

동적위치유지시스템을 이용하는 부유식 해양구조물의 시간대역 성능평가를 위한 프레임워크의 개발

이재용
동의대학교 조선해양공학과

Development of a Framework for Evaluating Time Domain Performance of a Floating Offshore Structure with Dynamic Positioning System

Jaeyong Lee

Department of Naval Architecture and Ocean Engineering, Dong-eui University

요약 최근 생산 부문에 집중되어 있던 국내 해양플랜트 산업구조를 엔지니어링 분야로 확대하기 위한 노력이 지속되어왔다. 하지만 부유식 해양플랜트 엔지니어링 기술의 핵심 중 하나인 시간대역에서의 운동해석의 경우 국외 회사에서 제공되는 정보에 거의 전적으로 의존하여 왔다. 특히 동적 위치 유지 시스템은 초기 설계에서 해외 선진사가 제공하는 정보에 기반하며, 그 결과를 선행에 반영하기 위해서는 시간적으로나 비용 면에서 많은 손실을 감수해야 한다. 본 논문에서는 동적위치유지 시스템 (Dynamic Positioning System, DPS)을 사용하는 부유식 해양구조물의 시간대역 운동 해석에 필요한 프로그램의 프레임워크를 다룬다. 개발된 프레임워크는 시간대역 해석을 쉽게 수행할 수 있도록 해석에 필요한 입력 데이터를 생성하고, DPS의 제어 알고리즘 및 성능을 평가할 수 있도록 모듈화 하였다. 이를 통해 DPS의 배치 및 용량결정과 여러 가지 제어 알고리즘의 테스트가 쉽게 이루어지도록 하였다. 실제 모델 선박을 이용한 시뮬레이션을 통해 개발된 프레임워크의 실효성을 검증하였으며 전체 작업에 걸리는 시간이 50% 이상 감소하는 것을 확인하였다.

Abstract Considerable efforts have been made to expand the boundaries of domestic offshore plant industries, which have focused on the construction of the structures, to the engineering field. On the other hand, time domain analysis, which is one of the most important areas in designing floating offshore plants, relies mainly on the information given by foreign companies. As an early design of the Dynamic Positioning System (DPS) is mostly conducted by several specialized companies, domestic ship builders need to spend time and money to reflect the analysis into the hull shape design.

This paper presents the framework required to analyze time domain performance of floating type offshore structures, which are equipped with DPS. To easily perform time domain analysis, framework generates the required input data for the solver, and is modularized to test the control algorithm and performance of a certain DPS. The effectiveness of the developed framework was verified by a simulation with a model ship and the total time for the entire analysis work was reduced by 50% or more.

Keywords : Control Algorithm, Dynamic Positioning System, Environmental Load, Framework, Time Domain Analysis

본 논문은 산업통상자원부 산업기술혁신사업 (과제번호: 10063405)과 동의대학교 교내일반연구과제 (과제번호: 201702910001)의 지원을 받은 연구의 결과물임.

*Corresponding Author : Jaeyong Lee (Dong-eui Univ.)

Tel: +82-51-890-2596 email: jlee@deu.ac.kr

Received September 26, 2017

Revised (1st October 31, 2017, 2nd November 2, 2017)

Accepted November 3, 2017

Published November 30, 2017

1. 서론

최근 저유가 시대가 지속되고는 있지만 육상자원 고갈에 따라 해양으로 그 개발 범위를 확대해 나갈 것이라는 전망에는 변함이 없다. 특히 심해에서의 자원개발을 위해서는 부유식 해양구조물을 사용해야 하고, 이에 따라 위치유지를 위한 장치에 대해 초기 설계단계부터 고려해야 한다. 심해에서의 위치유지를 위해 일반적으로 계류와 동적위치유지시스템이 활용된다 [1]. 또한 시추선등과 같이 절대위치에 대한 위치 유지가 필요한 경우에서부터 FPSO(부유식 생산 저장 하역 설비)와 서플탱커의 경우에서와 같이 상대적인 위치유지가 필요한 경우 등에서 동적위치유지시스템이 폭넓게 활용되고 있다 [2]. 동적위치유지시스템(Dynamic Positioning System)은 선체에 부착된 여러 개의 추진기에 추력을 적절히 배분하여 구조물의 위치와 방향을 유지하거나 정해진 경로를 추종하는 데 필요한 시스템을 의미한다. 따라서 DP 시스템은 구조물의 형상 정보와 밀접한 관계를 가지고 있으며 구조물의 초기 설계 단계부터 함께 고려해야 한다.

하지만 현재 국내 설계회사의 경우 초기 선형이 결정되면, Kongsberg 등 관련분야 선진기술을 가진 회사에서 DP 시스템의 용량 등을 결정하고 성능을 평가한 후 다시 국내 회사로 송부하게 된다. 이러한 프로세스는 초기 설계의 기간을 길어지게 하고, 추진기의 국산화를 진행하는 데 큰 제약조건으로 작용하며 많은 비용을 수반하게 된다. 선형에 따른 DP 및 계류 해석에 관해서는 국내에서도 연구가 많이 진행되었다[3-4]. 하지만 이러한 해석을 위해서는 운동 해석을 위한 전문 해석용 소프트웨어에 입력하는 데이터를 생성하고, 그 데이터를 활용하여 해석기를 통해 계산을 하는 절차를 진행해야 하는데, 이러한 해석 과정에 익숙해지는데 상당한 시간이 소요되는 단점이 있었다. DP 시스템의 경우 위치, 용량, 추진기의 종류 등을 결정하고 전문 해석용 소프트웨어에 입력하는 절차를 거쳐야 하지만, 전문 인력이 아닐 경우 이러한 작업이 쉽지 않았다. 이는 해양에서의 운동을 해석하기 위해서는 많은 고려사항들에 대한 이해가 필수적이기 때문이다. 상용 프로그램을 사용하여 해석할 경우 각각의 파라미터에 대한 이해가 없는 상태에서는 입력 파일을 생성하기가 어렵고, 그 결과에 의해 나타나는 변화를 식별하기도 어렵다.

이러한 문제를 해결하기 위하여 비숙련자도 쉽게 해석 작업을 수행할 수 있는 프레임워크를 구성하고 관련

된 모듈들을 개발하였다. 환경에 대한 설정을 통해 해석 프로그램의 입력 파일을 자동으로 생성할 수 있도록 하고, DP 시스템과 관련해서는 추진기들의 위치, 용량 등을 바꿔가면서 지속적인 해석이 가능하도록 설계하였다. DP 해석에 필수 요소인 제어 알고리즘과 추진기별 추력 배분 알고리즘도 바꿔가며 테스트 할 수 있도록 하였다. 또한 그 결과를 바로 확인이 가능하도록 조건이 바뀌는데 따른 변화를 쉽게 구분할 수 있게 구성하였다.

2. 프레임워크 및 좌표계의 구성

2.1 프레임워크의 구성

시간대역에서 DP 성능 평가를 위한 모듈들은 Fig. 1에 있는 바와 같이 구성된다. 시간영역에서 선체의 운동을 시뮬레이션하기 위해서는 해석 관련 기본 자료를 입력하는 입력(Input) 모듈, 운동을 해석하는 해석기(Solver) 모듈, DP에 필요한 추력값을 계산하는 DP 모듈 및 결과를 보여주는 출력(Output) 모듈로 구성된다. 입력 모듈은 내부적으로 해석프로그램을 위한 입력부분과 DP 제어 알고리즘에 필요한 기본 정보를 기입하는 부분으로 나누어 이루어진다. 출력 부분은 해석 결과를 정적 또는 동적으로 보여줄 수 있게 구성된다.

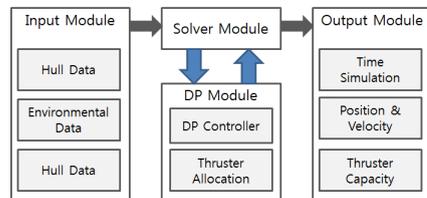


Fig. 1. DP Control Modules for Time Domain Analysis

입력 모듈은 사용자가 원하는 계산을 원활히 수행할 수 있도록 입력데이터를 목적에 맞게 가공하는 역할을 한다. 그 결과물을 통해 DP 모듈과 해석기 모듈이 운동 해석을 수행하게 된다. DP 모듈은 제어 알고리즘에서 나오는 결과물이 운동 해석기 모듈에 전달될 수 있도록 동적 라이브러리 형태 구성하였다. 출력 모듈은 시간대역 해석결과를 설계자가 직관적으로 확인할 수 있도록 시계열 운동 (해양플랜트의 위치 및 속도) 결과와 DP 제어 관련 정보 (추진기별 추력현황) 등이 분석 가능하도록 구성하였다.

Table 1. Module Information

Modules	Contents	
Input	Preliminary Data	
	Wave Information	
	Wave Information for time simulation	
	Current Information	
	Wind Information	
	Constant Parameters	
	Motion Constraints	
	Start Position	
	Simulation Time	
	Structure Properties	
	Node Information	
	Hydrostatic Stiffness	
	Current/Wind Coefficient	
	DP Information	
	DP Scenario	
	Solver	Static Equilibrium
		Compute
	Output	Time Simulation
		Position & Velocity
	Thrust Capacity	

각 모듈별 세부 사항을 Table 1에 나타내었다. 해석기 모듈은 ‘Static Equilibrium’과 ‘Compute’항으로 구성되어 있다. Static Equilibrium은 Time Domain 해석을 수행하기 위해 필요한 단계로 환경하중이 작용하는 상황에서 초기 평형 조건을 계산하고 초깃값을 계산하는 단계이다. Compute는 지정된 해석기를 이용하여 시간대역 해석을 수행하는 기능을 한다.

출력 모듈은 ‘Time Simulation’과 ‘Graph’를 생성한다. Time Simulation에서는 각 타임 스텝별로 시물레이션 되는 구조물의 현재 위치를 표시하고 각 추진기별로 할당된 추력과 최대추력과의 비를 보이도록 하였다. Graph에서는 x 축을 시간축으로 하여 시물레이션에 따른 위치 및 속도의 변화를 그래프로 나타내는 ‘Position & Velocity’ 항과 각 추진기별 추력 할당 변화를 나타내는 ‘Thrust capacity’ 항으로 구성하였다.

2.2 좌표계 및 환경하중의 방향

기본적으로 오른손 좌표계를 사용하고 이동좌표계는 선미에서 선수 방향으로 x 축으로 우현에서 좌현방향으로 y 축으로 설정하였다. (x_1, x_2, x_3) 는 선박의 위치정보를 (x_4, x_5, x_6) 는 선박의 횡동요(rolling), 종동요(pitching), 선수동요(yawing) 각을 의미한다. F_1, F_2 그리고 F_6 는 각각 전후동요(surging), 좌우동요(swaying) 및 선수동요(yawing)를 일으키는 하중을 의미한다. 또한 δ_p 와 δ_s 는

러더의 각도를 δ_r 은 전방위 추진기 (Azimuth Thruster)의 방위각을 나타낸다. 해양 환경하중의 상대적 방향은 선미에서 선수방향으로 진행되는 방향을 0° 로 설정하였고, 시계반대 방향이 입사각의 증가방향이다. 여기서 α_{wa} 는 파의 입사각, α_{wi} 는 바람의 입사각 그리고 α_{cu} 는 해류의 입사각을 각각 의미한다.

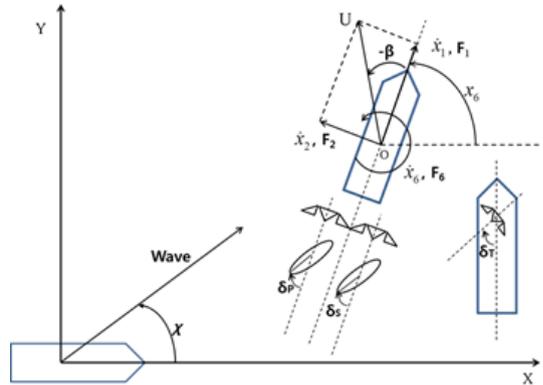


Fig. 2. Fixed and Moving Coordinate System

3. 해석용 기본 데이터의 생성

앞서 설명한 바와 같이 해양구조물의 운동 해석에서 Solver가 작업을 수행하는 데 필요한 데이터를 생성하는 것이 중요하다. 본 장에서는 프레임워크에 필요한 기본 데이터의 내용에 대해 설명한다.

3.1 주파수 대역 데이터의 생성

파의 경우 주파수와 방향 정보가 필요하다. 기본적으로 운동해석을 위해서는 최소 주파수와 최대 주파수가 필요하며 경우에 따라 해석에 필요한 주파수 대역의 수를 요구하기도 한다. 최소 주파수는 0.05rad/sec 이상으로 최대 주파수는 2.5rad/sec 이하로, 주파수 대역의 수는 50개 이하로 설정하는 것이 일반적이다. 파의 진행 방향에 대해서는 $10\sim 30$ 도 간격을 두고 해석을 수행한다. 파랑외력조건으로 불규칙파의 파라미터 설정이 필요하다. 주로 사용되는 스펙트럼은 Pierson-Moskowitz, Gaussian, JONSWAP 등이 있으며 각 스펙트럼을 정의하는 데 필요한 데이터는 아래 Table 2에 있으며 이 중 선택 가능하도록 해야 한다.

해류에 의한 하중은 수심에 따라 속도가 일정하다고 설정할 수도 있고, 깊이별로 속도가 달리 설정할 수도 있어야 한다. 속도가 일정하다고 가정할 때는 해류의 속도와 입사각도의 설정이 필요하고, 수심별 속도를 달리할 경우에는 해당 수역의 데이터를 바탕으로 속도 정보를 입력할 수 있어야 한다.

Table 2. Required Data for Wave Spectrums

Spectrum	Required Data
Pierson-Moskowitz	Significant Wave Height Zero Crossing Period
Gaussian	Significant Wave Height Peak Frequency Sigma
JONSWAP, H	Significant Wave Height Gamma Peak Frequency
JONSWAP, Alpha	Gamma Alpha Peak Frequency

풍하중을 고려할 때는 속도가 일정한 바람인 균일 바람(Uniform Wind)과 바람 스펙트럼(Wind Spectrum)을 사용하는 돌풍(Gust Wind)를 모두 고려할 수 있어야 한다. 균일바람을 고려할 때는 바람의 속도와 입사각도를, 돌풍에서는 사용되는 바람 스펙트럼과 측정 높이 및 해당 높이에서의 풍속과 바람의 방향을 입력해야 한다. 일반적으로 사용되는 바람용 스펙트럼은 Ochi & Shin wind spectrum, API wind spectrum, NPD wind spectrum 및 ISO wind spectrum 등이다.

중력가속도, 수심 및 해당 해역 물의 밀도에 관한 정보들도 입력이 필요하다. 구조물에 관해서는 질량과 무게중심 및 관성모멘트의 크기를 알고 있어야 한다. 모형 실험이나 CFD에서 구한 값을 가지고 해석에 활용하는 것이 일반적이며, 값이 없을 경우에는 비슷한 선형을 가진 선박의 정보를 가지고 1차적인 해석을 수행할 수도 있으나 정확도는 떨어진다. 해양플랜트의 경우 상부구조물의 형태와 배치에 따라 그 값이 달라질 수 있으므로 변화된 값을 입력하는 것이 용이하게 입력 모듈이 설계되어야 한다.

일부 해석에 있어서는 특정 운동을 제한하는 경우도 있다. 동적위치제어의 경우 Surge, Sway 및 Yaw의 3자유도 운동을 가정하는 경우가 많으므로 이들을 제외한 나머지 운동 모드는 제한하도록 설정하는 것이 필요하다.

조류하중과 파랑하중의 계산을 위해서는 입사각별로 하중계수를 입력해야 한다. 하중계수는 360도를 일정한 격으로 나눈 방향별로 입력을 받아야 하며, 일반적으로는 계수의 단위는 (N/V^2) 으로 나타낸다. 여기서 V 는 바람 또는 해류의 속도이다.

3.2 DP 데이터의 입력

선박 형태의 해양플랫폼의 경우 선박 조종 관련 데이터가 필요하다. 이러한 데이터에는 수선간장, 흘수, 저항 계산에 필요한 선박형상계수, 점성저항계수, 물의 밀도, 침수표면적, 무게중심의 위치, 선수동요 방향의 무차원 부가질량, 좌우동요 방향의 무차원 부가질량 등의 정보가 필요하다. 또한 무차원화된 조종운동 관련 유체력 계수들은 실험값을 사용하나 실험값이 없는 경우에는 선체 정보를 바탕으로 회귀식을 통해 계산한 값을 기입한다 [5]. 본 논문에서 사용한 간략식이 Table 3에 정리되어 있다. 이 식들에서 $k = \frac{2d_{mean}}{L}$ 이고 $i_v = \frac{k}{(\frac{1}{2}\pi k + 1.4C_B \frac{B}{L})}$ 이다.

Table 3. Hydrodynamic Coefficients

Item	Regression Model
Y'_v	$Y'_v = -(\frac{1}{2}\pi k + 1.4C_B \frac{B}{K})(1 + \frac{2}{3} \frac{\tau}{d_{mean}})$
Y'_r	$Y'_r = \frac{1}{4}\pi k(1 + 0.80 \frac{\tau}{d_{mean}})$
Y'_{vv}	$Y'_{vv} = -6.49(1 - C_B) \frac{d_{mean}}{B} + 0.0795$
Y'_{vr}	$Y'_{vr} = 1.82(1 - C_B) \frac{d_{mean}}{B} - 0.447$
Y'_{rr}	$Y'_{rr} = -0.4664(1 - C_B) \frac{d_{mean}}{B}$
N'_v	$N'_v = -k(1 - \frac{0.27}{i_v} \frac{\tau}{d_{mean}})$
N'_r	$N'_r = -(0.54k - k^2)(1 + 0.3 \frac{\tau}{d_{mean}})$
N'_{rr}	$N'_{rr} = -1.70 C_B \frac{B}{L} - 0.157 ^{1.5} - 0.010$
N'_{vvr}	$N'_{vvr} = 3.25C_B \frac{B}{L} + 0.35 - 10^{-7}(\frac{L}{C_B B})^6$
N'_{vrr}	$N'_{vrr} = 0.444C_B \frac{d_{mean}}{B} - 0.064$

DP를 사용되는 선박은 사용되는 추진기와 관련된 정보를 입력해야 한다. 주요 정보로는 DP용 추진기의 수와 추진기별 정보가 필요하다. 사용되는 추진기는 보통 전방위 추진기(Azimuth Thruster), 터널형 추진기(Tunnel Thruster), 및 프로펠러-러더 조합 등이 사용된

다. 추진기별 정보에는 추진기의 위치, 추진기의 추력 및 추력 수학 모형 작성을 위한 데이터가 요구된다. 상황별 시나리오에 대응하기 위하여 일부 추진기의 사용이 불가능한 조건을 입력할 수 있어야 한다.

3.3 DP 알고리즘

설정된 목표 위치 및 방위각(η_{ref})을 기준으로 운동 해석기에서 넘어오는 현재 상태의 값(η, ν)을 비교하여 오차 값(e)을 산출하여 제어를 설계한다. 제안된 프레임워크에는 DP 제어에 가장 일반적으로 사용되는 PID 제어기가 기본으로 탑재되었으며 Fig. 3에 그 기본 토대가 나타나 있다 [6].

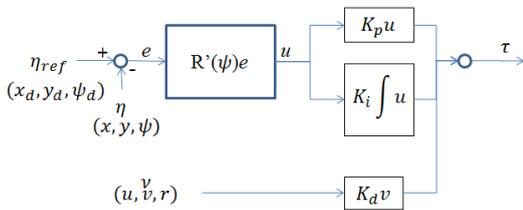


Fig. 3. PID Controller

해석기로 넘어가는 DP 시스템에 의한 힘(τ_{ref})은 다음 식으로 계산된다. 여기서 K_p , K_i , K_d 는 각각 비례, 적분, 미분 계인을 의미한다.

$$\tau_{ref} = K_p u + K_i \int u + K_d \nu$$

제어를 통해 생성된 요구 추력은 추력분배 (Thrust Allocation) 알고리즘을 통해 각 추진기로 배분된다. 본 프레임워크에서는 라그랑지안 멀티플라이어 를 이용한 최적화 기법을 기본적으로 적용하였다 [7].

$$u = W^{-1} B^T (B W^{-1} B^T)^{-1} \tau_{ref}$$

여기서 W 는 가중행렬, B 는 추진기의 배치를 나타내는 행렬이고 τ_{ref} 는 제어기의 출력 u 는 각 추진기 별로 할당된 추력을 나타내는 행렬이다.

4. 시뮬레이션

4.1 대상 선박 정보

본 논문에서는 해양작업선의 일종인 Bollard Pull 200 톤급 AHTS (Anchor Handling Tug Supply) 선박에 대

해 고려하고자 한다. AHTS는 해양관련 구조물들의 앵커 등을 설치하고, 각종 부속설비를 육지와 해양구조물 사이에서 운반하며, 비상시 구조용으로도 활용되는 선박이다. 본 논문에서 해석되는 선박의 기본 사양은 Table 4와 같다.

Table 4. Vessel Specification

Description	Value(Unit)
Displacement	7996.1 (t)
Mean Draft	5.8 (m)
LBP	77.7 (m)
LWL	84.0 (m)
Breadth	19.9 (m)

해당 AHTS에는 총 6개의 추진기들이 설치되며 배치 현황은 Fig. 4에 나타내었고, 설치된 추진기의 종류 및 용량은 Table 5와 같다. 선수 쪽에 2대의 터널형 추진기, 선체 중앙부에 1대의 전방위 추진기, 선미에 두 대의 프로펠러-러더 조합이 복합적으로 배치되기 때문에 해석에서도 까다로운 편에 속한다.

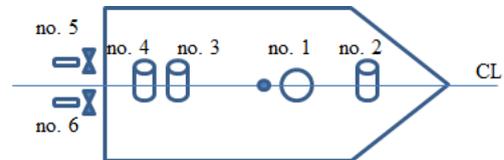


Fig. 4. Thruster Arrangement of Model Structure

Table 5. Thruster Information

No.	Type	Power(kW)	Thrust(kN)	RPM
1	Tunnel	883	147	240
2	Azimuth	1500	266	270
3	Tunnel	736	124	242
4	Tunnel	736	124	242
5	Propeller	6000	604	185
6	Propeller	6000	604	185

4.2 시뮬레이션 결과

해석을 위한 최소 파 주파수는 0.05 rad/sec, 최대 파 주파수는 2.1 rad/sec이고 해석용 주파수의 수는 총 40 개, 파 진행 방향은 10도 간격으로 설정하였다. 해류의 경우 깊이에 따른 속도변화가 없는 uniform flow로 설정하였고, 165도 방향에서 0.3m/s의 속도로 흐르는 것을 가정하였다. 파는 JONSWAP 스펙트럼에서 γ 값을 3으로 설정하고 10.6m 유효파고를 가지며 180도 방향에서

가해지는 것으로 가정하였다. 바람은 22m/s의 풍속으로 150도 방향에서 가해지는 것으로 가정했고, 균일유동을 적용하였다. 수심은 1,000m로 설정하였고 Surge, Sway, Yaw의 3자유도 운동을 고려하였다. 시뮬레이션은 0.5초 간격으로 총 2000초 동안 실시하는 것으로 가정했다.

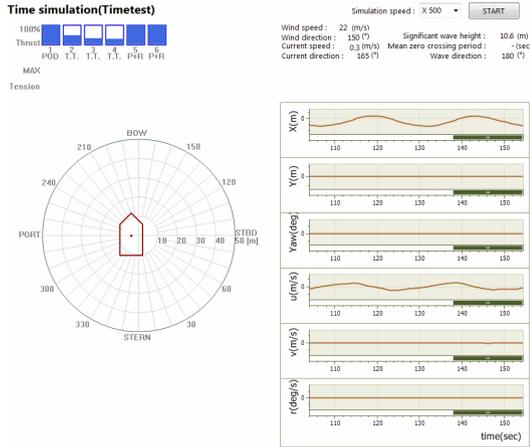


Fig. 5. Time Simulation

Fig. 5는 시간 시뮬레이션을 통한 출력값을 나타내고 있다. 그림 상부 오른쪽의 6개 박스 모양은 각 추진기별로 현재의 출력 값을 나타내는 모습이고, 왼쪽 아래에는 현재 부유체의 위치를 표시하고 있고, 오른쪽에는 부유체의 위치 및 속도 값을 나타내고 있다. 시뮬레이션을 확인하는 데 걸리는 속도를 조절하기 위해 최대 500배속으로 수행 가능하도록 하였다.

Fig. 6은 DP 모듈이 작동하지 않을 때 선박의 위치 및 선수각의 변화를 보여주며 Fig.7은 DP 모듈이 작동할 때의 선박 위치 및 선수각의 변화를 나타내고 있다. DP 모듈이 작동하지 않을 때는 선박이 해양환경하중에 의해 표류하며 지속적인 회전 운동을 하고 있는 것을 확인할 수 있고, 이러한 조건에서 DP 모듈에 의해 원하는 위치를 유지하는 것을 볼 수 있다. 초기 조건에서 해양환경하중이 주로 선수각 쪽에서 가해지는 시뮬레이션이므로 x축 방향의 동요가 지속적으로 일어나고 있으나 전체 수심의 0.5% 이내에서 유지되고 있으므로 DP 성능 상으로는 문제가 없음을 알 수 있다. 시뮬레이션 파라미터를 설정할 때 DP 추진기들의 정상작동 여부를 점검하고, 기타 설정 값들이 정상적으로 작동하는 것을 확인할 수 있다.

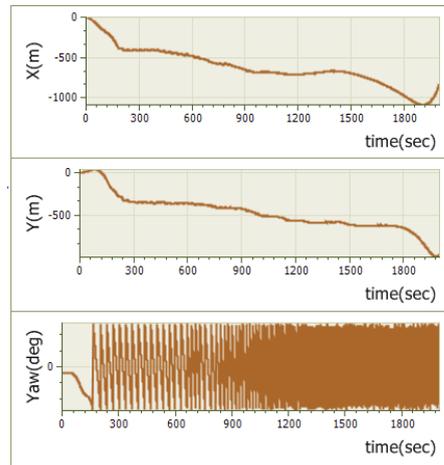


Fig. 6. Simulation result when DP module is off

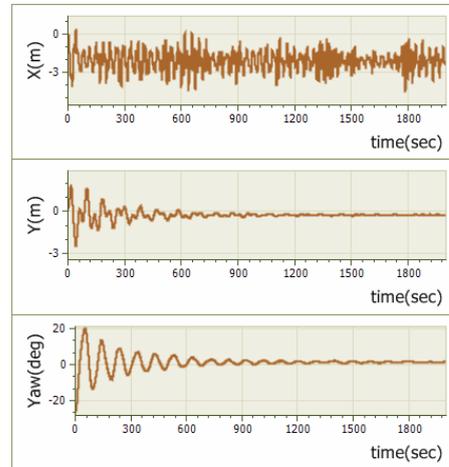


Fig. 7. Simulation result when DP module is on

4. 결론

부유식 해양구조물을 설계할 때 DPS의 성능과 관련한 해석을 초기 단계에 수행하게 된다. 이러한 해석을 쉽게 수행하도록 하는 프레임워크를 개발하고 그 내용을 소개하였다. 프레임워크는 부유식 구조물의 운동 해석에 필요한 데이터를 생성하는 부분과 DP 알고리즘의 구현 및 해석 프로그램과의 인터페이스 부분, 그리고 그 해석 결과를 빨리 확인하도록 구성된 출력부분으로 구성된다. 아직 국내에서 개발된 해석 프로그램의 경우 대외 신인도를 크게 얻지 못한 상황이므로 상용 해석프로그램과 연동이 되도록 구성하였고, 실선에 대한 시뮬레이션에서

는 AQWA를 해석기로 활용하여 전체 프레임워크의 실효성을 보였다.

개발된 프레임워크를 활용하여 해양플랜트 설계와 상용 해석프로그램을 이용한 해석 경험이 없는 사람도 절차에 관한 설명을 간략히 들은 후 기본적으로 주어지는 정보를 바탕으로 프레임워크를 구성하는 모듈들을 직관적으로 사용하는 데 어려움이 없는 것을 확인하였다.

본 논문에서 개발된 프레임워크는 시뮬레이터의 기능보다는 초기 설계단계에서 DP 시스템의 위치와 용량 그리고 추진기의 변화에 따라 달라지는 운동결과를 빨리 확인하여 선형설계에 반영하는 것을 목표로 구성하였다. 그러한 의미에서 DP 모듈의 경우 시뮬레이션에서는 제어기 및 추력분배 알고리즘을 가장 일반적으로 이용되는 PD제어기와 라그랑지안 멀티플라이어를 이용한 최적화 알고리즘을 활용하였으나, 추후 다른 알고리즘을 적용하여 바로 그 성능을 확인할 수 있도록 구성하는 것이 필요하다. 해석기 모듈의 특성상 DLL 형태로 연결되기 때문에 컴파일링이 필요한 상황이나, 이를 GUI단에서 제어기를 선정하거나 개인값 조정이 이루어질 수 있도록 개선하는 경우 활용성을 높일 것으로 기대된다.

DOI: <https://doi.org/10.3744/SNAK.2016.53.1.76>

- [6] T. I. Fossen, T. A. Johansen, A Survey of Control Allocation Methods for Ships and Underwater Vehicles, *Proc. of 14th Mediterranean Conference on Control and Automation*, pp. 1-6, June, 2006.
DOI: <https://doi.org/10.1109/MED.2006.328749>
- [7] T. I. Fossen, *Guidance and Control of Ocean Vehicles*. pp. 307-317, John Wiley & Sons, 1994.

이재용(Jaeyong Lee)

[정회원]



- 2002년 8월 : Texas A&M Univ., 기계공학과 (공학석사)
- 2007년 8월 : Texas A&M Univ., 기계공학과 (공학박사)
- 2007년 9월 ~ 2012년 8월 : 삼성중공업 연구소 책임연구원
- 2012년 9월 ~ 현재 : 동의대학교 조선해양공학과 교수

<관심분야>

해양플랜트 동적위치유지시스템, 수상정 군집 주행 제어

References

- [1] J. K. Paik, A. K. Thayambali, *Ship-Shaped Offshore Installations: Design, Building, and Operation*. 137-139, Cambridge University Press, 2007.
DOI: <https://doi.org/10.1017/CBO9780511546082>
- [2] Y. -S. Kim, H. Lee, J. Kim, "Coordinated Weathervaning Control of Two Surface Vessels in a Tandem Configuration", *Ocean Engineering*, vol. 130, pp. 142-155, 2017.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2016.11.046>
- [3] S. B. Park, S. J. Lee, Y. S. Chung, M. K. Lee, K. H. Jung, "Mooring Layout Angle and Maximum Tension for Spread Moored FPSOs in Various Metocean Conditions", *Journal of Korean Society of Ocean Engineers*, vol. 30, no. 4, pp. 253-259, 2016.
DOI: <https://doi.org/10.5574/KSOE.2016.30.4.253>
- [4] M. R. Jeon, H. S. Kim, J. H. Kim, S. J. Kim, S. S. Song, S. H. Kim, "A Study on the Dynamic Positioning Control Algorithm Using Fuzzy Gain Scheduling PID Control Theory", *Journal of the Society of Naval Architects of Korea*, vol. 54, no 2, pp. 102-112, 2017.
DOI: <https://doi.org/10.3744/SNAK.2017.54.2.102>
- [5] S. B. Yoon, D. Y. Kim, S. H. Kim, "A Study on the Maneuvering Hydrodynamic Derivatives Estimation Applied the Stern Shape of a Vessel", *Journal of the Society of Naval Architects of Korea*, vol. 53, no 1, pp. 76-83, 2016.