

해상용 계측형 부표 설계 및 수치 시뮬레이션

류연철* · 이경우** · 성유창 †

* 목포해양대학교대학원 조선공학, ** 목포해양대학교 조선공학과

† 목포해양대학교 해상운송시스템학부

요약 : 현재 표준등부표의 종류는 10가지이며, 가장 작은 등부표가 4.4m로 대형인 것이 현실이다. 본 연구에서는 제작, 설치비용이 적고, 교체와 수리가 용이한 소형 등부표를 검토하였다. 상대적으로 소형인만큼 외력으로 인한 유실, 위치 이동 등의 사고에 대비하기 위한 안정성 검토가 필요하다. 이 논문을 통해서 새로운 등부표의 운동성(Heave, pitch)을 Encounter Frequency별, Beaufort scale별로 구분하여 비교, 분석하였다.

핵심용어 : 해상관측용 부표, 수치 시뮬레이션, 운동성(Heave, Pitch)비교, 선박 안전



목포해양대학교
MOKPO NATIONAL MARITIME UNIVERSITY

2012 한국항해안전학회 추계학술발표회
2012. 10.25 ~ 2012. 10.27

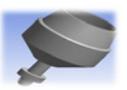
해상계측용 부표 설계 및 수치 시뮬레이션

2012. 10. 25

류연철 목포해양대학교 대학원
이경우 목포해양대학교 조선공학과
성유창 목포해양대학교 해상운송시스템학부

연구의 배경

- ◆ 연안역, 바다를 이용한 매양/플랜트 설비의 증가
- ◆ 매양레저 수요증가에 따른 부유형 마리나 시설
- ◆ 항주파 등 - 접안, 계류중인 선박에 대한 중요
- ◆ **적절한 해상환경 계측용 소형 등부표 개발 필요**

설계 부표 모델링된 부표



목포해양대학교

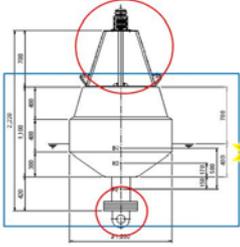
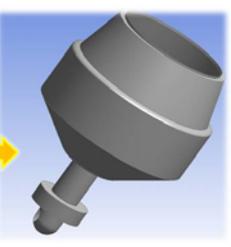
연구의 순서

- ◆ 해상관측용 부표 설계와 수치 모델링
- ◆ 수치시뮬레이션을 위한 계산 조건
- ◆ 계산시 문제점
- ◆ 계산 결과 비교 및 추후 연구



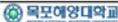
목포해양대학교

설계한 등부표와 모델링한 등부표의 비교

설계 부표 모델링된 부표

- TOWER가 계산 값에 미치는 영향이 견조하지 않다고 판단하여 설계도면적 BUOY BODY 와 WEIGHT BALANCE 만 모델링 ⇒ 세부적인 상세 모델링
- 플러 세부적인 모델링을 위해 등부표 도면의 반폭도 확대도 이용



목포해양대학교

* 대표저자) maxfly1000@mmu.ac.kr, ** 중신회원) kwlee@mmu.ac.kr

† 중신회원) smileseong@mmu.ac.kr

설계한 등부표와 모델링한 등부표의 비교

주요제원	부호	설계부표	모델링 부표
부표의 중량	W(kg)	213.44	293
침주의 중량	Ws(ton)	0.50	
높이	d(m)	0.4	0.4
부심위치	KB(m)	0.15	0.185
중심위치	KG(m)	0.17	계산시 입력(0.17)

설계부표, 모델링부표의 주요제원 비교

- 좀더 세부적인 모델링을 위해 등부표 도면의 반폭도 측면도 이후 ⇒ KB 값을 설계부 표 값에 맞게 수정 가능
- 설계부표에서의 부표의중량+침주의 중량 값과 모델링 부표 값이 30kg 정도의 오차 를 보임 ⇒ Displacement, kg값이 중요한 지표 중 하나이므로 최대한 조정

계산 조건

- 설계도면에서 주어진 계산조건

- 수심 : 10.0m
- 풍속 : 45.0m/s
- 조류 : 2.0kt
- 파고 : 1.5m 이내

- 프로그램 해석 조건

- 수심 : Deep sea 로 가정
- 조류 : 산속으로 대개 ⇒ 0, 1, 2 kts
- 풍속, 파고 : 부표의 스케일로 대해 (해상조건을 일반적으로 나타낸 Data) ⇒ 설계 해상스케 일 따른 부표의 스케일 적용

Name	Type	Char. height [m]	Modal period [s]	Average period [s]	Zero crossing	Peak enhance	Char. wind speed [kts]
1	1 Calm light wave	0.00	1.58	1.22	1.12	1.00	2.00
2	2 Light breeze	0.20	2.24	1.73	1.58	1.00	5.00
3	3 Gentle breeze	0.60	3.87	2.99	2.74	1.00	8.50
4	4 Moderate breeze	1.00	5.00	3.98	3.54	1.00	12.00
5	5 Fresh breeze	2.00	7.07	5.45	5.00	1.00	18.00
6	6 Strong breeze	3.00	8.66	6.88	6.12	1.00	22.00
7	7 Moderate gale	4.00	9.99	7.71	7.07	1.00	28.00
8	8 Fresh gale	5.50	11.71	9.64	8.28	1.00	36.00
9	9 Strong gale	7.00	13.22	10.20	9.34	1.00	42.00
10	10 Whole gale	9.00	14.99	11.67	10.60	1.00	48.00

해상조건(부표의 스케일)

계산 조건

- 입시각은 파의 각도 조짐 ⇒ O에서 90도 까지 계산은 가능하나 정확성 및 분석이 어려워 반대방향인 90도 에서 180도의 heading angle 선택

Name	Reading [deg]	Analyse
1	0.00	<input type="checkbox"/>
2	30.00	<input type="checkbox"/>
3	45.00	<input type="checkbox"/>
4	60.00	<input type="checkbox"/>
5	90.00	<input checked="" type="checkbox"/>
6	120.00	<input checked="" type="checkbox"/>
7	135.00	<input checked="" type="checkbox"/>
8	150.00	<input checked="" type="checkbox"/>
9	180.00	<input checked="" type="checkbox"/>

- 계산시 중요한 입력 값인 gyradius : 등부표에 대한 gyradius 를 찾아 보았으나 일치 못하 여서 선박의 일반적으로 적용되는 gyradius 값을 입력 ⇒ gyradius 값에 대한 조사하고 장 값이 필요



계산 결과

Model period	3.871 s	Model period	7.061 s
Characteristic wave height	0.600 m	Characteristic wave height	2.000 m
Spectrum type	ITTC (2 Param. B)	Spectrum type	ITTC (2 Param. B)
Wave heading	180.0 deg	Wave heading	180.0 deg
Vessel Speed	0.000 kn	Vessel Speed	0.000 kn
Vessel displacement	4.291 m³	Vessel displacement	4.291 m³
Vessel Gitt	0.599 m	Vessel Gitt	0.599 m
Vessel trim	0.0 deg	Vessel trim	0.0 deg
Transition method	No transition term	Transition method	No transition term
Wave force method	Arbitrary wave	Wave force method	Arbitrary wave
Added res. method	Cantenna and B	Added res. method	Cantenna and B
Rgh gyradius	0.324 m	Rgh gyradius	0.324 m
Rst gyradius	0.456 m	Rst gyradius	0.456 m
Wave spectrum	0.021 m²/s²	Wave spectrum	0.250 m²/s²
Encountered wave spectrum	0.023 m²/s²	Encountered wave spectrum	0.250 m²/s²
Added resistance	0.326 kN	Added resistance	0.268 kN
Heave motion	0.023 m²/s²	Heave motion	0.252 m²/s²
Rst motion	0.00000 deg/s²	Rst motion	0.00000 deg/s²
Rpitch motion	30.31 deg/s²	Rpitch motion	47.88 deg/s²
Heave velocity	0.100 m/s	Heave velocity	0.377 m/s
Rst velocity	0.00000 rad/s	Rst velocity	0.00000 rad/s
Rpitch velocity	0.09985 rad/s	Rpitch velocity	0.13962 rad/s
Heave acceleration	0.655 m/s²	Heave acceleration	1.130 m/s²
Rst acceleration	0.00000 rad/s²	Rst acceleration	0.00000 rad/s²
Rpitch acceleration	1.32063 rad/s²	Rpitch acceleration	1.41036 rad/s²
body_Aba_vert_motion	0.023 m²/s²	body_Aba_vert_motion	0.252 m²/s²
body_Rst_vert_motion	0.001 m²/s²	body_Rst_vert_motion	0.001 m²/s²
body_Aba_vert_velocity	0.100 m²/s²	body_Aba_vert_velocity	0.377 m²/s²
body_Rst_vert_velocity	0.022 m²/s²	body_Rst_vert_velocity	0.019 m²/s²
body_Aba_vert_accel	0.655 m²/s²	body_Aba_vert_accel	1.130 m²/s²
body_Rst_vert_accel	1.962 m²/s²	body_Rst_vert_accel	0.599 m²/s²
body_Long (due to pitch) motion	0.271 m²/s²	body_Long (due to pitch) motion	0.428 m²/s²
body_Long (due to pitch) velocity	2.830 m²/s²	body_Long (due to pitch) velocity	3.300 m²/s²
body_Long (due to pitch) accel	38.874 m²/s²	body_Long (due to pitch) accel	44.507 m²/s²
body_Lat (due to roll) motion	0.000 m²/s²	body_Lat (due to roll) motion	0.000 m²/s²
body_Lat (due to roll) velocity	0.000 m²/s²	body_Lat (due to roll) velocity	0.000 m²/s²
body_Lat (due to roll) accel	0.000 m²/s²	body_Lat (due to roll) accel	0.000 m²/s²
body_Mt side tp fix tp air	0.000 kN	body_Mt side tp fix tp air	0.000 kN
body_Spl_Mt 120 cm, Wt 120 cm	0.116 kN	body_Spl_Mt 120 cm, Wt 120 cm	0.087 kN

180deg / beaufort No.3

180deg / beaufort No.5

계산 결과

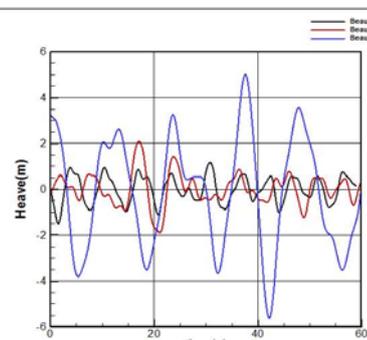
Model period	9.987 s	Model period	14.991 s
Characteristic wave height	4.000 m	Characteristic wave height	0.600 m
Spectrum type	ITTC (2 Param. B)	Spectrum type	ITTC (2 Param. B)
Wave heading	180.0 deg	Wave heading	180.0 deg
Vessel Speed	0.000 kn	Vessel Speed	0.000 kn
Vessel displacement	4.291 m³	Vessel displacement	4.291 m³
Vessel Gitt	0.599 m	Vessel Gitt	0.599 m
Vessel trim	0.0 deg	Vessel trim	0.0 deg
Transition method	No transition term	Transition method	No transition term
Wave force method	Arbitrary wave	Wave force method	Arbitrary wave
Added res. method	Cantenna and B	Added res. method	Cantenna and B
Rgh gyradius	0.324 m	Rgh gyradius	0.324 m
Rst gyradius	0.456 m	Rst gyradius	0.456 m
Wave spectrum	1.000 m²/s²	Wave spectrum	0.063 m²/s²
Encountered wave spectrum	1.000 m²/s²	Encountered wave spectrum	0.063 m²/s²
Added resistance	0.308 kN	Added resistance	0.002 kN
Heave motion	1.004 m²/s²	Heave motion	0.071 m²/s²
Rst motion	0.00000 deg/s²	Rst motion	0.00000 deg/s²
Rpitch motion	87.39 deg/s²	Rpitch motion	64.39 deg/s²
Heave velocity	0.771 m/s	Heave velocity	1.747 m/s
Rst velocity	0.00000 rad/s	Rst velocity	0.00000 rad/s
Rpitch velocity	0.11585 rad/s	Rpitch velocity	0.09233 rad/s
Heave acceleration	1.403 m/s²	Heave acceleration	1.655 m/s²
Rst acceleration	0.00000 rad/s²	Rst acceleration	0.00000 rad/s²
Rpitch acceleration	14.0284 rad/s²	Rpitch acceleration	0.37654 rad/s²
body_Aba_vert_motion	1.004 m²/s²	body_Aba_vert_motion	0.071 m²/s²
body_Rst_vert_motion	0.001 m²/s²	body_Rst_vert_motion	0.001 m²/s²
body_Aba_vert_velocity	0.771 m²/s²	body_Aba_vert_velocity	1.747 m²/s²
body_Rst_vert_velocity	0.014 m²/s²	body_Rst_vert_velocity	0.004 m²/s²
body_Aba_vert_accel	1.403 m²/s²	body_Aba_vert_accel	1.655 m²/s²
body_Rst_vert_accel	0.332 m²/s²	body_Rst_vert_accel	0.049 m²/s²
body_Long (due to pitch) motion	0.516 m²/s²	body_Long (due to pitch) motion	0.271 m²/s²
body_Long (due to pitch) velocity	3.396 m²/s²	body_Long (due to pitch) velocity	2.710 m²/s²
body_Long (due to pitch) accel	41.642 m²/s²	body_Long (due to pitch) accel	25.674 m²/s²
body_Lat (due to roll) motion	0.000 m²/s²	body_Lat (due to roll) motion	0.000 m²/s²
body_Lat (due to roll) velocity	0.000 m²/s²	body_Lat (due to roll) velocity	0.000 m²/s²
body_Lat (due to roll) accel	0.000 m²/s²	body_Lat (due to roll) accel	0.000 m²/s²
body_Mt side tp fix tp air	0.000 kN	body_Mt side tp fix tp air	0.000 kN
body_Spl_Mt 120 cm, Wt 120 cm	7.752 kN	body_Spl_Mt 120 cm, Wt 120 cm	6.960 kN

180deg / beaufort No.7

180deg / beaufort No.10

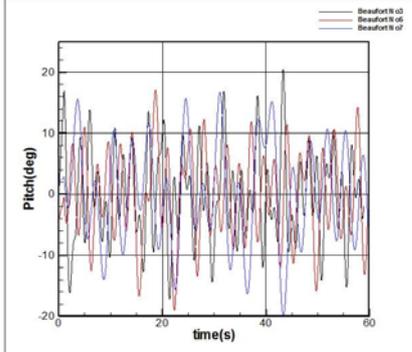
계산 결과

- Beaufort No에 따른 Heave값 비교



계산 결과

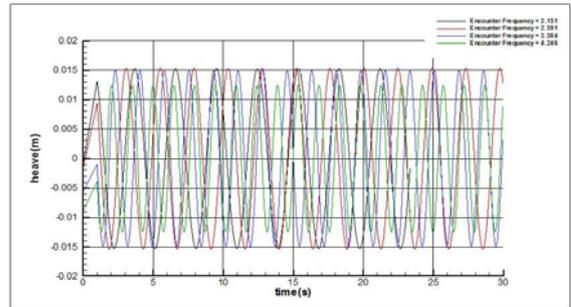
- Beaufort No에 따른 Pitch값 비교



목포해양대학교

계산 결과

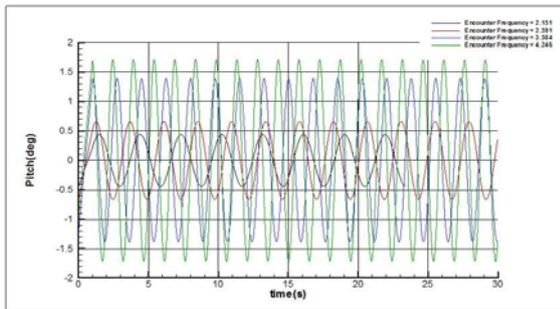
- Encounter Frequency에 따른 Heave값 비교



목포해양대학교

계산 결과

- Encounter Frequency에 따른 Pitch값 비교



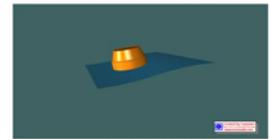
목포해양대학교

계산 결과

- 불규칙파에서 등부표의 움직임 (중첩파 100개)



Beaufort No3 에서의 등부표의 움직임



Beaufort No7 에서의 등부표의 움직임

- 불규칙파에서 등부표의 움직임 (중첩파 200개)



Beaufort No3 에서의 등부표의 움직임



Beaufort No7 에서의 등부표의 움직임

목포해양대학교

결론

- 실험결과**
 - 등부표는 행태가 모두 대칭이기 때문에 Pitch와 Roll, Heave와 Surge 가 같다고 가정하여 계산을 수행
 - Pitch와 Heave값을 각각 Beaufort NO와 Encounter frequency 별로 구분하여 도표화 하여 비교
 - 여러 중첩파에서 Beaufort NO에 따른 등부표의 움직임을 영상화 하여 나타냄
- 추후연구**
 - 등부표 모형용 제작이러 수조실험을 통하여 얻어지는 값과 값과 상용프로그램을 통해 도출된 계산 값과 값간의 비교

목포해양대학교