대 한 조 선 학 회 논 문 집
제46권 제4호 2009년 8월

Journal of the Society of Naval Architects of Korea
Vol. 46, No. 4, pp. 409-416, August 2009
DOI: 10.3744/SNAK.2009.46.4.409

# 다목적함수 최적구조설계 기법 및 응용

김기성†*, 김 금**

인하대학교 기계공학부 선박해양공학전공*
인하대학교 대학원 선박공학과**

# Multi-criteria Structural Optimization Methods and their Applications

Ki-Sung Kim†* and Jin Jin**

Department of Naval Architecture and Ocean Engineering, Inha University*
Department of Naval Architecture, Graduate School, Inha University**

Abstract

The structural design problems are acknowledged to be commonly multi-criteria in nature. The various multi-criteria optimization methods are reviewed and the most efficient and easy-to-use Pareto optimal solution methods are applied to structural optimization of a truss and a beam.

The result of the study shows that Pareto optimal solution methods can easily be applied to structural optimization with multiple objectives, and the designer can have a choice from those Pareto optimal solutions to meet an appropriate design environment.

※Keywords: Multi-criteria optimization(다목적함수 최적설계), Pareto solutions(파레토 최적해), Structural optimization(최적구조설계), Weighting method(가중치법), Constraint method(제한조건식법)

## 1. 서 론

구조설계 시에 흔하게 사용되는 구조성능의 판단기준 즉 목적함수로는 구조중량(최소중량), 재료비를 포함한 구조 건조비(최소 건조비), 처짐의 크기, 신뢰성, 진동수 등이 사용되어 왔다.

과거의 전통적인 구조 설계 시에는 상기에 언급한 목적함수 중 하나만을 대상으로 하는 단일 목적함수 문제만을 주로 다루었으며, 또한 우선순위를 고려한다든가 가중치를 고려한다든가 하는 정량화가 어려운 목적함수 문제는 다루기 어려웠다.

따라서 이러한 문제를 극복하기 위해서는 단일 목적함수를 갖는 문제를 최적화 한 후 제한조건이나 목적함수의 변화에 따른 목표치의 변화를 관찰하는 민감도 해석(Sensitivity Analysis)을 추가로

접수일: 2009년 3월 23일, 승인일: 2009년 6월 10일
†교신저자: kisung@inha.ac.kr, 032-860-7336

수행하여 설계자가 의사 결정권자에게 정보를 제공하였다.

그러나 실제 구조설계는 흔히 상기에서 언급한 여러 가지의 목적함수를 동시에 만족시켜야 하는 다목적함수의 문제이다.

따라서 구조최적설계를 다목적함수 최적설계 문제로 취급함으로써 실제 문제에 접근할 수 있으며, 또한 정량적으로 표시하기 어려운 목적함수나 최소 중량(Minimum Weight)과 최소 건조비(Minimum Cost)와 같이 목적함수 사이에 동일한 단위로 표시하기 어려운 문제 (Incommensurable Problem) 까지도 다룰 수 있게 된다.

다목적함수 문제에서는 각각의 목적함수를 최대한 만족시킬 수 있는 또는 어떤 목적함수를 해치지 않고는 다른 목적함수를 개선할 수 없는 해를 구하게 된다. 이러한 해를 보통 최적 절충해(Efficient Solution, Non-dominated Solution, Non-inferior Solution or Pareto Optimum Solution)라 한다. 이러한 최적 절충해는 단일 목적함수 문제와는 달리 유일하지 않은게 특징이며 일련의 다른 해를 제공한다(Haftkaet and Gürdal 1992, Kim and Jeong 1997).

따라서 본 논문에서는 구조설계에서 응용 가능한 다목적함수 최적설계 기법에 대해서 간략하게 설명한 후 트러스와 보의 구조설계에 응용하여 다목적함수 최적설계기법을 비교 평가 하고자 한다.

## 2. 다목적함수 최적설계 기법

다목적 함수 문제는 수학적으로 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$\text{Minimize} \quad J = G(x)$$
$$\text{Subject to} \quad x \in X$$

여기서 $X=(x_1,x_2,\cdots,x_n)^T$로 표시되는 설계변수를 나타내며, $J=G=(G_1,G_2,\cdots,\ G_n)^T$로 표시되는 목적함수를 나타낸다. 그리고 $X=x;h_j(x) \le 0, j=1,2,\cdots,m)$로 표시되는 허용 영역내의 설계 변수 값이며, 이 값들은 제약조건식 $h_j$에 의해서 결정된다.

상기 다목적함수 문제에서는 일반적으로 모든 $G_k$를 동시에 최소로 하는 최적해 (Optimal Solution or Superior Solution)는 일반적으로 존재하지 않는다. 따라서 상기 서론에서 언급하였듯이 절충해를 구할 수밖에 없다.

다목적함수 최적화 기법은 설계자 또는 의사 결정자의 목적함수에 대한 선호도의 결정 방법에 따라, (1) 선호도 초기 결정법, (2) 선호도 계속 결정법, (3) 선호도 최종 결정법으로 분류할 수 있다. (Gero 1985, Kim et al. 1992, Kim 1994, Kim and Kim 1994, Chung et al. 1996).

### 2.1 선호도 초기 결정법

선호도 초기 결정법으로는 Goal Programming (목표계획법)이 대표적인 방법이고 Compromise Programming, Fuzzy Programming 등이 있다. 이 방법들은 각각의 목적함수에 대한 가중치(weight)나 중요도의 우선순위(priority)를 미리 정한 후 최적점을 찾는 방법으로 수학적으로 간단하여 비교적 많이 쓰이고 있으나 선호도의 표현인 각각의 목적함수에 대한 가중치(weight)나 우선순위(priority)의 결정이 어려운 단점이 있다. 이 방법에 대한 전산프로그램은 추후에 언급되는 축차 선형계획법을 이용하면 쉽게 풀 수 있다.

### 2.2 선호도 계속 결정법

초기에 일단 선호도를 결정하여 설계를 수행한 후, 그 결과를 보고 다른 선호도를 결정하여 연산을 수행하거나 만족되는 해가 얻어질 때까지 계속하는 방법이다. 이 방법들 중에서 대표적인 방법으로는 Step Method가 있다. Step Method는 설계자가 가중치(weight)나 우선순위(priority)를 계속 변화시켜 가면서 새로운 최적점을 계산해 가다가, 설계자가 만족하는 최적점에 도달할 때까지 계속하는 방법이다.

### 2.3 선호도 추후 결정법

이 방법은 여러 개의 가능한 최적해를 모두 구하여 설계자나 최종 의사 결정자에게 제시하여 서로 상충되는 목적함수의 가중치나 우선순위 등의 영향을 비교 검토 할 수 있도록 하는 방법이다.

이 방법에 의해 얻어지는 일련의 최적값들을 최적절충해(Pareto Optimal Solutions)라 한다. 이러한 각각의 절충해는 한개 이상의 다른 목적함수를 해치지 않고는 어떤 한개의 목적함수의 개선이 불가능한 값들을 말한다.

이 방법의 대표적인 기법으로는 가중치법(Weighting Method)과 제한조건식법( ε-Constraint Method) 등이 있다. 이 방법의 단점은 많은 설계점 중에서 최적점을 선택하는 문제일 것이다. 그러나 최종 설계의 선택은 최종 결정권자(설계자 또는 책임자)가 그 기관의 환경이나 그 설계의 제한 조건 등에서 미처 고려하지 못한 점 등을 고려하여 최적점을 선택할 수 있다.

## 3. 다목적함수 구조설계에의 응용

다목적함수 최적화 문제까지를 다루기 위해서 개발된 전산프로그램인 일반축차선형계획법(一般逐次線形計劃法, GSLPM, General Sequential Linear Programming Method) (Kim 1994)을 응용하여 구조설계에서의 응용문제를 예시한다. 상기의 최적화 전산프로그램은 다목적함수 문제 뿐만 아니라 제한 조건식과 목적함수가 선형이거나 비선형의 문제, 또는 정수의 설계변수 문제, 목표계획법의 문제 등 모든 다양한 최적설계 문제를 다룰 수 있는 프로그램이다. 다음의 다목적 구조설계에서는 다목적 최적화 기법 중에서 선호도 추후 결정법에 의한 Truss와 Beam에 대한 Pareto Optimal Solution을 구하여 각각의 방법을 비교하였다.

### 3.1 Optimum Truss Design

Fig. 1에 나타낸 Truss의 최적설계 문제는 최소중량과 최소 처짐의 두 가지 상치되는 다목적함수에 대한 최적설계 문제이다(Carmichael 1980, Kim and Urm 1993).

Truss 최적설계 문제는 다음과 같이 정식화 되고, 여기서 설계변수는 요소의 단면적 $A_1$과 $A_2$ 그리고 절점 1과 2에서의 처짐량 $y_1$과 $y_2$이다.

Minimize $F_1 = 1732\,A_1 + 1500\,A_2$ (최소중량)

and $F_2 = y_1 + y_2$ (최소처짐)

Subject to

$$\sqrt{3}\,A_1 y_1 + 2\,A_2 y_1 - 2\,A_2 y_1 = 966$$

$$-2\,A_2 y_1 + 3\,A_2 y_2 = 483$$

$$y_1 \le 5\,mm, \quad y_2 \le 5\,mm$$

$$A_1 \le 120\,mm^2, \quad A_2 \le 120\,mm^2$$

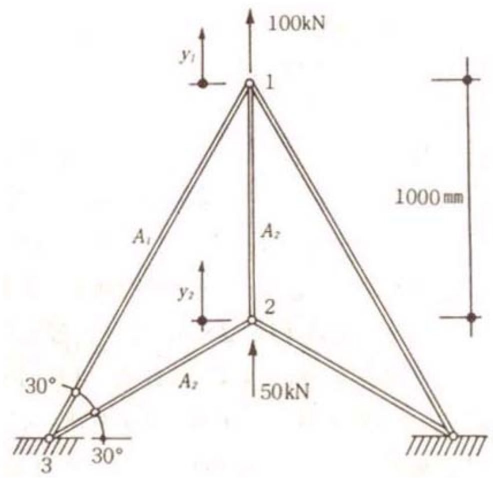


Fig. 1 Truss design model

이 구조물의 설계에서는 중량과 절점1과 절점2에서의 y-방향의 변위의 합을 동시에 최소로 하는 것이 설계의 목적이지만, 설계자는 구조의 중량을 줄이고자 할 때는 변위의 증가를 감수하지 않으면 아니 되고, 역으로 변위를 줄이고자 할 때는 중량의 증가를 감수해야 한다. 따라서 이러한 경우에는 상호의 목적을 최대로 달성할 수 있는 여러 경우의 최적 절충해(Efficient Solution, Pareto Optimal Solution)를 구해서 설계자나 의사 결정자가 선택할 수 있도록 한다.

(a) 가중치법 (Weighting Method)

가중치법은 목적함수 간의 관계를 다음식과 같이 각각에 대해서 중요도에 따른 적정한 가중치를

부여하여 그 합을 최소로 하는 해를 구하는 방법이다. 이 때 각각의 목적함수가 동일한 기준에 의해서 판단되지 않는 경우에는 각각의 목적함수에 대한 하나의 기준이 되는 설계에 대해서 비교함으로서 전체의 목적함수를 무차원화 하는 것이 바람직하다.

Truss 설계 문제를 가중치법으로 나타내면 다음과 같다.

가중치법에서는 기준설계에 대한 가중치를 부여하는 것이 바람직하므로 본 문제에서는 최소중량설계와 최소변위 설계를 기준치로 잡았다.

Minimize $F = k(\frac{F_1}{F_{1B}}) + (1-k)\,(\frac{F_2}{F_{2B}})$

Where, $F_1 = 1732\,A_1 + 1500\,A_2$ (최소중량)

$F_2 = y_1 + y_2$ (최소처짐)

$F_{1B} = 338094.3$ (최소중량 설계)

$F_{2B} = 8.8$ (최소변위 설계)

$k = Weighting\,Factor,\ (0 \le k \le 1)$

Subject to;

$$\sqrt{3}\,A_1 y_1 + 2\,A_2 y_1 - 2\,A_2 y_1 = 966$$

$$-2\,A_2 y_1 + 3\,A_2 y_2 = 483$$

$$y_1 \le 5\,mm\,,\quad y_2 \le 5\,mm$$

$$A_1 \le 120\,mm^2,\ \ A_2 \le 120\,mm^2$$

위 식에서 알 수 있듯이 2개의 목적함수가 각각에 적절한 가중치를 부여하면 하나의 목적함수로 바뀌어 단순한 최적화 문제로 되어, 일반적인 비선현형 최적화 기법을 적용하면 해를 구할 수 있게 된다. Table 1 과 Fig. 2에서 볼 수 있듯이 가중치법의 단점으로서는 k의 변화에 따른 Pareto Optimal Set의 분포가 한 곳에 치우치게 되는 경우가 발생하여, 설계자가 어떤 특정 목적함수에서 Pareto Optimality를 만족하는 해를 구하기 어려운 경우가 발생한다. 이러한 단점을 보완하는 방법이 다음에 설명하는 제한조건식법이다.

Table 1 Pareto optimal solutions of truss(Weighting method)

| k | 0.0 | 0.2 | 0.4 | 0.6 | 0.8 | 1.0 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $A_1$ ($x_1$) | 120.0 | 120.0 | 120.0 | 114.6 | 111.5 | 111.5 |
| $y_1$ ($x_2$) | 4.475 | 4.475 | 4.517 | 4.930 | 5.0 | 5.0 |
| $A_2$ ($x_3$) | 120.0 | 120.0 | 116.0 | 93.99 | 96.60 | 96.60 |
| $y_2$ ($x_4$) | 4.325 | 4.325 | 4.399 | 5.0 | 5.0 | 5.0 |
| $F_1$ | 387840 | 387840 | 381840 | 339472 | 338018 | 338018 |
| $F_2$ | 8.80 | 8.80 | 8.96 | 9.93 | 10.0 | 10.0 |
| $F^*$ | 0.8799 | 0.9338 | 0.9867 | 0.9998 | 1.0 | 1.0 |

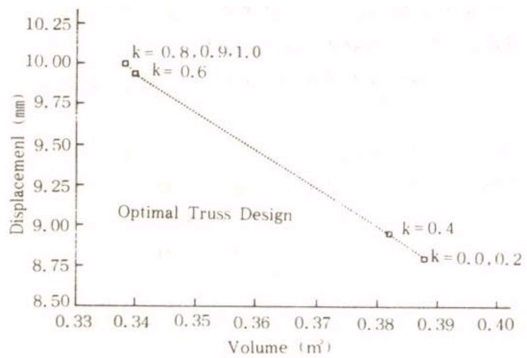


Fig. 2 Pareto optimal solutions of truss (Weighting method)

(b) 제한조건식법 ( ε-Constraint Method)

이 방법은 어떤 특정 목적함수 값의 변화에 따른 다른 목적함수가 어떻게 거동하는지 알아내는 방법이다. 즉, 임의의 목적함수 값을 기존의 제한조건식에 추가하여 최적 절충해를 찾아내는 방법이다.

Truss 설계 문제를 제한조건식법으로 나타내면 다음과 같다. 여기서 ε값의 범위는 2개의 목적함수를 최대로 만족하는 범위를 취하면 되고 (즉, 최소주량설계와 최소처짐 설계) ε값은 이 범위 내에서 적절히 조절하면 된다.

Minimize $F_1 = 1732\ A_1 + 1500\ A_2$(최소 중량)

Subject to $F_2 = y_1 + y_2 \le \varepsilon$ (최소 처짐)
Where, $\epsilon = F_2$에 대한 목표값 (goal)

$$\sqrt{3}\ A_1 y_1 + 2\ A_2 y_1 - 2\ A_2 y_1 = 966$$

$$-2\ A_2 y_1 + 3\ A_2 y_2 = 483$$

$$y_1 \le 5\ mm, \quad y_2 \le 5\ mm$$

$$A_1 \le 120\ mm^2, \quad A_2 \le 120\ mm^2$$

이 방법의 장점은 Table 2와 Fig. 3에서 볼 수 있듯이, ε 값을 변화시키면 Pareto Optimal Set의 전체적인 모습을 알 수 있어, 설계자의 선호도에 따라 쉽게 최적점을 구할 수 있다.

Table 2 Pareto optimal solutions of truss (ε-Constraint method)

| ε | 10.0 | 9.8 | 9.6 | 9.4 | 9.2 | 9.0 | 8.8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $A_1$ ($x_1$) | 111.5 | 120.0 | 120.0 | 120.0 | 120.0 | 120.0 | 120.0 |
| $y_1$ ($x_2$) | 5.000 | 4.808 | 4.746 | 4.682 | 4.616 | 4.546 | 4.475 |
| $A_2$ ($x_3$) | 96.60 | 90.09 | 95.29 | 100.9 | 106.8 | 113.2 | 120.0 |
| $y_2$ ($x_4$) | 5.000 | 4.992 | 4.854 | 4.718 | 4.584 | 4.454 | 4.325 |
| $F_1$ | 38094 | 342970 | 350774 | 359125 | 368057 | 377605 | 387806 |
| $F_2$ | 10.0 | 9.8 | 9.6 | 9.4 | 9.2 | 9.0 | 8.8 |

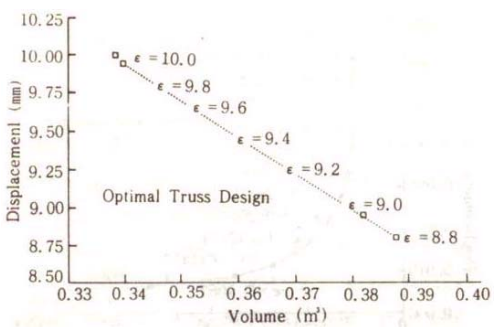


Fig. 3 Pareto optimal solutions of truss (ε-Constraint method)

3.2 Optimal Beam Design

Fig. 4에 보였듯이, 이 문제는 큰 횡하중과 작은 수평하중을 받는 양단 단순지지보의 설계에 있어서 최소중량과 최소처짐의 2개의 목적함수에 대한 최적설계를 수행하는 문제이다(Gero 1985).

Beam 설계 문제는 다음과 같이 수학적으로 정식화 할 수 있다.

Minimize $F_1 = 2x_2 x_4 + x_3(x_1 - 2x_4)$, $(cm^2)$ (최소중량)

and $F_2 = \dfrac{pl^3}{48EI}$, $(cm)$ (최소처짐)

Where,

$$I = \frac{1}{12}\{x_3(x_1 - 2x_4)^3 + 2x_2x_4[4x_4^2 + 3x_1(x_1 - 2x_4)]\}$$

Suject to; $\dfrac{M_y}{Z_y} + \dfrac{M_z}{Z_z} \le \sigma_a$ (허용응력)

Where, $M_y = \dfrac{P}{2} \times \dfrac{l}{2}$ (횡방향 굽힘모우멘트)

$M_z = \dfrac{Ql}{4}$ (수평방향 굽힘모우멘트)

$$Z_y = \frac{1}{6x_1}\{x_3(x_1 - 2x_4)^3 + 2x_2x_4[4x_4^2 + 3x_1(x_1 - x_4)]\}$$

$$Z_z = \frac{1}{6}x_2\{(x_1 - 2x_4)x_3^3 + 2x_4x_2^3)\}$$

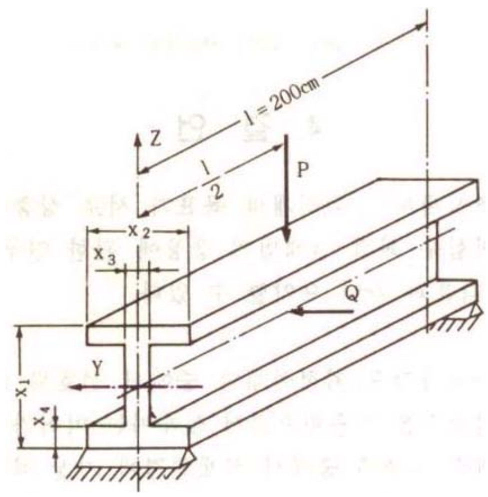


Fig. 4 Beam design model

(a) 가중치법 (Weighting Method)

Beam 설계 문제를 가중치법으로 나타내면 다음과 같으며, 최적 절충해를 Table 3과 Fig. 5에 나타냈다.

Minimize $F = k(\frac{F_1}{F_{1B}}) + (1-k)(\frac{F_2}{F_{2B}})$

Where $F_1 = 2x_2x_4 + x_3(x_1 - 2x_4)$ (최소중량)

$F_2 = \frac{Pl^3}{48EI}$ (최소처짐)

$F_{1B} = 127.41$ $(cm^2)$ (최소중량설계)

$F_{2B} = 0.0059$ $(cm)$ (최소변위설계)

$k = Weighting\ Factor$ $(0 \le k \le 1)$

Table 3 Pareto optimal solutions of beam (Weighting method)

| k | 0.0 | 0.2 | 0.4 | 0.6 | 0.8 | 1.0 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $A_1$ ($x_1$) | 120.0 | 120.0 | 120.0 | 114.6 | 111.5 | 111.5 |
| $y_1$ ($x_2$) | 4.475 | 4.475 | 4.517 | 4.930 | 5.0 | 5.0 |
| $A_2$ ($x_3$) | 120.0 | 120.0 | 116.0 | 93.99 | 96.60 | 96.60 |
| $y_2$ ($x_4$) | 4.325 | 4.325 | 4.399 | 5.0 | 5.0 | 5.0 |
| $F_1$ | 387840 | 387840 | 381840 | 339472 | 338018 | 338018 |
| $F_2$ | 8.80 | 8.80 | 8.96 | 9.93 | 10.0 | 10.0 |
| $F^*$ | 0.8799 | 0.9338 | 0.9867 | 0.9998 | 1.0 | 1.0 |

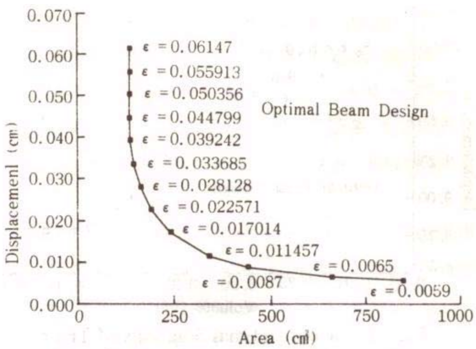


Fig. 5 Pareto optimal solutions of beam (Weighting method)

(b) 제한조건식법 ( ε-Constraint Method)

Beam 설계를 제한조건식법으로 나타내면 다음과 같으며 최적 절충해는 Table 4와 Fig. 6과 같다.

Minimize

$F_1 = 2x_2x_4 + x_3(x_1 - 2x_4)$, $(cm^2)$ (최소중량)

Subject to $F_2 = \frac{pl^3}{48EI} \le \varepsilon$ , $(cm)$ (최소처짐)

Where,

$I = \frac{1}{12}x_3(x_1 - 2x_4)^3 + 2x_2x_4[4x_4^2 + 3x_1(x_1 - 2x_4)]$

$\varepsilon = 0.00590 \sim 0.06147$

$\frac{M_y}{Z_y} + \frac{M_z}{Z_z} \le \sigma_a$ (허용응력)

Where, $M_y = \frac{P}{2} \times \frac{l}{2}$ (횡방향 굽힘모우멘트)

$M_z = \frac{Ql}{4}$ (수평방향 굽힘모우멘트)

$Z_y = \frac{1}{6x_1}x_3(x_1 - 2x_4)^3 + 2x_2x_4[4x_4^2 + 3x_1(x_1 - x_4)]$

$Z_z = \frac{1}{6}x_2(x_1 - 2x_4)x_3^3 + 2x_4x_2^3)$

Table 4 Pareto optimal solutions of beam ( ε-Constraint method)

| ε | 10.0 | 9.8 | 9.6 | 9.4 | 9.2 | 9.0 | 8.8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $A_1$ ($x_1$) | 111.5 | 120.0 | 120.0 | 120.0 | 120.0 | 120.0 | 120.0 |
| $y_1$ ($x_2$) | 5.000 | 4.808 | 4.746 | 4.682 | 4.616 | 4.546 | 4.475 |
| $A_2$ ($x_3$) | 96.60 | 90.09 | 95.29 | 100.9 | 106.8 | 113.2 | 120.0 |
| $y_2$ ($x_4$) | 5.000 | 4.992 | 4.854 | 4.718 | 4.584 | 4.454 | 4.325 |
| $F_1$ | 38094 | 342970 | 350774 | 359125 | 368057 | 377605 | 387806 |
| $F_2$ | 10.0 | 9.8 | 9.6 | 9.4 | 9.2 | 9.0 | 8.8 |

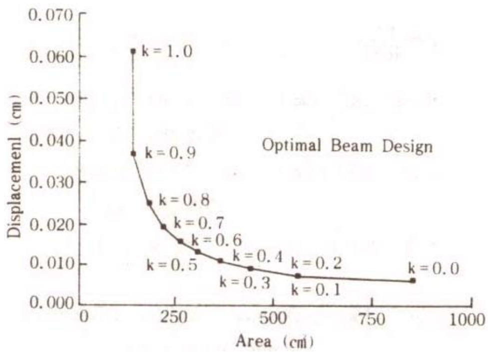


Fig. 6 Pareto optimal solutions of beam (ε-Constraint Method)

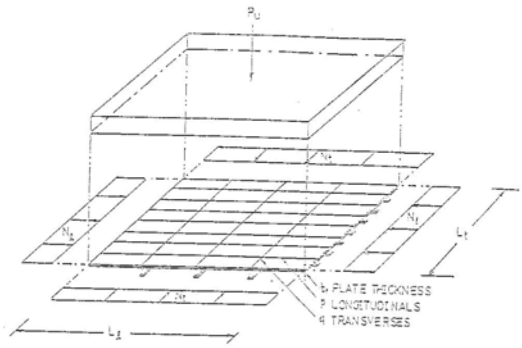


Fig. 7 Grillage design model

### 3.3 Optimal Grillage Design

선체는 많은 구조 부재가 Fig. 7에 보인 것과 같은 보강판으로 구성되어 있다. 이러한 보강판의 설계에서는 통상 최소중량을 목적함수로 취하여 중량경감을 도모하거나 용접장등을 고려한 생산비를 고려한 최저생산비를 목적함수로 취하여 설계를 수행해 왔다. 그러나 최근에는 선주의 요구 조건(주로 최소중량 설계)과 조선소의 요구 조건(주로 최저생산비 설계)의 타협점에서 설계를 수행하고 있다. 따라서 상기 양자 간의 요구조건에 맞는 절충해를 구하기 위해서 일련의 최적 절충해를 구한 후 설계자는 그 중에서 가장 적합한 설계를 선택할 수 있도록 할 수 있다.

따라서 상기 보강판에 대한 최적 절충해를 아래와 같은 설계모델과 재료비와 생산비 데이터와 소성 설계법(Jeong et al. 1996)에 의해서 최적 절충해를 구하면 Table 5와 Fig. 8과 같다.

보강판에 대한 최적 절충해를 분석해 보면 최소중량설계는 k=1.0 일때 Q=3, P=16으로서 보강재의 숫자가 상대적으로 많으며 판의 두께는 얇다. 반면에 최소건조비 설계는 Q=3, P=2로서 용접비등을 최소로 하기 위해서 보강재의 숫자가 현저하게 줄어들었고 판의 두께는 증가하여 따라서 보강판의 총 구조중량은 현저하게 증가한다.

그러나 상기에 언급한 극단적인 최소중량 설계나 최소 건조비 설계에서 벗어나 양자의 절충해를 Fig. 8에서 선택할 수 있다.

Table 5 Efficient solution by weighting method

| k | 0.0 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 0.9 | 1.0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Q | 2 | 4 | 5 | 5 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 |
| P | 3 | 2 | 3 | 3 | 7 | 8 | 9 | 10 | 10 | 12 | 16 |
| Tv | 1.01 | 0.94 | 0.83 | 0.83 | 0.78 | 0.75 | 0.74 | 0.73 | 0.73 | 0.72 | 0.71 |
| Tc | 696 | 699 | 739 | 739 | 799 | 837 | 879 | 923 | 923 | 1018 | 1283 |

k = Weighting factor
Q = Number of girders along shorter span
P = Number of stiffeners along longer span
Tv = Relative grillage volume
Tc = Relative total cost

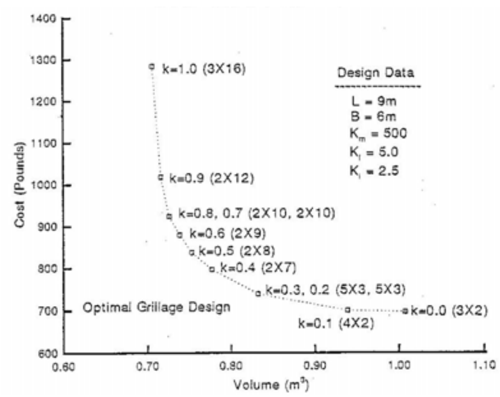


Fig. 8 Pareto optimal solution of grillage(Weighting method)

## 4. 결 언

구조설계에서 여러 개의 목표가 서로 상충되는 다목적함수 최적 설계법의 응용에 관한 연구 결과를 다음과 같이 요약할 수 있다.

(1) 다목적함수 최적설계법 중에서 선호도 최후 결정법을 사용함으로서 설계자는 여러 가지의 최적 절충해 중에서 설계환경에 가장 적합한 설계를 수행할 수 있다.

(2) 다목적함수 최적설계 기법 중 가중치법이나 제한조건식법은 정식화가 용이하고 일반 비선형 최적화 기법을 이용할 수 있다.

(3) 다목적함수 최적설계법을 이용하면 정량적인 표시가 불가능하거나 동일한 단위로 표시가 아니 되는 목적함수의 설계 문제도 취급할 수 있다.

## 후 기

이 논문은 인하대학교의 지원에 의하여 연구되었습니다.

## 참 고 문 헌


- Carmichael, D.G, 1980, "Computation of Pareto Optima in Structural Design," Int. J. for Numerical Methods in Engineering, Vol. 15, pp. 925-929.
- Chung, T.J., Kim, K.S. and Park. Y.H., 1996, "Optimum Plastic Design Method of Grillages under Uniformly Distributed Lateral Loads and Axial Forces," Trans. of the Society of Naval Architects of Korea, Vol. 33, No. 2, pp. 56-64.
- Gero, J.S.(Ed.), 1985, Design Optimization, Academic Press, Inc.
- Haftka, R.T. and Gürdal, Z., 1992, Elements of Structural Optimization, Kluwer Academic Publishers, The Netherlands.
- Kim, K.S., 1994, “General Sequential Linear Programming Method(GSLPM),” Inha University RIST, Vol. 22, pp. 87-90.
- Kim, K.S. and Jeong, H.S., 1997, "Optimum Midship Section Design of Hatchcoverless Container Ship," Journal of the Society of Naval Architects of Korea, Vol. 34, No. 4, pp. 84-90.
- Kim, I.T. and Kim, K.S., 1994, "Application of Multicriteria Programming Techniques: An Optimum Design of Sandwich Beams," J. of the Korean Society for Composite Materials, Vol. 7, No. 1, pp. 57-64.
- Kim, K.S., Kim, I.T. and Kim, Y.Y., 1992, "An Optimum Design of Sandwich Panel at Fixed Edges," Trans. of the Society of Naval Architects of Korea, Vol. 29, No. 2, pp. 115-122.
- Kim, K.S. and Urm, H.S., 1993, “Multi-objective Optimization Techniques,” Journal of the Society of Naval Architects of Korea, Vol. 30, No. 2, pp. 66-70.



< 김 기 성 >


< 김 금 >