

## STEP을 이용한 해양건축물의 통합구조설계 기법

송 화 철\*

### Integrated Structural Design of Oceanic Buildings using STEP

*H. C. Song*

**Key Words** : 스텝(STEP), 해양건축물(Oceanic Buildings), 통합구조설계(Integrated Structural Design), 부유식구조물(Floating Structure), 제품모델(Product Model), 익스프레스(Express), 해상호텔(Floating Hotel)

#### Abstract

The planning process of complex projects in oceanic architectural engineering is characterized by the cooperation of many involved specialists and by a high degree of information exchange. In order to improve the quality of the structural design of oceanic buildings, information of different involved partners in the planning process has to be integrated.

This paper aims to introduce a concept of the integrated structural design for the floating-type oceanic building using STEP(Standard for the Exchange of Product Model Data). STEP(ISO 10303) is an international standard for the computer-interpretable representation and exchange of product data and it provides a consistent data exchange format and application interfaces between different application systems.

In this paper, the structural design process and information of oceanic buildings is analyzed and product models are proposed for the exchange of the structural design information between superstructure and floating structure. The entities for calculating wind loads, metacenter and restoring forces are represented by Express. As a case study a floating hotel is applied to describe the STEP physical file.

---

한국해양대학교 건축학부 조교수

## 1. 서론

육지의 과도한 개발에 따른 자연환경의 파괴 및 공간부족의 대안으로 해양공간의 이용에 대한 필요성이 증가하고 있으며, 최근 국내에서는 부산, 인천, 제주도 근해에 해상호텔이나 해상리조트시설과 같은 해양건축물의 건설계획안들이 제시되고 있다.

해양건축물은 하부구조물의 형식에 따라 폰툰형이나 반잠수형의 부유식 해양건축물과 해저지반에 말뚝이나 케이슨으로 고정시키는 고정식 해양건축물로 나누어 지는데, 이와 같은 해양건축물의 구조설계는 일반적으로 상부구조물의 설계와 하부부체의 설계로 분리하여 수행되고 있다. 이때 상부구조물의 설계정보가 하부구조물의 설계에 이용되기 때문에 설계정보의 상호교환이 원활하게 이루어져야 한다.

기존의 설계방법에 의하면 각 단위프로세스가 독자적으로 수행되고 개개 프로세스의 설계정보가 수작업으로 생성되어 교환되는 Stand-alone방식이며, 이 경우에는 정보의 일관성이 결여되고 또한 중복되는 경우도 발생하기 때문에 설계에 오류가 생길 수도 있으며 특히 설계변경시에는 수작업에 의한 실수의 가능성과 시간투입을 증가시키는 문제점을 야기시키게 된다.

특히 해양건축물의 설계시에는 상부 및 하부 구조물의 설계를 위하여 적용되는 응용프로그램의 수가 많기 때문에 이들 상호간의 설계정보교환이 중요한 과제이며 구조설계과정의 합리화를 위해서는 설계정보의 통합화가 요구된다. 그리고 이와 같은 통합구조설계를 위해서는 개개 프로세스에서 생성되는 정보를 관리하는 엔지니어링 D/B의 구축과 중립데이터 인터페이스의 개발이 이루어져야 한다.

기존에 널리 사용되고 있는 오토데스크사의 DXF와 미국표준협회의 IGES 같은 범용 중립데이터 인터페이스는 일반적으로 도면의 기하학적 데이터의 교환을 위해 이용되고 있으며 건축/토목 분야에서 사용되는 비기하학적 데이터(제품데이터,

구조해석용 입력데이터 등)의 효율적인 처리에는 적합하지 않다. 따라서 최근에는 중립데이터 인터페이스로 STEP<sup>1)</sup>(STandard for the Exchange of Product Model Data)를 이용한 연구가 활발히 진행되고 있다.

기존의 연구에서는 육상건물이나 선체의 제품모델(Product Model)에 대한 연구가 중심이 되어 개별적으로 진행되고 있으며 상하부구조물의 설계과정을 연결하고 설계정보의 교환을 위한 제품모델의 개발에 대한 연구는 미진한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 STEP을 이용한 부유식 해양건축물의 통합구조설계 개념을 소개하고 상부 및 하부구조체의 설계정보 교환을 위한 제품모델을 구축하고자 한다. 철근콘크리트 하부부체와 철골조 상부구조물로 구성되는 부유식 해상호텔을 적용 예제로 하여 구조모델링, 풍하중산정, 사용성 평가에 대한 STEP 물리적파일을 예시한다.

## 2. 부유식 해양건축물의 통합설계

### 2.1 STEP을 이용한 통합설계

기존의 통합설계는 두개의 단위프로세스간의 양방향(bilateral) 통합을 하거나 여러 개의 단위프로세스를 네트워크 형태로 통합하는 것이 일반적이다. 양방향 통합의 경우에는 연결되지 않은 다른 단위프로세스와의 정보단절의 문제가 있으며 네트워크 통합의 경우에는 번역기(converter)의 수가  $n^2-n$ ( $n$ : 단위프로세스에 사용되는 응용프로그램 수)의 많은 번역기를 개발해야 하며 데이터 교환이 일어나는 양쪽 단위프로세스 응용프로그램의 데이터형태에 대한 상세한 지식이 있어야 하는 문제점이 있다.<sup>2)</sup>

한편 모든 단위프로세스가 공동으로 정의한 중립 포맷형식의 데이터 인터페이스를 이용하면  $2n$ 개의 번역기가 필요한데 다수(4개 이상)의 응용프로그램을 통합화할 경우에는 훨씬 효율적이다. 해

양건축물의 구조설계 과정에서 개략설계, 상세설계, 도면작성 등의 단위프로세스를 수행하는 동안 입출력 설계정보가 많은 응용프로그램에 이용되기 때문에 중립포맷을 이용할 경우 설계합리화를 예상할 수 있다.

이와 같은 중립 데이터 포맷에 대한 연구는 자동차, 조선분야에서 특히 활발히 진행되고 있으며, 물리적 데이터와 기하학적 데이터를 포함하는 제품 모델(Product Model)로 정의되는 STEP을 기준으로 하는 통합설계기법이 제안되고 있다.

STEP(STandard for the Exchange of Product Model Data)은 ISO (International Organization for Standardisation)에 있어서 제품 데이터의 표현과 데이터에 관한 국제표준규격작성 활동에 사용되고 있는 이름이며, 정식으로는 ISO 10303이라는 문서번호로 나타나는 규격이다.

STEP을 이용할 경우 Fig. 1에서와 같이 실제 건물의 구조설계 정보를 물리적 파일 형태로 디지털 모델화할 수 있으며, 모든 단위프로세스의 응용프로그램의 입출력 표준 파일로 이용될 수 있다.

부유식 해양건축물의 설계는 크게 상부구조 설계와 하부구조설계로 구분되며 상부구조해석, 상부구조설계, 하부구조해석, 하부구조설계, 안정성평가 등의 단위프로세스로 구성된다. 이와 같은 단위프로세스의 입출력 설계정보는 STEP을 이용하여 저장되고 서로 교환될 수 있다. Fig. 2는 STEP을 이

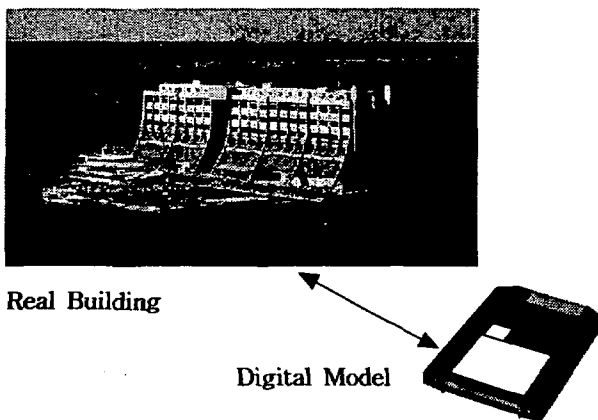


Fig. 1 Digital modeling of oceanic buildings

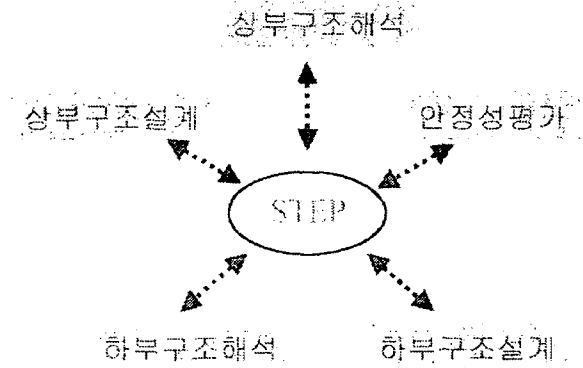


Fig. 2 Concept of Integrated Design

용한 부유식 해양건축물의 통합구조설계 개념도를 나타낸다.

## 2.2 부유식 해양건축물의 설계정보 분석

부유식 해양건축물의 통합설계를 위해서는 먼저 구조설계 프로세스와 단위프로세스(하중산정, 구조계획, 구조계산, 상세설계 등)의 생성정보에 대한 분석이 선행되어야 한다. 이와 같은 설계정보의 통합적 분석을 통하여 개개 프로세스 상호간의 정보공유와 정보흐름을 체계화할 수 있다.

해양건축물의 구조설계는 설계조건 설정, 구조계획, 설계하중의 산정, 안정성검토, 구조계산, 안전성의 검토, 상세설계, 설계도서작성의 순서로 수행되며, 일반적으로 개개의 설계작업은 경제성과 안전성을 확보하도록 수차례 반복된다.<sup>3)</sup> 구조계획시

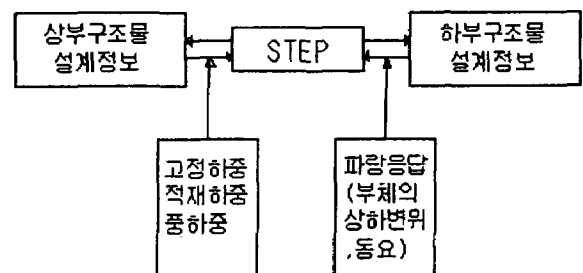


Fig. 3 Information exchange between super-structure and floating structure

에는 구조시스템 결정 및 부재배치를 해야 하는데, 이때 상부구조물의 편심재하, 하중경로, 국부하중 등을 고려하여야 한다.

설계하중중에서 고정하중과 적재하중은 상부와 하부구조물의 설계시 수직하중으로 작용함과 동시에 하부부체의 복원력계산시 사용된다. 그리고 육상건축물과는 달리 하부부체에 작용하는 파랑하중의 영향이 상부구조물에 작용하기 때문에 파랑하중에 의한 부체의 동요와 변형이 상부구조설계시 반영되어야 한다.(Fig. 3)

또한, 안정성검토시에는 전도 및 복원특성에 대하여 확인하여야 하는데 상부구조물에 작용하는 풍하중에 의한 전도모멘트를 추가하여 검토하여야 한다.

### 3. STEP 모델링기법

#### 3.1 개요

설계프로세스를 분석하고나서 생성정보를 제품 모델로 구축하기 위해서는 ISO-10303 Part 11의 Express언어를 이용하여 엔티티들을 정의하거나 Express-G를 이용하여 다이어그램으로 표현한다. 그리고 나서 Express언어로 정의된 엔티티들을 ISO-10303 Part21에서 규정한 문법(Syntax) 사항에 따라 물리적 파일로 매핑하여 STEP 파일을 생성하게 된다.<sup>4)</sup>

Table 1 Entity definiton by Express

```

ENTITY point;
  x: REAL;
  y: REAL;
  z: OPTIONAL REAL;
END_ENTITY;

ENTITY line;
  p0: point;
  p1: point;
END_ENTITY;
    
```

#### (1) Express언어와 Express-G

Express는 엔티티-속성-관계(entity-attribute-relationship) 모델에 기초한 모델링 언어로서 STEP에서 개발되는 모든 응용프로토콜은 Express로 표현된 정보 모델을 반드시 포함하여야 한다. Table 1은 부재를 한 개의 선으로 나타내기 위한 엔티티를 나타낸다.

Express-G는 Express의 공식적인 그래픽 표현 방법으로서 사용자간의 의사전달에 이용된다. Fig. 4는 Table 1의 엔티티를 Express-G로 표현한 예이다.

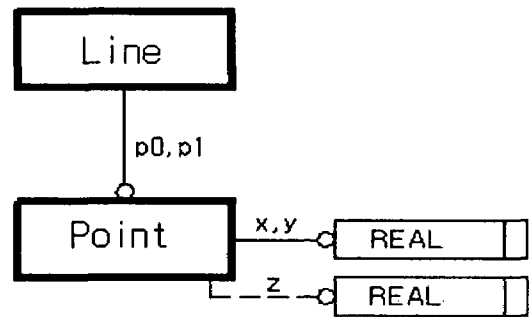


Fig. 4 Express-G

#### (2) 물리적 파일

텍스트 형태의 물리적 STEP 파일은 ISO-10303 Part21에 정의된 문법사항(Syntax)에 따라 구성된다.

STEP 파일은 "ISO-10303-21;"로 시작하며 "END-ISO-10303-21;"로 끝난다. 데이터는 "HEADER;" 장(section)과 "DATA;" 장으로 나누어 구성되는데 각 장의 마지막은 "ENDSEC;"로 종료한다. HEADER에는 파일이름, 파일설명과 같은 내용이 취급되며 DATA에는 부유식 해양건축물의 구조해석 및 설계를 위한 모든 데이터가 저장된다. Table 2는 Table 1의 엔티티를 물리적파일로 변환하여 나타낸 예이다.

Table 2 STEP physical file

```
ISO-10303-21;
HEADER;

ENDSEC;

DATA;
#1=line(#2,#3);
#2=point(0.0, 0.0, 0.0);
#3=point(0.0, 1000.0, 0.0);

ENDSEC;
END-ISO-10303-21;
```

### 3.2 STEP 모델 구축

#### (1) 상부골조 및 하부부체 모델링

철골구조물은 ISO-10303 AP230(철골구조 응용 프로토콜)에서 정의된<sup>5)</sup> 엔티티를 이용하여 나타낼 수 있으며, 철근콘크리트조인 경우에는 재료특성에 대한 엔티티만 수정하여 적용할 수 있다. 향후 연구에서는 콘크리트와 배근에 관한 엔티티가 추가되어야 한다.

본 연구에서 상부구조물의 모델링시에는 AP230과 기존의 연구모델<sup>6)</sup>을 이용하였으며, 하부부체는 기존 선박을 이용할 경우에는 조선관련 응용프로토콜중에서 선박의 외부형상에 대한 정의를 다루는 AP216(선형, Ship Moulded Forms)이나, 선박의 내부 구조골격을 설계하는 AP218(선체, Ship Structures)을 사용할 수 있다. 한편 철골조 또는 철근콘크리트 바지형태의 경우에는 상부구조물의 모델링과 동일하게 할 수 있으며, 본 연구에서는 하부부체를 바지형태로 가정하며 AP230에 준하여 모델링한다.

AP230은 4개의 부분으로 나누어지는데 DEP1: 해석(Analysis), DEP2: 부재설계(Member Design), DEP3: 접합부 설계(Connection Design), DEP4: 도면작성(Detail Steelwork)으로 분류된다. AP230은 철골구조물의 해석 및 설계를 위한 모든 정보를 단

위객체인 엔티티(Entity)로 표현하고 있으며 부분 프로세스인 각각의 DEP는 이들 엔티티로 구성된다. 철골구조물의 구조해석에 필요한 입력자료는 DEP1에서 정의되어 있다. 모든 DEP에 공동으로 적용되는 엔티티로는 STRUCTURE(구조시스템명), MATERIAL(재료특성), SECTION\_PROFILE(단면명), SECTION\_PROPERTIES(단면특성), POINT(점좌표) 등이 있으며, DEP1에는 Table 3과 같은 엔티티가 정의되어 있다.

Table 3 Analysis Entity(DEP1)

엔티티	내 용
ANALYSIS	구조해석 종류(정적, 동적, 탄성, 비탄성, 비선형 등)
ANALYSIS_MODEL	구조시스템(3차원 프레임, 트러스 등)
ELEMENT	부재
ELT_NODE_CONNECTIVITY	부재절점
NODE	절점
BOUNDARY_CONDITION	지점조건
RELEASE	절점자유도

구조해석용 엔티티중에서 절점(NODE)의 속성(attribute)은 Table 4와 같이 정의된다.

Table 4 Node Entity

```
ENTITY NODE;
node_number : INTEGER
node_label : label
node_coords : POINT
restraints : BOUNDARY_CONDITION
parent_model : ANALYSIS_MODEL
END_ENTITY;
```

#### (2) 하중

상부구조물의 구조해석시에는 육상건물의 경우 적용하는 하중인 고정하중, 적재하중, 풍하중외에 하부부체에 작용하는 파랑하중에 의한 영향도 고려하여야 한다. 한편, 하부부체의 구조해석시에는

상부구조물의 수직하중과 하부부체의 자중, 정수압, 파랑하중에 의한 영향을 고려하여야 한다. 본 연구에서는 풍하중에 대한 제품모델을 일본건축기준을 이용하여 구축하였다.

일본건축기준에 의한 풍하중산정법은 식 (1)과 같다.

$$P_w = \frac{1}{16} C_h C_s V^2 A \times 10^{-3} \text{ (tf/m}^2\text{)} \quad (1)$$

여기서,  $C_h$ 는 고도계수,  $C_s$ 는 형상계수,  $V$ 는 설계풍속(m/s),  $A$ 는 풍수압면적( $m^2$ )을 나타낸다. 풍수압면적과 고도계수는 건물의 기하학적 형상에 의해 결정된다.

풍하중산정을 위한 엔티티를 Express로 나타내면 Table 5와 같이 정의할 수 있다.

Table 5 Entity for wind load calculation

```

ENTITY WIND_JIS;
  nr: INTEGER;
  description: OPTIONAL STRING;
  Cs: REAL;
  V: REAL;
END_ENTITY;

ENTITY WIND_GEO;
  nr: INTEGER;
  description: OPTIONAL STRING;
  wind_jis: WIND_JIS;
  Ch: REAL;
  B_up: ARRAY[1:2] of REAL;
  H_up: REAL;
  B_down: ARRAY[1:2] of REAL;
  H_down: REAL;
END_ENTITY;

ENTITY WIND_LOAD;
  nr: INTEGER;
  Pw: REAL;
  H: REAL;
END_ENTITY;
    
```

WIND\_JIS의 속성치중에서  $C_s$ 는 형상계수,  $V$ 는 설계풍속을 나타낸다. 풍수압면적은 스펠간격과 상하층 층고에 의해 결정되며 속성치는 Fig. 5에 나타나 있다. WIND\_LOAD는 계산된 풍하중 결과값이며 속성치의  $P_w$ 는 풍하중,  $H$ 는 풍하중작용위치를 나타낸다.

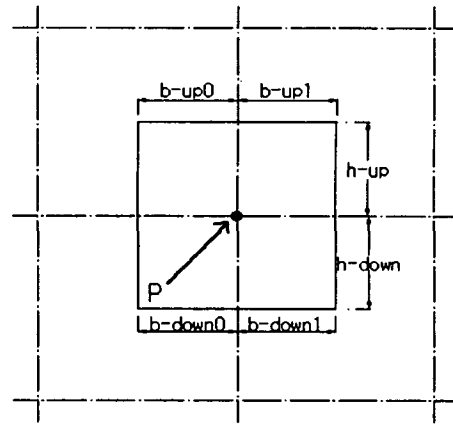


Fig. 5 Attribute for tributary area

### (3) 사용성평가

육상구조물의 사용성평가지에는 진동장애, 고층 건물의 동요, 지진하중에 대한 층간변위 등이 중요한 검토대상이 된다. 한편, 해상부유식구조물의 경우에는 그외에도 부체동요에 의한 복원성한계, 메타센터 높이와 같은 안정성 평가와 사용자의 동요에 의한 쾌적성한계에 대한 평가가 이루어져야 한다. 메타센터 산정과 복원력계산시에는 상부구조물의 고정 및 적재하중과 풍하중에 대한 정보가 이용된다. 본 연구에서는 메타센터 산정과 복원력계산을 위한 엔티티를 Express를 이용하여 정의하였다.

#### 1) 메타센터 산정

메타센터는 다음 식(2)와 같이 산정된다.

$$\overline{GM} = \overline{BM} - (\overline{KG} - \overline{KB}) \quad (2)$$

여기서,  $KG$ 와  $KB$ 는 Fig. 6에서와 같이 각각 중심

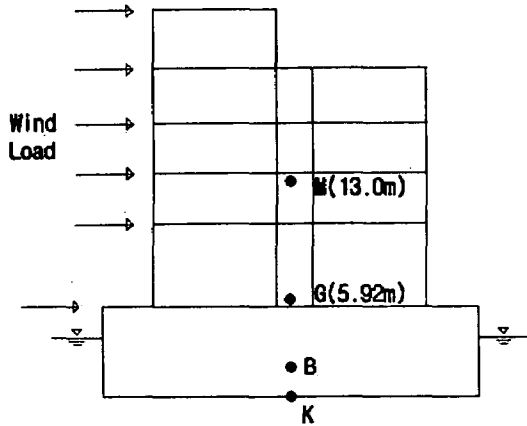


Fig. 6 Metacenter

위치와 중심높이를 나타낸다. 그리고 BM은 중심높이에서 메타센터까지의 거리로서 수선면의 단면2차모멘트(I)를 배수용적(V)로 나누어서 구할 수 있으며 다음의 식 (3)을 이용하여 근사적으로 계산할 수 있다.<sup>7)</sup>

$$\overline{BM} = \frac{B_0^2}{12d_0} \quad (3)$$

여기서  $B_0$ 는 부체의 폭을,  $d_0$ 는 흘수를 나타낸다.

Table 6에서 나타나듯이 메타센터는 상부구조와 하부구조의 입력정보를 이용하여 구해짐을 알 수 있다. 즉, 메타센터를 계산하기 위해서 새로운 입력정보를 만들 필요가 없이 상부구조의 설계시 이용한 중량에 대한 정보들을 이용할 수 있다.

Table 6 Input and output information for metacenter calculation

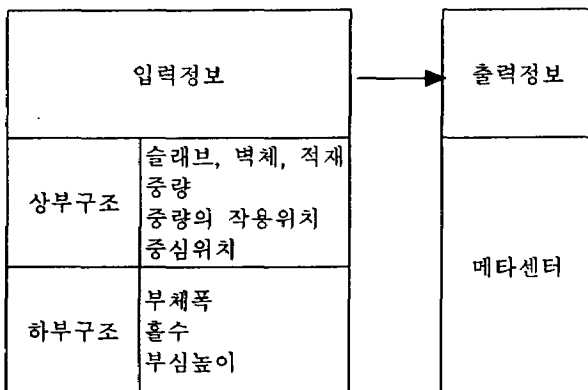


Table 7은 메타센터산정을 위한 엔티티를 나타낸다. 엔티티 METACENTER는 속성치 KG, BM, KB로 구성되는데, 중심위치는 엔티티 STORY\_WEIGHT의 값을 이용하여 구해지고 엔티티 BM\_Cal에는 부체 폭과 흘수에 대한 속성치가 정의되어 있다.

Table 7 Entity for metacenter

```

ENTITY METACENTER;
  description: STRING;
  KG: REAL;
  BM: BM_Cal;
  KB: REAL;
END_ENTITY;

ENTITY STORY_WEIGHT;
  nr: INTEGER;
  description: STRING;
  Slab_weight: REAL;
  Slab_height: REAL;
  Wall_weight: REAL;
  Wall_height: REAL;
  Live_load: REAL;
  Live_height: REAL;
END_ENTITY;

ENTITY BM_Cal;
  description: string;
  B0: OPTIONAL REAL;
  d0: OPTIONAL REAL;
END_ENTITY;
    
```

2) 복원력계산

복원력에 대한 안정성을 검토하기 위해서는 하부구조의 흘수침수량에 대한 경사모멘트와 흘수증가 및 경사에 의한 침수량으로부터 발생하는 강제 경사모멘트에 추가하여 상부구조의 풍압시 발생하는 경사모멘트를 합한 전체모멘트를 이용하여야 한다.

Table 8은 복원모멘트 산정을 위한 입출력 정보를 나타내며, 이를 이용하여 Table 9에는 엔티티가 정의되어 있다. 여기서 풍하중에 의한 전도모멘트

의 속성치(Wind\_moment)는 Table 5의 WIND\_LOAD 엔티티의 정보를 지시하며 저장된 값들을 이용할 수 있다. V1, V2는 각각 하부구조의 홀수침수량에 의한 경사모멘트와 강제경사모멘트를 나타내는데, 본 연구에서는 이에 대한 세부레벨의 속성치에 대한 정의는 수행되지 않았으며 향후 이에 대한 속성치의 정의가 필요하다.

Table 8 Input and output information for restoring force

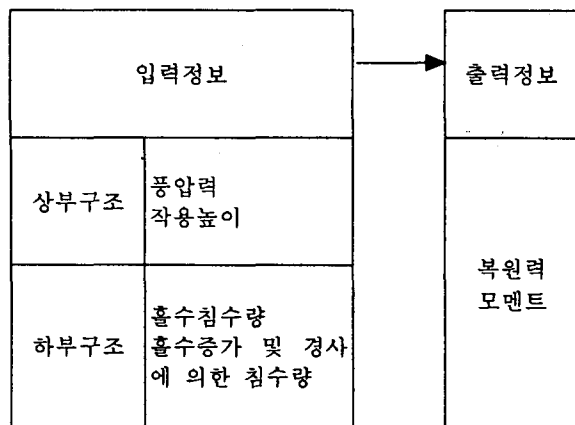


Table 9 Entity for restoring force

```

ENTITY RESTORING_FORCE;
    Wind_moment : WIND_LOAD;
    V1 : REAL;
    V2 : OPTIONAL REAL;
DERIVE
    RF : REAL := NVL(V1,V2);
WHERE
    wr1 : constraints_func(V1,V2);
END_ENTITY;
    
```

#### 4. 적용 예

##### 4.1 적용건물 개요

본 연구에서 적용한 건물은 참고문헌[7]에 있는 해양부유식 호텔이다. 설계조건을 일반사항을 보면

설치장소는 특성만내의 연안으로부터 100-200m 정도의 정온해역이며, 구조형상의 경우 부체는 철근 콘크리트 바지와 상부구조는 철골조로 되어 있다. 자연환경조건을 보면, 파랑 데이터는 12년간 관측한 자료를 통계처리한 것으로 재현주기 100년의 추산치를 적용하여 최대파는 5.41m, 주기 7.0초이며, 유의파는 2.66m, 주기 5.9초이다. 비상시 최대풍속 50.0m/s이며, 상시 최대풍속은 35.0m/s로 되어 있다. 비상시의 풍속값은 상부구조의 주부재의 설계용으로 사용하며 복원성, 동요, 경사 등의 사용성 및 계류의 검토에는 상시풍속을 적용한다.

콘크리트바지는 80m×22m×5.5m(L×B×D)이며 상부구조는 4층에 옥상층을 합하여 66m×16m이다. 그리고 참고문헌[7]에 의해 계산된 홀수는 3.6m이다. Fig. 7, 8은 각각 종단면도와 횡단면도를 나타낸다.

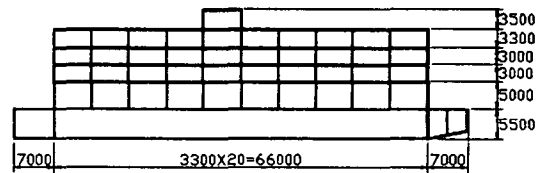


Fig. 7 Longitudinal section

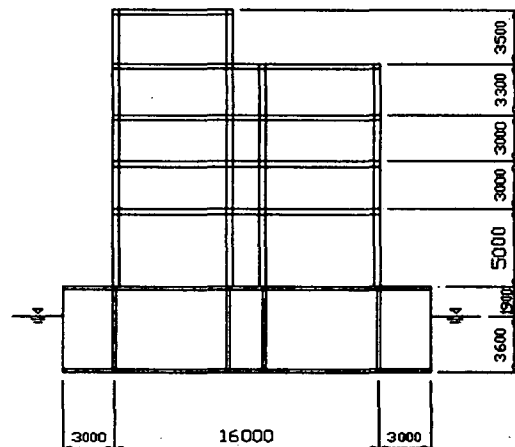


Fig. 8 Cross section



Table 10 STEP file of the application building

```

#10=PROJECT(#2,'Project 1',$,$);
#11=STRUCTURE(#2,'Structure 1',$,$,$,#10,$);
#12=MATERI..(#2,$. NON_STANDARD_ITEM.,
'STEEL');
#16=PRISMATIC_PART_GEOMETRY(#2,1,$,$.PARAM
ETRIC..PRISMATIC_GEOM.,$,#17,$,5);
#17=SECTION_PROFILE(#2,$.STANDARD_ITEM.,I_TY
PE.);
#46=POINT(.CARTESIAN_PT.,7.0, 3.0, 5.5);
#47=POINT(.CARTESIAN_PT.,7.0, 3.0, 10.5);
#236=ANALYSIS_MODEL(#2,'Analysis1_model',$,$.SPA
CE_FRAME.,$,,$,$,#237);
#237=ANALYSIS(#2,'Analysis1',$,$.STATIC.,ELASTIC_1S
T_ORDER.,$,16);
#238=BOUNDARY_CONDITION(#2,0,$, 0.0, 0.0, 0.0,
0.0, 0.0, 0.0,$,$,$);
#239=NODE(1,'Node1',#46,#238,#236,$);
#240=NODE(2,'Node2',#47,#238,#236,$);
#429=ELEMENT(1,'COL1',$,#12,#16,0.000000,#236,$);
#698=ELT_NODE_CONNECTIVITY(1,#429,#239,$,$);
#699=ELT_NODE_CONNECTIVITY(2,#429,#240,$,$);

#1001=!WIND_JIS(1,'wind load by JIS',1,2,35.0);
#1002=!WIND_GEO(1,'Penthouse',#1001,1.29,(0.0,0.0),0.0,(3.
3,3,3),1.65);
#1003=!WIND_GEO(2, '4-story', #1001, 1.10, (3.3,3.3),
1.65, (3.3,3,3,3), 1.65);
#1004=!WIND_GEO(3, '3-story' , #1001 , 1.29, (0.0,0.0),
0.0, (3.3,3,3,3), 1.65);
#1005=!WIND_GEO(4, '2-story' , #1001 , 1.29, (0.0,0.0),
0.0, (3.3,3,3,3), 1.65);
#1006=!WIND_GEO(5, '1-story' , #1001, 1.29, (0.0,0.0),
0.0, (3.3,3,3,3), 1.65);
#1007=!WIND_GEO(6, 'Deck' , #1001, 1.29, (0.0,0.0), 0.0,
(3.3,3,3,3), 1.65);
#1008=!WIND_LOAD(1,1.37,17.8);
#1009=!WIND_LOAD(2,12.17,14.3);
#1010=!WIND_LOAD(3,21.0,11.0);
#1011=!WIND_LOAD(4,19.1,8.0);
#1012=!WIND_LOAD(5,24.2,5.0);
#1013=!WIND_LOAD(6,29.16,0.0);
#2000=!METACENTER('metacenter', 13.0, #2001, 1.8);
#2001=!BM_Cal('BM calculation', 22.0, 3.6);
#2002=!STORY_WEIGHT('Penthouse', 8.3,23.25, 9.6,
21.5,$,$);
#2003=!STORY_WEIGHT('4-story', 223.8, 19.75, 152.0,
18.1, 61.0, 20.3);

```

## 4.2 상하부구조체 모델링 및 STEP 파일

상부와 하부구조체의 모델링을 위해서는 AP230 STEP 파일의 입출력을 지원하는 인터라프사의 FrameWorks Plus<sup>8)</sup>를 이용하였으며, Fig. 9는 부유식 해상호텔의 구조모델링 결과를 나타낸다.

Table 10에는 구조모델링을 위하여 필요한 정보를 표현하는 엔티티와 속성치로 구성된 STEP 물리적파일의 일부분을 나타내었다.

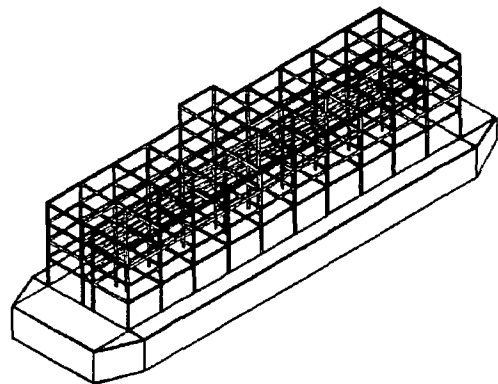


Fig. 9 Structural modeling of floating hotel

Table 10의 STEP 파일 정보를 살펴보면, 엔티티 번호 429인 부재(ELEMENT)는 재료 엔티티 #12와 단면 엔티티 #16, 양단부 절점 #239와 #240으로 구성된다. 그리고 절점좌표값은 #46과 #47에 저장되어 있으며, 양절점의 단부조건은 #238에 나타나 있다. 엔티티 #1001부터는 풍하중, 메타센터, 복원력에 대한 엔티티의 일부가 나타나 있다.

## 5. 결론

부유식 해양건축물과 같은 설계과정이 복잡한 구조물의 설계시에는 설계합리화를 위하여 각 프로세스의 정보가 통합화 되어야 한다.

본 연구에서는 부유식 해양건축물의 통합설계법을 소개하고, 설계과정과 설계정보를 분석하여 상부 및 하부구조물의 설계정보를 교환하기 위한 제품모델을 제안하였다. 제안된 제품모델을 이용하여 상부구조물과 하부부체구조물의 설계정보를 상호교환함으로써 설계합리화를 이룰 수 있으며, 구조설계를 효율적으로 수행하고 설계정보를 합리적으로 처리함으로써 설계기간을 단축하고 설계오류를 방지할 수 있다.

또한 STEP 표준 중립데이터 인터페이스를 이용한 구조설계시에는 인터페이스 하나만으로 다른 모든 프로그램과 정보교환을 할 수 있으며, 새로운 응용프로그램을 plug-in 형식의 결합을 하기 때문에 통합이 용이하며, 설계정보를 객체지향형식으로 정보화하기가 때문에 데이터의 중복저장을 피할 수 있는 장점을 가진다.

통합구조설계를 위해서는 중립데이터 인터페이스STEP에 대한 연구와 함께 개개 프로세스에서 생성되는 정보를 관리하는 엔지니어링 D/B의 구축<sup>9)</sup>과 D/B와 STEP간의 매핑에 대한 향후 연구가 필요하다.

## 참고문헌

- 1) ISO DIS 10303, "Product Data Representation and Exchange", TC 184/SC4 N151, 1992.
- 2) 송화철 외 1인, "통합플랫폼을 통한 CAD와 구조해석의 연결", 대한건축학회 논문집 11권 12호, 1995.
- 3) 홍성완 역, "해양시설의 계획과 설계", 미리내, 1992.
- 4) STEP 연구회, "제품모델 정보교환을 위한 국제 표준(ISO10303) STEP", 성안당, 1996.
- 5) CIMsteel, Eureka Project 130, [http : // www.leeds.ac.uk/civil/research/cae/step/ap230/](http://www.leeds.ac.uk/civil/research/cae/step/ap230/)
- 6) Song, H. C, "Kopplung von CAD und Statik bei der integrierten Projektbearbeitung im Stahlbau", Dissertation, Univ. Stuttgart, 1994.
- 7) 小林理市, 海洋建築物の設計, オーム社, 1995.
- 8) FrameWorks Plus, Reference Guide, 1998.
- 9) Petersen, M., Perters, F. and Meissner, U., "Management of Product Models in the Planning Process of Structural Engineering" 7th Conference on Computing in Civil and Building Engineering, 1997.