

계류된 부유체의 안전성 평가를 위한 계측시스템 개발

Development of Measurement System for the Safety Analysis of Moored Floating Matters

성유창¹ ·곽재민^{2*}

¹목포해양대학교 해상운송시스템학부

²목포해양대학교 해양정보통신공학과

Yu-chang Seong¹ · Jae-min Kwak^{2*}

¹Division of Maritime Transportation System, Mokpo National Maritime University, Jeollanam-do, 530-729, Korea

²Department of Marine Information & Communication Engineering, Mokpo National Maritime University, Jeollanam-do, 530-729, Korea

[요 약]

선박의 다양화와 부두의 제한성으로 인하여 수심이 얇은 수역이나 협소한 부두에 접안 시 소형계류시설 및 부유체를 이용하여 해상 공간을 활용하고 있다. 이를 통하여 다양한 장소에서 접안이 가능하며 나아가 상당한 비용절감 효과를 가질 수 있다. 그러나 소형계류 및 부유체를 활용한 선박의 접안 시 파랑에 의해 부유체와 선박간 충격이 발생할 수 있고 이러한 충격이 대형사고로 발생할 수 있는 위험이 상존함에 따라 계류재 및 부유체의 파랑에 의한 움직임 예측과 분석이 필요하다. 본 연구에서는 계류재 및 부유체 운동해석을 위한 3차원 운동 정보와 가속도를 목포해양대 요트계류시설에서 측정함으로써 거동 특성에 대한 기초 자료를 제공하는 계측시스템을 개발하였고, 이 시스템의 구성 및 원리 등에 대하여 설명하고자 한다.

[Abstract]

Due to diversification of ships and limited space of pier, when ships come alongside the shallow water or narrow pier, sea area with small mooring facilities and floating matter is frequently applied. Through these, coming alongside the various space is capable and cost effectiveness is enhanced. However, when ships, applying small mooring facilities and floating matter, come alongside, there can be some impulse by waves between the floating things and ships which possibly leads to mass disaster. Therefore, there should be forecasts and analysis of the movement caused by waves. On this study, we develop measuring system for movement analysis of mooring and floating matters which provides base data with movement traits by measuring 3-D exercise information and acceleration at mokpo maritime university marina facility. Also, the composition and principles of the developed system is explained.

Key word : Floating matter, 3-D exercise data, Analysis of the movement traits, Measuring system.

<http://dx.doi.org/10.12673/jant.2014.18.3.201>



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Received 13 May 2014; Revised 25 June 2014

Accepted (Publication) 19 June 2014(30 June 2014)

*Corresponding Author; Jae-min Kwak

Tel: +82-61-240-7268

E-mail: kjm@mmu.ac.kr

I. 서론

해상 운송의 발전에 따라 최근에 건조되는 선박이 다양해지고 대형화됨에 따라 수심이 얕은 수역이나 협소한 부두에서의 접안이 제한되고 있다. 이 문제점을 해결하기 위해 계류된 부유체를 이용하여 선박의 계류시설로 이용하고 있으며, 이를 통해 다양한 장소에 접안이 가능하게 되어 운송비용 절감에 상당한 효과를 가질 수 있게 되었다. 하지만 부유체를 이용한 계류시설은 기존의 육상 부두와 달리 해상에 설치되므로 파랑, 바람, 조류 등 외력의 영향을 많이 받을 수 있고, 이러한 영향으로 인해 계류시설에 지속적인 충격이 가해져 수명이 단축될 수 있으며 계류된 선박에 충격이 전달되거나 상호간의 충돌로 인하여 대형사고가 발생할 위험이 상존한다[1]. 이와 같은 사고를 미연에 방지하기 위해 계류된 부유체의 거동특성을 예측할 수 있는 예측시스템 개발이 필요하며, 예측된 자료를 이용하여 부유체의 안전성 평가가 이루어져야 한다. 본 연구에서는 계류된 부유체의 거동특성을 예측할 수 있는 예측시스템의 개발과 실제 예측 실험을 통해 안정성을 평가하고자 한다.

기존의 관련연구를 살펴보면, 해상에서 운항중인 선박의 안정성 평가는 비교적 거친 해상상태에서 특정 항로에 운항 중인 선박의 안정성을 대상으로 내항성능 이론을 이용하여 이루어지고 있다[2]. 이와 같은 항해 안정성 평가는 그동안 선박 운항자의 감각적인 면에서 정량화된 평가요소로 채택하기 쉬운 상하가속도의 1/3 유의치를 예측하여, 다른 평가 요소와의 상관관계를 도출함으로써 선박의 종합적인 내항성능을 평가하는 시스템이다. 그리고 계류 안정성 평가는 특정 부두에 계류하여 하역작업을 수행하고 있는 선박이 파랑, 바람, 조류 등과 같은 외력 하에서 수반되는 선체의 동적 동요를 해석하여 선체동요에 따른 한계 하역치의 설정 및 계류 한계 외력 등을 이론적 방법으로 접근하여 평가하는 연구가 진행되어져 왔다. 그동안 항해 및 계류안전성과 관련하여 이론적인 접근 방식을 기초로 한 수많은 연구들이 수치 시뮬레이션 또는 수리 모형 시험을 중심으로 진행되어져 이론적인 부분에서는 어느 정도 가시적인 성과가 있었으며, 선박 탑재용 선체운동 예측시스템에 대한 연구도 이루어져왔다[3]. 본 논문에서는 기존의 이와 같은 연구를 바탕으로 신뢰성이 확보된 센서 및 프로그램 등을 이용하여 부유체의 거동특성을 예측하고 분석하였다.

II. 예측 시스템의 개발

부유체 운동 예측시스템은 파랑, 바람, 조류 등에 의해 발생하는 거동특성을 각종 센서를 이용하여 실시간으로 예측하는 시스템이다. 부유체의 안전성을 평가하기 위해서는 부유체의 운동 예측시스템 뿐만 아니라 풍향/속, 파향/랑, 조류 등의 외력을 정량적으로 분석할 수 있는 외력 분석 시스템과 부유체의 크기, 무게, 흘수, 고정된 닻줄의 장력 등 세부 제원이 필요하다.

향후 외력 분석 시스템을 안전성 평가에 적용함으로써 종합적인 분석이 가능하게 되며, 예측시스템과 연계하여 추가 보완할 예정이다[4].

본 연구에서 개발하고자 하는 예측시스템은 다음과 같은 기능을 수행할 수 있는 시스템이어야 한다.

- 휴대가 용이하여 임의의 부유체를 예측할 수 있는 시스템
- 부유체의 운동 예측이 가능한 시스템
 - 좌우 가속도(sway), 상하 가속도(heave), 전후 가속도(surge) : 3축 가속도계
 - 종동요(rolling), 횡동요(pitching) : 2축 경사계
 - 파고 측정, 좌우 변위(sway), 상하 변위(heave), 전후 변위(surge) : 변위계
- 실시간으로 데이터 전시 및 수집이 가능한 시스템

따라서 예측시스템은 3축 가속도계, 2축 경사계, 변위계를 이용하여 부유체의 거동특성을 예측하고, 예측된 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환시킬 수 있는 하드웨어와 ethernet IP를 컴퓨터에 연결하여 예측된 자료를 실시간 전시, 수집, 분석할 수 있는 소프트웨어로 개발하였다. 하드웨어의 센서부는 진동 감시장치나 전자나침반, 각도/경사감지 등의 센서를 생산하고 있는 MEMSIC사의 3축 가속도계(CXL04GP3)와 2축 경사계(CXTA02)를, 물리적 접촉 없이 다양한 거리에서 초음파를 이용하여 정확하게 물체와 측정 거리를 감지하는 센서를 생산하고 있는 SICK사의 변위센서(UM30-2)를 이용하였고, 운동정보 저장장치는 고속도로 및 운하 모니터링 시스템, 발전소 스팀 밸브 압력 테스트, 연료압력 정밀 컨트롤 시스템 등 다양한 산업 분야에서 활용되고 있는 Gantner사의 e-bloxx A3와 I/O 모듈을 이용하였으며, S/W 프로그램 또한 Gantner사의 Test Commander와 Test View를 이용하였다. 전 세계적으로 다양한 산업에서 활용되고 있는 장치들을 조합하여 사용함으로써 예측시스템의 신뢰성을 확보하였다[5].

III. 예측 시스템의 구성

본 예측시스템은 예측해석 시스템 장치 내에 장착된 각종 센서를 이용하여 거동특성을 표시해주는 자료 취득 시스템(data acquisition system)이다. 예측시스템의 기본적인 구성은 그림 1과 같이 부유체의 거동특성을 측정하는 하드웨어와 소프트웨어로 구분된다.

3-1 예측 시스템의 하드웨어

1) 신호 처리 절차

부유체의 운동 예측시스템은 전원공급장치에서 DC 24 V의

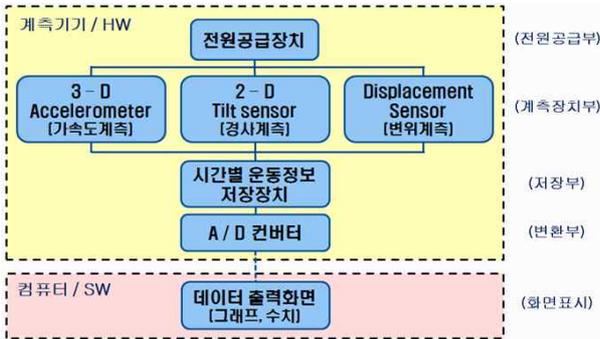


그림 1. 측정 시스템의 구성
Fig. 1. Configuration of the measurement system.

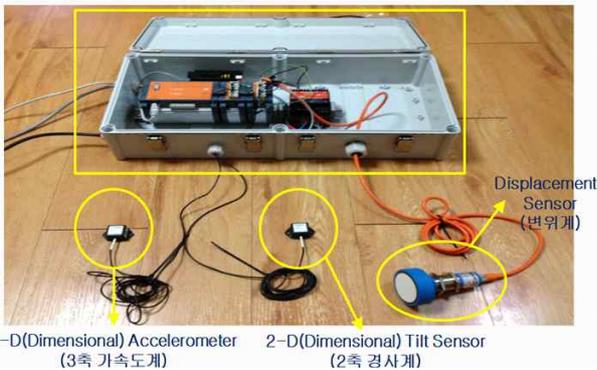


그림 2. 측정 시스템의 하드웨어
Fig. 2. Hardware of measuring system.

전압이 각 센서에 전원을 공급한다. 이 때, 부유체의 움직임에 따라 발생하는 X축(좌우), Y축(전후), Z축(상하)의 가속도량과 횡동요와 종동요를 계측하는 2축 경사계의 측정치, 파고와 X축(좌우), Y축(전후), Z축(상하)의 변위량을 계측하는 변위계의 측정치는 전기적인 아날로그 신호이며, AD 변환기(analog-digital converter)를 통해 컴퓨터에서 인식 가능한 디지털 신호로 변환시킨다. 컴퓨터는 이 신호를 받아 실시간으로 계측되는 자료를 전시, 수집하여 처리한다. 본 계측 장치의 내부 장치도는 그림 2에 나타내었다.

2) 3축 가속도계

3축 가속도계(3-D accelerometer)는 서로 직교하는 3축을 동시에 측정하는 센서로서, 좌우방향의 가로축(X축), 전후방향의 세로축(Y축), 그리고 상하방향의 수직축(Z축)을 따라 선박이 어떤 가속도로 움직이는지를 측정한다. 3축 가속도계(CXL04GP3)는 소형 저가의 가속도계 모듈로써 x, y, z축에 대한 ± 4 g의 넓은 범위의 계측이 가능하다. 또한 높은 수준의 아날로그 출력을 제공하며, 일반적으로 자동차 테스트, 진동 모니터링 등에 이용되고 있다. 그림 3에서 3축 가속도계(CXL04GP3)의 외형 모습과 표 1에서 사양을 나타내었다.



그림 3. 3축 가속도계
Fig. 3. 3-dimensional accelerometer.

표 1. 3축 가속도계의 규격

Table 1. Specification of 3-dimensional accelerometer.

ITEM	Specification	
Model name	CXL04GP3	
Size(cm)	1.98 × 4.45 × 2.72	
Weight(g)	46	
Supply Voltage(Volts)	+ 4.9 ~ 5.5	
Supply Current(mA)	1 / axis	
Zero g Output(Volts)	+ 2.375 ± 0.1	
Electrical connection	cable wire	
Performance	Range	± 4 g
	Sensitivity	500 ± 15 mV/g
	Bandwidth	100 Hz
	Noise	10 mg rms
	Alignment Error	±2 deg
Environment	Operating Temp. Range	-40 ~ +85°C
	Shock	2,000 g
Manufacture	MEMSIC社	

3) 2축 경사계

2축 경사계(2-D tilt sensor)는 서로 직교하는 2축을 동시에 측정하는 경사 센서로서, 부유체의 좌우방향의 경사(rolling)와 전후방향의 경사(pitching)를 측정한다. 2축 경사계(CXTA02)는 소형 저가의 경사계 모듈이며 x, y축에 대한 $\pm 75^\circ$ 의 넓은 범위의 계측이 가능하다. 3축 가속도계와 마찬가지로 높은 수준의 아날로그 출력을 제공하며, 주로 풍력 터빈 모니터링, 수평 운반 장비 등에 이용되고 있다. 그림 4에서 2축 경사계(CXTA02)의 외형 모습과 표 2에서 사양을 나타내었다.



그림 4. 2축 경사계
Fig. 4. 2-Dimensional tilt sensor.

표 2. 2축 경사계의 규격
Table 2. Specification of 2-dimensional tilt sensor.

ITEM	Specification	
Model name	CXTA02	
Size(cm)	1.98 × 4.45 × 2.72	
Weight(g)	43	
Supply Voltage(Volts)	+ 6 ~ 30	
Supply Current(mA)	4 / axis	
Zero Angle Voltage(Volts)	+ 2.5 ± 0.15	
Electrical connection	cable wire	
Performance	Range	± 75 °
	Sensitivity	35 ± 2 mV/°
	Bandwidth	50 Hz
	Noise	10 mg rms
	Alignment Error	±1 deg
Environment	Operating Temp. Range	-40 ~ +85°C
	Shock	2,000 g
Manufacture	MEMSIC社	

4) 변위계

변위계(displacement sensor)는 위치 변화를 계측하는 초음파 변위 측정 센서로서 부유체가 파랑의 상대 파고를 측정하고, 좌우방향의 변위(sway)와 전후방향의 변위(surge)를 측정한다. 변위계(UM30-2)는 600~6,000 mm의 넓은 범위의 계측이 가능하다. 초음파를 이용하여 먼지나 안개에 방해받지 않으며 높은 수준의 아날로그 출력과 센서에 설치된 액정을 통해 디지털 출력을 제공하며, 변위계측이 필요한 다양한 산업 분야에서 이용되고 있다. 그림 5에서 변위계(UM30-2)의 외형 모습과 표 3에서 사양을 나타내었다.



그림 5. 변위센서
Fig. 5. Displacement sensor.

표 3. 변위센서의 규격

Table 3. Specification of displacement sensor.

ITEM	Specification	
Model name	UM30-2	
Resolution(mm)	0.18	
Weight(g)	270	
Reproducibility(%)	≤ 2%	
Residual ripple(%)	± 10%	
Supply Voltage(Volts)	+ 9 ~ 30	
Current consumption(mA)	≤ 80	
Accuracy	≤ 2%	
Electrical connection	5-pin	
Performance	Range	600 ~ 6,000 mm
	Response time	240 ms
	Switching frequency	2 Hz
	Hysteresis	100 mm
Environment	Operating Temp. Range	-25 ~ +70°C
	Ultrasonic frequency	approx. 80 kHz
Manufacture	SICK Sensor Intelligence 社	

5) 운동정보 저장장치

운동정보 저장장치(e.bloxx A3)는 각 센서를 통해 감지된 아날로그 신호를 수집/저장하고 디지털 신호로 변환하여 ethernet IP를 통해 연결된 컴퓨터에 전송함으로써 계측치를 S/W로 분석 가능토록 변환하는 기능을 가진다. 2개의 I/O 모듈은 각 센서가 연결되어 입력된 신호를 디지털화하여 main controller로 전송하고 main controller에서 입력된 신호를 수집/저장하며 실시간으로 S/W에 전시할 수 있게 한다. e.bloxx A3는 19 bit의 높은 분해능으로 인해 정확하고 세밀한 계측치를 얻을 수 있고, 1초당 400개의 샘플을 디지털 신호로 변환할 수 있는 고속 자료 처리가 가능하므로 각종 부품 테스트 등에서 열 및 기계적인 수치를 정확하고 신속한 계측을 요구하는 산업 및 실험에서 다양하게 이용되고 있다. 그림 6에 운동정보 저장장치(e.bloxx A3)의 외형 모습을, 표 4에 사양을 나타내었다.

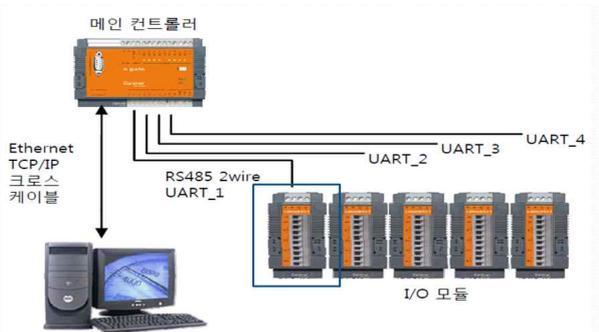


그림 6. e.bloxx A3의 구조
Fig. 6. Architecture of e.bloxx A3.

표 4. e.bloxx A3의 규격

Table 4. e.bloxx A3 specification.

ITEM		Specification
Model name		e.bloxx A3
Size(cm)		12.9 × 9 × 8.3
Weight(g)		500
Supply Voltage(Volts)		max. 30
Supply Current(mA)		max. 1.5
Analog Input	Accuracy	0.01%
	Input resistance	800 kΩ
	Linearity deviation	0.01% of the final value
Analog/Digital Conversion	Resolution	19bit
	Sample rate	100 samples/sec (4 active channels), 400 samples/sec (1 active channels)
	Conversion method	Sigma-Delta
Digital Output	Type of output	Open Collector
	Output voltage	max. 30 V
	Output current	max. 100 mA
Communication Interface	Standard	RS 485, 2-wire
	Data format	8E1
	Protocols	ASCII, Modbus-RTU, Profibus-DP, Local-Bus
	Connectable devices	Up to 32
Environment	Operating Temp. Range	-20 ~ +60℃
	Relative humidity	5 ~ 95% (50℃)
Manufacture		Gantner Instruments社

3-2 계측시스템의 소프트웨어

부유체 운동 계측시스템의 거동특성 해석 소프트웨어는 ethernet IP를 통해 컴퓨터와 연결되어 실시간으로 수집된 각종 센서 정보들을 저장하거나 분석한다. 본 계측시스템의 부유체 운동 해석 S/W는 운동정보 저장장치와 연계하여 사용할 수 있는 Gantner사의 Test. Commander와 Test. Viewer 프로그램으로 구성하였다.

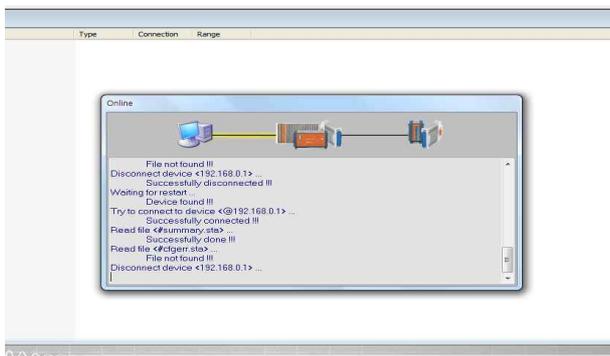


그림 7. Test. Commander 프로그램

Fig. 7. Test. Commander program.

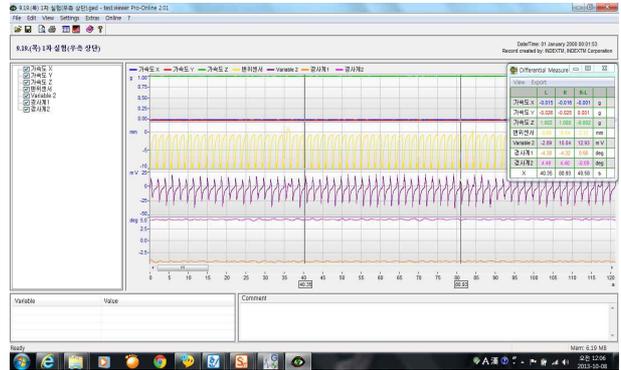


그림 8. Test. Viewer 프로그램

Fig. 8. Test. Viewer program.

Test. Commander는 그림 7과 같이 계측시스템의 H/W와 인터페이스하고, 각 계측 센서들의 디지털 출력 정보를 세팅 할 수 있으며, 기본 디스플레이 설정 등이 가능한 프로그램이다. Test. Viewer는 그림 8과 같이 실시간으로 계측된 각종 자료를 전시, 저장, 분석할 수 있는 프로그램이다.

1) Test. Commander

Test. Commander는 Test. Viewer에서 최종적으로 계측된 자료들의 신뢰성을 높이기 위한 사전 설정을 할 수 있으며, 다음과 같은 주요 기능을 수행한다.

- 하드웨어 구성(운동정보 저장장치 및 각종 센서 구성, 연결)
- 컴퓨터-운동정보 저장장치간 통신 연결
- 운동정보 저장장치 및 각종 센서 설정
 - main controller 자료 획득속도 설정(최대 1 kHz까지)
 - zeroing reset(측정되는 데이터 값을 '0'의 값으로 조정)
 - 2 point calibration(Analog 신호를 측정되는 물리량으로 변환)
 - 아날로그 I/O 신호 입력(전압, 전류, 온도, 저항 등)
 - 디지털 I/O 신호 입력(주파수, 펄스, 접점 등) 등
- 계측된 자료 실시간 전시(저장 불가)

그림 9에 2 point calibration으로 센서에서 출력되는 아날로그 신호와 컴퓨터에 입력되는 디지털 신호를 설정하는 화면을 나타내었다.

2) Test. Viewer

Test. Viewer는 다양한 계측된 자료 전시 및 데이터 관리를 위해 Test. Commander에서 설정된 값을 이용하여 다음과 같은 주요 기능을 수행한다.

- 계측된 자료 실시간 전시, 수집 및 분석(저장 가능)
- 다양한 확장자로 변환 가능(*.ged, *.csv, *.bmp, *.jpg 등)
- 저장된 데이터를 그래프 및 엑셀파일로 변환 및 편집 가능

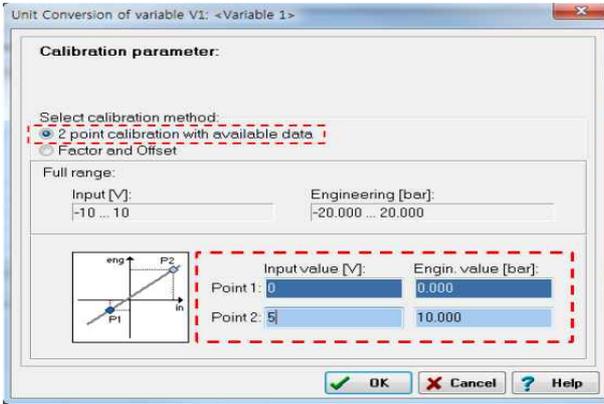


그림 9. 2 point calibration
Fig. 9. 2 point calibration.

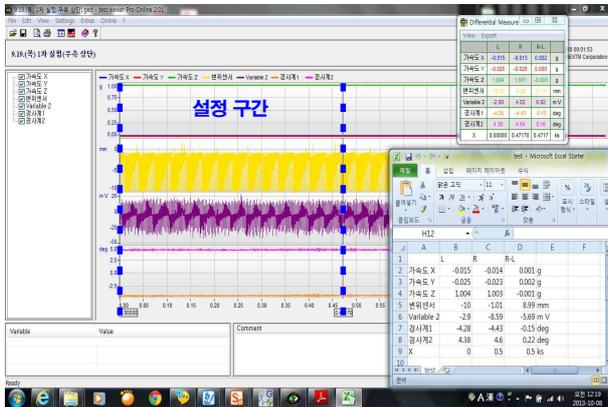


그림 10. 감시 및 분석 프로그램
Fig. 10. Monitoring and analysis program.

그림 10에 각 센서로부터 출력된 디지털 정보를 구간을 설정하여 엑셀파일로 변환시켜 놓은 화면을 나타내었다.

IV. 계측시스템의 적용 및 결과분석

본 계측시스템을 이용하여 실제 부유체 거동특성 계측을 실험하기 위해 그림 11에 보인 목포해양대학교 요트 계류시설을 실험 대상으로 선정하였다. 앞서 언급한 부유체 안전성 평가를 위한 3가지 조건 중 외력 분석 시스템이 제외되어 있기 때문에 요트 계류시설의 안전성을 평가하지 못했지만, 향후 외력 분석 시스템과 연계된 실험을 통해 안전성 평가가 가능할 것이다.

계측방법은 그림 12와 같이 요트 계류시설의 4개 지점에서 15분간 3축 가속도계, 2축 경사계, 변위계를 이용하여 거동특성을 측정하였고, 그림 13과 표 5의 계측 결과를 얻을 수 있었다.



그림 11. 목포 해양대의 요트 계류시설
Fig. 11. Mokpo maritime university marina facility.



그림 12. 측정방법
Fig. 12. Measurement method.

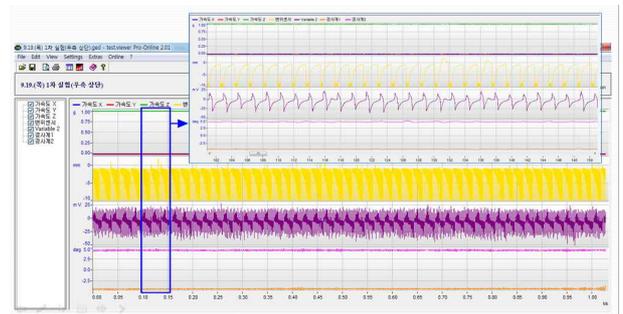


그림 13. 측정결과에 예
Fig. 13 Example of measurement results.

표 5. 측정결과(Excel)

Table. 5 Measurement results(Excel).

Item	Min	Max	Mean	StdDev	Unit
가속도 X	-0.022	-0.003	-0.013	0.002	g
가속도 Y	-0.035	-0.017	-0.026	0.002	g
가속도 Z	0.992	1.017	1.004	0.002	g
변위센서	-10	2.54	-3.76	3.32	mm
Variable 2	-50.9	26.78	-6.73	9.99	m V
경사계 X	4.25	4.93	4.56	0.1	deg
경사계 Y	-4.73	-4.01	-4.4	0.09	deg

그림 13의 측정 결과는 ①번 위치에서 15분간 계측한 자료를 100-150초 구간의 계측 결과를 확대하여 나타낸 것이고, 표 5의 측정결과는 ①번 위치에서 15분간 계측된 결과의 최소값, 최대값, 평균값, 표준편차를 나타낸 것이다.

Z축의 가속도 값이 X, Y축 보다 높은 것을 알 수 있다. 좌우, 전후 방향의 움직임보다 상하방향의 움직임이 큰 것을 확인할 수 있으며, 이는 해저에 고정되어 있는 닻줄의 장력으로 인해 요트 계류시설이 최초 설치된 위치에서 외력에 의해 다른 위치로 이동하는 성향이 거의 없다고 볼 수 있다.

변위 값은 평균적으로 -10 ~ 2.54 mm까지 약 1.95초 간격으로 주기적인 변화율을 보였다. 변위 값에 따른 가속도 값과 경사 값을 비교해본 결과 변위 값이 높아지고 약 1.7초 후에 가속도 값과 경사 값이 높아지는 것을 알 수 있었다. 일정한 파랑이 주기적으로 요트 계류시설에 영향을 끼치다가 그 일정한 파랑보다 높은 파랑이 부딪힐 때 요트 계류시설이 받는 가속도 값과 경사 값이 증가하는 것을 계측시스템을 통해 확인할 수 있었다.

그리고 X축의 경사 값인 종동요의 평균값이 +4.56 도이고 Y축의 경사 값인 횡 동요의 평균값이 -4.4 도인 것을 볼 때 종 동요와 횡 동요가 거의 유사한 것을 확인할 수 있었다.

V. 결 론

본 연구에서는 계류된 부유체의 거동특성을 계측 및 분석할 수 있는 계측시스템을 개발하였다. 개발된 시스템을 이용하여 바람, 파랑, 조류 등 다양한 해상조건에서의 외력 하에서 부유체의 거동특성을 파악할 수 있고 안전성을 정량적으로 평가함으로써 선박과 부유체간의 충돌로 인해 발생할 수 있는 사고를 미연에 방지하는데 기여할 수 있을 것이다. 계측시스템은 부유체의 거동특성을 측정하고 디지털 신호로 변환하는 하드웨어와 운동 해석 소프트웨어로 구성되며, 휴대하여 간편하게 설치할 수 있는 실용적인 장점을 가졌다. 계측시스템의 주요 특징을 다음과 같이 정리하였다.

(1) 계측된 데이터의 신뢰성 및 자료처리의 신속성 확보

계측을 필요로 하는 다양한 산업에서 상용화되어 사용되고 있는 하드웨어와 소프트웨어를 접목시켜 구성함으로써 계측시스템의 신뢰성을 높였다. 또한 각종 센서의 높은 정확성과 넓은 계측범위로 오차범위를 줄일 수 있으며, 다양한 조건에서 계측이 가능토록 하였다.

(2) 총 3개의 센서 지원 : 3축 가속도계, 3축 경사계, 변위계

각종 센서를 이용하여 부유체의 좌우, 상하, 전후 가속도와 종 동요, 횡 동요 그리고 계측시의 파고 변위를 계측할 수 있으며, 계측된 자료의 정밀도와 신뢰도를 확보하였다.

(3) 실시간 통계치 분석 및 활용

계측된 수치를 실시간으로 전시하고, 수집된 수치를 그래프화하여 임의 지정한 시간 간격 동안의 최대/최소값, 평균값, 표준편차 등을 산출할 수 있으며, 엑셀화하여 시간별 계측된 수치를 비교 분석할 수 있고 다양한 형태의 파일로 변환 저장하여 활용할 수 있다.

(4) 다양한 계측 데이터 활용 가능

사용자가 원하는 특정 범위의 계측된 수치를 추출하여 해당

범위의 특성을 파악할 수 있고, 전시된 그래프의 zoom 기능을 통해 세밀한 데이터를 얻을 수 있다. 또한 지정한 범위 내의 데이터를 별도의 새로운 파일로 저장하여 활용할 수 있다.

(5) 계측이 필요한 다양한 산업 및 실험에 적용 가능

수많은 산업 및 실험에서 온도, 소음, 열 등의 다양하고 정확한 계측이 필수적으로 수반되고 있다. 개발된 계측시스템은 각종 센서에 대한 높은 호환성으로 계측이 필요한 센서를 추가함으로써 사용자가 원하는 계측을 수행할 수 있다.

향후 연구 과제으로써, 부유체의 안전성 평가를 위해 외력 평가 시스템을 적용한 실험이 이루어져야 하며, ANSYS AQWA 시뮬레이션 프로그램을 이용하여 모델링한 부유체의 움직임과 실제 계측된 움직임을 상호 비교 분석함으로써 이론적인 연구 결과의 근거를 마련해야 할 것이다. 그리고 단순한 거동특성 데이터 수집이 아니라 사용자가 원하는 형태의 데이터 수집이 가능하므로, 관련 데이터에 대한 활용이 다방면의 분야에서 적용될 것으로 예상된다. 따라서 개발된 계측시스템을 이용하여 특정 해역에 임의의 부유체 설치에 대한 적절성 판단, 부유체와 선박간 계류 통제 등 다양한 분야에서 응용될 수 있으며, 나아가 최초 설계단계에서 부유체의 거동특성을 최소화하는 설계 방법을 연구하여 설계 비용과 시간의 절약을 기대할 수 있을 것이다.

참고문헌

- [1] H. Y. Lee et al., "Wave-induced motions of a floating body in a harbour," *International Journal of Ocean Engineering and Technology*, Vol. 20, No. 2, pp. 36-40, April 2006.
- [2] C. H. Jeong et al., "A study on the ship's performance of T.S. HANBADA," *The Institute of Navigation and Port Research*, Vol. 31, No. 10, pp. 905-910, Dec. 2007.
- [3] G. I. Kong et al., "Development of the sea-keeping performance evaluation system built-on-ship," *The Institute of Navigation and Port Research*, Vol. 28, No. 1, pp. 1-8, Feb. 2004.
- [4] O. M. Faltinsen, *Sea Loads on Ships and Offshore Structures*, New York, NY: Cambridge Univ. Press, 1990.
- [5] Gantner Instruments(2014), Available: www.gantner-instruments.com, Data.test.commmnadr.



성 유 창 (Yu-Chang Seong)

1999년 2월 : 목포해양대학교 해상운송시스템학부(공학사)
2007년 9월 : 고베대학교 해사과학연구과(공학박사)
2008년 9월~현재 : 목포해양대학교 해상운송시스템학부 조교수
※ 관심분야 : 항로표지시스템, 선박운항시뮬레이션, 선박조종학, 해양안전공학 등



곽 재 민 (Jae-Min Kwak)

1998년 2월 : 한국항공대학교 통신정보공학과(공학사)
1999년 8월 : 한국항공대학교 대학원 통신정보공학과(공학석사)
2002년 8월 : 한국항공대학교 대학원 통신정보공학과(공학박사)
2002년 7월~2003년 7월 : 한국전자통신연구원 네트워크 연구소 (Post-doc.)
2003년 7월~2008년 2월 : 전자부품연구원 SoC 연구센터책임연구원
2008년 3월~현재 : 목포해양대학교 해양정보통신공학과 부교수
※ 관심분야 : 해양통신시스템, 유무선 디지털 통신신호처리