

## 전선 구조해석 모델을 이용한 진동해석 방법에 관한 연구

박형식<sup>†\*</sup>, 최수현\*, 이용섭\*

대우조선해양(주) 진동소음 R&D 팀\*

### A Study on Vibration Analysis Method Using the Global Structural Analysis Model

Hyung-Sik Park<sup>†\*</sup>, Su-Hyun Choi\* and Yong-Sub Lee\*

DSME Vibration & Noise R&D Team\*

#### Abstract

In general, the vibration and structural analyses have been carried out by using each finite element model separately because of different size of finite element mesh and different focusing area of each analysis. In some cases, however, it is required to perform both global vibration and structural analyses at the same time using a finite element model for global structural analysis, which asks for a special treatment for a vibration analysis. In this study, a technique to perform a global vibration analysis using a finite element model for a global structural analysis has been developed and its effectiveness has been verified by its application to a whole ship.

※Keywords: Global vibration analysis(전선 진동해석), Global structural analysis(전선 구조해석), F.E. model(유한요소 모델)

#### 1. 서론

지금까지는 전선진동해석과 전선구조해석은 별도로 유한요소모델을 생성하여 수행해왔다. 그 이유는 김극천 등(1997)에 의하면, 진동해석과 구조해석은 그 관심 구역이 다를 뿐만 아니라, 각각의 해석에 필요한 유한요소 mesh 의 크기가 다

르기 때문에 동일한 유한요소모델을 그대로 사용할 수 없었기 때문이다.

그러나 종종 시점상의 이유로 전선구조해석모델을 그대로 전선진동해석에 사용할 필요성이 대두되곤 한다. 이 경우 시간이 많이 단축되는 장점이 있다. 반면, 전선구조해석 모델은 전선구조해석 모델에 사용되는 유한요소의 크기가 진동해석에 사용되는 유한요소 대비 아주 세밀하므로, 해석에 바로 이용 시 유효적절한 해석결과를 얻기가 무척 힘이 드며, 세밀한 유한요소의 크기 때문에

접수일: 2006년 11월 28일, 승인일: 2007년 5월 23일

†교신저자: joojak@dsme.co.kr, 055-680-5555

Added mass effect 계산에 사용되는 VMM(Virtual Mass Method) 적용 시 보다 많은 계산 시간이 필요하게 된다. 게다가 전선구조해석 모델에 있는 각종 정보는 전선진동해석에 적합하지 않으므로, 이를 진동해석에 맞게 변환할 필요가 있다.

본 연구에서는 전선구조해석 모델을 이용하여 전선진동해석을 수행하는 기법을 개발하였다.

### 2. 전선진동해석 절차 및 개발기법

본 연구에서 사용하는 해석프로그램은 MSC.PATRAN 과 PCL, MSC.NASTRAN 이다. 먼저, 전선구조해석 모델을 담고 있는 db 파일은 구조해석에 이용되는 정보를 가지고 있으므로 진동해석에 사용할 수 있도록 db 파일에 담겨있는 정보의 내용을 수정할 필요가 있다. 이러한 수정작업에 상당한 양의 수작업이 필요하며, 수작업 시 발생할 수 있는 실수를 최소화하기 위해서는 PATRAN 시스템에 대한 이해가 필요하다.

구조모델을 이용하여 전선진동해석을 수행할 때, 필히 added mass 효과가 고려되어야 한다. 이 경우 전선구조해석모델에 사용되는 유한요소의 양이 상당히 많아서 방대한 계산 시간과 더불어 유효적절하지 못한 계산 데이터로 말미암아 효과적인 해석에 어려움이 있다.

따라서 본 연구에서는 PCL(PATRAN Command Language)를 사용하여 상당한 양의 수작업들을 자동화하였으며, 간단한 메뉴의 선택을 통해 전선구조해석 모델을 진동해석 모델로 최대한 빠르게 변환이 되게 하였다(최병호 등 2002, MSC software 2004). 또, 대용량의 Scratch db sets의 활용, dynamic reduction 사용을 통하여 대형모델 계산 기법도출, added mass 효과 고려를 위한 VMM 계산의 단순화 및 계산시간의 단축, 계산 정도의 보정이 가능하게 하였다(Fig.1) (MSC software 2004).

### 3. 개발된 기법의 상세 내용

#### 3.1 진동해석에 적합한 Materials 생성

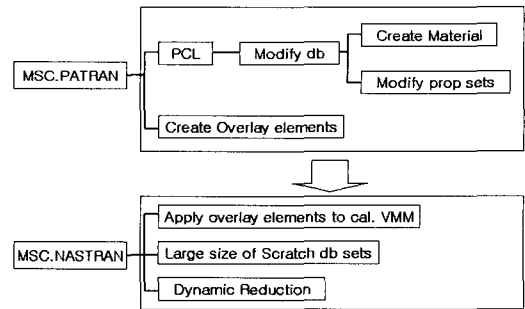


Fig. 1 Analysis procedure and employed programs

```

mp,ex,1,2.06*100000 ! Mild Steel
mp,exy,1,0.7923*100000 ! Mild Steel
mp,nuxy,1,0.3 ! Mild Steel
mp,dens,1,7.80*1.0/1000000000 ! Mild Steel

mp,ex,2,2.06*100000 ! HT32 Steel
mp,exy,2,0.7923*100000 ! HT32 Steel
mp,nuxy,2,0.3 ! HT32 Steel
mp,dens,2,7.80*1.0/1000000000 ! HT32 Steel

mp,ex,3,2.06*100000 ! HT36 Steel
mp,exy,3,0.7923*100000 ! HT36 Steel
mp,nuxy,3,0.3 ! HT36 Steel
mp,dens,3,7.80*1.0/1000000000 ! HT36 Steel

mp,ex,4,2.06*100000 ! HT40 Steel
mp,exy,4,0.7923*100000 ! HT40 Steel
mp,nuxy,4,0.3 ! HT40 Steel
mp,dens,4,7.80*1.0/1000000000 ! HT40 Steel
  
```

Fig. 2 Materials information for global structural analysis

구조해석에 사용되는 모델의 Materials 은 아래의 Fig. 2 에서와 같이 steel 의 종류에 따라 구분된다. 그러나, 진동해석에 사용되는 모델의 Materials 은 진동해석 시 이용되어 지는 형태(예. D/H, E/R, A/B 등)로 구분되어야 하므로, 본 연구에서는 진동해석 시 사용되는 모델의 Materials 이 PCL 을 이용하여 생성되도록 하였다.

#### 3.2 진동해석에 적합한 Properties 변환 및 수정

구조해석용 Properties 정보를 위에서 설명한 대로 진동해석에 적합하게 생성한 Materials 와 연결된 Properties 로 수정하여야 한다. 즉 진동해석 시 사용되어지는 group 과 Materials 는 비슷한 형태(예. D/H, E/R, A/B 등)로 나누어 지며, 이들 정보와 연결된 properties 로 수정되어야 한다. 이 때, 본 연구에서는 전선구조해석 모델이 있는 db

```

FUNCTION modify_prop_name(
$
$ Last modified : 12/06, 2004
$
INTEGER number_regions
INTEGER region_ids_arr(VIRTUAL)
INTEGER idas=0
INTEGER check_eim
INTEGER arr_ids

REAL
REAL t
REAL thck_sus = 0.
INTEGER i, rid, num_props, prop_ids(VIRTUAL)
INTEGER gener_elem_type, dof_act_flag, condense_flag
INTEGER geom_flag, form_flag, lam_flag, layer_count
INTEGER mat_id, material_lin, material_dir
STRING plume(32), compName(32)
REAL
REAL real_array(3)
INTEGER data_type, unccarcel_id
INTEGER ist_value, nnode_value, node_value, field_value
STRING otting_value(32)
STRING str_storage(32)
INTEGER name=0
LOGICAL execute_flag
$
$ The variables of FUNCTION get_name_prop_eim_list(is_prop_name)
$
INTEGER gr_id, length_stcing1, length_stcing2
STRING a_blist_s(VIRTUAL)
STRING a_blist_b(VIRTUAL)
STRING a_bctype(7)
STRING sv_hist_list(VIRTUAL)
INTEGER i_return_value
STRING a_elemList(VIRTUAL), sa_prop_data(256) (4)

STRING name(32) (1)
STRING a_prop_name(VIRTUAL)

STRING a_prop_name_array(32) (1)
STRING uil_lista_create_current_list(VIRTUAL)
STRING uil_listb_create_current_list(VIRTUAL)
    
```

Fig. 3 Illustration of used PCL for properties modification of global structural model

파일에 수백 개씩 저장되어 있는 properties 의 정보를 검색하여, 해당 properties 의 정보가 진동해석을 수행할 수 있도록 수정이 가능하게 아래의 Fig. 3 와 같은 PCL 로 프로그램을 작성하였다.

### 3.3 대용량의 Scratch db sets 의 적용

Fine mesh 로 구성되어 많은 유한요소가 있는 전선구조해석 모델을 바로 전선진동해석에 이용할 경우, MSC.NASTRAN 에서 기본적으로 할당하는 시스템자원으로는 해석이 불가능하다. 이러한 경우 기본적으로 할당하는 시스템 자원보다 더 많은 시스템 자원을 Scratch db 로 수행할 해석에 할당하여야 한다. 시스템 자원을 할당할 때 해석시스템의 자원이 남아 있어야 하고, 해석시스템에 대한 전반적인 이해가 필요하다.

본 기법에서는 전선구조해석 모델을 이용하여 전선진동해석을 수행할 경우, MSC. NASTRAN 에서 제공하는 명령어를 이용하여 해석시스템의 자원을 Scratch db 로 할당하는 기법을 적용하였다.(MSC software 2004)

### 3.4 Dynamic reduction 의 적용

일반적인 구조해석 모델의 경우, 자세한 응력해석을 위해 유한요소의 크기가 매우 작다. 이러한 모델을 진동해석에 적용할 경우 컴퓨터의 계산 시

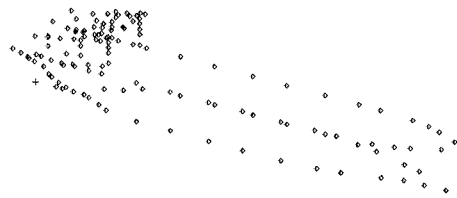


Fig. 4 Points of application of dynamic reduction

간 및 디스크 용량과 같은 시스템자원의 소모가 많으며, 해석 당사자가 보고자 하는 주요 해석 결과인 고유진동수와 진동모드가 수많은 다량의 해석 결과 속에 묻혀 해석 당사자가 찾고자 하는 정확한 해석 결과를 찾기가 힘든 경우가 발생한다.

Dynamic reduction 은 많은 자유도를 가지는 해석 모델을 좀 더 작은 자유도를 가지는 모델로 줄이기 위해 MSC.NASTRAN 에서 사용되어지는 수치 해석적인 방법이다. 일반적으로, dynamic reduction 은 해석 모델의 동적인 특성은 유지하면서 행렬의 크기를 줄임으로써 해석 결과의 효율을 높이는 방법으로 알려져 있다.

본 기법에 dynamic reduction 을 사용함으로써, 전선구조해석 모델을 전선진동해석에 사용하는 데 있어서 보다 빠르고 정확한 해석의 수행이 가능하게 되었다.

### 3.5 Overlay elements 의 생성과 적용

유체-구조 상호작용을 고려한 선체 진동해석에서는 유한요소해석 프로그램을 이용하여 공기중의 진동해석을 수행하고 선체구조모델에서 접수된 구조표면 모델을 이용하여 유체역 데이터를 생성시켜 부가수질량행렬을 구한 후 모달 재해석 기법에 의한 유체-구조 연성해석 및 조화기진력에 의한 응답을 계산할 수 있다.

MSC.NASTRAN 에서는 접수된 구조표면 모델을 이용하여 만들어지는 부가수질량을 가상질량 또는 가상유체질량(Virtual mass or Virtual fluid mass)이라고 하며, VMM(Virtual Mass Method)이라는 방법에 의해 구한 가상질량을 진동해석에 이용하고 있다. VMM 의 사용은 접수되는 구조표면 모델의 유



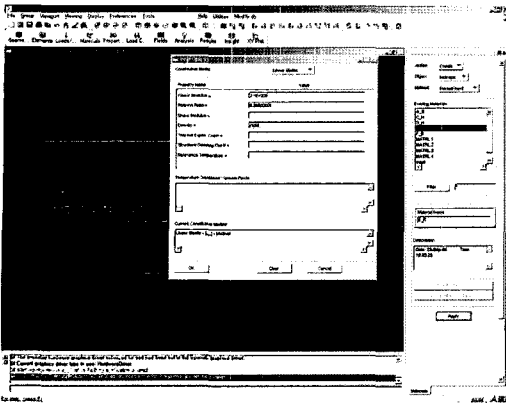


Fig. 9 Materials information after execution of Create Material in sub-menu of Modify db

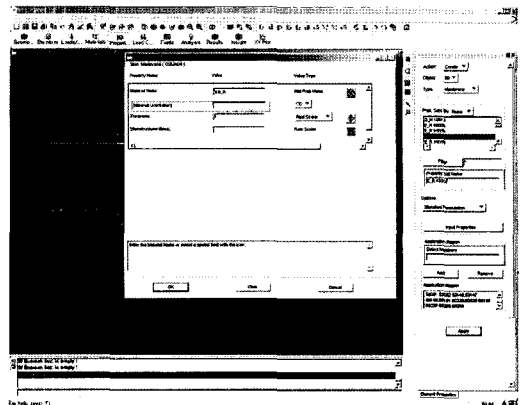


Fig. 11 Properties information After execution of Modify the Properties sets in sub-menu of Modify db

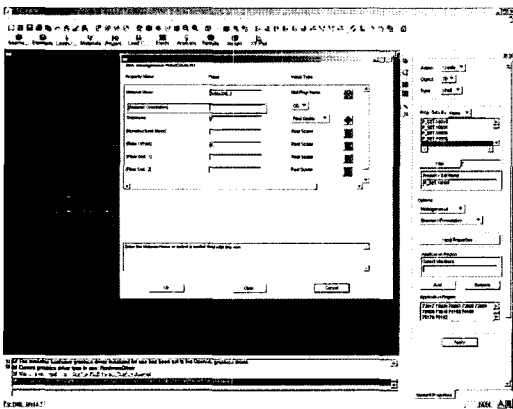


Fig. 10 Properties information before execution of Modify the Properties sets in sub-menu of Modify db

된다.

이와 같이 Modify the Properties sets 실행하면, 수정 전 Properties 정보에서 필요한 정보만 뽑아서 전선진동해석에 사용되는 Properties 정보로 수정되는 것을 알 수 있다.

4.4 overlay elements 의 생성

이미 만들어진 유한요소의 모델에 앞서 설명한 추가적인 유한 요소인 overlay elements 를 생성시킨다. 이 때, 이전에 있는 유한 요소의 절점을 공

유 하면서, 적절한 크기의 유한 요소로 overlay element 를 생성시켜야 한다. 이 때 생성한 추가적인 elements 의 Material 정보는 강성과 프아송 비는 일반 강과 같으나, 밀도가 아주 작은 값을 가지며, Properties 정보는 해당 유한 요소의 두께가 아주 얇다.

4.5 Scratch db sets 의 적용

앞서 설명한 바와 같이 대용량의 계산을 가능하게 하는 Scratch db sets 의 사용을 위해 NASTRAN 입력 파일인 bdf 파일을 수정해야 한다. Scratch db sets 의 사용을 위해, MSC/Nastran 에서 제공하는 각종 명령어가 사용되었으며, 그 명령어는 다음과 같다. LOGI 는 LOGICAL 의 약어로 DMAP 전체 module 을 위한 Scratch data 를 할당하는 공간이며, SCR300 은 DMAP Internal module 및 단위 module 의 실행을 위한 Scratch data 를 할당하는 공간이다. ASSIGN 은 LOGICAL 과 SCR300 명령어에서 할당된 공간을 지정한 위치에 지정한 이름으로 생성시키는 명령어이다.

4.6 Dynamic Reduction 의 적용

본 기법의 검증에 사용된 전선구조해석 모델의 경우 절점의 개수가 186,243 개이며, 유한요소의 개수는 374,692 개이다. 이렇게 절점과 유한요소

의 개수가 100,000 를 넘어가는 대형 모델에서 부가수 질량을 고려하여 전선진동해석을 수행 시 상당한 시스템 자원이 필요하며, 게다가 해석에 필요한 시간도 상당한 시간이 요구된다. 이에 NASTRAN 에서 제공하는 dynamic analysis 시 해석 모델의 크기를 줄이는 여러 방법들 중에서 Guyan reduction 이라고 하는 정적으로 응축하는 방법을 사용하였다. 본 방법을 사용하면, 해석 시간에 사용되는 시간을 단축시킬 수 있고, 구조해석에 적합하게 모델링된 유한요소 모델 때문에 유발되는 국부 부재의 Local mode 도 발생하지 않으며, 해석에 사용되는 많은 절점과 유한요소 때문에 해석시스템의 자원이 많이 필요하게 되는 문제가 사라진다. 그리고, 해석 시 여러 사람이 동시에 사용하게 되면서 발생하는 시스템의 자원부족으로 연산이 중단되는 사태도 줄어들게 된다.

일반적으로 NASTRAN 에는 여러 해석에 사용되는 다양한 형태의 Degree-of-freedom sets 이 존재한다. 이러한 Degree-of-freedom sets 에는 해석의 목적에 따라 다양한 유한 요소의 정보가 다양한 형태로 존재한다. 이러한 다양한 형태의 Degree-of-freedom sets 중에서 구속조건(single point constraints), dependent term(multiple constraints)을 제외한 f-set 이 해석에 사용되는데, 전선구조해석 모델의 f-set 은 해석 시 상당한 시스템 자원이 필요하여 여러 문제가 발생하므로, 해석 모델의 크기를 줄여줘야 한다. 이 때, f-set 에서 해석 시 제외되는 o-set 을 제외한 Degree-of-freedom sets 을 a-set 이라고 하며, 이 a-set 을 해석 시 해석자가 설정하여 사용하는 것이다. 해석에서 제외되는 o-set 의 강성은 a-set 의 강성에 등가강성으로 구현되며, 질량 또한 마찬가지로 등가질량으로 치환된다. A-set 구성 시 주의할 점으로는 해석 모델에서 a-set 을 설정할 때 구조물 전체에 걸쳐 균등하게 나누어 포함시키고, point mass 중 매우 큰 것은 반드시 a-set 포함시킨다.

앞서 Fig. 4 에 나타낸바 와 같이 해석기법의 검증에 사용된 a-set 의 points 는 총 132 개이며, 각각의 부분은 Table 1, 2 와 같다.

Table 1 A number of a-set of Deckhouse and Engine casing area

구역	Deck	비고
Deckhouse	A-Deck	4 개
	C-Deck	4 개
	D-Deck	4 개
	E-Deck	4 개
	NAV. -Deck	11 개
Engine Casing	Comp-Deck	10 개
	A-Deck	4 개
	C-Deck	4 개
	E/C Top	4 개

Table 2 A number of a-set of other areas except Deckhouse and Engine casing

구역	FR. No.	비고
Forebody	FR. 179	3 개
	FR. 160	3 개
	FR. 149	4 개
Cargo Hold	All	4 개
Engine Room	FR. 73	4 개
	FR. 62	4 개
	FR. 50	4 개
	FR. 40	6 개
	FR. 31	6 개
	FR. 22	6 개
Aftbody	FR. 17	6 개
	FR. 7	3 개
	FR. -1	3 개
	FR. -5	1 개
	TRANSOM	2 개

#### 4.7 해석 기법의 검증

이상과 같이 설명한 방법을 적용하여 전선진동 해석을 수행하였다. 그 결과를 아래의 Table 3~6 에 정리하여 나타내었다. Table 3 에서, A 와 B 두 경우 모두 전선구조해석모델을 이용하여 계산하였으며, A 라고 표시된 표의 왼쪽 부분은 Overlay element 를 사용하지 않고 계산한 결과를 나타내었고, B 라고 표시된 표의 오른쪽 부분은 Overlay element 를 사용하여 계산한 결과를 나타내었다. Table 3 에서 진한 회색으로 나타낸 부분은 A 와 B 의 고유 모드가 거의 같았으며, 연한 회색으로 나타낸 부분은 고유 모드가 똑같지 않고, 유사한

**Table 3** The comparison between results using overlay elements and results not using overlay elements

Mode No.	Description	deviation $= \frac{A - B}{A} \times 100$
7	A, B : 2 node Vertical	-1.9
8	A, B : 2 node Horizontal	-1.6
9	A, B : 3 node Vertical	-1.9
10	A, B : 1 node Torsional	-0.5
11	A, B : 4 node Vertical	-1.7
12	A, B : 3 node Horizontal /Torsional	-0.5
13	A, B : 5 node Vertical.	-0.8
14	A : Horizontal/Torsional B : 5 node Vertical	-0.5
15	A, B : 4 node Horizontal /Torsional	-0.3
16	A : 6 node Vertical. B : Horizontal/Torsional	0.4
17	A, B : 6 node Vertical	-0.5
18	A, B : Horizontal/Torsional	-1.1
19	A, B : Horizontal/Torsional	-1.1
20	A : 7 node Vertical+E/C Longitudinal B : E/C Longitudinal	-0.3
21	A : Horizontal/Torsional + D/H & E/C Torsional B : 7 node Vertical +E/C Longitudinal	0.2
22	A, B : Horizontal /Torsional + D/H & E/C Torsional	-5.1
23	A : D/H & E/C Longitudinal + Hull Vertical B : D/H Longitudinal + Aft End Vertical	0
24	A, B : Horizontal/Torsional	0.1
25	A, B : Horizontal/Torsional	0.1
26	A, B : D/H & E/C Longitudinal+ Hull Vertical	0
27	A, B : Horizontal/Torsional	-0.1

A: Natural frequency without overlay elements

B: Natural frequency with overlay elements

형상의 모드로 나타나는 경우이며, 하얀 색으로 나타낸 부분은 서로 상이한 모드로 나타나는 경우이다.

Table 3 에서 보듯이 고유모드, 총 21 개 중 진한 회색으로 나타낸 16 개의 모드에서 A 와 B 의 고유 모드가 거의 같은 모드가 나타나며, 이중 22 번 모드가 주파수의 오차율이 3%을 벗어나 계산 결과의 신뢰성이 떨어지며, 나머지 15 개의 모드에서는 주파수의 오차율이 3%안에 포함되므로 계산 결과가 신뢰성이 있다. 또한, 연한 회색으로 나타낸 2 개의 모드에선 A 와 B 의 고유모드가 같지는 않지만, 유사한 형태로 나타나며, 주파수의 오차율도 3%안에 포함된다. 하얀 색으로 나타낸 3 개의 모드에선 A 와 B 의 모드가 서로 상이하게 나타나지만, 주파수의 오차율은 3%안에 포함된다. 이상의 결과를 보면, A 와 B 의 모드가 거의 같거나, 유사한 형태로 나타나며 주파수 오차율 또한 3%안에 드는 경우는 총 21 개 중 17 개이다. 그리고, A 와 B 의 모드가 거의 같거나, 유사한 형태로 나타나는 경우는 총 21 개 중 18 개이다. 또한, 주파수 오차율 3%이내의 범위에 드는 경우는 총 21 개의 경우 중 20 개이다.

Table 4 에는 Table 3 의 B 의 계산결과와 전선 진동해석을 위해 만들어진 모델로 계산한 결과를 비교하였다.

**Table 4** The comparison between results using overlay elements and structural analysis model and results using vibration analysis model

Mode No.	Description	deviation $= \frac{A - B}{A} \times 100$
13	B : 5 node Vertical. C : Aft-body Vertical + D/H Longitudinal	-12.7
20	B : E/C Longitudinal C : Aft-body Vertical + D/H Longitudinal	4.05
23	B : D/H Longitudinal + Aft End Vertical C : D/H Longitudinal	1.73

B: Natural frequency with overlay elements

C: Natural frequency with vibration analysis model

Table 4 을 보면 전체 진동 모드 중 거주구 진동 평가에서 중요한 세가지 모드에 대하여 해석결과를 서로 비교하였다. 본 논문에서 전선구조해석용 모델에 개발된 기법을 적용하여 해석한 결과와 전선진동해석용 모델을 이용하여 계산한 결과가 다소 차이가 나타났다. 특히, 먼저 나타나는 진동 해석 모드에서 두 해석결과 상의 오차가 많음을 알 수 있었다. 그러나, 그보다 뒤에 나타나는 모드에서는 해석 결과가 비슷한 것을 알 수 있었다.

Table 5 에는 Table 3 의 B 의 계산결과와 실제 선박에서 수행한 선체 가진실험 결과를 비교하였다.

Table 5 를 보면 각각의 경우에서 모드 형상이 다소 차이가 남을 알 수 있다. 이는 가진실험이 실험기간 및 공정절차상의 어려움으로 인해 선박 전체 진동모드가 아닌 거주구, 기관실 덮개, 선미부 등의 진동모드를 보기 위하여 실험을 수행함으로써 해석에서 보여지는 결과와 다소간의 차이가 있다는 사실을 이제까지의 경험을 통해 알 수 있었다. 그럼에도 불구하고, 가진실험결과와 본 논문에서 개발된 기법으로 계산된 결과사이에는

**Table 5** The comparison between results using overlay elements and structural analysis model and results of exciter test

Mode No.	Description	deviation $= \frac{A-B}{A} \times 100$
13	B : 5 node Vertical. D : D/H Longitudinal + E/C Longitudinal	-2.85
19	B : Horizontal/Torsional D : D/H Transverse + E/C Longitudinal & Transverse	0.15
21	B : 7 node Vertical +E/C Longitudinal D : D/H Transverse + E/C Longitudinal & Transverse	0.36
23	B : D/H Longitudinal + Aft End Vertical D : D/H Longitudinal & Transverse+ E/C Longitudinal	-2.56

B: Natural frequency with overlay elements  
D: Natural frequency from exciter test result

오차가 상당히 적음을 알 수 있었다. 이로써 본 논문에서 개발된 기법이 실제 적용하기에 큰 무리가 없음을 알 수 있었다.

Table 6 를 보면, 계산에 걸린 시간을 평가하는 지표인 체감시간과 CPU 당 걸린 시간 총합, 모두 overlay element 를 사용하여 계산한 결과인 B 가 더 적게 걸렸다는 것을 알 수 있다. 계산 시간의 경우 약 20 시간이, CPU 당 걸린 시간 총합의 경우 약 38 시간이 B 가 적게 걸렸다. 입력/출력에 걸린 시간은 A 와 B 차이가 얼마 나지 않으며, 그 차이는 약 1 분 30 초 정도이다. A 를 계산하는 데 걸린 시간을 B 를 계산하는 데 걸린 시간으로 나눈 계산효율을 Table 4 의 제일 오른쪽의 열에 나타내었다. 그 열을 보면 체감시간과 CPU 당 걸린 시간 총합 둘 다 200%가 넘는 계산효율을 나타내었다.

**Table 6** Comparison between analysis time using overlay elements and analysis time not using overlay elements

Log 파일상의 CPU Time	A (Without overlay elements)	B (With overlay elements)	A/B (%)
총 계산시간	127321.3 sec=36.4 Hr	57223.3 sec=15.9 Hr	222.5
CPU time 총합 (No.1 CPU +No.2 CPU)	234466.7 sec=65.1 Hr	98454.0 sec=27.3 Hr	238.1
CPU time 이외의 시간 (입력/출력)	2358.4 sec=0.7 Hr	2443.2 sec=0.7 Hr	96.5

### 5. 고찰 및 결론

본 연구가 수행되기 이전에는 전선진동해석을 위해 만들어진 F.E. Model 만을 이용하여 수정하여 사용하거나, F.E. Model 을 새로이 만들어서 전선진동해석을 수행하여야 했다.

본 연구에서는 구조해석 모델을 활용함으로써 전선진동해석 모델을 생성하기 위해서 소비되는 추가시간을 절약할 수 있는 해석기법에 관한 연구



를 수행하였다.

구조해석 모델은 진동해석에 적합한 정보를 가지고 있지 못하므로, 기존의 정보를 진동해석에 맞게 변환할 필요가 있다. 이 변환 작업 시 수작업이 가능하나, 변환해야 하는 정보의 양이 상당히 많은 관계로 오류를 범할 확률이 높으며, 시간 또한 많이 걸린다. 이에 본 연구에서는 이러한 변환 작업에 따르는 작업순서 및 명령어를 파악하여 누구나 쉽게 이용할 수 있는 프로그램을 개발하여 가급적 수작업에 따르는 오류를 없애고, 그에 따른 시간의 단축을 가능하게 하였다.

또한, 구조해석 모델은 진동해석 모델에 비하여, 유한요소의 크기가 보다 세밀하며, 그에 따라서 Added mass effect 계산에 사용되는 VMM(Virtual Mass Method) 적용 시 보다 많은 계산 시간이 필요하게 된다. 그 결과 구조 변경 및 보강을 통하여 문제의 개선을 시도할 때 해석에 소요되는 많은 시간 때문에 적시에 적절한 개선안을 도출하기가 힘들었다. 따라서, 본 연구에서는 VMM 적용 시 Overlay element 을 모델에 생성하여 사용함으로써, VMM 을 적용한 계산 시간을 줄일 수 있었으며, 그 계산 결과의 신뢰성도 비교적 우수하였다.

## 참 고 문 헌

- 김극천 외 15 인, 1997, 선박 진동·소음 제어 지침, 한국선급.
- 최병호, 장창환, 최수현, 오상헌, 2002, "Web 기반 구조/진동 해석 전용 보고서 작성 시스템 개발," 대한조선학회 추계학술대회 논문집, pp. 486-489.
- MSC software, Quick Reference Guide, version 2004
- MSC software, PCL Reference, version 2004.



< 박 형 식 >



< 최 수 현 >



< 이 용 섭 >