

근해어업의 업종별 적정 경영규모 산정에 관한 연구(1차년도)

옥 영 수/한국해양수산개발원 박사

심 상 목/한국중소조선기술연구소 선형개발실장

김 주 남/선박검사기술협회 연구개발부장

I. 연구의 추진배경

1970년대 이후 수산자원의 지속적 감소와 UN 해양법 협약에 의한 주변국가들의 배타적 경제수역(E.E.Z)선포 및 한·중·일 어업협정의 체결로 인하여 조업 어장이 축소되는 등 어려운 어업환경 속에 어업경영이 날로 악화되고 있어 우리나라 수산업은 상당히 어려운 국면을 맞이하게 되었다.

이렇게 날로 악화되어 가고 있는 수산업을 발전시키기 위해서는 획기적인 구조조정과 함께 효율적인 어로시스템 및 적정 경영규모의 구축을 통한 어업경비의 절감이 중요한 과제로 대두되고 있는 실정이다.

그러나, 현재 어선 톤수로 대표되는 경영규모는 조업어장이 넓고 어업자원이 풍부할 당시에 적합한 규모로서 국내의 여건이 급변한 현 상황에서는 적합하지 않은 것이 현실이다.

즉, 국내의 여건변화를 고려할 때 앞으로의 어선은 기본적으로 자원관리형 어구어법과 생력화 어로장비를 갖춘 생에너지화 어선이어야 함과 동시에 여건변화를 고려한 적정 경영규모를 기술적으로 구체화함으로써 실제 업계에서 활용할 수 있도록 해야 한다는 것이다.

또한, 적정 경영규모 어선에 따른 최적 어로시스템개발이나 이의 배치, 그리고 새로운 어선에 대한 선형계수 및 저항추진성능 등에 대한 기술적 검토를 동반함으로써 좀더 실제적인 연구가 되어야 할 것으로 여겨진다.

II. 연구개발 목표

본 연구는 현재 어업의 경영실태와 어업협정에 의한 영향 및 어업자원 동태 등을 분석하여 새로운 어업환경에서의 업종별 적정 경영규모를 설정하고 이에 부합하는 효율적인 어로생산시스템과 최적의 구조 및 배치를 적용한 새로운 어선형을 개발하여 경쟁력 있는 어업경영과 지속적인 어업생산활동이 이루어질 수 있도록 하는데 최종 목표를 두고 있다.

III. 연구내용 및 결과

1. 경영 및 기술효율성 분석대상 업종 선정

경영지표분석 순위를 중심으로 본 연구에서 수행할 경영효율성 및 기술효율성분석 대상업종을 선정할 결과는 <표 1>과 같다. 이에 의하

면 업종별 분석대상 결정 순위는 생산량 순위와 어업허가건수순위를 경영지표순위에 고려하였는데, 생산량 순위는 해당업종이 국민경제에서 차지하는 상대적 중요성을, 어업허가건수는 당해 연구결과로 어업자들이 받을 수 있는 영향 정도를 고려하기 위함이었다.

분석결과 본 경영효율성 및 기술효율성분석 대상업종으로는 근해채낚기어업과 근해안강망어업이 가장 우선적으로 실시되어야 하는 것으로 나타났다. 즉 근해채낚기어업은 생산량순위는 6위이지만 어업허가건수가 가장 많을 뿐 아니라 경영상태가 가장 열악하게 나타나고 있으므로 시급하게 분석이 필요한 것으로 나타났다. 또 근해안강망어업은 생산량순위는 5위이었으며, 어업허가건수도 5위로서 업종내에서 중간 정도의 위치를 점하고 있는 반면 경영상태는 근해채낚기어업에 이어 두 번째로 열악한 것으로 나타났기 때문이다.

〈표 1〉 업종별 분석대상 결정 순위

업종	생산량순위 (1999)		어업허가건수 (1999)		경영지표 순위 (C*)	분석대상 우선순위	
	생산량	순위 (A)	허가건수	순위 (B)		A+B+C	순위
쌍끌이대형기저	105,221	3	136	6	7(7)	16	5
외끌이대형기저	12,765	10	87	8	6(8)	26	9
대형트롤	134,064	2	85	9	2(12)	33	11
동해구기저	3,992	13	42	13	4(10)	36	13
서남구기저	16,436	9	65	10	1(13)	32	10
동해구트롤	6,780	12	43	12	3(11)	35	12
대형선망	229,927	1	47	11	11(3)	15	4
기선권현망	94,173	4	104	7	9(5)	16	5
근해통발	28,323	8	842	4	5(9)	21	8
근해안강망	94,146	5	666	5	12(2)	12	2
근해채낚기	92,141	6	1,514	1	13(1)	8	1
근해저망	47,856	7	1,363	2	10(4)	13	3
근해연승	11,806	11	1,353	3	8(6)	20	7

()는 지표순위가 높을수록 낮은 우선권을 준다는 의미에서 역으로 순위를 매긴 것임.

* ()안의 순위를 더해줌

2. 경영분석을 통한 업종별 정책 함의

가. 근해안강망어업

① 생산기술효율성분석

파렐에 의한 n개 생산요소에 대한 생산기술 효율성을 추정하기 위하여 근해안강망어업의 4개 설명변수에 대한 파라메타 추정치의 합인 생산탄성치는 생산량을 종속변수로 하였을 때는 0.7105로 계산되어 규모에 대한 보수감소 현상을 보였다. 또 생산금액을 종속변수로 하였을 때는 0.8077로 계산되어 역시 규모에 대한 보수감소 현상을 보이고 있다. 이는 종래 어업생산을 위해서는 어선톤수 증대나 마력수 증대 등 어선규모 확대를 꾀해야 한다는 사고와는 다른 결과를 나타내는 것으로서 앞으로는 어선규모 확대보다는 효율성 있는 어선을 통한 어업이 바람직하다는 것을 의미하게 된다.

생산기술효율성을 지역별로 고찰해 보면 생산량 측면에서는 군산, 여수는 양호, 목포는 중간 정도, 인천은 매우 열악한 것으로 나타났다. 또 생산금액 측면에서는 인천은 열악하고 그 외 군산, 목포, 여수는 양호한 것으로 나타났다. 어느 측면에서나 인천은 생산기술효율성이 매우 열악한 것으로 나타났다.

어선톤급별로 분석해보면 생산량 측면에서는 80톤 이상의 대형어선과 70톤 미만의 비교적 작은 규모의 어선의 생산효율성이 높았다. 반면 생산금액측면에서는 70톤 미만의 어선의 생산효율성이 더 높았다. 이는 이미 앞에서 살펴본 바와 같이 현재 근해안강망어업의 경영상태가 매우 열악한 것을 고려할 때 수익증대가 무엇보다 중요한 관건이라고 할 수 있다. 이런 점에서 근해안강망어업에 있어서 앞으로의 어선정책은 70톤 미만의 어선의 신규건조를 유도하여 생산효율성을 높이는 것이 바람직할 것이다.

또한 어선마력수에 있어서는 대형어선은 당연히 고마력화가 이루어져야 할 것이나 70톤 미만의 비교적 작은 규모의 어선에 있어서도 고마력화가 이루어져야 할 것이다. 이는 생산량 측면

에서는 생산기술효율성이 어선톤급과 비슷한 양상을 보이지만 생산금액 측면에서는 어선톤급과는 관계없이 고마력화의 여부가 생산기술과 밀접한 관계에 있다는 것이 밝혀졌기 때문이다.

② 주성분분석

주성분 분석 결과로는 제1주성분은 수익성, 제2주성분은 생산성, 제3주성분은 경영의 불안정성, 제4주성분은 어선원과 관련된 주성분으로 나타났다.

이에 의하면 수익성의 문제는 대체로 80톤 이상이 양호한 것으로, 70톤 미만의 경우에는 높은 것과 낮은 것이 공존하는 것으로 나타났으나 제2주성분인 생산성의 측면과 제3주성분인 경영의 안정성 측면, 그리고 제4주성분인 어선원 효율 측면에서는 모두 어선규모가 작은, 즉 70톤 미만이 유리한 것으로 나타났다.

③ 종합

향후 근해안강망 어선은 60톤 전후의 규모에 500마력 이상의 기관을 장착한 어선이 생산기술효율이나 수익성, 생산성, 어선 및 선원효율을 높일 수 있는 어선으로 판단된다.

나. 근해채낚기어업

① 생산기술효율성분석

생산기술효율성을 추정하기 위하여 기선권현망어업의 4개 설명변수에 대한 파라메타 추정치의 합인 생산탄성치는 생산량을 종속변수로 하였을 때는 0.527로 계산되어 규모에 대한 보수감소 현상을 보였다. 또 생산금액을 종속변수로 하였을 때는 0.6301로 계산되어 역시 규모에 대한 보수감소 현상을 보이고 있다. 이는 종래 어업생산을 위해서는 어선톤수 증대나 마력수 증대 등 어선규모 확대를 꾀해야 한다는 사고와는 다른 결과를 나타내는 것으로서 앞으로는 어선규모 확대보다는 효율성 있는 어선을 통한 어업이 바람직하다는 것을 의미하게 된다.

생산기술효율성을 지역별로 고찰해 보면 생

산량 측면에서는 동해, 부산은 양호, 속초, 영일은 열악한 것으로 나타났다. 이에 비해 생산금액 측면에서는 반대로 속초와 영일은 양호하게 나타난 반면 동해, 부산은 열악한 것으로 나타났다.

어선톤급별로 분석해보면 생산량 측면에서는 95톤 이상의 대형어선과 80~95톤 규모 어선의 생산효율성이 높았다. 이는 생산량은 어선규모와 관련이 있다는 것을 의미한다. 반면 생산금액측면에서는 95톤 이상의 어선과 80톤 미만 어선의 생산효율성이 더 높았다. 이는 95톤 이상의 대형어선은 어획량적인 측면에서, 그리고 80톤 미만의 어선은 생산금액 측면에서 유리하게 어업을 영위한다는 것을 알 수 있다. 이런 점에서 근해채낚기 어업의 어장이 한일어업협정의 영향으로 축소된 것을 감안한다면 향후 어선정책은 80톤 미만의 어선을 중심으로 하는 것이 바람직하다고 할 수 있다.

또한 어선마력수에 있어서는 생산량이나 생산금액 측면에서 모두 생산기술효율성에 큰 영향을 미치지 못하는 것으로 나타났다. 따라서 무분별한 고마력화는 어업경영비만 늘리는 결과를 초래하기 때문에 향후 지양되어야 할 것으로 생각된다.

② 주성분분석

주성분 분석 결과로는 제1주성분은 생산을 통한 수익성, 제2주성분은 경영의 불안정성, 제3주성분은 생산성, 제4주성분은 어선 효율과 관련된 것으로 나타났다.

이에 의하면 수익성의 문제는 대체로 95톤 이상이 양호한 것으로 나타났으나, 경영의 불안정성을 나타내는 제2주성분은 80톤 미만의 어선이 양호한 것으로 나타났다. 생산성과 어선효율은 톤급별로 뚜렷한 분화를 보이지는 않았으나 95톤 이상과 80톤 미만이 다소 양호한 것으로 나타났다.

③ 종합

이상을 종합하여 볼 때 수익성 측면에서는

95톤 이상의 대형어선이 유리한 것으로 보이나 생산기술적인 측면에서 고찰해 본다면 80톤 전후의 규모에 500마력 정도의 기관을 장착한 어선을 중심으로 전개하는 것이 바람직한 것으로 생각된다.

여기서 한가지 고려해야 할 사항으로는 한일 어업협정 체결로 대화퇴 등 상당한 어장을 상실한 근해 채낚기어업의 경우 대규모어선보다는 생산기술효율성이 높은 80톤 전후의 규모에 500마력 정도의 기관을 장착한 어선을 중심으로 전개하는 것이 바람직할 것이다.

3. 주요 근해어업의 어로생산시스템 조사 분석

① 근해안강망어업

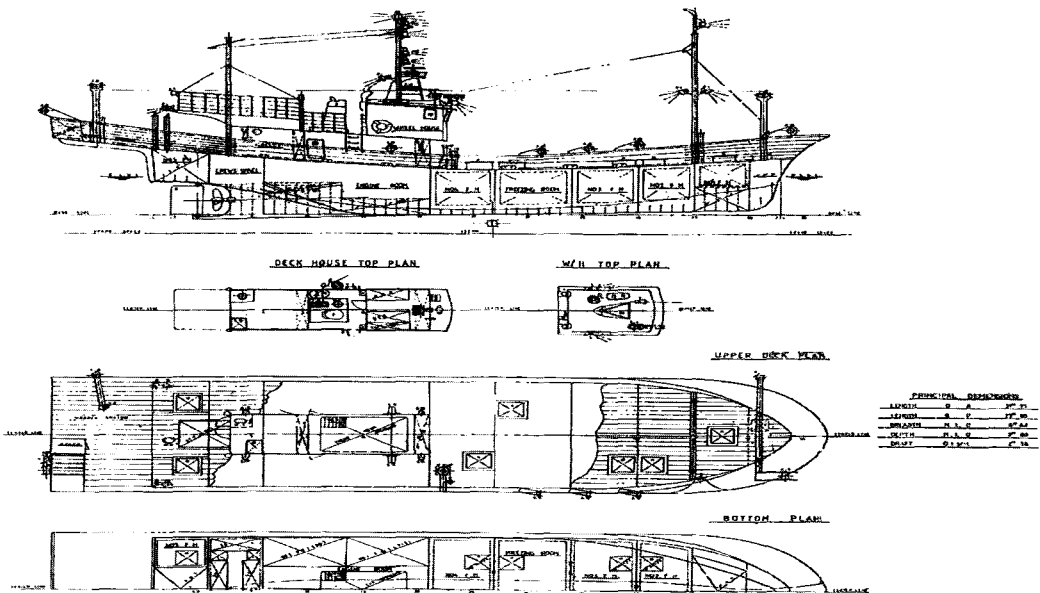
조류가 강한 우리나라 서해에서 주로 사용되었으며, 조업해역이 저층트롤이나 쌍끌이 기선저인망등의 저층끌이 함입어구류와 같다.

닷으로 그물을 지지하고 전개장치를 사용해서 입구를 좌우로 전개시키는 방법을 사용하며 조류를 따라 그물이 회전하므로 조작없이도 두

방향 모두에서 어획이 가능하다. 또한 수심에 관계없이 조업이 가능하고 저층트롤이나 쌍끌이 기선저인망에 비해 어획 성능이나 조업의 편의성등에서는 크게 떨어지는 대신 사용어구수가 많고 생산경비의 지출이 적기 때문에 어획량은 적을지라도 어업경영상에서는 유리하다.

- 특징 : 선미식 및 현측식 조업이 가능하고 속력의 증대를 위한 추진성능 향상 및 적정의 복원성능을 유지시키기 위해 너비 및 깊이의 감소와 길이의 증가를 도모하였고 어로 작업조건을 개선하기 위해 유압식 사이드 롤러를 설치하였으며 장기조업에 대비하여 연료유용량을 충분히 확보하였다.

- 일반적인 어로설비의 배치 : 닻을 비롯한 전개장치, 그물등 많은 중량물을 다루므로 이들을 감아 올리기 위한 윈치나 캡스탠등의 동력장치와 이런 중량물에 연결된 여러 가닥의 줄을 정리해 두기 위한 로올러 장치로 구성된다. 특히 선수, 선미에 설치된 갠로우스라는 비트형의 장치가 특징적이다.



〈그림1〉 근해안강망 어선의 일반배치도

② 근해채낚기어업

주로 동해역에서 오징어를 대상으로 하는 것이며, 선수현호를 높여 능파성을 제고하고 선수부는 구상선수형으로 하여 항진성 향상과 조파저항 감소를 기했으며 선미부 용적을 적게 하고 선미부의 침수가 크게 되도록 하였다. 갑판실의 높이를 낮추어 바람에 의한 저항을 적게하여 속력 향상과 조업의 안정성을 기하도록 하였다. 또한 어창의 방열설비를 개선하여 장기조업에 따른 어획물의 선어도를 유지토록 하기 위해 냉동기를 설치하도록 하였다. 주요어종으로는, 근해채낚기어업은 오징어, 복어, 갈치 등이고, 근해외출낚시어업은 가자미, 참조기, 붕장어, 복어 등이 있다.

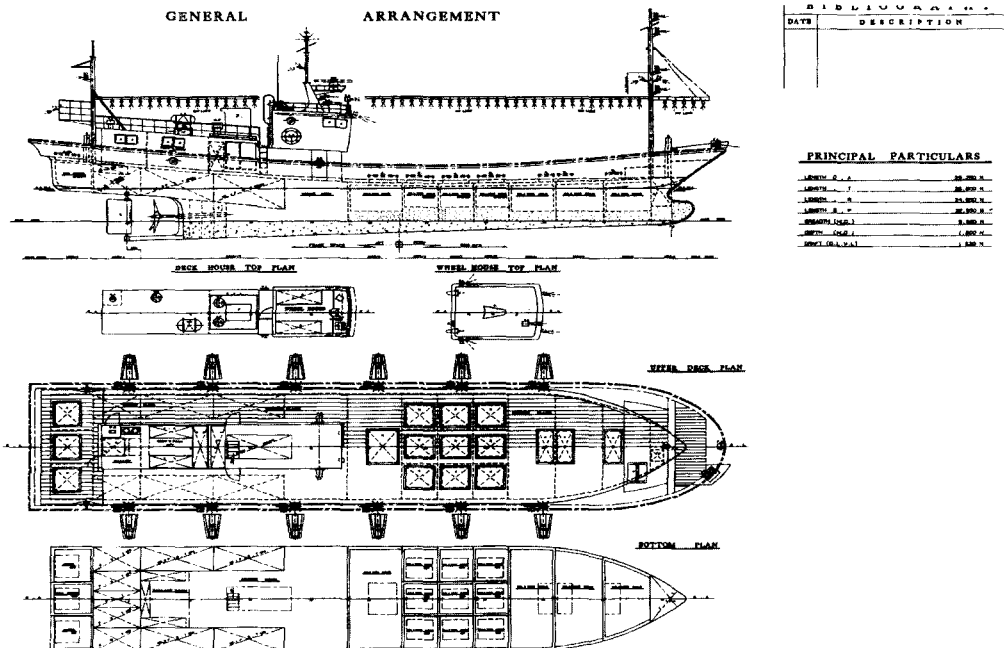
- 특징 : 55 ~ 60일간 조업이 가능토록 항해 및 조업에 필요한 충분한 연료 및 청수량 확보를 위해 어창의 하부에 이중저 탱크를 설치하고 선수부에는 DEEP TANK를 설치하여 연료창으로 계획하였으며 선미 TANK는 청수 탱크로 사용할 수 있도록 하였다. 또한 조수기를 설

치하여 부족한 청수를 보급토록 하였다. 충분한 어창용적 확보 및 운용에 편이하도록 급냉실을 갑판상부 갑판실내에 위치하도록 하였다.

- 일반적인 어로설비의 배치 : 상부구조물은 선체중앙부에 있으며 능파갑판과 상부구조물 사이에 조업갑판이 있어 양승은 우현 선수쪽에서 하고 양승된 어구는 벨트컨베어를 통해 선미로 보내어져 선미에 있는 어구 갑판에 정리하여 두었다가 선미에서 투승한다.

4. 기존선 주요치수 상관관계 분석

선박의 선형요소에는 길이, 폭, 깊이, 흘수, 방형계수(Cb), 총톤수와 마력 등이 있다. 선박의 길이, 폭, 깊이 등과 같은 주요치수의 상호관계는 선박의 종류에 따라 여러 가지로 다르다. 따라서 선박의 주요치수 사이의 관계가 반드시 어떤 범위 내에 있어야 하는 것은 아니지만, 실



〈그림2〉 근해채낚기 어선의 일반배치도

적선을 조사하여 보면 이들 값이 대체로 어떤 일정한 범위 내에 있어야 성능이 좋은 선박이 될 수 있다는 것을 알 수 있다.

이 주요치수에서 길이가 커지게 되면 일반적으로 기관마력이 감소하고, 내항성능이 향상되며, 배치계획이 용이해지는 반면, 필요 종강도 증가에 의한 선체구조의 중량 증가를 가져온다.

또한 폭-길이비(B/L)가 적으면 속도면에서는 유리하지만 횡메타센타(BM)가 작아져 복원성능은 나쁘게 된다. 즉 폭은 복원성 확보조건에서 길이와 관련하여 정해진다. 폭이 커지면 복원성능이 증가하고, 구조중량을 크게 증가시

키지 않으면서 배수량을 늘릴 수 있다. 그러나 폭이 과도하게 커지면 횡동요 견지에서 바람직하지 못하고 또한 저항증가와 내항성능의 저하가 따르게 된다.

그리고 깊이가 커지면 구조중량이 약간 증가하는 경향이 있지만 흡수제한이 있는 경우에는 건조비를 감소시킬 수 있는 유효한 수단이다.

이러한 기본 개념으로 조사된 근해어선의 업종별 자료를 가지고 주요치수의 상호관계를 그래프화 하였다. 그래프에서 자료들을 “최소자승법”을 사용하여 1차식을 도출하였으며 선형요소별 도출식을 <표 2>에 나타내었다.

<표 2> 기존 근해어선의 선형요소 관계식

구 분	총톤수-폭/길이 관계식	길이-폭 관계식	길이-깊이 관계식	깊이-폭 관계식	총톤수-마력 관계식
근해안강망	$L/B = -0.002T + 3.78$	$B = 0.26L + 0.23$	$D = 0.1L + 0.01$	$B = 1.9D + 1.37$	$HP = 2.76T + 328.3$
근해채낚기	$L/B = 0.01T + 3.82$	$B = 0.15L + 1.87$	$D = 0.065L + 0.8$	$B = 1.38D + 1.92$	$HP = 3.91T + 285.4$

<표3> 업종별 어선규모 분석표

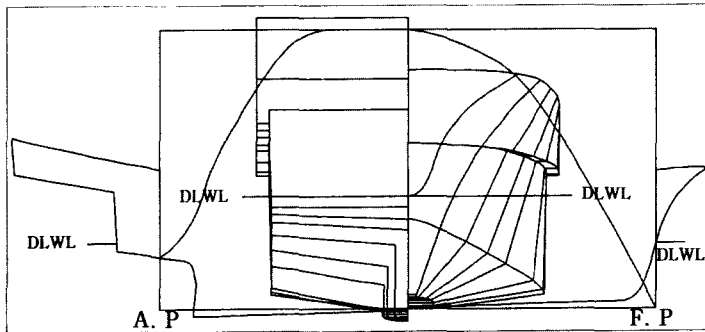
업 종	어 선 규 모					
	총 톤 수	길 이	폭	깊 이	마 력 (HP)	
근 해 연 승	8~70톤	7.5~35	2.3~8.0	1.0~4.0	100~700	
근해기선저인망	60~140톤	21~45	5.0~8.0	2.5~3.5	350~1,400	
근 해 트 롤	8~140톤	30~40	3.8~7.5	3.0~3.5	600~1,500	
근 해 유 자 망	8~80톤	10~35	3.0~8.0	1.0~3.5	100~700	
근해 선망	그 물 배	100~150톤	30~35	6.0~8.0	2.8~3.5	1,000~1,500
	어 탐 선	35~90톤	20~35	3.8~6.5	2.0~3.5	250~500
	운 반 선	150~250톤	35~40	6.5~8.0	3.0~4.0	700~1,200
근 해 통 발	8~100톤	10~40	3.5~8.0	1.2~3.5	100~1,000	
근 해 안 강 망	8~90톤	12.5~30	3.3~8.5	1.0~3.5	180~900	
근해 기선권 형망	그 물 배	30~40톤	17~22	4.0~4.7	1.9~2.5	150~220
	어 탐 선	10~20톤	16~18.5	3.5~4.5	1.5~2.0	50~120
	가 공 선	80~100톤	29~35	6.0~6.5	2.5~3.0	220~350
	운 반 선	30~40톤	25~30	4.0~5.2	1.8~2.5	120~200
근 해 채 낚 기	8~90톤	12.5~35	3.3~7.0	1.2~3.5	100~800	
근 해 잠 수 기	8톤 미만	8.0~13	2.1~4.0	0.8~1.6	35~400	
근 해 형 망	20톤 미만	8.0~20	2.5~5.0	0.8~2.5	180~400	

5. 기존선 선형요소 분석

① 근해안강망어선

근해안강망 어선의 총톤수는 8~90톤급에 걸쳐 분포되어 있으나 대표적인 선형이 65~70톤급으로 조사되었고, 선형적 특징은 선수, 선미부분 모두 차인형 선형을 가지고 있다. 또한 횡동요 방지를 위한 박스킬(Box Keel)을 부착하였다.

선형요소로는 길이 12.5~30m, 폭 3.3~8.5m, 깊이 1.0~3.5m, 엔진마력 180~900마력 등으로 분포되어 있으며, L/B는 $B=0.26L+0.23$, L/D는 $D=0.1L+0.01$, B/D는 $B=1.9D+1.37$ 등의 일차식으로 도출되었다. <그림 3>은 대표적인 근해안강망어선의 정면선도, Cp 곡선, 측면도 등을 나타낸 그림이다.



<그림 3> 69톤급 근해안강망어선 Cp Curve, Body Plan & Profile

6. 기존 근해어선의 주요치수

선형요소 분석을 행한 대표적인 근해어선의 주요치수는 다음과 같다.

<표 4> 주요치수표

	총톤수 (Ton)	전장 (M)	수선 간장 (M)	폭 (M)	깊이 (M)	홀수 (M)	캠버 (M)	선저 경사 (M)	발저각 (M)
대형기선저인망어선	139	42.41	34.75	7.15	3.2	2.72	0.14	0.2	0.7
근해트롤어선	139	42.38	34.5	7.15	3.25	2.75	0.14	0.2	0.7
	58	31.685	26.5	5.8	2.5	2.2	0.12	0.6	-
근해통발어선	79	32.97	24.95	6.2	2.88	2.45	0.12	0.47	-
근해안강망어선	69	31.75	23.8	6.6	2.8	2.38	0.13	0.3	-
근해유자망어선	43	29.25	22.95	5.57	2.00	1.62	0.11	0.25	-

IV. 차기년도 연구계획

2차년도 연구에서는 1차년도에서 우선 기술 개발 대상업종으로 선정된 어선을 중심으로 기본요목 및 성능 요구치를 설정 한 후 일반배치도(G/A) 및 선도(LINES)를 설계하여 조선공학적 제 검토를 수행할 예정이다.

일반배치도는 거주공간 및 조업환경을 개선함과 동시에 최적의 어로시스템을 고려하여 설계를 진행하며 어선의 저항 추진성능시험을 통하여 속도성능, 저항성능 추정 등의 기술적인 시험을 병행 할 것이다.

또한, 결과물로 도출된 적정 경영규모 어선이 실제 현장에 투입이 가능할 수 있도록 제도개선방안, 정책사업 지원방안 및 경영개선을 위한 기타 제도적인 지원방향에 대해서도 연구를 진행할 계획이다.