하중으로 입력하기 위해서 상부구조물의 각각의 지점에 동일한 변위시간이력을 작용시키고 더불어 시간지연 조건을 적용하였다. Fig. 3은 지점에 적용된 하중을 나타내는 것으로 각 지점마다 0.5초의 시간지연을 갖는다. 0.5초의 시간지연은 입력하중의 주기가 10초이며 스패 13m에 해당되는 값이며, 주기와 스패가 달라지면 이에 상응하는 시간지연값을 계산하여 적용하여야 한다. 또한 Fig. 4는 이 모델링에 입력된 시간이력하중으로 주기 10초일때의 사인함수이다.

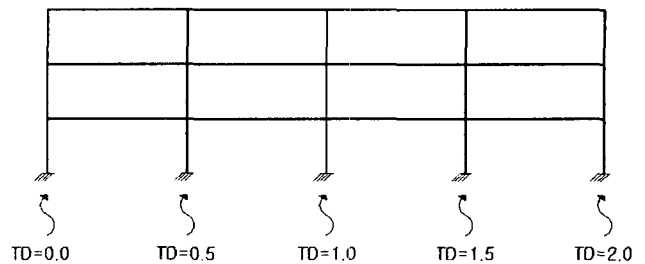


Fig. 3 Inputs of displacement time histories

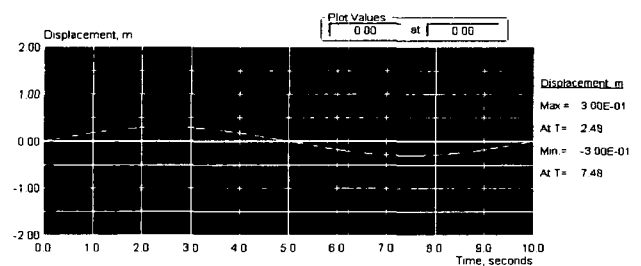


Fig. 4 Displacement time history(Period=10sec.)

### 3. 수치 시뮬레이션

#### 3.1 예제구조물 개요 및 동적특성

예제구조물은 층고 4m, 스패 13m의 3층 정형구조물로서 Fig. 5에 나타나 있다. 보단면은 H형강인 H800×300×14×26, 기둥단면은 튜브인 □700×700×19로 하며 단면성능은 Table 1에 나타나 있다. Fig. 6은 고정하중과 적재하중을 고려한 정적하중을 나타낸다.

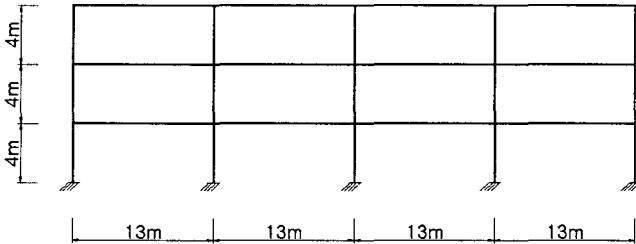


Fig. 5 3 story - 4 bay structure

Table 1 Member properties

부재	부재단면	부재성능
보	H800×300×14×26	A=267.4cm <sup>2</sup> I=292000cm <sup>4</sup> Z=7300cm <sup>3</sup>
기둥	□700×700×19	A=517.5cm <sup>2</sup> Z=11439cm <sup>3</sup> i=27.5cm

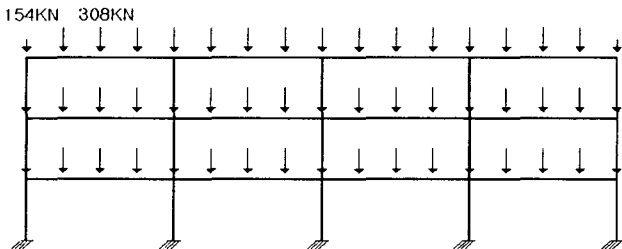


Fig. 6 Static loads(Dead loads+Live loads)

질량(Mass)은 절점에 집중되는 집중질량(Lumped mass)으로 가정하여 중앙부 절점과 가장자리 절점에 각각 80kN·sec<sup>2</sup>/m와 40kN·sec<sup>2</sup>/m의 값을 적용하였다.

본 연구에서 적용한 감쇠비는 3%이며, 구조물의 질량과 강성에 좌우되는 특성을 고려하기 위해 Rayleigh 감쇠비를 적용하였다.

#### 3.2 상부구조물 동적응답 분석

주기는 고유치해석(Eigenvalue analysis)에 의해서 모드별 고유주파수를 구할 수 있으며 Table 2는 1, 2, 3차 고유주기를 나타낸다.

Table 2 Mode period

	1차주기	2차주기	3차주기
주기(sec)	0.589	0.164	0.122

하중 조합은 정하중(고정하중+적재하중), 시간이력하중(과량하중), 정하중과 시간이력하중이 동시에 작용하는 세 경우로 한다.

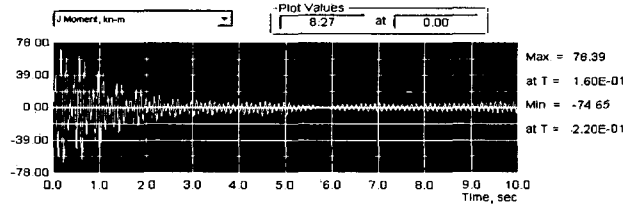


Fig. 7 Moment response due to dynamic displacement load

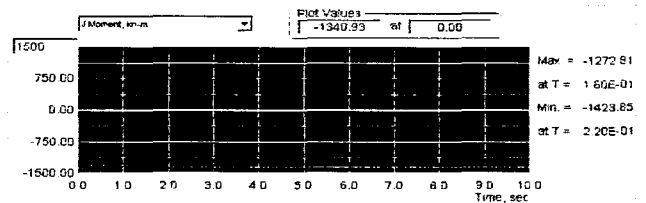


Fig. 8 Moment response due to dynamic displacement load including static loads

Fig. 7은 동적변위하중에 의해서 10초동안 보에 작용하는 응답모멘트이력을 나타내며 최대진폭을 30cm하여 진폭비를 1로 했을 때의 결과값을 나타낸다. 한편 Fig. 8은 정적하중과 동적변위하중의 조합하중에 의한 결과값을 나타내는데, 시간에 따른 모멘트응답의 변화가 크지 않음을 알 수 있다. 이것은 Table 3에 나타나듯이 정하중에 의한 모멘트응답이 지배적이기 때문이다.

Fig. 9와 Fig. 10은 각각 시간이력하중만 작용할 경우와 정적하중과 시간이력하중의 조합하중이 작용할 경우의 부재모멘트의 envelope를 나타낸다.

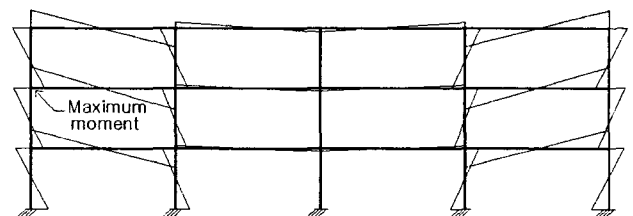


Fig. 9 Moment envelope due to dynamic displacement load

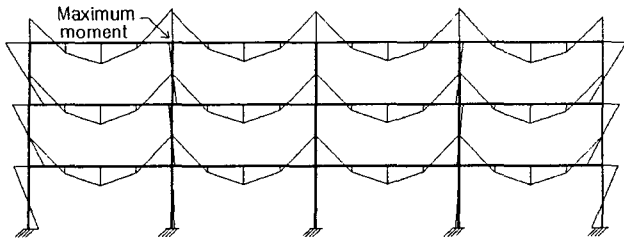


Fig. 10 Moment envelope due to dynamic displacement load including static loads

시간이력해석결과를 진폭비의 변화에 따른 최대모멘트값으로 정리하면 Table 3에서와 같다. 최대변위진폭 30cm인 경우(진폭비 1) 정하중이 작용할 경우를 기준으로 하여 조합하중(정하중+시간이력하중)이 작용할 경우에는 최대모멘트가 1.06배 증가한다. 따라서 주기 10초의 시간이력하중에 의한 모멘트증가는 비교적 미소함을 알 수 있다. 진폭비의 변화에 따른 모멘트의 변화를 살펴보면 2/3일 때 67%, 1/3일 때 33%로 선형비례의 관계가 있음을 알 수 있다.

Table 3 Dynamic moment responses(max. values)

진폭비		1	2/3	1/3
모멘트 (t·m)	정하중	137.62	137.62	137.62
	시간이력하중	7.61(100%)	5.10(67%)	2.51(33%)
	정하중+시간이력하중	145.23 (1.06)	142.72 (1.04)	140.13 (1.02)

상부구조물의 1차주기가 0.589로 부체변형 주기 10초와 차이가 크기 때문에 동적응답의 크기가 작게 나타난다. 상부구조물이 고층건물이 되면 고유주기가 크게 되고 동시에 파랑하중의 주기가 어느 정도로 작아지는 경우를 예상할 수 있으며, 이 경우에는 동적응답이 증가하게 될 것이다. 따라서 시간이력하중의 주기를 작게 하여 동적응답의 변화를 분석할 필요가 있다. Table 4는 진폭비와 주기를 달리하여 시간이력하중을 적용하였을 때 동적응답모멘트값을 나타낸다. 전체적으로 주기가 작아지면 응답값이 크게 증가하게 된다. 진폭비 1의 경우 주기 2.5초의 결과는 주기 10초의 값보다 4.1배 증가함을 알 수 있다. Fig. 11은 주기와 모멘트의 관계를 그래프로 나타낸 것이며 주기가 작아질수록 모멘트가 크게 증가함을 확연히 나타내고 있으며, 동적모멘트응답은 주기와 진폭의 변화에 큰 영향을 받고 있음을 알 수 있다.

Table 4 Dynamic moment responses by period variation

시간이력하중 주기		2.5초	5초	7.5초	10초
모멘트 (t·m)	1 (진폭비)	31.36	15.23	9.87	7.61
	2/3 (진폭비)	21.01	10.21	6.61	5.10
	1/3 (진폭비)	10.35	5.03	3.26	2.51

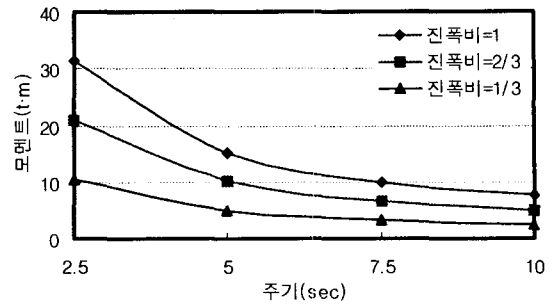


Fig. 11 Moment-period relationship

#### 4. 상부구조물의 시설계안 동적응답

##### 4.1 건축물 개요

상부시설 시설계안의 중앙부 건물 중에서 국제회의장, 해양문화센터, 해양정보센터, 해양호텔에 대한 동적구조안전성평가를 한다. 대상건물의 배치도 및 조감도는 Fig. 12와 Fig. 13에 각각 나타나 있다.

- 메인데크의 크기: 가로 1,500m, 세로 500m, 깊이 10m
- 중앙동의 크기: 가로 351m, 세로 169m, 층고(1-3층: 4m, 4-9층: 3m)
- 중앙동의 용도: 1-3층(국제회의장, 해양문화센터, 해양정보센터), 4-9층(호텔)

상부구조물은 철골조 라멘구조 형식(하부층 스패 13m, 상부층 스패 6.5m)이며 강재의 재료특성은 SM490의 용접구조용 내후성 열간압연재로서 항복강도는 33.0t/m<sup>2</sup>, 강재의 탄성계수는 2.1×10<sup>6</sup> kg/cm<sup>2</sup>이다. Fig. 14와 15는 각각 구조평면도와 구조입면도를 각각 나타낸다.

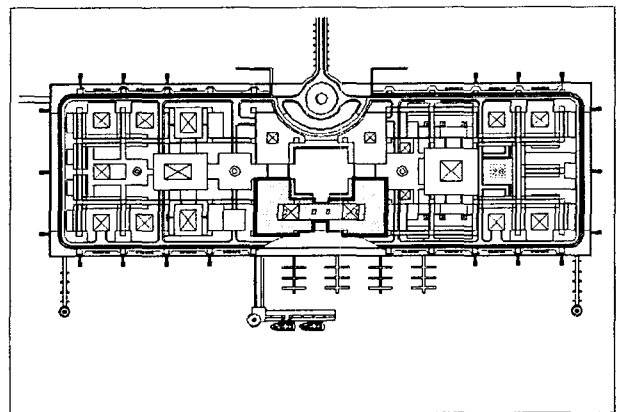


Fig. 12 Superstructure facilities on VLFS

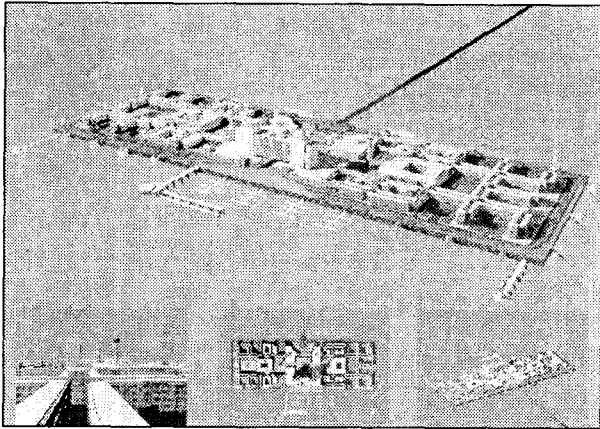


Fig. 13 Bird's-eye view

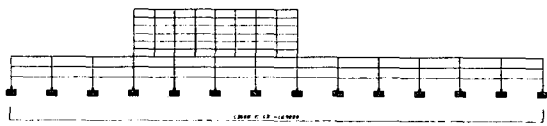


Fig. 14 Structural elevation(Y-axis, lateral direction)

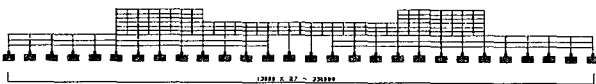


Fig. 15 Structural elevation(X-axis, longitudinal direction)

4.2 구조모델링 및 고유주기

시설계안의 동적해석을 위해 동적비선형 해석 프로그램인 RAM-XLinea를 이용하였다. 상부시설계안을 단변방향과 장변 방향으로 각각 분리하고 타 방향의 강성효과는 없는 것으로 가정한 근사 2차원 모델링을 하여 동적해석을 수행하였다. 보와 기둥의 부재성능은 Table 5에서와 같은 입력값을 적용하고 있다. Table 6은 고유치해석에 의한 고유주기를 나타낸다. 표에서 보듯이 고유주기가 기본파형이 되는 10초보다 매우 작은 값이므로 시간이력하중에 대한 영향이 작음을 예측할 수가 있다.

Table 5 Member properties of pilot superstructure

부재	층	부재단면	부재성능
보	1~3층	H800×300×14×26	A=267.4cm <sup>2</sup> I=292000cm <sup>4</sup> Z=7300cm <sup>3</sup>
		H900×300×16×28	A=308.8cm <sup>2</sup> I=411000cm <sup>4</sup>
		H912×302×18×34	A=364cm <sup>2</sup> I=498000cm <sup>4</sup>
	4~6층	H792×300×14×22	A=243.4cm <sup>2</sup> I=254000cm <sup>4</sup>
	7~9층	H692×300×13×20	A=211.5cm <sup>2</sup> I=172000cm <sup>4</sup>
	기둥	1~6층	□700×700×19
7~9층		□600×600×19	A=423.8cm <sup>2</sup> Z=7766.67cm <sup>3</sup> i=23.45cm <sup>3</sup>

Table 6 Mode period of pilot superstructure

	주기(sec)		
	1차주기	2차주기	3차주기
단변방향	1.039	0.425	0.301
장변방향	1.108	0.631	0.403

4.3 구조해석 및 응답분석

하중조합은 정하중(고정하중+적재하중), 시간이력하중(과량하중), 정하중과 시간이력하중이 동시에 작용하는 세 경우로 하여 검토한다. 하중적용에 있어서는 고정하중 및 적재하중을 각각 473kg/m<sup>2</sup>과 270kg/m<sup>2</sup>을 적용하였고 시간이력하중은 Fig. 4와 같이 10초의 주기를 가진 시간이력곡선을 적용하였다. 단, X방향의 진폭은 30cm이고 Y방향은 25cm이다.

Table 7에는 보, 기둥의 응력해석 결과값으로서 단변과 장변 방향 모두 비슷한 결과값을 나타낸다. 해석결과에 나타나듯이 보의 경우 모멘트는 시간이력하중에 의한 영향으로 조합하중(정하중+시간이력하중)은 정하중의 1.24배가 된다. 기둥의 경우에는 축하중이 지배적이며 시간이력하중에 의해 단변방향에서 1.22배, 장변방향에서는 1.19배 증가한다. 단변방향에서 시간이력하중에 의한 축력이 더 크게 나오는 것은 동적변위하중의 진폭이 크기 때문이다. 또한 Fig. 16과 Fig. 17은 각각 단변, 장변방향으로 정하중과 시간이력하중의 조합에 의해 보에 작용하는 모멘트응답이력을 나타낸다. 그리고 Fig. 18와 Fig. 19는 각각의 방향으로의 정하중과 시간이력하중의 조합하중에 의한 기둥에 작용하는 축응답이력을 나타낸다.

Table 7 Maximum member forces of superstructure

		하중	동적응답값	
			단변방향	장변방향
보	모멘트 (tm)	정하중	173.93	171.04
		시간이력하중	55.15	52.81
		정하중+시간이력하중	229.08 (1.24)	223.85 (1.24)
	전단력 (t)	정하중	60.84	59.93
		시간이력하중	17.38	16.02
		정하중+시간이력하중	78.22 (1.22)	75.95 (1.21)
기둥	모멘트 (tm)	정하중	0.30	0.85
		시간이력하중	5.95	6.57
		정하중+시간이력하중	6.25 (1.95)	7.42 (1.89)
	축력 (t)	정하중	987.47	987.95
		시간이력하중	277.33	227.33
		정하중+시간이력하중	1264.80 (1.22)	1215.28 (1.19)

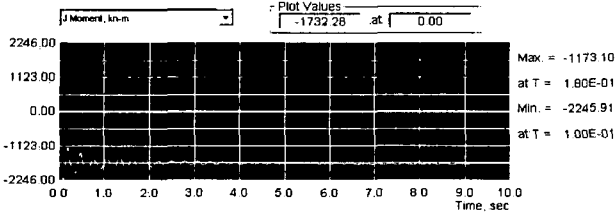


Fig. 16 Moment response due to dynamic displacement load including static loads(lateral direction)

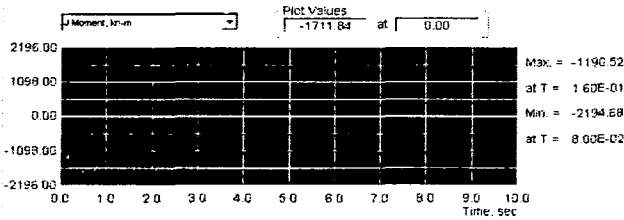


Fig. 17 Moment response due to dynamic displacement load including static loads(longitudinal direction)

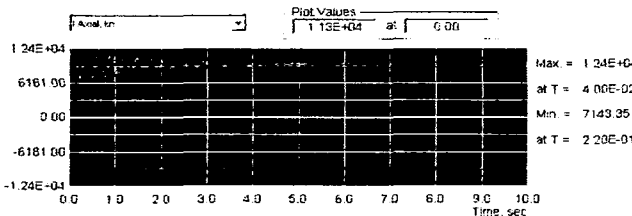


Fig. 18 Axial response due to dynamic displacement load including static loads(lateral direction)

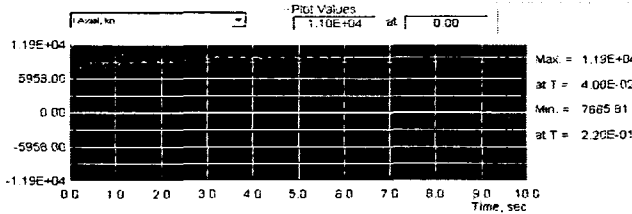


Fig. 19 Axial response due to dynamic displacement load including static loads(longitudinal direction)

허용응력설계법에 의해 보와 기둥의 단면을 검토하고 부재 응력으로는 단변방향(Y방향)과 장변방향(X방향)에 대한 구조 해석 결과값을 이용한다.

단변방향의 보에 발생하는 최대모멘트와 전단력은 각각 229.08 t·m과 78.22 t으로 휨응력 및 전단응력에 대한 단면 검토로 H800×300×14×26이 적합하다. 또한 기둥에서는 □700×700×19로 최대모멘트 6.25 t·m와 축력 1264.8 t에 대한 응력검토를 만족한다.

또한 장변방향에서는 보에 발생하는 최대모멘트와 전단력은 각각 223.86 t·m와 75.95 t으로 휨응력 및 전단응력에 대한 단면검토로 H800×300×14×26의 부재가 적합하다. 그리고

기둥에서의 최대모멘트 7.42 t·m와 축력 1215.28 t에 대한 응력검토를 통해 □700×700×19의 부재가 만족한다.

4.4 부재변형에 의한 동적해석과 정적해석의 응답비교

Table 8은 정적해석과 동적해석의 동적응답값을 비교한 표로 단변방향과 장변방향에 대한 결과값을 나타낸다. 표에서 정적해석은 동하중(강제처짐변위)를 적용한 결과이며, 동적해석은 시간이력하중을 적용한 결과이다. 정적해석결과에 대한 내용은 (해양수산부, 2000)에 상세하게 나와 있으며 Table 8에는 결과값만을 나타내었다.

표에서 보듯이 동적해석의 경우 시간이력하중에 의한 보의 최대모멘트는 정적해석결과와 비교하여 장변방향 29%, 단변방향 23%로 작게 나타난다. 반면 기둥은 정적해석에 의한 축력보다 동적해석시에 나타나는 시간이력하중에 의한 축응답이 장변방향 165%, 단변방향 211%로 크게 나타난다. 따라서 해석방법에 따라 보와 기둥의 응답값의 경향이 다르게 나오는 것을 알 수 있으며, 특히 시간이력해석에 의한 동적해석시 기둥축력의 증가를 설계에 반영하여야 할 것으로 사료된다.

Table 8 Member forces by static and dynamic analysis

		X축, 장변방향		Y축, 단변방향	
		정적해석	동적해석	정적해석	동적해석
보	모멘트 (t·m)	184.31	52.81 (29%)	236.253	55.15 (23%)
	전단력 (t)	29.49	16.02	37.185	17.38
기둥	모멘트 (t·m)	45.97	6.57	0.245	5.95
	축력 (t)	137.78	227.33 (165%)	131.37	277.33 (211%)

Fig. 20과 Fig. 21은 강제처짐하중에 의한 정적해석과 시간이력하중에 의한 동적해석의 동적응답값의 비교값으로서 각각 보의 모멘트와 기둥의 축력에 대한 결과를 나타낸 그래프이다.

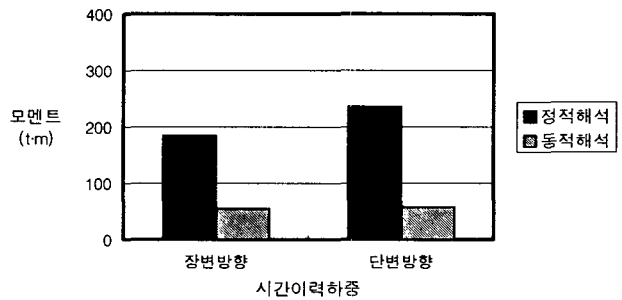


Fig. 20 Beam max. moment by static and dynamic analysis

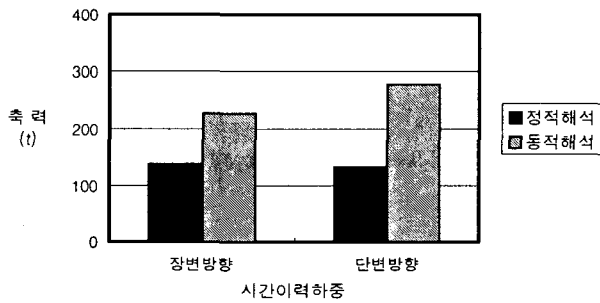


Fig. 21 Column max. axial force by static and dynamic analysis

### 5. 결 론

본 논문에서는 초대형부유식구조물 부체변형의 시간변위이력 산정 및 상부구조물 시간이력해석법에 대하여 소개하였다. 예제 구조물에 시간이력하중을 적용시켜 주기 및 진폭변화에 따른 상부구조물 동적응답특성을 분석하고 상부구조물 시설계안에 적용한 결과는 다음과 같다.

- 최대변위진폭 30cm인 경우 정하중이 작용할 경우를 기준으로 하여 조합하중(정하중+시간이력하중)이 작용할 경우에는 최대모멘트가 1.06배 증가한다. 따라서 주기 10초의 시간이력하중에 의한 모멘트증가는 비교적 미소하게 나타났다.
- 시간이력하중의 주기가 7.5초, 5초, 2.5초로 작아질수록 동적응답모멘트가 크게 증가하였으며, 진폭을 2/3, 1/3로 줄일 경우에는 동적응답값이 선형적으로 감소하였다.
- 파랑하중의 작용을 고려한 정적해석 및 동적해석에 의한 상부구조물 시설계안의 상부구조체에 대한 동적구조안전성을 검토한 결과 안전한 것으로 나타났다. 그리고 보의 모멘트는 강제처짐변위를 적용한 정적해석결과에 비하여 작은 값을 가지지만 기동축력은 반대로 큰 값을 나타내며 이를 구조설계시 반영하여야 할 것으로 사료된다.

### 감사의 글

이 연구는 2001년도 해양수산부 “초대형 부유식 해상구조물 기술개발” 과제 연구비 지원에 의한 것입니다. 이에 감사드립니다.

### 참 고 문 헌

- [1] 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
- [2] 송화철 외(2001), 超大型 浮遊式 海上構造物 上部 構造體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
- [3] 정태영 외(1998), 해양공간이용 대형 복합플랜트 개발, I. 시스템 종합기술개발, 한국기계연구원, 과기처 특정 연구개발사업 보고서, 1995-1998
- [4] 해양수산부(1999), 초대형부유식 해상구조물 기술개발 연구보고서(1차년도)
- [5] 해양수산부(2000), 초대형부유식 해상구조물 기술개발 연구보고서(2차년도)
- [6] 홍사영 외(1996), 대형 해양구조물 거동해석 기법 개발, 선박해양공학연구센터, 과기처 특정 연구개발사업 보고서, 1993-1996
- [7] 西條 修(2000), 메가프로트 上載建築物의 制振構造化および 動特性 評價, 日本建築學會大會學術講演梗概集(東北)
- [8] 竹中工務店(1997), 메가프로트 空港施設設計に伴う 터미널빌딩 檢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 조사연구
- [10] Drain-2DX(1993), Base Program Description & User Guide
- [11] RAM Xlinea(1998), user's manual

원고접수일 : 2002년 8월 5일  
 원고채택일 : 2002년 9월 24일