

공기부양상륙정의 개념설계를 위한 전투중량 대안분석 연구

A Study on the Trade-off Analysis of Combat Weight for Conceptual design of a Landing Craft Air Cushion

이 제 동* 신 용 석**
Lee, Jae-Dong Shin, Yong-Seok

ABSTRACT

The purpose of this study is to develop and illustrate methods of applying trade-off techniques to landing craft air cushion design evaluation. The problem areas of concern are the application of quantitative analytical methods to conceptual design.

The interrelationships between composite system measures and selected performance requirements(speed, cruising range, cargo etc.) are analyzed and the expressions for gross weight are developed as functions of performance parameters. Trade-offs of performance parameters in terms of weight are then calculated. The application of these results to evaluation of Require Operational Capabilities are illustrated.

주요기술용어: 공기부양상륙정(Landing Craft Air Cushion), 대안분석(Trade-Off Techniques), 작전요구성능(Require Operational Capabilities)

1. 서 론

최근의 현대전에서는 첨단 무기체계의 역할 증대는 물론 재래식 무기체계의 효용성이 강조되는 등 무기체계의 종류와 규모가 한층 다변화되고 있다.

한반도는 남북으로 긴 작전 중심과 해안을 따라 국가 주요 기간시설이 위치한 여건으로 인해 피아간 상륙작전 수행 능력의 보유가 절대적으로 필요한 지역이다. 100여척의 공기부양정을 확보하고 있는 북괴의 군사적 의도를 고려할 때, 우리 군은 적의 상

륙 및 후방교란에 대한 대비와 아울러 독자적인 상륙작전 능력을 보유함으로써 북괴의 도발을 억제하고 공격적인 대응책을 마련할 필요가 있다. 단독 상륙작전의 수행을 위해서는 전차 및 병력의 신속한 수송은 물론 적의 위협에 대응하여 적을 공격할 수 있고 자체 대공 방어시스템을 갖춘 고성능 상륙함이 확보되어야 한다. 또한 전·평시를 막론하고 물자 수송 및 군수지원 임무에 상륙함을 이용함으로써 지속적으로 증가하고 있는 해상 운송 수요에 효과적으로 대처할 수 있을 것이다. 이러한 목적을 위한 고성능 상륙함으로 공기부양정은 한가지 방안이 될 수 있다.

다양하고 복잡해지는 현대 무기체계의 개발환경에

* 해군 제1함대 102전대 편대장

** 군사과학대학원 무기공학과 부교수

서 새로운 무기체계 개발 및 기존 무기체계의 성능 개량 과정에 사용자의 요구사항을 최적화 할 수 있는 동시공학 이론의 적용은 제한된 조건하에 비용 절감 및 개발기간 단축이라는 궁극적 목표에 접근할 수 있는 한 방안이 될 수 있다.

동시공학에서는 무기체계 개발의 개념설계 단계에 선택된 기준과 제약조건을 토대로 대안분석을 수행하여 사용자 요구사항 중 우선 순위가 높은 성능을 향상시키기 위한 각 성능요소의 영향을 분석하고 여러 대안들을 평가하여 사용자에게 최적의 안을 제시하게 된다. 무기체계 획득시 최초 사용자 요구는 개략적인 ROC가 되고 전투중량 및 비용 등은 중요 제약조건에 해당된다.

본 연구에서는 공기부양상륙정의 개념 설계 단계에 대안분석 기법을 적용하기 위하여 전투중량 평가 방정식을 개발하였으며, 현존하는 유사형의 공기부양상륙정과 비교하여 그 유용성을 검증하였다. 또한 응답표면분석법⁽¹⁾에 의한 대안분석⁽²⁾을 통해 사용자 요구의 제약조건인 전투중량을 만족하는 최적의 ROC 도출 및 정량화가 가능함을 보였다.

2. 중량평가 방정식

개념설계 단계에서의 대안분석을 수행하기 위해서는 사용자 제약조건에 대한 성능요소의 세부적인 상호관계가 규명되어야 하고, 이것은 제약조건에 대한 평가방정식의 형태로 표현된다.

사용자 제약조건 중의 하나인 전투중량에 대한 평가 방정식은 선별된 각 구성품의 중량을 하나 혹은 그 이상의 성능요소들의 함수관계로 표현하고 전체를 종합하여 구성하게 된다. 이를 위해 먼저 전투중량에 영향을 미치는 주요 구성품이 선별되어야 한다.

주요 구성품의 선별에는 기술적인 검토와 경험적

인 접근이 필요하지만, 본 연구에서는 가능한 한 일반적인 구성품으로부터 중량평가방정식이 유도될 수 있도록 하였으며, 각 구성품의 중량과 성능요소간의 관계는 기존의 운항중인 공기부양정의 설계자료 및 각 구성품의 성능제원 자료로부터 구하였다.

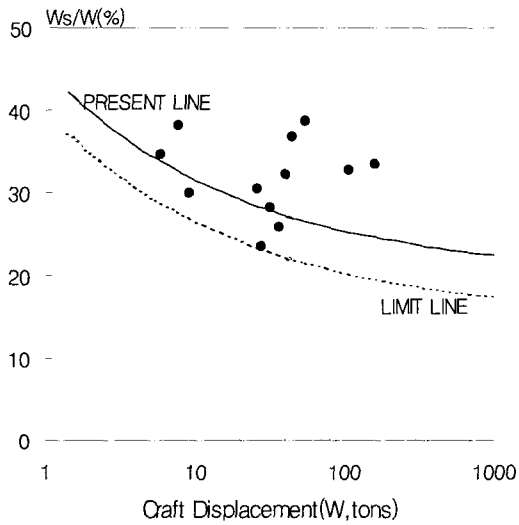
공기부양상륙정의 총 중량인 만재톤수는 크게 경하톤수와 재회중량으로 나눌 수 있다. 경하톤수는 구조 및 동력계통장비 중량, 무장, 설치장비(전기, 지휘 및 통제, 기타장비), 의장 및 내·외부 부착물 등 합정의 고정중량(Fixed weight)이며, 재회중량은 승조원, 군수적재물(연료, 청수, 식량, 탄약) 및 적재중량(탑승인원, 탑재장비 및 물자) 등의 가변중량(variable weight)이다. 따라서 전투중량(총 중량)은 이들 구성품의 중량을 모두 합한 것이 된다.

2.1 구조 중량(Ws) 관계식

구조중량은 정박 또는 운항 중 유발되는 정적 및 동적 하중으로부터 선체의 형상을 유지하기 위한 구조재의 중량으로 합정설계에 중요한 요소이다. 실적선을 토대로 한 총 중량(W)에 대한 구조중량비의 최저 한계선에 대한 식⁽³⁾은 다음과 같이 알려져 있다.

$$\frac{W_s}{W} = 0.15 + \frac{0.25}{W^{\frac{1}{3}}} \quad (1)$$

지속적인 기술 향상과 신소재의 개발로 인하여 미래에는 구조중량의 감소가 예상되나, 지금까지는 어떠한 선박도 최저 한계선 이하로 구조 중량을 감소시키지는 못하였다. 따라서 본 연구에서는 현재까지의 군사용 실적선을 기준으로 그림1에 도시한 바와 같이 아래의 관계식으로 구조중량과 총 중량의 관계를 설정하였다.



(그림 1) 총 중량과 구조중량비 관계

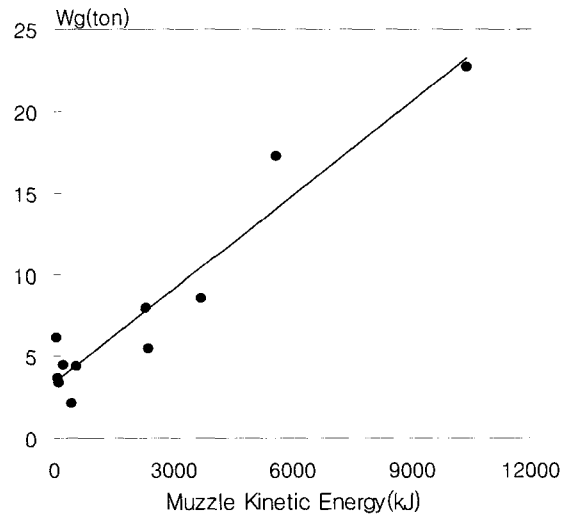
$$W_s = 0.2W + 0.25W^{\frac{2}{3}} \quad (2)$$

2.2 무장체계 중량 관계식

함정의 무장체계는 주포, 부포, 사통장비로 구분할 수 있으며, 전체 무장체계 중량은 각 구성품들의 중량을 합하여 구하여야 한다. 주포는 자동사격 및 사격통제장비와의 연동이 가능하여야 하고, 부포는 적의 항공기 및 미사일 위협에 대응하기 위해 CIWS가 갖추어진 무기체계가 필수적으로 요구된다. 이러한 자동화된 무기체계는 전자장비를 포함한 관련 부속 장비들의 구성 정도에 따라 중량의 차이가 크므로 형태 또는 구경 등과 중량과의 상관관계를 구하기가 쉽지 않다. 그러나 포신의 두께 및 중량은 포구에너지(E)와 밀접한 관계에 있으므로 포구에너지를 무장체계의 중량을 평가할 수 있는 하나의 성능변수로 선택할 수 있다. 현재 함정에서 많이 쓰이고 있는 무장체계(표1)를 토대로 포구에너지와 중량의 상관관계(그림2)를 구하면, 다음과 같이 무장체계

[표 1] 무장체계 장비 성능⁽⁴⁾

구경 (mm)	포 대 명	포구에너지 (kJ)	중량 (ton)
20	MEROKA	248	4.5
20	PHALANX	53	6.2
25	OERIKON	574	4.4
30	AK-630	447	2.1
40	BOFORS	80	3.7
40	BRADA L/70	112	3.5
76	O/T MEI(AD)	2,367	5.5
76	O/T MEI(COM)	2,291	8.0
76.2	MK-34	3,685	8.6
100	CREUSOT	5,596	17.3
127	MK-45	10,362	22.7



(그림 2) 무장체계 중량과 포구에너지 관계

중량 관계식을 포탑수(N)와 포구에너지의 선형함수 관계로 나타낼 수 있다.

$$W_g = N(1.917 \times 10^{-3} E + 3.36) \quad (3)$$

2.3 동력계통장비 중량 관계식

동력계통장비 중량은 동력발생 및 전달에 관계되

[표 2] 가스터빈엔진의 성능⁽⁵⁾

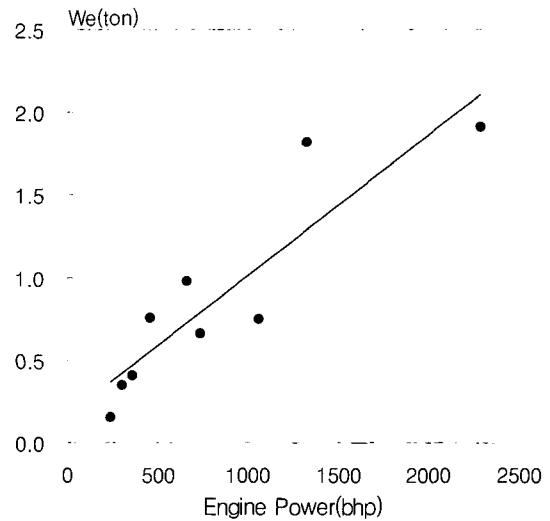
모델명	동력 (bhp)	중량 (ton)	연료소모율 (kgf/bhp·hr)
SPW 200	245	0.157	0.254
ST6L 794	306	0.346	0.269
ST6L 812	361	0.410	0.263
ST6T 76	740	0.664	0.290
MAKILA T1	1,058	0.748	0.220
SPW 901-A	460	0.756	0.267
SPW 124-2	661	0.976	0.226
TF40	1,325	1.814	0.220
A1-20M	2,290	1.912	0.212

는 기관장비의 중량과 축, 프로펠러, 덕트 등 부속장비의 중량으로 구성된다. 동력발생장치의 크기 및 종류는 총 중량과 저항, 운항환경 등에 따라 결정되지만 통상 디젤엔진의 경우 가스터빈엔진에 비해 연료소모율에서 우수한 특성을 갖는 반면 엔진과 부속장비의 중량이 더 크기 때문에 단시간 운항하는 공기부양정의 경우 가스터빈엔진의 효율성이 더 높은 것으로 알려져 있다⁽³⁾.

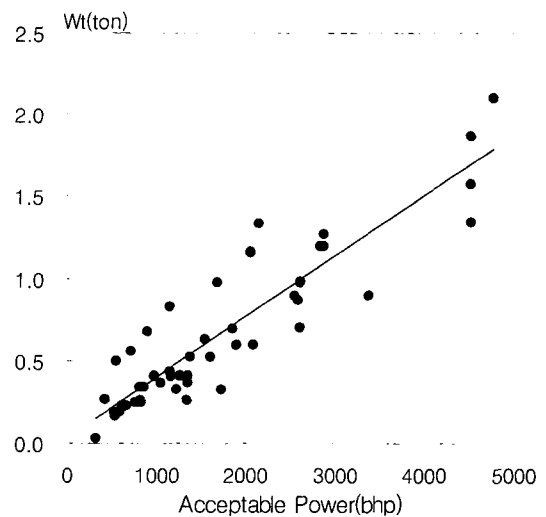
성능 제원이 공개되어 있는 가스터빈엔진(표2)과 감속기어를 대상으로 동력발생장치 중량(W_e) 및 동력전달장치의 중량(W_t)과 동력의 개략적인 상관관계(그림3, 4)를 도시해 볼 수 있으며, 이를 토대로 기관장비의 중량(W_b)과 동력(H)의 일반적인 관계를 다음과 같이 선형 관계식으로 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned}
 W_e &= 8.465 \times 10^{-4} H + 0.164 \\
 W_t &= 3.677 \times 10^{-4} H + 0.032 \\
 W_b &= W_e + W_t = 1.214 \times 10^{-3} H + 0.196
 \end{aligned}
 \tag{4}$$

기관장비 이외의 동력계통 부속장비에 대한 구체적인 설계자료를 구하기는 쉽지 않다. 다만 동력계통의 중량이 총 중량의 9~14%가 되는 것으로 알려



[그림 3] 엔진 중량과 동력 관계

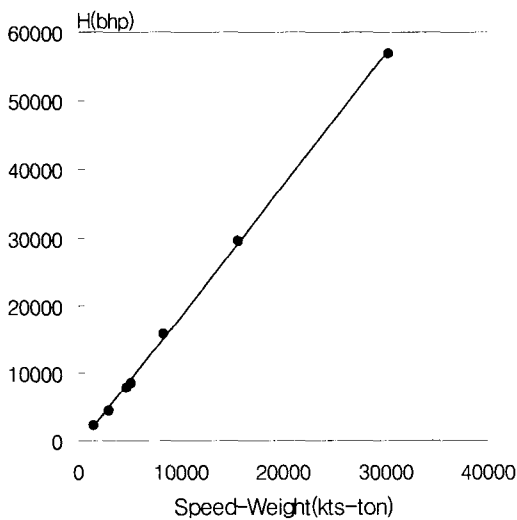


[그림 4] 감속기어 중량과 동력 관계

져 있을 뿐이며⁽³⁾, 부속장비의 중량은 동력 및 기관장비의 중량에 비례한다고 예상할 수 있다. 또한 ROC에서 고려되는 동력계통의 성능요소는 동력의 크기보다는 속도, 기관의 형태 등으로 작성되므로 이러한 특성을 성능요소로 나타낼 수 있어야 한다. 이를 위해 본 연구에서는 군사용 실적선의 동력과

(표 3) 군사용 실적선의 동력과 속력-중량 관계

선종	속력 (knot)	중량 (ton)	VW	동력 (hp)	Wp/W (%)
GUS	55	27	1,485	2,300	9.9
BH.7	55	55	3,025	4,500	11.4
TURT.V	50	94	4,700	8,000	10.8
LEBED	60	85	5,100	8,500	13.1
LCAC	50	167	8,350	16,000	11.2
AIST	60	260	15,600	29,600	13.7
POMORNIK	55	550	30,250	57,000	12.7



(그림 5) 동력과 속력-중량 관계

속력-총 중량과의 상관관계(그림5)로부터 동력 관계식을 구하여 위의 기관장비 중량 관계식에 대입함으로써 부속장비의 중량이 포함된 동력계통 중량 관계식을 추정할 수 있는 방법을 사용하였다.

이러한 방법에 의하여 동력계통 중량 관계식은 다음과 같이 속력-총 중량의 함수관계로 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned}
 H &= 1.921 VW - 815 \\
 W_p &= 2.332 \times 10^{-3} VW - 0.79
 \end{aligned}
 \tag{5}$$

위의 식을 이용하여 군사용 실적선의 동력계통장비 중량을 구하면, 표3에서 보는 바와 같이 총 중량 대비 9~14% 범위로 참고문헌⁽³⁾의 내용과 일치함을 알 수 있다.

2.4 연료 중량 관계식

연료 중량은 항속거리 및 공기부양상륙정의 마일 당 연료소모율에 따라 결정된다. 항속거리는 작전 임무와 영역, 해상 상태에 따라 가변적이며, 구체적인 저항요소와 해상의 운행조건 등은 제작설계 단계에서 고려되는 사항으로서 개념설계 단계에서 연료의 중량을 정확히 구하기는 쉽지 않다. 그러나 운항속력과 동력 및 연료소모율에 대한 일반적인 자료를 기준으로 정해진 항속거리에 소요되는 연료 중량의 이론적인 산출은 가능하다.

공기부양정에서 톤당 마력에 대한 속력과 연료소모율(f)이 일정하다는 조건하에 항속거리(R)는 다음과 같이 구해진다.

$$R = \frac{V}{(H/W)} \cdot \frac{1}{f} \ln \frac{W}{W - W_f}
 \tag{6}$$

여기서 연료 중량(W_f)을 구하기 위해 식을 변환하면, 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$W_f = W \left\{ 1 - \exp \left(-\frac{RHf}{VW} \right) \right\}
 \tag{7}$$

이때, f 의 값으로 표2에서 제시된 자료의 평균연료소모율 0.246kg/bhp·hr를 대입하고, 앞서 구한 동력과 속력-총 중량 관계식을 적용하면, 다음과 같이 연료 중량을 항속거리와 속력-총 중량의 함수관계로 나타낼 수 있다.

$$W_f = W \left\{ 1 - \exp \left(\frac{0.2R}{VW} - 4.726 \times 10^{-4} R \right) \right\} \quad (8)$$

2.5 탑재 중량 관계식

탑재 중량은 공기부양상륙정의 승조원 및 상륙 임무 수행을 위해 승선하는 상륙군, 적재화물(장비 및 부속물자)로 구분할 수 있으며, 적재 가능 공간과 중량 및 지상작전의 임무 형태에 따라 그 구성을 달리 하게 된다.

승조원(C) 및 상륙군의 중량은 개인군장을 포함하여 120kg이며⁽⁶⁾, 단순히 공기부양상륙정의 최대 적재 능력을 평가하기 위하여 상륙군 중량과 연료이외의 군수적재물(청수, 식량, 탄약)을 일반 적재화물 중량(F)에 포함시키면 아래와 같이 탑재 중량 관계식을 나타낼 수 있다.

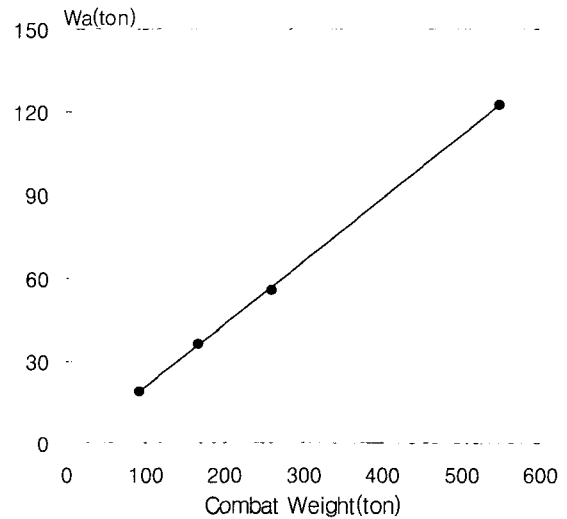
$$W_t = 0.12C + F \quad (9)$$

2.6 설치장비/의장 및 보조장비 중량 관계식

전기 및 보조장비는 전력소요와 함정의 크기에 영향을 받으며, 지휘통제 장비 및 의장품 등은 임무와 사용자 요구에 따라 다양하게 장착될 수 있다. 또한 실적선에 있어서도 이 부분에 대한 공개 자료는 없으며, 구체적인 설계 항목 및 중량을 명확히 산출하기가 쉽지 않다. 따라서 본 연구에서는 군사용 실적선의 일반적인 성능제원 자료⁽⁷⁾와 앞에서 구한 중량 관계식들을 바탕으로 아래와 같은 관계식을 구성하여 설치장비 및 보조장비의 중량(W_a)을 추정하였다.

$$\begin{aligned} W_a &= W - (W_s + W_r + W_b + W_f + W_t) \\ &= \left\{ \exp \left(\frac{0.2R}{VW} - 0.0004726R \right) \right. \end{aligned} \quad (10)$$

$$\begin{aligned} &- 0.002332V - 0.2 \} W - 0.25 W^{\frac{2}{3}} \\ &- N(0.001917E + 3.36) + 0.79 \\ &- 0.12C - F \end{aligned}$$



(그림 6) 총 중량과 설치장비 중량 관계

위의 식에 의한 계산결과, 표4에서 보는바와 같이 군사용 실적선의 설치장비 중량은 총 중량대비 20~22% 범위의 값으로 추정할 수 있으며, 설치장비의 중량 관계식을 총 중량의 선형함수 관계(그림6)로 아래와 같이 나타낼 수 있다.

$$W_a = 0.2264 W - 2.123 \quad (11)$$

2.7 전투중량 평가 방정식

전투중량은 공기부양상륙정의 경하톤수와 재회중량을 합한 것으로 중량 평가 방정식은 앞에서 구한 각 구성요소들의 중량 관계식들을 종합하여 아래와 같이 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned}
 W &= W_s + W_g + W_p + W_a + W_f + W_l \\
 &= \left\{ 1 - \exp\left(\frac{0.2R}{VW} - 0.0004726R\right) \right. \\
 &\quad \left. + 0.002332V + 0.4264 \right\} W \quad (12) \\
 &\quad + 0.25W^{\frac{2}{3}} + N(0.001917E + 3.36) \\
 &\quad - 2.913 + 0.12C + F
 \end{aligned}$$

이 식은 총 중량 W 에 대한 비선형 방정식으로 수치해석 방법으로 해를 구할 수 있으며, 군사용 실적선의 성능제원(표4)을 적용하여 전투중량을 평가하면 표5와 같은 결과를 얻을 수 있다. 평가톤수와 설계제원상의 만재톤수를 비교할 때, 최대 오차율 1.2%

[표 4] 군사용 실적선의 설치장비 중량 추정값

입력제원	TURT.V	LCAC	AIST	POMORNIK
포탑수(문)	1	0	2	2
포구에너지(kJ)	52.9	0	447	447
속력(kts)	50	50	60	55
항속거리(Nm)	500	200	350	300
적재중량(ton)	18	56	58	147
승조원수(명)	9	5	10	31
총중량(ton)	94	167	260	550
추정값, W_a (ton)	19.1	36.4	55.9	122.6

[표 5] 군사용 실적선의 전투중량 평가 결과

성능	TURT.V	LCAC	AIST	POMORNIK
만재톤수(ton)	94	167	260	550
구조중량	24	41	63	127
무장체계중량	4	0	8	8
동력계통중량	10	18	36	70
설치장비중량	19	35	57	122
연료중량	18	14	39	72
탑재중량	19	57	59	151
평가톤수	94	165	262	550
오차율(%)	0	1.2	0.8	0

는 공기부양상륙정의 개념 설계에 이 평가방정식이 유용하게 사용될 수 있음을 보여준다.

3. 대안분석

대안분석은 사용자 요구에 의해 선택된 설계 기준과 제약조건에 의하여 우선 순위가 높은 성능 요소의 향상을 위해 보다 덜 중요한 성능 요소를 상대적으로 희생시켜 중요한 성능이 발휘될 수 있도록 하는 설계 개념을 제시하는데 그 목적이 있다.

3.1 개략적인 ROC

최초 사용자 요구인 작전운용성능(ROC)은 군사전략 목표 달성을 위하여 획득이 요구되는 무기체계의 운용개념을 충족시킬 수 있는 성능수준과 능력을 제시하는 것으로, 여러 가지 기술적인 조건을 포함하여 구체적인 성능요소들로 구성된다.

본 연구에서는 ROC 도출을 위한 일반적인 전투 시나리오로 공기부양상륙정만으로 구성된 1개의 ATF(Amphibious Task Force)가 아군의 후방지역으로부터 1BLT(Battalion Landing Team)를 탑재하고 적 후방지역으로 함안이동을 한 후 복귀하는 것을 고려하였다. 따라서 공기부양상륙정은 대함/대공방어를 위한 무기체계를 갖추고, 임무수행에 필요한 충분한 상륙장비/물자 적재 및 초수평선 상륙작전을 위한 작전 지속 속력과 모기지 복귀가 가능한 항속거리 항해 능력을 갖추어야 한다.

이러한 설계 조건을 바탕으로 중량평가 방정식에서 도출된 무장체계의 포탑수 및 포구에너지, 운항속력, 항속거리, 탑재하중, 승조원 수를 성능요소로 선택하여 표6과 같이 개략적인 ROC를 작성하였다.

개략적인 ROC에 대한 중량평가 결과, 요구되는 성능요소들을 모두 만족시키기 위해서는 전투중량이

[표 6] 개략적인 ROC 및 전투중량평가

요 구 성 능		전투중량 평가	
포 탑 수(문)	2	구조중량(ton)	142
포구에너지(kJ)	2,370	무장체계중량	16
속 력(kts)	55	동력계통중량	79
항속거리(Nm)	600	설치장비중량	138
탑재중량 (ton)	90	연 료 중 량	152
승조원수 (명)	31	탑 재 중 량	94
만재톤수 (ton)	550	평 가 톤 수	621

621톤은 되어야 하므로 550톤의 제약조건을 충족시킬 수 있는 대안분석이 필요하게 된다.

3.2 응답모델 대안분석

대안분석 기법으로는 각 성능요소의 변화량이 전투중량에 미치는 영향을 전체 성능요소에 대해 동시에 분석할 수 있고, 주요 성능요소의 결정과 그에 따른 전투중량의 변화 정도를 예측할 수 있는 응답모델 대안분석 방법⁽²⁾을 사용하였으며, 표6에서 제시한 요구성능 조건에서 다음과 같은 성능요소 단위변화량에 대한 응답모델 관계식을 구하였다.

$$\begin{aligned}
 W = & 620.62 + 44.18\Delta N + 0.02\Delta E + 8.26\Delta V \\
 & + 1.22\Delta R + 5.59\Delta F + 0.67\Delta C \\
 & + 0.01\Delta N\Delta E + 0.55\Delta N\Delta V \\
 & + 0.08\Delta N\Delta R - 0.01\Delta N\Delta F + 0.03\Delta V\Delta R \\
 & + 0.07\Delta V\Delta F + 0.01\Delta V\Delta C + 0.01\Delta R\Delta F
 \end{aligned} \tag{13}$$

위의 응답모델에서 상수항은 요구성능 조건에서의 전투중량을, 매개변수 값들은 성능요소 단위변화량에 대한 전투중량의 변화량을 의미하며, 두 성능요소 사이의 상호영향(interactions)항에서 매개변수의 크기가 0.01이하로 전투중량의 변화에 영향이 적은 항은

소거되었다. 매개변수 값의 크기를 비교할 때, 전투중량에 제일 큰 영향을 미치는 성능인자는 무기체계 포탑수(M)이며, 그 다음은 속력(V)과 탑재중량(F)의 순서인 것을 알 수 있다.

개략적인 ROC에서 요구되는 성능요소들을 모두 만족시키기 위해서는 평가중량이 제약조건을 71톤 초과하므로 중점 설계 우선 순위를 토대로 제약조건을 만족시킬 수 있는 성능요소 변화량을 예측하여 ROC를 확정하기 위한 여러 대안들을 도출하여야 한다.

대안분석의 한 예로서, 기동성 중점의 설계 대안 제시를 위하여 운항속력(V)과 항속거리(R)에 대한 개략적인 ROC의 요구성능을 만족시키는 대신 다른 성능요소들의 요구성능을 줄이는 대안을 고려해 볼 수 있다. 전투중량에 대한 응답모델에서 이 두 성능요소의 요구성능을 고정시키면 가변 성능요소 단위변화량에 대한 관계식은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned}
 W = & 620.62 + 44.18\Delta N + 0.02\Delta E + 5.59\Delta F \\
 & + 0.67\Delta C + 0.01\Delta N\Delta E - 0.01\Delta N\Delta F
 \end{aligned} \tag{14}$$

이 식에서 포탑수 1문, 탑재중량 5톤을 줄이는 대안을 고려하면 아래와 같이 전투중량 예측이 가능하다.

$$\begin{aligned}
 W = & 620.62 + 44.18 \times (-1) + 5.59 \times (-5) \\
 & - 0.01 \times (-1) \times (-5) = 548.44
 \end{aligned} \tag{15}$$

따라서 가변 성능요소의 우선 순위에 따라 포탑수와 포구에너지, 탑재중량, 승조원 수의 변화량을 산출하여 표7과 같은 대안을 제시할 수 있다.

또 다른 예로, 화력 중점의 설계 대안 제시를 위하여 포탑수(M)와 포구에너지(E)의 요구성능을 고정시키면 가변 성능요소 단위변화량에 대한 응답모델 관계식은 아래와 같으며, 이로부터 표8과 같은 대안을 제시할 수 있다.

(표 7) 기동성 중점 설계 대안

구분	성능 요소	1안	2안	3안
고정 요소	속 력(kts)	55	55	55
	항속거리(Nm)	600	600	600
가변 요소	포 탑 수(문)	1	2	1
	포구에너지(kJ)	2,370	450	450
	탑재중량(ton)	85	85	90
	승조원수(명)	31	29	23
평가 중량(ton)		548	550	550

(표 8) 화력 중점 설계 대안

구분	성능 요소	1안	2안	3안
고정 요소	포 탑 수(문)	2	2	2
	포구에너지(kJ)	2,370	2,370	2,370
가변 요소	속 력(kts)	55	50	50
	항속거리(Nm)	580	600	570
	탑재중량(ton)	81	85	90
	승조원수(명)	31	23	29
평가 중량(ton)		548	550	550

$$\begin{aligned}
 W = & 620.62 + 8.26\Delta V + 1.22\Delta R + 5.59\Delta F \\
 & + 0.67\Delta C + 0.03\Delta V\Delta R + 0.07\Delta V\Delta F \\
 & + 0.01\Delta V\Delta C + 0.01\Delta R\Delta F
 \end{aligned} \tag{16}$$

위의 예에서 보는 바와 같이 응답모델 대안분석에서는 개략적인 ROC의 요구성능을 기준으로 각 성능인자의 변화량에 대한 전투중량의 응답모델을 구성하고, 사용자 관점에서의 중요 성능에 대한 우선 순위를 토대로 전체 성능인자의 영향을 동시에 고려하여 최적의 대안을 설정할 수 있도록 한다.

4. 결론

본 연구에서는 무기체계획득을 위한 개념설계 단계의 ROC 도출 과정에 대안분석 기법을 적용하는 방법을 제시하였으며, 공기부양상륙정의 총 중량에

대한 대안분석을 위해 필수적으로 요구되는 중량평가방정식을 개발하였다.

중량평가방정식의 유효성 확인을 위해 기존의 군사용 실적선 자료를 토대로 총 중량을 평가한 결과 1.2%이내의 정확도가 검증되었으며, 상세한 설계자료를 토대로 방정식을 구성하면 더 많은 성능요소를 포함시킨 보다 실질적인 결과를 얻을 수 있을 것으로 예측된다.

본 연구의 응답모델 대안분석 방법에서는 개략적인 ROC의 요구성능을 기준으로 각 성능요소 변화량에 대한 응답모델 관계식을 구성하여 매개변수 값의 크기를 비교함으로써 주요 성능요소를 결정할 수 있었다. 또한 사용자 관점의 성능 및 기능에 대한 중요도를 토대로 각 성능요소의 변화량에 대한 전투중량의 증감 정도를 예측하여 사용자 요구에 근접한 최적의 대안 설정이 가능한 대안분석을 수행할 수 있었다.

본 연구에서 개발한 중량평가방정식 및 응답모델 대안분석은 비록 함형이 상이하더라도 동일한 방법으로 관계식을 구성하여 응용할 수 있으며, 향후 ROC를 최적화 하는 과정에서 의사결정에 쉽고 빠른 자료를 제공하는데 유용하게 사용될 수 있을 것이다.

참고 문헌

1. G. E. Dieter, "Engineering Design : A Materials and Processing Approach", McGraw-Hill, 1983, pp.428~435
2. 신용석, 이회각, 김진우, "장갑차량의 개념설계를 위한 대안분석에서의 응답표면분석법 적용", 한국군사과학기술학회지, Vol.2, No.2, 1999, pp.24~29
3. 이성진, 이채우, "공기부양선", 1991, 교양문화사
4. E. R. Hooton, "Jane's Naval Weapon Systems" 1996
5. Stephen, J. Phillips, "Jane's High speed Marine Craft" 1995-1996

6. J. M. Owen et. al., "Application of Trade-Off Method to Armored Vehicle Design Evaluation", 1963, DDC, Virginia
7. 이제동, "동시공학을 적용한 공기부양상륙정의 작전운용성능(ROC) 정량화 방법 연구", 군사과학대학원, 석사학위논문, 2000