

천수용 다기능 해양폐기물 수거시스템 개발
(PART I : 초기 개념설계)

조용진⁽¹⁾, 문일성⁽¹⁾, 신명수⁽¹⁾, 유정석⁽¹⁾, 강창구⁽¹⁾

Development of Multi-purpose Marine Wastes Cleaning
Systems for the Shallow Waters
(PART I : Preliminary Conceptual Design)

by

Yong-Jin Cho⁽¹⁾, Il-Sung Moon⁽¹⁾, Myung-Soo Shin⁽¹⁾, Jeong-Seok Yu⁽¹⁾ and
Chang-Gu Kang⁽¹⁾

요 약

본 연구는 '해양폐기물 수거선박 요구조건 및 선단구성[1]'의 후속연구로서, 주로 서해안 그리고 남해안 일부를 대상으로 하는 천수용 다기능 해양폐기물 수거시스템의 초기 개념설계 결과에 대하여 논한다. 일일 수거 목표량을 포함하는 수거 시스템의 임무를 도출하고, 요구조건에 부합되는 초기 개념설계, 일반배치를 수행하였다. 또한, 구성된 수거 시스템의 타당성 검토를 위하여 복원성 검토, 컴퓨터 그래픽 시뮬레이션 작업을 수행하였다. 마지막으로, 전남 여수항 실효역에서 시스템 검증실험을 수행하였으며, 결과로서 개발된 시스템의 효용성, 타당성이 입증되었다.

Abstract

This paper - following 'Functional requirement of marine waste cleaning ships and organization of the fleets'[1] - describes on the preliminary conceptual design procedure for the multi-purpose marine waste cleaning system for shallow waters. The working area of this system is Yellow Sea and part of South Sea of South Korea. As the first step, we determined the functional requirements including the daily target of waste collecting. Then, the preliminary conceptual design and general arrangements were carried out. In order to evaluate the safety and efficiency of this designed system, the stability check and the computer graphic simulation were carried out. Finally, the sea trial performance test of integrated systems in Yeosu ports was performed and the designed system was shown its validity and effectiveness.

Keywords: Preliminary conceptual design, Multi-purpose, Marine waste cleaning system, System integration, Sea trial performance test

(1) 정회원, 한국해양연구원 해양시스템안전연구소

1. 서 론

우리의 바다는 지속적인 육상폐기물의 해상 유입으로 급속히 황폐화되어 파괴되고 있다. 유입된 폐기물은 어로작업시 어획물과 함께 인양되어 어획능률과 수산물 품질을 저하시키거나 바다밑에 퇴적되어 바닥양식장 축소와 해양오염을 유발시킨다. 또한 해양생물이 해양폐기물을 섭취하거나 폐어구·어망 등에 걸려 자연사하여 해양생태계가 파괴되고 수산자원 감소로 이어지고 있다.

또한, 해양폐기물들은 바다미관을 훼손하여 국민의 여가공간 및 관광자원으로서의 해양의 가치를 저하시키고 선박의 안전운항을 위협할 뿐 아니라 이의 수거를 위해서 많은 예산이 소요되고 있다.

본 연구는 이러한 요구에 발맞추어 기 수행된 ‘해양폐기물 수거선박 요구조건 및 선단구성’의 후속 연구이다. 수거시스템 개발의 첫 단계로서 서해안 및 남해안 일부를 대상으로 하는 천수용 다기능 해양폐기물 수거시스템의 초기 개념설계를 수행하였다. 우선, 수거선의 요구조건을 도출하고 주요목을 결정하였으며, 선형설계, 제계산을 수행하였다. 또한 중량추정, 적하계산을 수행하여 초기 일반배치도를 작성하였으며 IMO (International Maritime Organization) 기준의 복원안정성 검토를 수행하여 실선화의 가능성을 확인하였다. 마지막으로, 개념설계 결과의 타당성을 확인하기 위하여 3차원 시뮬레이션을 수행하였고, 실험역 성능검증시험을 수행하여 향후 수행될 기본설계, 상세설계 및 건조과정에 반영하고자 하였다.

2. 수거선박의 초기 개념설계

천수용 다기능 선박 개발의 초기 개념정립을 위해 서해안 지역의 운용환경 조사를 통한 수거선의 운용 요구조건(functional requirements)을 도출하였다. 도출된 요구조건을 만족할 수 있는 수거 시스템 선정과 선박의 규모를 산정 하였으며 수거선 개발가능성 검토를 위하여 초기 개념설계 과정을 수행하였다.

2.1 수거선의 요구조건

해양폐기물 수거선박의 운용환경과 국내의 유사선박에 대하여 조사하였다.

조사결과 개발 대상 수거선은 서해안에서 운용함을 목표로 하며, 선박의 형태는 서해안의 앞은 수심, 즉 천수역에서도 성능을 발휘할 수 있는 테크바지형으로 결정되었다. 도출된 요구조건은 다음과 같다.

(1) 주요임무 설정

- 기본 주요임무 : 해양폐기물 수거
- 수거대상(목표) 폐기물
 - 해저 폐기물
 - 부유 폐기물
- 수거해역(서해안 해역, 남해안 일부)
 - 국가어항(1, 3종 어항) 및 연안항
 - 연안 항로해역(해양수산부 관할구역)
- 수거깊이
 - 15m
- 일일 목표 수거량
 - 40 ton/일
- 연간 운용일수
 - 100일, 작업시간 800시간 이상

여기서 일일목표 수거량은 선단운용 경제성 평가 부분을 토대로 도출되었다(조[2003]).

(2) 수거해역 특성(환경 특성)

특성	해역	서해	
		국가어항(1, 3종 어항) 및 연안항	해안, 항로
수심(m)		0~5 (10~15)	2~15이상
조석차 (m)		3~(최대 12)	
조류/해류 (Knots)		0.5~3.0	0.5~4.0
파고 (H _{1/2} m)		0.1~0.5	1.0~2.0
지형 (해저면)		진흙(빨) + 모래	

- 수거수심 분포(Fig. 1 참조) : 15m 기준
- 파고 제한조건
 - 운항일수 100일 기준 약 1.5m

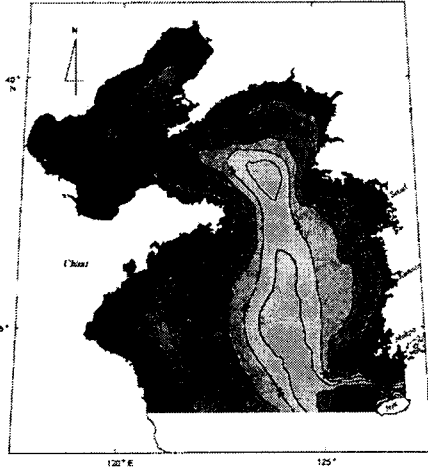


Fig. 1 Sea depth contour in Yellow Sea

(서해 항로구역 조사자료 기준, 연안은 좀더 낮을 것으로 판단됨)

- 최소 작업제한 수심 : 1.0m
 - 선박의 거동, 수거장비 성능 등의 제한 조건을 고려)

2.2 수거 시스템 구성

해저폐기물 수거시스템은 다음과 같이 구성된다. 다관절, 갈고리 예인식의 두가지 수거시스템으로 해저 폐기물을 수거하며, 보조장비로서 폐기물 탐지 시스템, 위치정보 시스템 그리고 작업효율의 향상을 위한 스틸와이어커터, 자동세척 시스템으로 구성된다.

- (1) 다관절 수거시스템
 - 작업 깊이 최대 15미터
 - 해저 폐기물 수거 시스템
 - 빨, 토사 위 또는 아래에 묻힌 폐기물
 - 바위 틈 사이의 폐기물
 - 부유 폐기물 수거 시스템
- (2) 갈고리 예인식 수거시스템
 - 작업 깊이 5~50미터, 어장정화
 - 예인 Gallows, 윈치, 갈고리
- (3) 수거시스템 보조 장비
 - 해저폐기물 탐지 시스템

- 폐기물 위치, 포획여부 탐지
- 수중카메라, 모니터링 시스템
- 위치정보 시스템
 - GPS 이용 수거 시스템 위치 정밀 파악
 - 기존 해양폐기물 실태조사 자료 활용
- 스틸와이어 절단시스템
 - 최대직경 2.5cm 절단
- 자동 세척시스템
 - 수거 후 해수 분사에 의한 자동세척

이상과 같이 구성된 다기능 수거시스템에 의한 작업 개념을 Fig. 2에 도시하였다.

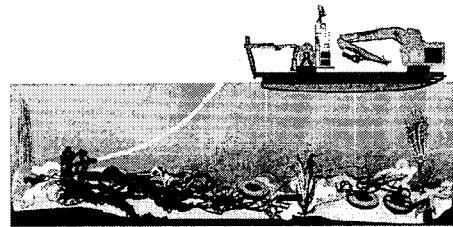
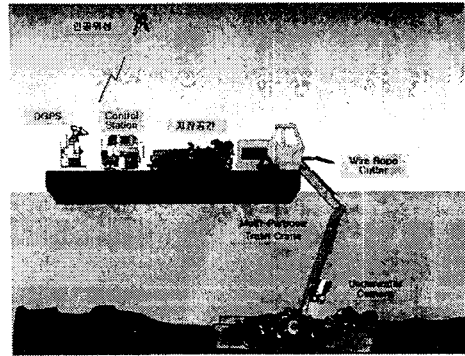


Fig. 2 Operating concepts of the seabed waste cleaning system

2.3 주요목 및 선형설계

천수역 해양폐기물 수거선박의 요구조건과 임무 분석을 통하여 적합한 주요목을 설정하고 선형 설계를 수행하였다. 본 개발선박은 유사선이 없는 선박이므로, 초기설계를 수행하고, 성능검증

수행 후 수정, 보완을 거치는 방식으로 개념설계를 수행하였다. 따라서 본 논문의 결과는 지속적인 수정이 필요한 반복 설계과정(Trade-off)의 초기결과라 할 수 있다.

Table 1 Principal dimensions

선박특성		주요제원
주요 목	Loa	27.50 m
	Lbp	25.50 m
	B mld	10.00 m
	D mld	2.30 m
	T dlwl	1.20 m
배수 량	경하시	158.8 ton
	만재시	222.5 ton (폐기물 60톤 포함)
순항속도		7 kts 이상
Endurance		100 마일 이상
주추진 계통		디젤엔진 2기, 선외기 2세트
다관절 수거시스템 승조원		3 인
선형		바지형

개발선의 선형은 초기 개념 정립시에 Deck Barge형으로 수행을 했으나, 개발선의 요구 선속 증가, 선미의 예인식 수거장비 추가, 다목적 해상용 크레인(Sea Crane)의 용량 증가로 인하여 배수량 증가가 불가피 하였다. 아울러 수거된 폐기물의 선내 적재공간 필요성, 선수의 굴절식 수거장비 배치 및 선미의 예인식 수거장비의 배치에 따른 넓은 갑판면적의 요구로 인해 선체규모가 증가하였다.

추진계통은 저속역에서 큰 추력(thrust)을 낼 수 있으며 천수에서의 작업용이성이 필요하다. 초기 검토대상이던 워터제트는 고가이며 저속에서 효율이 낮기 때문에 선정대상에서 제외되었다. 따라서 작업해역인 서해의 천수역에서 고효율로 작동 가능하며, 로프 등 부유 이물질이 프로펠러에 감겼을 때 프로펠러를 수면위로 부상시켜 이물질을 용이하게 제거 할 수 있는 선외기 형태의 추진기를 고려하여 선형을 설계하였다.

또한, 서해안의 조류를 극복하고 예인식 수거

장비의 원활한 작동을 위한 요구속력의 증가에 따라 방형계수(CB)가 작아져 흘수가 약간 증가하였다. 추진효율 향상을 위해 선미 유동이 원활하도록 선미설계를 시도하였다. 그리고 수거깊이를 최대한 확보하기 위해 선수 부분에 장착된 다관절 수거시스템 무게에 의한 선수트림을 방지하기 위하여 부력중심을 선수로 이동시켰다. 결과적으로 선미의 배수량이 적은 예인선 형태의 넓은 갑판을 갖는 선형을 설계 하였으며 Fig. 3에 도시하였다.

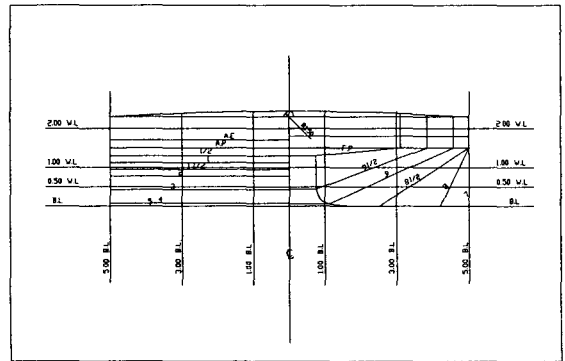


Fig. 3 Midship section

개발된 선형의 초기 정력학적 계산을 수행하여 Table 2에 나타내었다. 또한 선형의 기본특성을 검토하였고, 개발된 제원의 타당성을 검증하였다.

2.4 초기 일반배치

요구조건 분석을 통한 전체 개념(Outline) 결정이 되었으므로, 필요한 사양의 선정과 배치의 적정성을 평가하여 일반배치를 수행하였다.

초기 일반배치는 천수역에서의 해양 폐기물 수거를 위하여 선수에는 다관절 수거장비를, 선미에는 예인식 수거장비를 배치하도록 하였다.

특히 선수에는 로프형태의 폐기물에 의한 작업 방해시 이를 절단할 수 있는 대용량의 유압 커터를 설치하여 효율적으로 해저 폐기물 수거 작업을 할 수 있도록 하였다. 또한, 선체중양에 넓은 적재공간을 설치, 수거폐기물 적재시 선수 트림을 방지하여 원활한 작업과 선박 안전성의 확보가 용이하도록 하였으며, 다관절 로봇팔의 개념을 충분히 활용하여 수거 및 이적작업이

Table 2 Hydrostatic Table

다기능 수거선 *HYDROSTATICS*

2000. 12. 11

Draft B.O.K (M)	Molded Volume (M**3)	DISPL. (TON)	T.P.C TON/CM	M.T.C M*TON	L.C.B M	L.C.F M	K.B. M	K.M.T M
0.80	114.89	117.76	1.83	2.03	2.243	1.399	0.447	12.306
0.85	124.00	127.10	1.88	2.19	2.169	1.278	0.474	11.777
0.90	133.12	136.44	1.93	2.35	2.106	1.164	0.497	11.320
0.95	142.91	146.48	1.98	2.53	2.022	1.035	0.529	10.897
1.00	153.00	156.83	2.03	2.71	1.938	0.904	0.561	10.518
1.05	163.10	167.17	2.07	2.90	1.863	0.779	0.590	10.187
1.10	173.19	177.52	2.12	3.08	1.798	0.659	0.615	9.894
1.15	183.89	188.49	2.17	3.29	1.717	0.530	0.646	9.624
1.20	194.95	199.82	2.22	3.51	1.631	0.397	0.678	9.379
1.25	206.01	211.16	2.27	3.73	1.555	0.270	0.708	9.161
1.30	217.07	222.49	2.32	3.94	1.487	0.148	0.734	8.965
1.35	228.71	234.42	2.37	4.21	1.413	0.079	0.765	8.776
1.40	240.81	246.83	2.42	4.52	1.338	0.049	0.798	8.598
1.45	252.90	259.23	2.48	4.84	1.270	0.021	0.828	8.437
1.50	265.00	271.63	2.53	5.15	1.208	-0.006	0.855	8.291
1.55	277.30	284.23	2.56	5.30	1.152	-0.019	0.885	8.075

Draft B.O.K (M)	K.M.L M	CDIP TON	W.P Area M**2	WET. SURF. M**2	BLOCK COEF. (CB)	PRISM. COEF. (CP)	WL-A COEF. (CW)	MID. COEF. (CM)
0.80	44.51	-0.101	178.90	200.90	0.563	0.563	0.702	1.000
0.85	44.44	-0.094	183.60	207.30	0.572	0.572	0.720	1.000
0.90	44.39	-0.088	188.40	213.60	0.580	0.582	0.739	1.000
0.95	44.50	-0.080	193.10	220.00	0.590	0.590	0.757	1.000
1.00	44.65	-0.072	197.70	226.50	0.600	0.600	0.775	1.000
1.05	44.78	-0.063	202.40	232.90	0.609	0.609	0.794	1.000
1.10	44.90	-0.055	207.10	239.40	0.617	0.617	0.812	1.000
1.15	45.15	-0.045	211.80	245.90	0.627	0.627	0.831	1.000
1.20	45.44	-0.035	216.50	252.50	0.637	0.637	0.849	1.000
1.25	45.71	-0.024	221.20	259.10	0.646	0.646	0.867	1.000
1.30	45.94	-0.013	225.90	265.70	0.655	0.655	0.886	1.000
1.35	46.61	-0.007	231.00	272.90	0.664	0.664	0.906	1.000
1.40	47.54	-0.005	236.40	280.40	0.675	0.675	0.927	1.000
1.45	48.93	-0.002	241.80	287.90	0.684	0.684	0.948	1.000
1.50	49.16	0.001	247.20	295.40	0.693	0.693	0.969	1.000
1.55	48.46	0.002	249.90	300.50	0.702	0.702	0.980	1.000

천수용 다기능 해양폐기물 수거시스템 개발

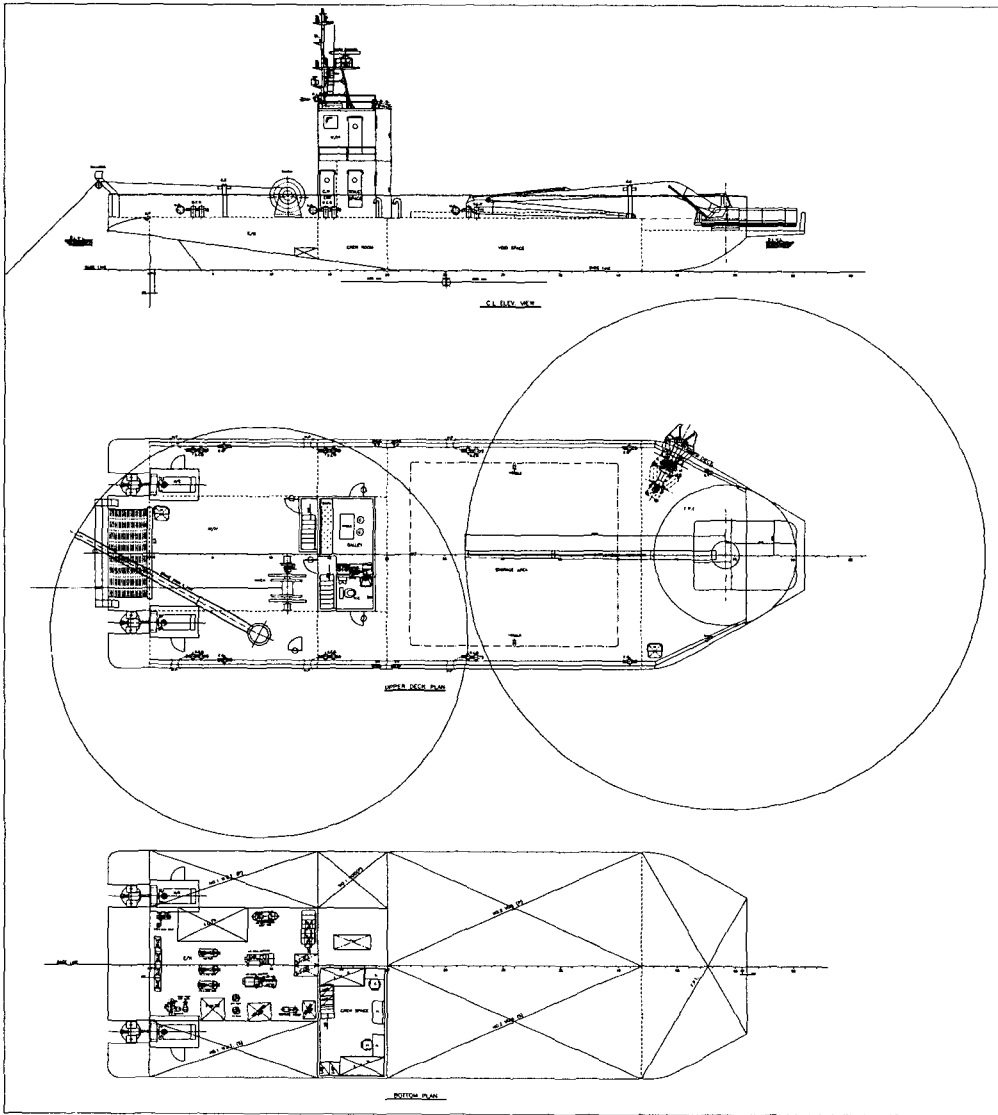


Fig. 4 Preliminary general arrangements

가능한 선수 배치설계를 하였다.

선미에는 예인식 수거장비를 효과적으로 운용할 수 있도록 선미 갤로스(Gallows)를 배치하였고, 다목적 해상용 크레인을 설치하여 수거된 해저폐기물을 선수에 위치한 작업 갑판으로 이동시켜 해체 가능하도록 하였다. 작업갑판은 세척 시스템에 의해 수거된 해양폐기물을 1차 세척한 후 선수에 배치된 다관절 시스템을 이용하여 선

외로 이적 할 수 있도록 설계하였다. 선체중앙에 선교루를 설치하여 선체의 전후 작업을 통제, 조종 가능하도록 하였다. 특히 선미 예인식으로 수거된 폐기물을 선수의 적재공간으로 원활하게 이동시킬 수 있도록 우현의 선교루를 낮추어 설계하였다. 설계된 일반배치도는 Fig. 4에 나타내었다.

Table 3 Initial weight estimation results

PART	DESCRIPTION	WEIGHT (ton)	LCG (m)	L. MOMT (ton-m)	VCG (m)	V. MOMT (ton-m)
선체	HULL STEEL	110.000	2.800	308.000	1.570	172.700
선체 PART 소계		110.000		308.000		172.700
의장	굴삭기	23.000	9.750	224.250	2.500	57.500
	WINCH	1.390	-7.000	-9.730	3.000	4.170
	CRANE	5.000	-9.750	-48.750	5.000	25.000
	갈고리	0.200	-14.250	-2.850	4.000	0.800
	DECK END ROLLER	0.100	-12.970	-1.297	2.500	0.250
	CROSS BITT	0.500	-4.250	-2.125	2.600	1.300
	기타계선장치	0.800	-6.250	-5.000	2.600	2.080
	출입문	0.800	-4.250	-3.400	5.000	4.000
	MOTOR FAN	0.100	-8.750	-0.875	1.500	0.150
	AIR-CON	0.100	-4.250	-0.425	5.000	0.500
	BOILER	0.100	-4.250	-0.425	3.500	0.350
	거주구	1.000	-4.250	-4.250	4.910	4.910
	속구 및 비품	0.900	-2.750	-2.475	2.500	2.250
의장 PART 소계		33.990		142.648		103.260
기관	M/E & PROP.UNIT	5.000	-12.750	-63.750	3.000	15.000
	NO.1 GENERATOR	1.500	-8.500	-12.750	1.500	2.250
	NO.2 GENERATOR	1.500	-8.500	-12.750	1.500	2.250
	PUMP	1.200	-10.350	-12.420	1.500	1.800
	PIPE FITTINGS	2.000	-8.750	-17.500	1.500	3.000
기관 PART 소계		11.200		-119.170		24.300
전기	전원장치	1.550	-6.250	-9.688	1.400	2.170
	동력장치	1.050	-12.000	-12.600	3.000	3.150
	조명,항등,통신,배선	1.000	-4.750	-4.750	7.000	7.000
전기 PART 소계		3.600		-27.038		12.320
총 계 (LIGHTWEIGHT)		158.790	1.917	304.440	1.969	312.580

2.5 중량추정 및 적하(Load) 계산

선체중량의 대부분을 차지하는 선각은 유사선박의 중량자료를 기준으로 하고, 선체는 중량추정 경험식을 사용하여 추정하였다. 기관, 선체의장 장비는 제작사 자료를 기준으로 설치 및 운용에 필요한 부가물 중량을 포함하여 추정하였다.

본 개발선은 넓은 선폽을 갖고 있으므로 충분한 복원 안전성을 갖고 있으나 갑판에 배치되는 각종 중량물로 인해 KG값이 커져 안전성을 위협할 수 있다. 그러므로 각 하중상태에서의 적하 조건을 설정하여 복원 안전성을 검토하였으며 Table 3과 4에 나타내었다.

3. 시스템의 성능검증 및 실험

3.1 수거선 복원안정성 검토

초기설계가 완료된 다기능 해양폐기물 수거선박의 작업시 안전성 검토를 위하여 IMO기준으로 복원력을 검토하였다. IMO 규정에 의하면, x축과 GZ곡선의 횡요 0°에서 33°도까지의 무차원 면적이 0.059이상이면 복원성이 만족되며 0°에서 49°까지는 0.09이상이어야 한다. 또한 GM값이 0.015이상이면 안정성이 만족된다.

Table 5로부터 개발된 수거선은 선폽이 크기 때문에 횡방향 메타센터 값이 매우 크며 수거장비에 의한 중량중심 상승분을 충분히 보상하고 있어 IMO규정을 만족시킴을 알 수 있다.

Table 4 Loading condition

Condi. Item	Light Condi.	Full Load Departure	Half Load Condi.	Full Load Arrival
Disp.(ton)	158.79	163.15	192.67	222.48
Deq.(m)	1.010	1.031	1.169	1.300
Df (m)	1.011	0.960	1.247	1.487
Da (m)	1.009	1.111	1.086	1.108
Dm (m)	1.010	1.035	1.166	1.298
Trim (m)	+0.002	-0.151	+0.161	+0.379
TPC (m)	2.041	2.061	2.189	2.320
MTC (t-m)	2.800	2.884	3.475	4.170
KMT (m)	10.557	10.413	9.618	9.045
KG (m)	1.969	1.962	2.115	2.231
GG ₀ (m)	0.000	0.000	0.000	0.000
G ₀ M (m)	8.588	8.451	7.503	6.814
LCG (m)	1.917	1.614	1.963	2.191
LCB (m)	1.913	1.881	1.673	1.480
BGL (m)	-0.004	0.267	-0.290	-0.711
LCF (m)	0.751	0.696	0.382	0.152

Table 5 Stability calculation

Condi. Item	Light Condi.	Full Load Departure	Half Load Condi.	Full Load Arrival	
면적	0~30	0.848	0.831	0.738	0.645
	0~40	1.183	1.164	1.022	0.883
	30~40	0.340	0.333	0.284	0.238
Max. GZ (m)	2.160	2.078	1.900	1.657	
Ang. at Max.	23.900	23.600	20.800	20.100	
Flood. Ang.	40.000	40.000	40.000	39.100	
판정결과	안정	안정	안정	안정	

3.2 시뮬레이션 성능검증

모형수조와 실험해역에서의 성능시험에 앞서 3차원 애니메이션 기법을 이용하여 다기능 해양폐기물 수거선의 성능검증을 수행하였다. 이를 위해 초기 개념설계 결과를 3차원 그래픽 모델링을 수행하였으며, 다기능 해양 폐기물 수거선의 수거작업을 시뮬레이션 하였다.

그 결과 다음과 같은 시스템 성능 및 효율성을 예측, 검증할 수 있었다.

- 수거작업 모드별 그래픽 시뮬레이션을 통한 타당성 검증
- 다기능 수거선의 이동능력 검증
 - 선박의 기본 성능 및 배치의 타당성
 - 지역선정과 위치정보시스템 활용
 - 작업지역의 사전정보 취득의 필요성
- 탐지시스템의 성능검증
 - 폐기물 확인과정의 효율성 검증
 - 탐지작업의 시나리오 확인
- 수거시스템의 검증
 - 오렌지 그래플의 성능
 - 유압식 와이어로프 커터의 효율성
 - 기타, 레이크(rake), 부유폐기물 수거장비의 활용가능성
- 적재 및 세척시스템의 필요성 검증

Fig. 5에 동영상의 주요 화면을 나타내었다.

3.3 주요 시스템의 실험역 실험

개발된 수거시스템의 성능검증 및 타당성을 평가하기 위하여 바지선에 시작품(Prototype)을 장착하여 실험역 시험을 수행하였다. 실험역 시험 장소는 여수 앞바다 구항을 선정하였으며 바지선에 탑재된 수거시스템의 이동모습을 Fig. 6에 도시하였다.

(1) 위치정보 시스템

DGPS 수신신호와 폐기물 전자해도와의 일치성 평가를 위하여 실험역 시험을 수행하여 위치정보 능력을 평가하였다. 가상으로 입력된 폐기물 분포와 전자해도 그리고 DGPS에 의한 위치정보는 잘 통합되어 모니터링 되었으며, 실용화의 가능성이 매우 높은 것을 알 수 있었다. 구성된 시스템은 Fig. 7과 같다.

(2) 스틸 와이어 커터 성능평가

해저 침적 폐기물 수거시 스틸 와이어가 달려나오는 경우 절단의 방법이 없어 다시 해양에 투기하는 경우가 많다. 또한, 수거후의 용이한 처리를 위해서도 스틸 와이어 커터는 필요하다.

이러한 필요성에 의해 스틸와이어 커터시스템을 구성하였다. 실제의 작업시 이 커터는 다관절 시스템의 조종실에서 원격으로 조정되는 것이

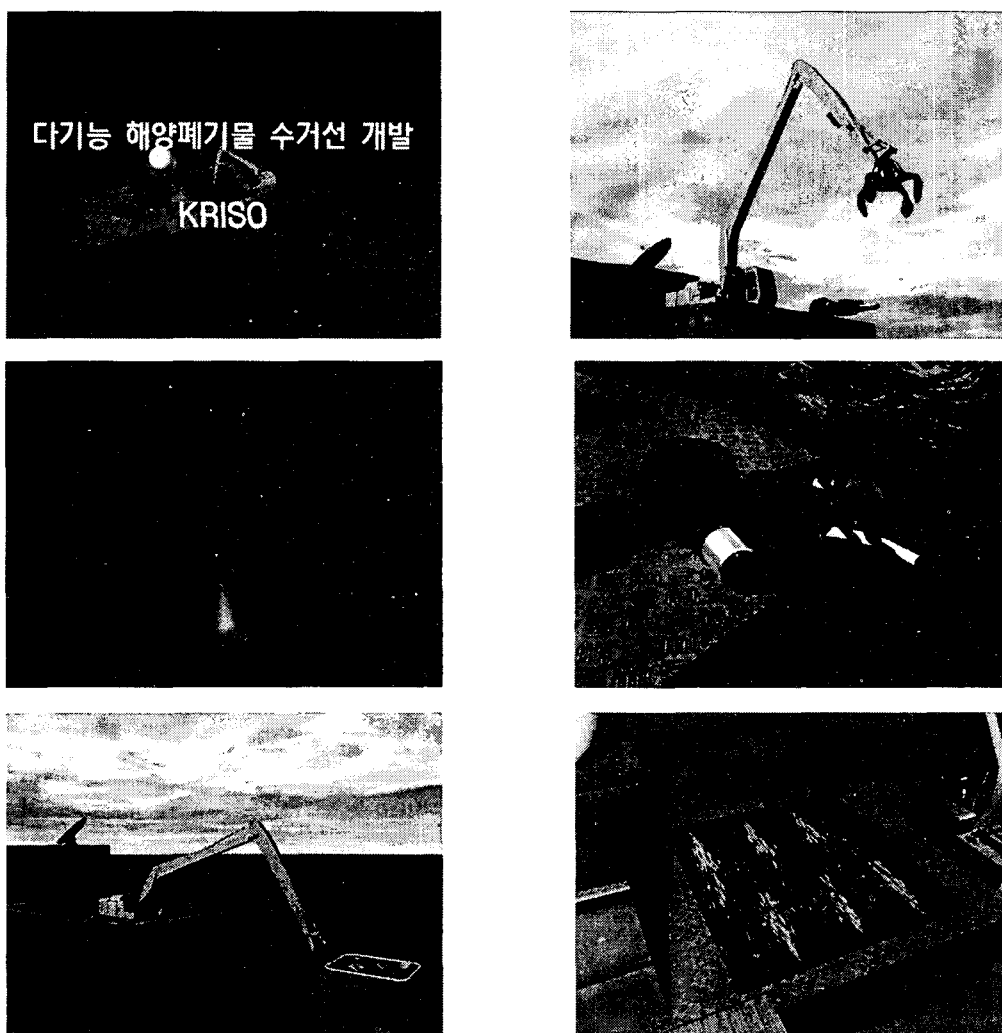


Fig. 5 3-D simulation of the multi-purpose marine waste cleaning system

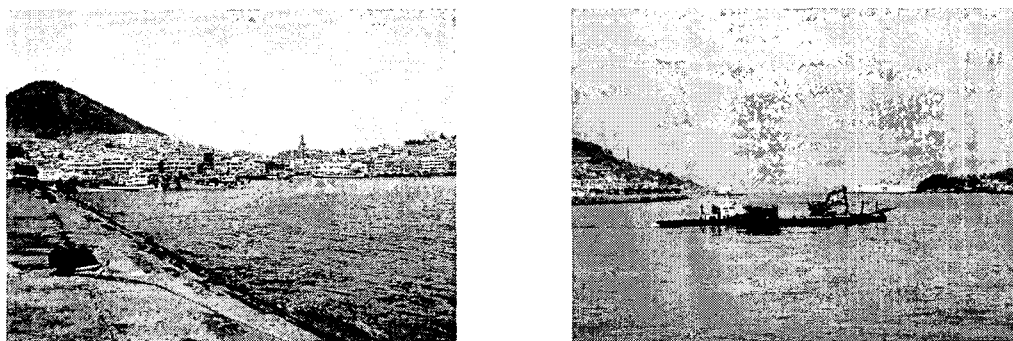


Fig. 6 Photographs of Yeosoo Port

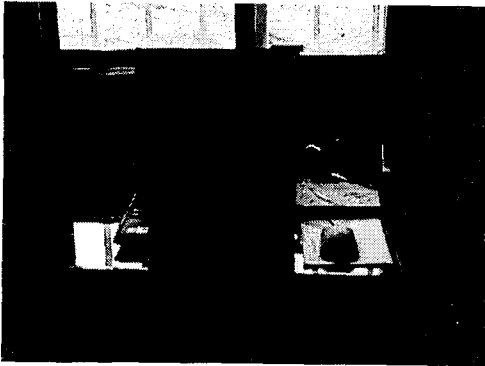


Fig. 7 Global positioning system configuration

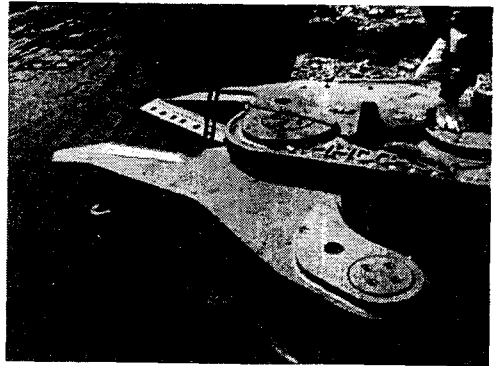


Fig. 8 Test of steel wire cutting system

생인력화를 위하여 매우 중요하다고 판단되었다. 이 시스템은 다관절 시스템의 유압 및 조종에 의하여 작동하도록 구성되었다.

시스템의 시작품을 구성 제작하였으며, 바지선에 장착된 사진을 Fig. 8에 도시하였다. 최대 절단력을 검증하기 위하여 직경 25mm의 스틸 와이어로프와 20mm정도의 철근 2개를 겹쳐 절단력 및 조종성을 검증하였다. 개발된 시스템은 다관절 수거시스템 조종실의 원격 조종으로 잘 작동되고 있음을 확인하였고, 절단력도 충분함을 알 수 있었다.

(3) 오렌지 그라플 수거능력 평가

해저 폐기물 수거를 위해서는 다관절 수거시스템에 의해 해저면에 침적되어 있는 폐기물을 들어올리는 장비가 필요하다. 해양폐기물을 위한 전용 장비는 개발된 것이 없고, 크레인 버킷정도로 수거작업을 수행하고 있는 것이 현실이다.

본 연구에서는 수거를 위해 육상용으로 쓰이는 오렌지 그라플을 시작품으로 결정하고 시스템을 구성하였다. 구성된 시스템의 사진을 Fig. 9에 보인다. 작동검증 및 폐기물 수거능력 실험을 수행한 결과 포획과 인양능력은 양호한 것으로 평가되었다. 그러나 입수와 포획과정에 2축의 관절로 인해 움직임이 많고 포획한 벨의 양이 많아 이에 대한 개선이 필요한 것으로 나타났다. 작업과정은 Fig. 9와 같다.

(4) 탐지시스템

실해역에서 해양폐기물 수거작업을 수행할 경우,

폐기물의 정확한 위치를 실시간으로 가시화하여 탐지하는 것은 매우 중요하다. 현재까지 개발되어 응용 가능한 것으로는 비디오카메라에 의한 탐지시스템이다.

기존의 비디오카메라를 다관절 수거시스템의 끝부분(수거장비가 장착되는 부분)에 장착하고 모니터를 선상에 설치하여 시작품을 구성하였다. 구성된 시스템은 잘 작동되었다. 그러나 혼탁한 바닷물에서의 시계거리 확보가 중요한 문제이다.

시스템의 성능검증을 위하여 수면 깊이에 따른 식별능력 및 조명의 영향을 실험하였다. 비디오카메라 종류 및 부착위치, 조명위치 및 조도의 변화에 따른 탐지능력을 Fig. 10과 같이 실험하였다.

실험장소가 여수지역의 남해안으로 혼탁도가 서해안과 비교하여 양호할 것으로 기대하였으나, 비디오카메라의 해수 중 투과성능은 좋은 결과를 얻지 못하였다. 수심 변화, 카메라 기종의 교체, 조도의 변화, 조명위치 변화에 대한 탐지능력을 조사하였다(문[2002]).

결과로서, 카메라 기종의 영향은 거의 없고 최적 탐지위치는 대상물체가 0.5~0.8m 정도의 거리에 있을 때 식별이 가능하다. 그 이상의 거리에서는 부유물질에 의한 빛의 산란으로 조명의 위치 및 조도 변화에도 불구하고 탐지가 곤란하였으며, 이에 대한 개선노력으로 전방위수나 등 새로운 시스템의 적용이 필요한 것으로 나타났다.



Fig. 9 Performance test of seabed waste cleaning

4. 결 론

본 연구에서 다기능 해양폐기물 수거시스템의 초기 개념설계를 수행하였다. 설계된 시스템은 복원 안정성과 시뮬레이션 검토에서 양호한 성능을 나타내고 있었으며 수심이 낮은 천수역의 서해 및 남해 일부에서 작업하기에 적합한 것으로 검토되었다.



Fig. 10 Seabed waste detection test by video camera

개발된 수거 시스템의 시작품을 구성·제작하여 실패역 성능시험을 수행하였다. 시험결과, 구성된 수거시스템은 잘 작동되고 있어 실용화의 가능성을 확인 할 수 있었다.

그러나 고효율, 생인력화가 달성된 안전한 수거시스템을 위해서는 수거 깊이의 확장, 탐지능력 확보, 고효율의 수거장비가 개발되어 설계에 반영(feed-back)되어야 할 것으로 검토되었다.

후 기

본 연구결과는 해양수산부의 지원으로 수행된 “해양폐기물 종합처리시스템 개발(II)” 과제의 일부분임을 밝힌다.

참고 문헌

[1] 조용진·문일성·신명수·강창구·유정석, 2002,

- “해양폐기물 수거선박 요구조건 및 선단구성”, 한국해양환경공학회 논문집. Vol. 5 No. 2
- [2] 해양수산부, 2000, “해양폐기물 종합처리시스템 개발(I)”, 한국해양연구소 연구보고서.
- [3] 해양수산부, 2001, “해양폐기물 종합처리시스템 개발(II)”, 한국해양연구소 연구보고서,
- [4] 조용진 외2, 1999, “어장정화선 개발 및 실계타당성 검토”, 한국해양환경공학회 춘계학술대회 논문집, 269~276.
- [5] 신명수·조용진 외2, 2000, “해저폐기물 수거선박 요구조건 및 선단연구”, 한국해양환경공학회 춘계학술대회논문집.
- [6] 문일성·조용진·신명수·강창구·유정석, 2002, “비디오카메라를 이용한 서해안 수중가시거리 측정”, 한국해양환경공학회 춘계학술대회논문집, 55~60.