ISSN 1225-827X (Print)
ISSN 2287-4623 (Online)
J. Kor. Soc. Fish. Tech., 49 (3), 311 – 326, 2013
http://dx.doi.org/10.3796/KSFT.2012.49.3.311

FISHERIES TECHNOLOGY
www.fishtech.or.kr

우리나라 근해 대형트롤 어선의 갑판 레이아웃 차이에 따른 어로작업의 비교 분석

김민선 · 강경미[1] · 이주희[1] · 신현옥[1]*
부경대학교 수산물리학과, [1]부경대학교 해양생산시스템관리학부

Comparative analysis of fishing operation with the difference of deck layout of Korean coastal large trawler

Min-Son KIM, Kyong-Mi KANG[1], Ju-Hee LEE[1] and Hyeon-Ok SHIN[1]*
Department of Fisheries Physics, Graduate school, Pukyong National University, Busan 608-737, Korea
[1]Division of Marine Production System Management, Pukyong National University, Busan 608-737, Korea

For providing a basic data concerning with a fishing deck layout design of a trawler the authors conducted the video observations about the working activities of crews on the deck in the different layout of two Korean coastal large stern trawlers (gross tonnage: 139). The winch of the trawler-A was installed on the aft of the fishing deck and the trawler-B, on the forward of the fishing deck. The work and activities of the deck hands on both trawlers were observed using the CCD (charge coupled device) camera installed on each trawler' s deck for one month from August 3, 2010. The video data was analyzed by the hierarchical task analysis (HTA) method. In results, numbers of tasks to require deck hands during the hauling net and the casting net were 25 and 28 for the trawler-A and 27 and 48 for the trawler-B, respectively. The working processes were represented a same in both of the trawlers. Location for controlling the deck machineries, the location installed trawl winch, kinds of deck machineries, crew' s custom for using deck machineries were the factor affecting to the number of the task. In the case of the improvement suggested in the results is carried out, the reduction percentages of the number of task in the trawler-A and trawler-B were estimated as 24.5% and 51.3%, respectively. Through this study it was found that the quantitative analysis is possible for the work processes, work methods and the work contents in the trawler. Also the suggestion for improving the fishing deck layout design of the trawler was possible by finding out the factors increasing the number of tasks and removing the tasks. We expect that the results of this paper are used as a basic data for designing the layout of deck machineries in the trawler in the future.

Keywords: Video observation, Hierarchical task analysis, Trawler, Fishing deck layout

*Corresponding author: shinho@pknu.ac.kr, Tel: 82-51-629-5893, Fax: 82-51-629-5886

서 론

어업은 힘들고 위험한 직업이며 해상에서 발생하는 부상은 육상에서 가장 위험한 분야로 여겨지는 건설 노동자 보다 많은 부상자와 사망자가 발생하고 보다 더 심각한 것으로 알려져 있다. 어선의 갑판은 어구와 어로 기기들이 조밀하게 배치되어 있고 갑판은 지속적으로 흔들린다. 양망 후에는 어획물과 어구가 갑판에 적치되어 이동이 불편하고 미끄럽다. 더욱이 어선에 사용되는 기기들은 적절한 보호와 안전장치가 없고 중량물과 장력을 가진 wire 등으로 부상과 사고의 위험이 상존해 있다 (Chauvin et al., 2007; Lincoln et al., 2008). 조업 중 사고가 가장 빈번히 발생하고 에너지 소모가 많은 작업은 warp와 블록, 그물 및 체인을 다루는 양망과 투망이다 (Veenstra and Stoop, 1990). 신속한 투망과 양망은 예망시간을 늘려 수익성을 향상시킬 수 있으며 작업원의 피로와 크고 작은 부상을 예방하는 것으로 조업능률 향상에 기여할 수 있다 (Shuji et al., 2003). 한편, 과업분석은 인간 및 기계시스템을 설계하고 구현하기 위한 필수적인 과정으로써 시스템의 목적을 달성하기 위하여 작업자가 해야 할 활동이나 과정에 의하여 규명하는 것으로 정의 할 수 있다 (Kirwan and Ainsworth, 1992; Kim, 2003). 따라서 조업 중 부상과 사고를 예방하고 예망시간을 늘려 수익성을 향상시키기 위해서는 어로작업에 종사하는 선원의 필수적인 과업활동을 상세히 분석하여 어로갑판의 레이아웃에 대한 문제점을 파악하고 개선하여 선원들의 불필요한 작업을 줄일 필요가 있다.

트롤선의 조업효율화에 대한 연구로는 우리나라의 경우 기존의 동해구 트롤선의 조업시스템을 개량함으로써 조업효율을 높이고 선원의 작업을 80%까지 경감한 바 있고 (Kwon, et al., 2001), Cha(2003)는 대형트롤선의 노무효율화 연구를 통해 대형트롤선의 전체적인 해상작업과 어획물 처리에 종사하는 선원들의 작업부담을 밝힌 바 있다. 하지만 대형트롤선의 어로 기기와 레이아웃에 따른 선원의 작업에 관한 연구는 찾아보기 힘들었다. 따라서 실제 어획시간을 늘리고 선원의 작업부담과 사고위험을 최소화하기 위해서는 비어획 노력시간인 투망과 양망에 따른 작업을 줄임으로써 가능하다고 생각된다.

이에 본 연구는 갑판 레이아웃에 따른 작업의 증감요인과 개선요소를 파악하기 위하여 트롤윈치의 위치가 상이한 두 선박을 대상으로 선원들의 갑판상의 작업 활동을 관찰하였다. 관찰에서 얻은 영상 데이터는 위계적 과업 분석방법 (hierarchical task analysis: HTA)을 이용하여 양망과 이후 이어지는 투망작업을 분석하였다. 이 연구를 통하여 갑판의 레이아웃 및 어로기기에 따른 양망과 투망에 관한 실제적인 작업과정과 작업방법을 이해하고 선원들의 갑판상의 작업을 최소화 할 수 있는 방안을 제시하고자 한다.

재료 및 방법

실험선박과 어로갑판 레이아웃

트롤선－A 및 트롤선－B의 주요 제원은

Table 1. Specifications of the trawler-A and trawler-B

Items	Specifications	
	Trawler-A	Trawler-B
Gross tonnage	139tons	139tons
LOA	41.970m	41.52m
Breadth	6.8m	6.9m
Depth	3.15m	3.2m
Main engine & Horse Power	1,300ps × 825rpm	1,470ps × 825rpm
Maximum speed	12.0knots	13.65knots
Complement	14person	15person
Launching date	April. 1994.	August. 1995.

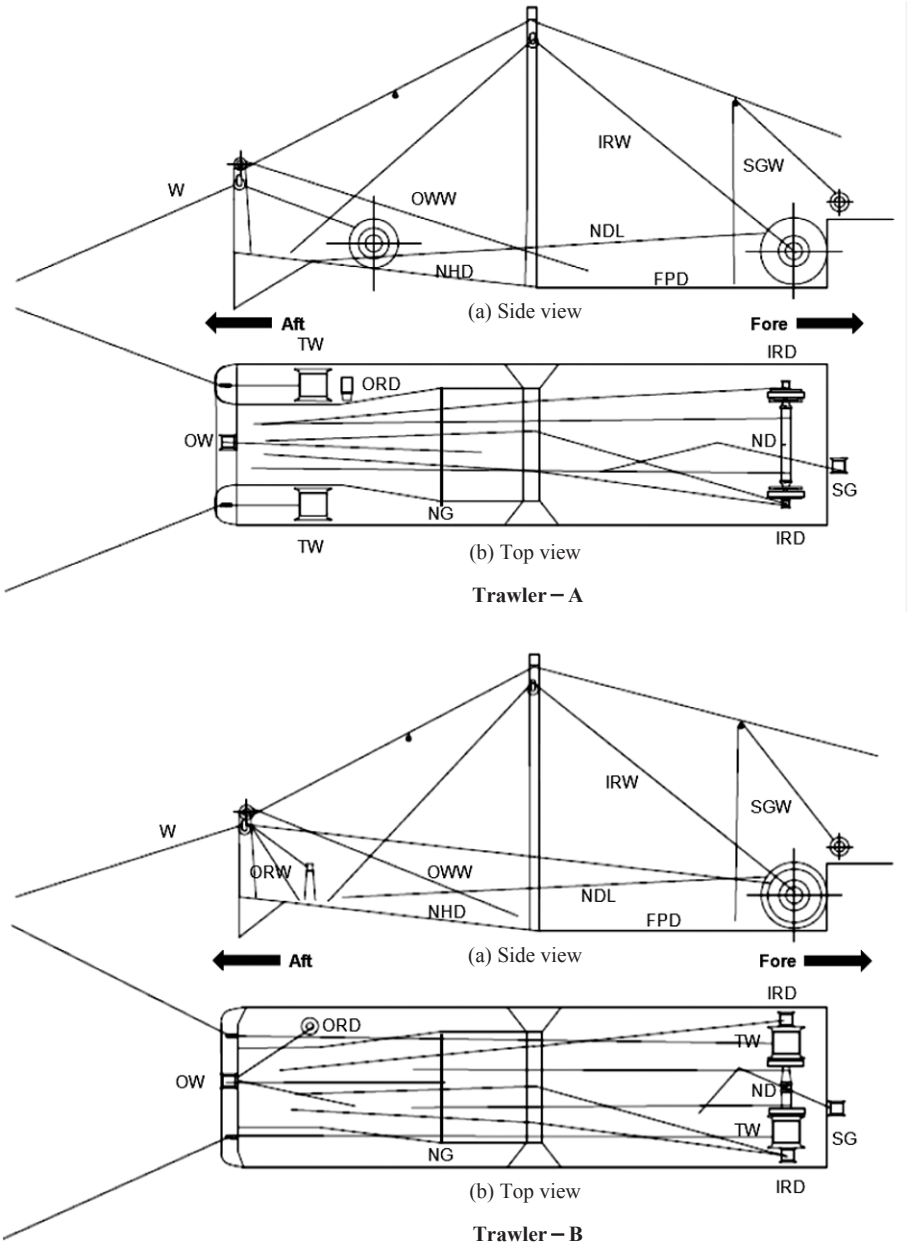


Fig. 1. Arrangement of wires and machinery on the trawler-A and trawler-B. SG and SGW indicate the stowage Gilson winch and its wire, IRD, inhauler drum, TW, trawl winch, ND, net drum, OW, out-haul winch, ORD, out-hauler drum, NG, net guider, NHD, section of net handling deck and FPD, section of fish processing deck.

Table 1에 나타내었다. 트롤선－A 및 트롤선－B에 대한 각종 윈치, hauler 및 wire 배치는 각각 Fig. 1에 나타내었다. 그림에서 트롤윈치가 선미측(이하 선미라 한다)에 설치되어 있고 전장이 41.97m, 총톤수가 139톤인 트롤선은 Trawler－A이다 (이하 트롤선－A라고 한다). 그림에서 트

롤윈치가 어로갑판의 선수 측(이하 갑판 중앙이라 한다)에 설치되어 있고 전장과 총톤수가 각각 41.52m와 139톤인 트롤선은 Trawler－B이다(이하 트롤선－B라고 한다). 이 논문에서는 용도에 따른 갑판을 명확하게 하기 위하여 어구 및 어로기기가 설비되어 있고 선원들의 어로활동과 어획물을 처리하는 갑판을 이하 어로갑판이라 칭한다. 어로갑판의 구조는 선미에서부터 fishing post까지 경사를 주어 어획물처리갑판 구획에 어획물이 적치되도록 설비되어있고 어획물처리는 어로갑판에서 한다. 그림에서 SG, ND, IRD, FPD, NG, NHD, TW, ORD 및 OW는 각각 stowage Gilson winch, net drum, 2개의 inhauler drum, section of fish processing deck, net guider, section of net handling deck, trawl winch, outhauler drum 및 outhaul winch를 나타낸다.

트롤선－A 및 트롤선－B에서 어로갑판작업을 수행하고 있는 선원들은 10년 이상의 숙련된 한국인이 절반 이상을 차지하고 있으며 2년 이상 승무하고 있는 외국인이 함께 승선하고 있었다.

관찰시스템의 구성 및 배치

양망작업과 투망에 관련된 작업 관찰시스템은 CCD camera (CNB, IDIS Co. Ltd, Korea) 1대와 4channels DVR (H－0410L, NADATEL Co. Ltd, Korea)로 구성하였다. 양망과 투망에 관련된 선원들의 작업과 활동을 분석하기 위하여 선교의 윈치작업자와 동일한 위치에 1대의 카메라를 설치하였으며, 어로갑판, 슬립웨이, 트롤윈치 및 네트드럼 등이 카메라 앵글에 들어오도록 하였다. CCD camera는 510×492의 해상도를 가지고 있어 작업원의 작업을 촬영할 수 있으며, 적외선램프가 부착되어 있어서 야간의 낮은 조도에서도 명확한 촬영이 가능하다. 그리고 4channels DVR은 동시에 704×480의 해상도의 화상을 초당 30 프레임의 촬영속도로 30일 동안 녹화가 가능하다. 촬영한 영상데이터는 실험실에서 수차례 반복하여 분석되었으며 엑셀시트에 과업분석서식을 작성하고 작업이 진행되는 시간대에 따라 작업자의 활동을 기록하였다. 과업분석 서식은 작업의 목표, 작업 시작 및 종료 시간, 작업명칭 및 사용하는 어로기기의 명칭으로 구성하였다.

분석방법

본 연구는 위계적 과업 분석방법에 따라 양망과 투망작업에 따른 과업을 분석하였다. 이 분석방법의 장점은 특별한 방법론과는 무관하게 전통적인 시스템 분석과 디자인 방법에 쉽게 적용이 될 수 있다. 또한 사용성 정황 분석에 효과적인 도구로서 시스템 및 디자인에 대한 장단점을 보다 명확하게 드러내 준다. 따라서 위계적 과업 분석방법은 실제적이고 완벽하게 대표적인 과업들을 세세하게 설명하는데 있어서도 유용하게 사용되어질 수 있다 (Mills, 2000). 이와 같은 장점을 가진 위계적 과업 분석방법을 이용하여 두 선박의 조업에 따른 작업을 분석하였다.

이 방법은 명칭에서 암시하듯이 목표, 작업, 계획에 대해 계층적 구조로 분석해 나가는 것인데 이를 그림으로 나타내면 Fig. 2와 같다. 목표들은 조업에 관련된 작업의 목표라고 할 수 있는데, 눈으로는 관찰되지 않는다. 작업들은 관찰할 수 있는 행동이나 활동들이다. 즉, 과업의 목표는 행동이나 활동들을 통해 달성된다. 계획은 기기 조작자 또는 작업지휘자의 계획이나 의사결정을 대신하여 나타낸다. 즉, 해당 작업에 대한 실행 여부를 판단하는 작업자의 의사결정 또는 계획을 말하며, 눈으로 관찰 할 수 없다. 영상 데이터로부터 엑셀시트에 작성한 과업분석표에 따라 분석된 기초자료를 위계적 과업 분석방법에 따라 나타낸 투망이라는 과업분석에 따른 블록도의 일부를 표시한 것이 Fig. 2이다. 그림과 같이 투망이라는 과업의 명칭은 해당 과업의 전체 목표를 나타내고, 투망은 분석 대상에 대한 과업의 명칭이 된다. 투망이라는 과업의 명칭은 블록도의 최상위를 이루고, 전개판 투하준비와

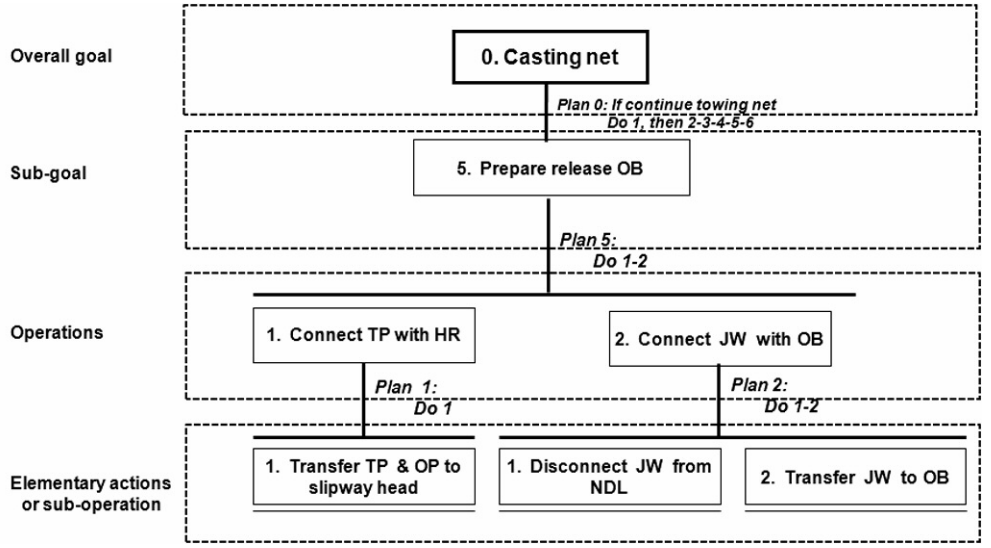


Fig. 2. A example of HTA methode used in task analysis of some casting net.

같이 상위목표로 분할된다. 상위목표는 다시 추가적인 상위목표나 작업으로 분할될 수 있고, 과업의 초기 단계까지 추가적으로 분석해 나갈 수 있다. 작업의 계획은 계획 바로 아래 단계의 작업의 순서와 구조를 제공하기 위하여 각 단계의 사이에 삽입한다. 계획은 윗 단계 작업을 구성하기 위하여 아랫단계의 작업을 결합하는 기본적인 설명의 방법이다. 계획은 위계적 과업 분석방법의 가장 중요한 요소가 되기도 한다 (Staton and Young, 1999).

위계적 과업 분석방법에 대한 분석 흐름도를 나타면 Fig. 3과 같다. 과업분석의 순서는 첫 단계로 전체목표를 나타내고, 관련 작업 및 계획을 명시하고, 작업을 다시 분류하는 것에 대한 적합성을 검토한다. 그 다음 첫 번째, 그리고 이후의 관련된 작업들을 검토하고 더 이상 관련된 작업이 없으면 분석을 종료한다 (Staton and Young 1999; Staton, 2006).

이 논문에서는 어로갑판에서 어구 및 어로기기와 관련된 작업자의 과업을 나타내었고 선교 근무자가 수행하는 선교작업과 그물수리 작업은 분석에서 제외하였다. 작업 개수의 결정은 작

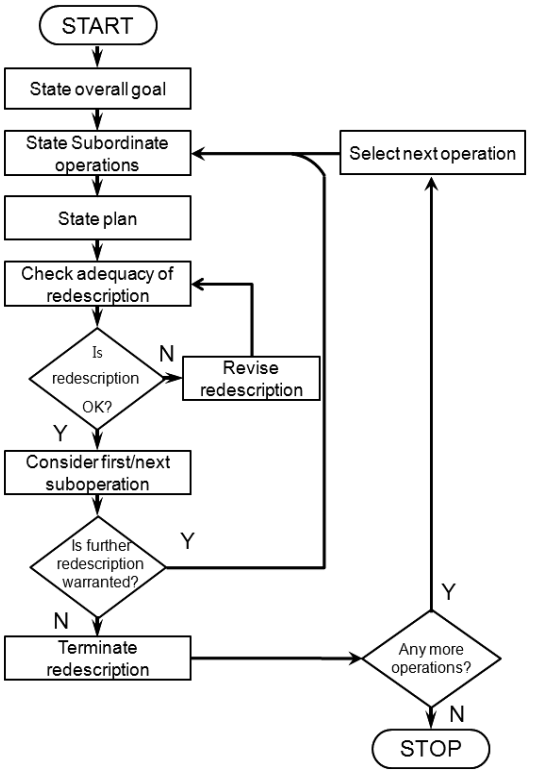


Fig. 3. HTA flowchart (Staton and Young 1999; Staton 2006).

Table 2. Abbreviation for name of fishing gear to be simplified task analysis

Abbreviation	Name of fishing gear	Abbreviation	Name of fishing gear
CE	Cod-end	OP	Otter board pendant
CW	Chain weight	OR	Outhauler
HR	Hand rope	ORD	Outhauler drum
IR	Inhauler	ORW	Outhauler wire
IRD	Inhauler drum	ORWH	Outhauler wire hook
IRW	Inhauler wire	OW	Outhaul winch
IRWH	Inhauler wire hook	OWW	Outhaul winch wire
JW	Joining wire	OWWH	Outhaul winch wire hook
N	Net	RS	Rope sling
ND	Net drum	ST	Stopper
NDL	Net drum line	TW	Trawl winch
NG	Net guider	TC	Towing chain
NP	Net pendant	TP	Tail of otter board pendant
NPL	Net pendant leader	W	Warp
OB	Otter board	ZL	Zipper line
OBST	Otter board stopper		

업의 시작 및 종료시점에 따라 1개의 단위작업으로 정하고, 좌 · 우현에서 동시에 수행하는 동종의 작업도 1개로 나타내었다. 블록도에 대한 이해를 돕고, 간소화를 위하여 전체목표에 대한 상위목표의 일부를 분리하여 제시하였고, 작업순서번호는 간략화 하였다. 작업공정에 따른 작업순서번호와 내용은 빠른 이해를 위해 표에 나타내었다. 작업명칭에 대한 혼동을 피하기 위하여 과업 설명에 사용된 어구와 기기의 명칭은 약어를 사용하였으며, 약어는 Table 2와 같다.

결과 및 고찰

양망작업

트롤선－A와 트롤선－B의 양망작업을 분석하기 위하여 두 선박의 양망작업 과정과 사용한 기기를 위계적 과업 분석방법에 따라 블록도로 나타내면 Fig. 4와 같다. 양망이라는 전체목표를 달성하기 위한 상위목표는 두 선박 모두 전개판 격납, 전개판 분리하기, 그물목줄 감기, 그물 감기, 자루그물 인양하기, 비우기 및 net guider 설치임을 알 수 있다.

블록도를 통해 분석된 작업공정의 결과를 나타내면 Table 3과 같다. 선원들이 어로갑판에서 수행하는 작업과 개수 및 과업 진행율을 살펴보면 트롤선－A의 경우는 10개 작업 및 40.0%, 트롤선－B의 경우는 13개 작업, 46.4%로 나타났다. 전개판 격납에서 그물감기까지 주요 작업을 살펴보면 트롤선－A 경우 전개판을 끌줄에 연결한 채 트롤윈치로 격납하고 갓다리에 네트드럼 라인을 연결하여 후릿줄, 그물목줄 및 그물을 네트드럼에 감음으로써 과업이 감소되었다는 것을 알 수 있다. 트롤선－B 경우 고삣줄에 stopper를 연결하여 전개판을 격납하고 끌줄을 분리한 후, 끌줄에 갓다리를 연결하여 후릿줄과 그물목줄을 트롤윈치 드럼에 감고 이후 그물을 분리하여 네트드럼에 감음으로써 작업이 증가되었음을 알 수 있다. 이 과정에서 트롤선－A가 작업이 적게 나타난 것은 선미에 설치된 트롤윈치의 끌줄을 이용하여 전개판을 고정하도록 하고, 네트드럼에 후릿줄 및 그물목줄을 감을 수 있도록 배치되어 있기 때문이라고 생각된다. 따라서 트롤윈치의 위치는 전개판 격납에서 그물감기까지 영향을 주고 있다는 것을 알 수 있다.

전체목표 양망에서 자루그물 인양 및 자루그물 비우기라는 상위목표를 달성하기 위한 작업을 위계적 과업 분석방법에 따라 블록도로 Fig.

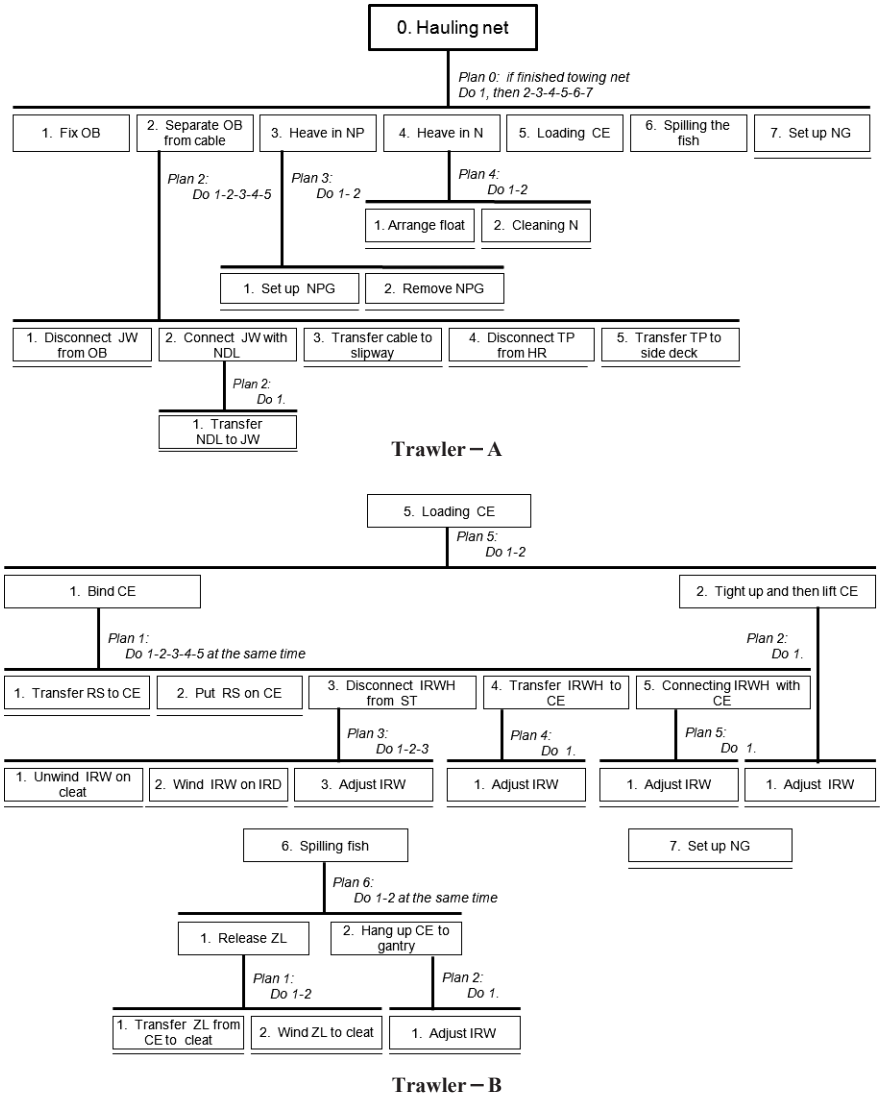


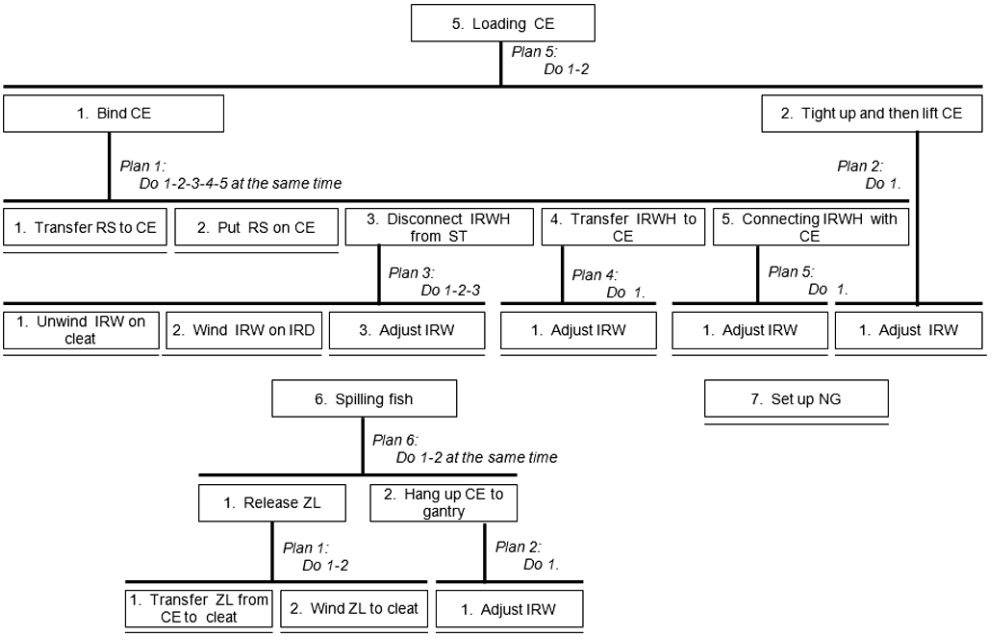
Fig. 4. Block diagram of sub-goal works and used deck machineries in those work on the trawler-A and trawler-B to achieve the overall goal of the hauling net by hierarchical task analysis method. Underbar of a block denote that the sub-gaol work is completed.

5에 나타내었다. 상위목표와 이에 따른 작업은 두 선박이 동일하게 나타났음을 알 수 있다. 자루그물 인양에서 묶기와 죄이고 올리기라는 중간목표를 위한 작업은 로프슬링 이동, 두르기, inhauler wire hook 분리, 이동, 연결 및 조정, 이에 따른 초기작업인 inhauler wire 분리, 감기 및 조정 등이 나타났다. 상위목표 자루그물 비우기에서 지퍼라인 풀기, 자루그물 매달기라는 중간목표를 달성하기위한 작업은 zipper line 이동 및 고정, 매달기에서 초기작업인 inhauler wire 조정 등이 나타났다.

블록도를 통해 분석한 결과를 나타내면 Table 4와 같다. 선원들이 어로갑판에서 수행하는 작업과 개수 및 과업 진행율을 살펴보면 트롤선－

Table 3. The results of comparative analysis with the works of deckhands between trawler－A and trawler－B for hauling net

Trawler	Sub-goal	Operations	Elementary actions	Works of deckhands (times)	Processing rate (%)
Trawler-A	1. Fix OB	None	None	10	40.0
	2. Separate OB from cable	2.1 Disconnect JW from OB 2.2 Connect JW with NDL 2.3 Transfer cable to slipway 2.4 Disconnect TP from HR 2.5 Transfer TP to side deck	2.2.1 Transfer NDL to JW		
	3. Heave in NP	3.1 Set up NPG 3.2 Remove NPG	None		
	4. Heave in N	4.1 Arrange float 4.2 Cleaning N	None		
Trawler-B	1. Fix OB	1.1 Connect OBST with TC 2.1 Disconnect W from TC 2.2 Disconnect JW from TC	None	13	46.4
	2. Separate OB from cable	2.3 Connect W with JW 2.4 Transfer cable to slipway 2.5 Disconnect TP from HR 2.6 Transfer TP to side deck	None		
	3. Heave in NP	None 4.1 Connect NDL with N 4.2 Disconnect NP from NP from N	None		
	4. Heave in N	4.3 Move NP end and CW to side deck 4.4 Arrange folat 4.5 Cleaning N	4.1.1 Transfer NDL to N		



Trawler-A and Trawler-B

Fig. 5. Block diagram of tasks needed deck hands to achieve sub-goal works of prepare loading cod-end and spilling the fish on the trawler-A and trawler-B during hauling net.

Table 4. The results of comparative analysis with the works of deckhands between trawler-A and trawler-B for hauling net

Trawler	Sub-goal		Operations	Elementary actions	Works of deckhands (times)	Processing rate (%)
Trawler-A and Trawler-B	5. Loading CE	5.1 Bind CE	5.1.1 Transfer RS to CE 5.1.2 Put RS on CE 5.1.3 Disconnect IRWH from ST 5.1.4 Transfer IRWH to CE 5.1.5 Connect IRWH with CE	5.1.3.1 Unwind IRW on cleat 5.1.3.2 Wind IRW on IRD 5.1.3.3 Adjust IRW 5.1.4.1 Adjust IRW 5.1.5.1 Adjust IRW	10	60.0%/ 56.6%
		5.2 Tight up and then lift CE	5.2.1 Adjust IRW	None	1	
	6. Spilling fish		6.1 Release ZL	6.1.1 Transfer ZL from CE to cleat 6.1.2 Transfer ZL from CE to cleat	2	
			6.2 Hang up CE to gantry	6.2.1 Adjust IRW	1	
	7. Set up NG		7. Set up NG	None	1	

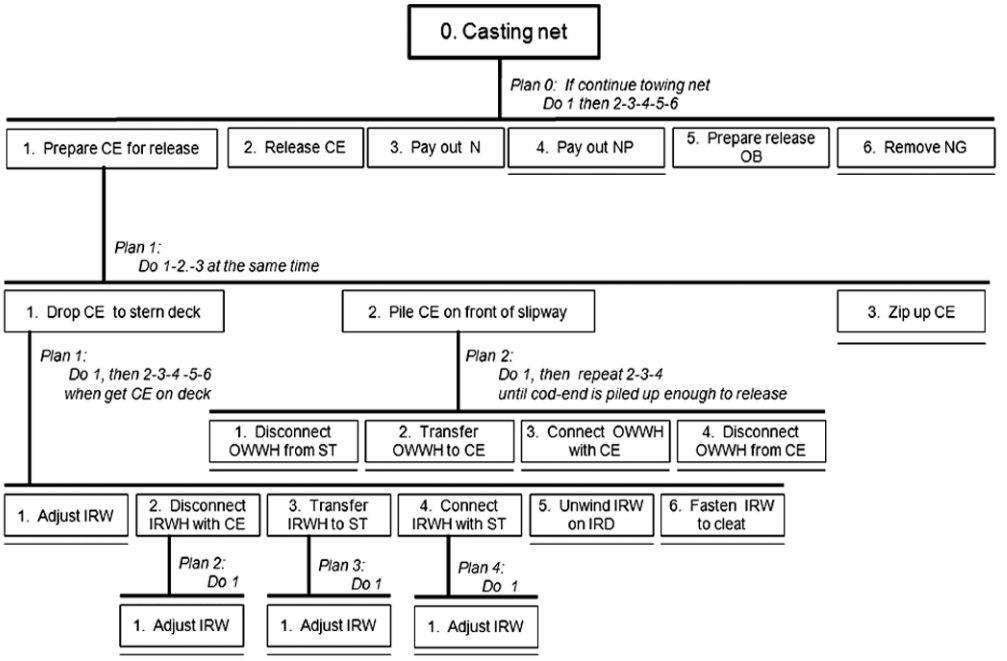
A의 경우는 14개 작업 및 60.0%, 트롤선－B의 경우는 13개 작업, 53.6%로 나타났다. 블록도에서 두 선박이 동일한 위치에 네트드럼과 inhauler가 설비되어 있고, wire의 조정위치가 어로갑판임을 알 수 있다. 두 선박의 작업이 동일하게 나타난 것은 두 선박에 설치된 기기의 위치, 조정장소, 종류 및 작업 방식이 동일하기 때문이라고 생각된다.

투망작업

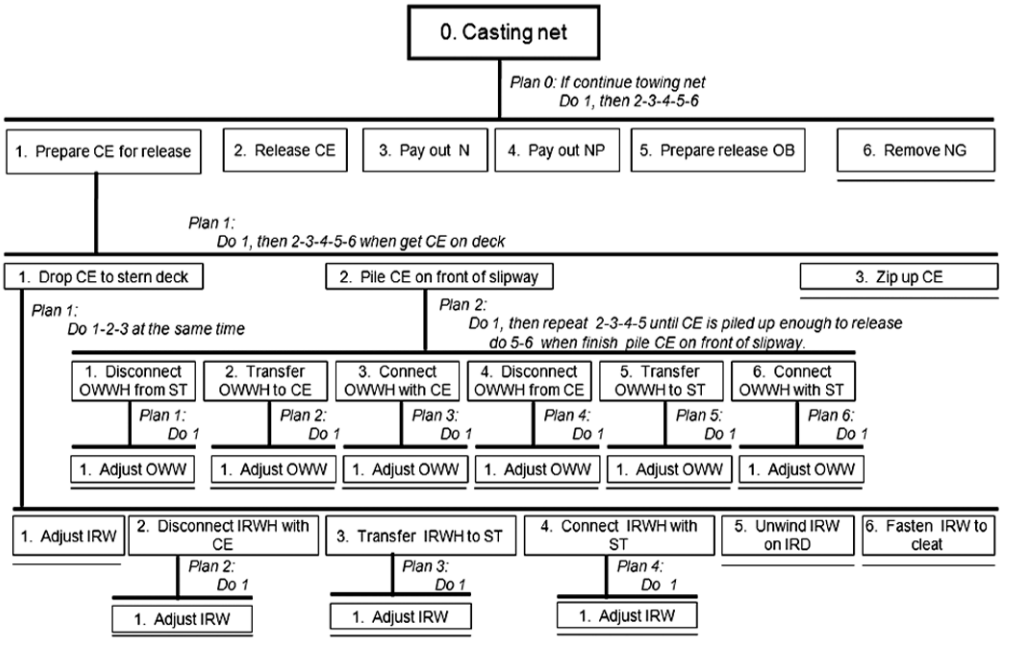
트롤선－A와 트롤선－B의 투망작업을 분석하기 위하여 위계적 과업 분석방법에 따라 블록도로 나타내면 Fig. 6과 같다. 그림에서 투망이라는 전체목표를 달성하기 위한 아랫단계의 작업은 자루그물투하준비, 자루그물투하, 그물풀기, 그물목줄풀기, 전개판 투하준비 및 net guider 철거 순으로 나타났다. 자루그물투하준비라는 상위목표에서 자루그물 내리기는 두 선박이 동일하게 inhauler wire 조정, inhauler wire hook 분리, 이동, 격납, inhauler wire 분리 및 고정, 이에 따른 하위과업인 wire 조정이 나타났다. 자루그물 쌓기는 트롤선－A 경우 outhaul winch wire hook 분리, 이동, 연결 및 분리, 트롤선－B 경우 hook 분리, 이동, 연결, 분리, 이동, 격납 등, 이에 따른 하위과업인 outhaul winch wire 조정이 나타났다. 자루그물지퍼라인 채우기는 두 선박이 동일하게 나타났다.

블록도를 통해 분석한 결과를 Table 5에 나타내었다. 선원들이 어로갑판에서 수행하는 작업과 개수 및 과업 진행율을 살펴보면 트롤선－A의 경우는 14개 작업 및 51.9%, 트롤선－B의 경우는 22개 작업, 45.9%로 나타났다. 자루그물내리기는 두 선박의 작업의 수가 동일하게 나타났는데 이것은 inhauler drum의 설치위치, 작업방법 및 조정위치가 동일하기 때문이라고 생각된다. 자루그물 쌓기는 트롤선－A 경우 선교에서 outhaul winch wire를 조정하고 outhaul winch의 사용을 중단하지 않고 다음 작업으로 이어지는 반면, 트롤선－B 경우 wire를 어로갑판에서 조정하고 다음 작업에 outhauler를 이용하기 위하여 outhaul winch를 중단하였기 때문에 작업이 트롤선－A보다 많다는 것을 알 수 있다. 이와 같이 작업의 목표, 설치된 기기의 위치 및 종류가 동일하다 하더라도 사용하는 방식과 조정 위치에 따라 작업이 증감될 수 있다는 것을 알 수 있다.

전체목표 투망에서 자루그물투하, 그물풀기, 그물목줄풀기 및 전개판투하준비라는 상위목표를 달성하기 위한 작업들을 위계적 과업 분석방



Trawler－A



Trawler－B

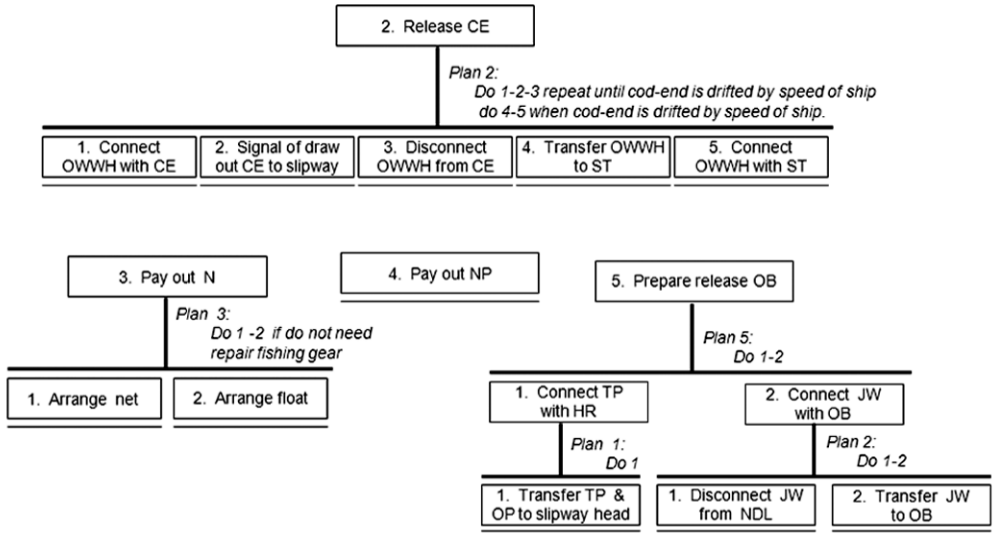
Fig. 6. Block diagram of sub-goal works and use to be deck machinery on the trawler-A and trawler-B to achieve the overall goal of the setting net by hierarchical task analysis method.

Table 5. The results of comparative analysis with the works of deckhands between trawler-A and trawler-B for casting net

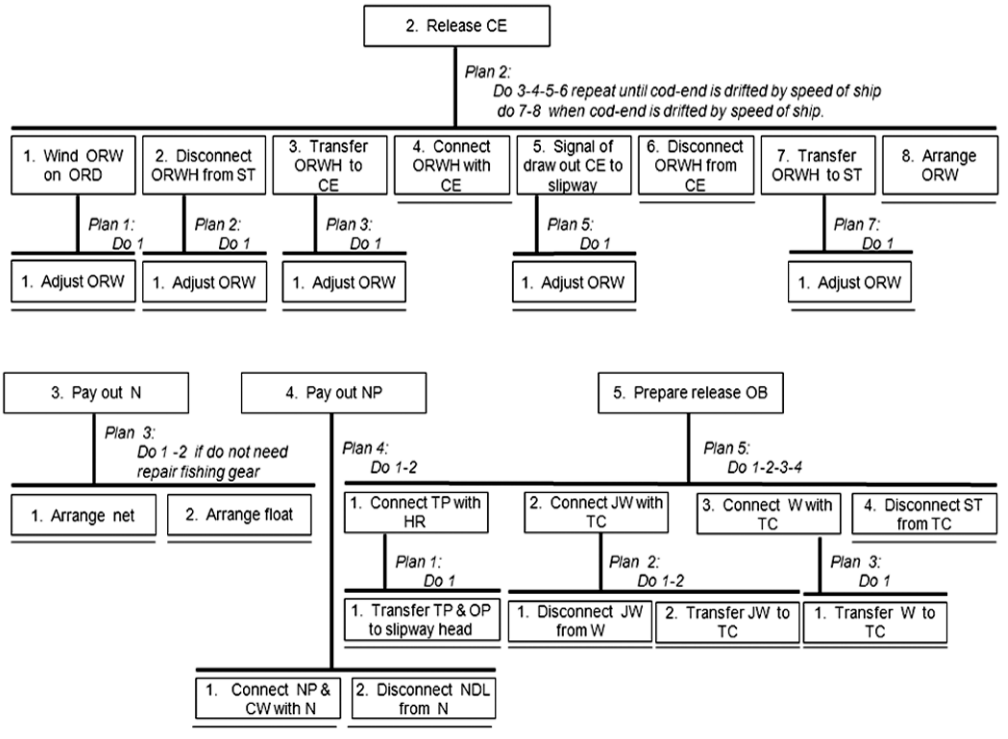
Trawler	Sub-goal	Operations	Elementary actions	Works of deckhands (times)	Processing rate (%)
Trawler-A	1. Prepare CE for release	1.1 Drop CE to stern deck	1.1.1 Adjust IRW 1.1.2 Disconnect IRWH with CE 1.1.3 Transfer IRWH th ST 1.1.4 Connect IRWH with ST 1.1.5 Unwind IRW on IRD 1.1.6 Fasten IRW to cleat	1.1.2.1 Adjust IRW 1.1.3.1 Adjust IRW 1.1.4.1 Adjust IRW	9	51.9
		1.2 Pile CE on front of slipway	1.2.1 Disconnect OWWH from ST 1.2.2 Transfer OWWH to CE 1.2.3 Connect OWWH with CE 1.2.4 Disconnect OWWH from CE	None	4	
		1.3 Zip up CE	1.3 Zip up CE	None	1	
Trawler-B	1. Prepare CE for release	1.1 Drop CE to stern deck	1.1.1 Adjust IRW 1.1.2 Disconnect IRWH with CE 1.1.3 Transfer IRWH th ST 1.1.4 Connect IRWH with ST 1.1.5 Unwind IRW on IRD 1.1.6 Fasten IRW to cleat	1.1.2.1 Adjust IRW 1.1.3.1 Adjust IRW 1.1.4.1 Adjust IRW	9	45.9
		1.2 Pile CE on front of slipway	1.2.1 Disconnect OWWH from ST 1.2.2 Transfer OWWH to CE 1.2.3 Connect OWWH with CE 1.2.4 Disconnect OWWH from CE 1.2.5 Transfer OWWH to ST 1.2.6 Connect OWWH with ST	1.2.1.1 Adjust OWW 1.2.2.1 Adjust OWW 1.2.3.1 Adjust OWW 1.2.4.1 Adjust OWW 1.2.5.1 Adjust OWW 1.2.6.1 Adjust OWW	12	
		1.3 Zip up CE	1.3 Zip up CE		1	

법에 따라 블록도로 Fig. 7에 나타내었다. 자루그물 투하는 트롤선－A의 경우는 outhaul winch wire hook 연결, 수신호, hook 분리, 이동 및 격납, 트롤선－B의 경우는 outhauler wire 감기, hook 분리, 이동, 연결, 수신호, hook 분리, 이동 및 정리, 이에 따른 초기 작업인 wire 조정 등이 나타났다. 그물풀기는 두 선박이 동일하게 그물 청소 및 뜸줄 정리 등이 나타났다. 그물목줄풀기는 트롤선－A의 경우는 작업이 나타나지 않았고 트롤선－B의 경우는 그물목줄 연결, 네트드럼 line 분리 등이 나타났다. 전개판 투하준비는 트롤선－A 경우 후릿줄에 꼬릿줄 연결, 전개판에 갓다리 연결, 꼬릿줄 이동, 끌줄과 갓다리 분리, 갓다리 및 끌줄 이동 등으로 나타났다. 네트가이드 철거의 경우는 두 선박이 동일한 방식의 작업으로 수행하였다.

블록도 통해 분석한 결과를 Table 6에 나타내었다. 선원들이 어로갑판에서 수행하는 작업과 개수 및 과업 진행율을 살펴보면 트롤선－A의 경우는 14개 작업 및 48.1%, 트롤선－B의 경우는 27개 작업, 55.1%로 나타났다. 자루그물투하에서 트롤선－A 경우 outhaul winch wire를 선교에서 조정하여 작업의 수가 적게 나타났음을 알 수 있고 트롤선－B 경우 outhaul winch에서 outhauler로 사용을 변경하고 작업자가 outhauler wire를 취급하고 조정함으로써 트롤선－A보다 작업이 많아지고 있음을 알 수 있다. 작업의 증감은 기기를 사용하는 선박고유의 관습과 조정위치에 따라 차이가 있음을 알 수 있다. 네트가이더는 양망 과업이 끝나면 어로갑판에 적치된 어획물이 투망 중에 그물에 의하여 휩쓸리지 않도록 설치하고 투망이 끝나면 격납하는 것으로



Trawler－A



Trawler－B

Fig. 7. Block diagram of tasks needed deck hands to achieve sub－goal works of prepare cod-end for release on the trawler-A and trawler-B during hauling net process.

Table 6. The results of comparative analysis with the works of deckhands between trawler-A and trawler-B for casting net

Trawler	Sub-goal	Operations	Elementary actions	Works of deckhands (times)	Processing rate (%)
Trawler-A	2. Release CE	2.1 Connect OWWH with CE 2.2 Signal of draw out CE to slipway 2.3 Disconnect OWWH from CE 2.4 Transfer OWWH to ST 2.5 Connect OWWH with ST	None	5	48.1
	3. Pay out N	3.1 Arrangement net 3.2 Arrangement float	None	2	
	4. Pay out NP	None	None	None	
	5. Prepare release OB	5.1 Connect TP with HR 5.2 Connect JW with OB	5.1.1 Transfer TP & OP to slipway head 5.2.1 disconnect JW from NDL 5.2.2 Transfer JW to OB	5	
	6. Remove NG	6 Remove NG	None	1	
Trawler-B	2. Release CE	2.1 Wind ORW on ORD 2.2 Disconnect ORWH from ST 2.3 Transfer ORWH to CE 2.4 Connect ORWH with CE 2.5 Signal of draw out CE to slipway 2.6 Disconnect ORWH from CE 2.7 Transfer ORWH to ST 2.8 Arrange ORW	2.1.1 Adjust ORW 2.2.1 Adjust ORW 2.3.1 Adjust ORW 2.5.1 Adjust ORW 2.7.1 Adjust ORW	12	55.1
	3. Pay out N	3.1 Arrangement net 3.2 Arrangement float	None	2	
	4. Pay out NP	4.1 Connect NP & CW with N 4.2 Disconnect NDL from N	4.1 Connect NP & CW with N 4.2 Disconnect NDL from N	4	
	5. Prepare release OB	5.1 Connect TP with HR 5.2 Connect JW with TC 5.3 Connect W with TC 5.4 Disconnect ST from TC 6. Remove NG	5.1.1 Transfer TP & OP to slipway head 5.2.1 Disconnect JW from W 5.2.2 Transfer JW to TC 5.3.1 Transfer W to TC	8	
	6. Remove NG		None	1	

나타났다. 이것은 어획물 처리시설이 차랑갑판에 설비되어 있지 않는 우리나라 근해 대형트롤 어선의 구조적 특성에 나온 작업이라 생각된다.

개선방안

분석결과로부터 얻어진 두 선박의 작업의 수, 작업의 증감요인 및 개선을 통해 줄일 수 있는 작업을 Table 7에 나타내었다. 두 선박의 상위목표에 따른 작업증감을 비교하여보면 트롤선－A 경우 트롤윈치는 선미에 설치되어 있고, 자루그물투하준비 및 투하에 outhaul winch를 사용하고 조정장소가 선교인 결과, 작업이 트롤선－B에 비교하여 적고, 트롤선－B 경우 트롤윈치는 선교아래 선체의 중앙부에 설치되어 있고, 자루그물투하준비 및 투하에 outhaul winch 및 outhauler를 각각 사용하고 조정장소가 어로갑판인 결과, 작업이 트롤선－A에 비해 많게 나타난 것임을 알 수 있다. 자루그물인양과 자루그물투하준비의 하위목표인 자루그물내리기의 경우는 두 선박이 동일하게 inhauler를 사용하고 조정장소가 어로갑판으로 작업의 수가 같다는 것을 알 수 있다. 이러한 증감요인을 통해 개선안을 정리하면

Table 7. Workload, improvable task and factor of increase and decrease of task

Overall goal	Sub-goal (work process)	Observed task amount		Improvable name and task amount				Factor of increase and decrease of task
		T'-A*	T'-B*	Trawler-A	Note	Trawler-B	Note	
Hauling net	Fix otter board	None	1	None	None	Connect OBST with TC	1	Location of trawl winch
	Disconnect otter board from cable	6	6	None	None	Disconnect W from TC Connect W with JW	2	
	Heave in net pendant	2	None	None	None	None	None	
	Heave in net	2	6	None	None	Disconnect NP from N Move NP end and CW to side deck	2	
	Loading cod-end	11	11	Unwind IRW on cleat Wind IRW on IRD Adjust IRW	7	Unwind IRW on cleat Wind IRW on IRD Adjust IRW	7	Location of control Kind of machinery
	Spilling fish	3	3	None	None	None	None	
	Set up net guider	1	1	None	None	None	None	
Casting net	Prepare cod-end for release	14	22	Adjust IRW Unwind IRW on IRD Fasten IRW to cleat	6	Adjust IRW Unwind IRW on IRD Fasten IRW to cleat Adjust OWW	14	Location of control Kind of machinery
	Release cod-end	5	13	None	None	Wind ORW on ORD Arrange ORW Adjust ORW	8	Location of control Kind of machinery Custom of using machinery
	Pay out net	2	2	None	None			
	Pay out net pendant	None	2	None	None	Connect NP and CW with N Disconnect NDL from N	2	Location of trawl winch
	Prepare otter-board for release	5	8	None	None	Transfer W to TC Connect W with TC Disconnect ST with TC	3	
	Remove net guider	1	1	None	None	None	None	Characteristic of trawler
Total		52	76	13 (25.0%)		39 (51.3%)		

*denotes that the trawler-A and trawler-B

트롤선－A 경우 inhauler를 inhaul winch로 교체하고 선교에서 조정을 하도록 하면 13개, 트롤선－B 경우 트롤윈치를 선미에 설치하는 한편, inhauler를 inahul winch로 교체하고 outhauler보다는 outhaul winch를 사용함과 동시에 전술한 두 윈치를 선교에서 조정하도록 하면 39개가 감소되고, 각각 25.0%, 51.3%의 과업개선효과가 있을 것으로 타났다.

Lee (1993)가 지적한 바와 같이 오늘날 어선어업은 고유가에 의한 유류비 증가와 연근해 어선원의 인력난 및 이직률이 심각함에 따라 생력화를 위한 기술보완과 더불어 높은 수익성이 절실히 요구되고 있다고 생각된다. 이러한 생력화와 실제 어획시간을 증가시켜 수익성을 높이기 위해서는 선박의 어로시스템과 선원의 작업방법을 개선해야하며 이를 위해서는 현재의 시스템에 따른 어로작업에 대한 분석이 선행되어야할 필요가 있다고 생각된다. 이 연구의 의의는 현재 조업 중인 트롤선의 양・투망 시스템에 따른 작업과정과 작업방법이 정량적으로 규명되었고 선원들이 종사할 작업을 경감하고 아울러 실제 어획시간을 늘일 수 있는 설비 및 레이아웃 개선에 필요한 자료를 얻은 것에 있다고 생각된다. 향후, 이 연구는 건조시기가 도래된 대형트롤선의 어로갑판 재설계에 기초자료로 활용될 것으로 기대된다.

결　론

본 연구는 우리나라 대형트롤선의 어로작업 능률을 개선하기 위하여 윈치가 선미에 설치된 선박과, 중갑판에 설치된 두 선박을 이용하여 선원들의 행동패튼을 분석한 것이다. 이를 위하여 CCD카메라를 각 선박의 갑판에 설치하여 선원들의 투・양망 과정의 행동을 일정기간 연속촬영하고, 이를 위계적 과업 분석 방법으로 선원들의 행동을 분석하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

트롤선－A와 트롤선－B의 양망과 투망과정은 동일하게 나타났고, 작업의 수는 양망 경우 각각 25개 작업, 28개 작업, 투망 경우 각각 27개 작업, 48개 작업, 양・투망에 필요한 전체 작업은 각각 52개 작업, 76개 작업으로 트롤선－A가 트롤선－B보다 적게 나타났다. 트롤선－B에서 작업이 많이 나타난 원인은 양망인 경우 끌줄을 전개판에서 분리하여 갓다리에 연결한 후 그물목줄까지 트롤윈치에 감고, 그물을 그물목줄에서 분리하여 net drum line에 연결한 후 네트드럼에 감는 작업이 작업수를 주도하였고, 투망인 경우 전술한 어구를 다시 연결 및 분리, outhaul winch 및 outhauler를 사용함으로써 outhauler wire취급과 어로갑판에서의 조정에 따른 작업이 작업수를 주도하는 것으로 나타났다. 두 선박 간 작업 비교분석을 통하여 작업의 증감요인은 기기의 조정장소, 종류, 설치위치 및 사용방식임을 알 수 있었다. 두 선박에 대한 과업분석을 통해 얻은 개선안을 정리하면 트롤윈치를 선미에 설치하는 한편, 자루그물투하에 outhauler보다는 outhaul winch를 사용하도록 하고 두 선박에서 동일하게 사용 중인 inhauler를 inhaul winch로 교체함과 동시에 전술한 두 윈치를 선교에서 조정을 하도록 설비하는 것이다. 이와 같이 제시된 개선안에 따라 개선할 경우 트롤선－A 및 트롤선－B는 각각 13개 작업, 39개 작업이 절감되고 작업절감효과는 각각 25.0%, 51.3%가 될 것으로 생각된다.

이 연구를 통하여 우리나라 대형트롤선의 양・투망 시스템에 따른 현재의 작업과정, 작업방법 및 내용을 정량적으로 규명할 수 있었다. 그리고 작업 증감요인을 찾아내고 비효율적인 작업을 제거할 수 있는 개선안을 제시할 수 있었다. 이 연구의 결과는 향후, 대형트롤선의 어로갑판 재설계에 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 생각된다.

REFERENCES

Cha SW. 2003. A study on the fishing operation process for laborsaving of the Korea Large otter-trawl. Ph.D.

Thesis, Pukyong National University, Korea. 1－82.

Chauvin C, Bouar GL and Renault C. 2007. Integration of the human factor into the design construction of fishing vessels. Con. Tech. Work 10, 69－77.

Kim SU. 2003. Object-oriented task description in task analysis for designing man-machine system. J Soc Kor Ind Sys Eng 26, 18－23.

Kirwan B and Ainsworth LK. 1992. A Guide to Task Analysis. Taylor and Francis Ltd., London, 7－9.

Kwon BG, Lee JH, Lee CW, Kim HS, Kim YS, An YI and Kim JM. 2001. Improvement of the fishing gear and fishing method of the East-sea trawl fishery. J Kor Soc Fish Tech 37, 106－116.

Lee JH. 1993. Advanced fishing technology for cutting down production cost. J Kor Soc Fish Tech 29, 64－69.

Lincoln JM Lucas DL, Mckobbin RW, Woodward CC and Bevan JE. 2008. Reducing commercial fishing deck hazards with engineering solutions for winch design. J Saf Res 39, 231－235.

Mills S. 2000. The importance of task analysis in usability context analysis-designing for fitness for purpose. Behav Inform Tech 19, 57－68.

Staton NA and Young MS. 1999. A guide to methodology in ergonomics; Designing for Human Use. Taylor & Francis, England UK, 51－67.

Staton NA. 2006. Hierarchical task analysis: Developments, applications and extensions. Applied Ergonomics 37, 66－79.

Shuji H, Kimura N and Amagai K. 2003. Ergonomic study on the behavior of trawler workers analysis of work movement line and working posture. Suisan kōgaku 40, 151－158.

Veenstra FA and Stoop J. 1990. Safety integrated redesign of Dutch beamtrawlers. S en W 5, 295－305.

2012년 3월 5일 접수
2013년 1월 29일 1차 수정
2013년 4월 29일 2차 수정
2013년 6월 13일 수리