

요트경기 핸디캡 시스템의 효율적 적용 방안에 관한 연구

김 용 재
(부경대학교)

The Study for the effective handicap system of racing yachts

Yong-Jae KIM
Pukyong National University
(Received March 21, 2006/Accepted April 5, 2006)

Abstract

Research efforts regarding the handicap system for the fair determination of the ranking of yacht racing for various sizes have started in the end of 19th century led by Europe and America.

The development of the handicap system started in 1952 as inshore and offshore races began. A simple empirical handicap system has been selected by IOR and IMS rule in mid 70's, and more advanced technique based on theoretical and computer simulation has been selected in late 70's by IMS rule. While each techniques have relative merits, it is found that the simple empirical handicap system is more effective than the advanced technique in term of reliability and easiness of use as more racing records are accumulated

Key words : Rating, Handicap, IOR and IMS rule

I. 서 론

1. 연구의 목적 및 필요성

요트 경기의 초기에는 소수의 부유한 사람들만이 큰 요트를 소유할 수 있었기 때문에 요트는 귀족스포츠의 대명사로 치부되어 왔다. 특히 이들에 의해 큰 요트가 경기에서 유리하다는 경험칙이 발견되었다. 이후, 크기가 다른 요트들이 함께 경기에 참가함으로써 발생하는 경기의 불공정성을 최소화시키기 위해 요트의 크기에 따라 핸디캡을 부여하는 핸디캡 체계(handicap system)가 규정된 것은 1829년의 일이다. 이 규정

은 옛날의 상선이나 무역선과 같이 적재용량을 중심으로 요트의 잠재적 속도를 6등급으로 구분하는 가운데 이 등급에 따라 핸디캡을 부여하고 있다. 그 뒤 경기가 점점 고도화됨에 따라 요트 설계자들은 6등급 핸디캡 규정내에서 더 빠른 속도를 낼 수 있는 요트 선형을 어떻게 설계할 것인가 하는 일에 총력을 경주하게 되었다(한국체육과학연구원, 1990).

요트경기는 19세기 초에 영국에서 처음으로 시작되었다. 이후, 구미각국으로 소개되었고, 오늘날에는 국제적 경기로서 올림픽 경기, 세계일주 경기, 그리고 각국의 국내 경기에 이르기까지 저

† Corresponding author : 010-7747-1331, nhk2146@pknu.ac.kr

변화대가 이뤄졌다. 경기 규모별로 분류하면, 국내 경기로부터 국제 경기까지 이고, 크기(사이즈)로는 가장 소형인 덩기정으로부터 대형 크루저에 이른다. 영역별 경기로는 동일보트끼리 겨루는 경기와 크기와 모양이 다른 정(艇, 보트)끼리 겨루는 핸디캡 경기로 분류할 수 있다.

본 연구에서는 경기에 대하여 다루기로 한다.

그 목적은 정의 크기와 모양에 관계없이 정의 성능을 동일하게 하기 위해 각 정에 핸디캡을 주어 경기의 승부를 정에 두지 않고 오로지 정을 조종하는 조종자의 의욕과 관전자들의 흥미를 돋우기 위한 것이다.

그러나 이 핸디캡 산출 방법은 지금까지 개발 발전되어 적용되어 왔지만 경기 결과에 대한 공정성 문제로 불만이 제기되어 각국 연구기관에서는 매 경기때 마다 우승을 하기 위하여 많은 시간과 비용을 드리고 보완 수정하고 있는 실정이다.

따라서 이 연구의 목적은 2개 핸디캡 적용 방법을 중심으로 서로 장단점을 비교 검토하여 세일링 요트 경기에 적용할 보다 효율적인 핸디캡 방안을 모색하는데 있다(Lars Larsson & Rolf E Eliasson, 1999; 박근웅, 1997; 신중계의, 2004; 심상목, 2005).

2. 연구의 내용 및 방법

이 연구는 핸디캡경기에서 오랫동안 관계적으로 적용되어온 규칙과 방법을 근거로 하여 서로 다른 요트의 크기와 형태에 따른 문헌과 연구 자료를 토대로 이루어졌다.

문헌연구는 국제외양범주협회에서 제시하고 있는 자료, IMS(1999)에서 오랫동안 축적된 자료를 토대로 정립시킨 룰 적용방식과 한국체육과학연구위원회의 자료를 근거로 문헌연구를 하였으며, 핸디캡적용방법에는 전세계적으로 공용화되고 있는 IOR과 IMS룰의 두 가지가 있다. 하나는 서로 다른 경기정의 성능을 동일한 성능으로 하기 위해 오랜 실전경기를 통하여 축적된 속도잠재력인 레

이팅 경기자료를 기준으로 통계처리하여 구하는 통계적인 간이핸디캡 방법과 다른 하나는 이론과 실험에 의해 구하는 해석핸디캡 방법에 대한 적용 방법을 연구하고자 한다.

II. 이론적 배경

실전경기를 통하여 구하는 통계적 간이핸디캡 방법과 실험과 이론에 의해 핸디캡을 구하는 해석핸디캡 방법은 다음과 같다.

1. 간이 핸디캡시스템

레이팅 R과 핸디캡TA와의 관계는

$$TA = 3600 / 0.75(R + 2.6)$$

가) IOR과 IMS규칙의 통합병행간이 레이팅R 레이팅R를 구하는 식은 <표 1>과 같다.

<표 1> 레이팅 R를 구하는 식

21ft Class	25ft Class	30ft Class	33ft Class	40ft이상 Class
R=LOA -6ft	R=LOA -7ft	R=LOA -8ft	R=LOA -8.5ft	R=LOA -10ft

자료: Sailing Cruiser, 1997.

여기서 정의 전장(LOA)

나) IMS규칙의 간이 레이팅R를 구하는 식

$$R = (P_f / 2) (L \times \sqrt{S} - F \pm D \pm P + A \pm H + C - K)$$

(서울대학교 공학연구소, 2004)

L은 흘수선의 길이, S는 돛의 면적, F는 건현의 높이, B는 선폭을 수정하는 수치(+는 기준보다 작은 것을 말함), D는 깊이를 개정하는 수치(+는 기준보다 작은 것), P는 선체중량개수(배수톤수), A는 선수(船首)의 돌출(over hang)의 길이, H는 선수재(船首材:stem)의 모양을 수정하는 수치(+는 기준보다 작은 것) C는 선미의 길이를 수정하는 수(+는 기준보다 작은 것), K는 발라스트킬 계수

(레이더의 2%), Pf는 프로펠러를 가진 경우 별도로 산출된 1보다 작은 수치이다.

2. 해석핸디캡시스템

과거의 자료와 최신이론에 의해 해상의 여러 가지 풍향, 풍속에 대한 정속(艇速)을 이론해석으로 바르게 계산하여 정의 속도 잠재력을 예측하는 프로그램은 VPP (Velocity Predict Program)로 정도 높은 핸디캡TA(Time Allowance)을 구하는 프로그램이고, 이 TA는 정속도의 역수이다. 이 때 정의 형상을 정도 높게 하기 위해 레이저 광선으로 길이방향으로 40등분한 횡단면을 컴퓨터로 읽어낸다.

경기정의 속도 성능을 구하기 위해 실내 실험이나 이론해석을 할 때 해상조건의 풍향, 풍속, 조석, 파고 등의 변화가 불규칙하여 이에 대응할 만한 이론의 한계와 실내모형실험의 한계가 있어 정도 높은 해석을 하는데 한계가 있다. 그러나 다행하게도 최근 수치계산 유체역학(CFD)의 등장은 해석에 가장 힘든 유체역학적 원인이 되는 흐름의 역학적 구도를 설명해주기 위한 경기정의 개발을 위한 유력한 도구가 되고 있다. 그러나 CFD에 의해 새로운 해석결과를 보증을 하기 위해서는 많은 비용과 많은 시간을 들여 수조와 풍동실험을 하여 그 성능을 확인하는 과정을 거쳐야 한다(박근웅, 이기주의, Kerwin 등).

속도잠재력을 구하기 위한 속도 예측프로그램을 구하는 방법은 다음과 같은 순서에 의해 구하게 된다(심상목, 2005; Marchaj, 1964; Gerritsma 등, 1997).

(1)요트에 미치는 외력

세일링 요트는 풍력에 의하여 추진됨으로 힘의 작용점과 모멘트가 각각 공기 중과 수중의 위치에 존재하게 된다. 즉, 공기 중에서는 추진력, 횡경사력, 수직 공기력과 트림 모멘트, 횡경사 모멘트, 요잉 모멘트 등의 모멘트가 발생되고, 수중에

서는 선체저항, 횡경사력, 수직 수중력과 트림 모멘트, 복원 모멘트, 요잉 모멘트가 발생한다.

세일링 요트의 추진은 이러한 공기 중의 힘과 모멘트, 수중의 힘과 모멘트의 평형에 의하여 이루어진다.

(2)선형실험 방법

세일링 요트의 경우는 대부분 선형이 대칭으로 건조되어지고 있으나 바람을 이용하여 추진됨으로 선체의 횡경사와 사향이 필수적으로 발생한다. 따라서 선박 저항 추진 성능을 추정하기 위한 모형선의 선형시험에 있어서 기존의 직립직진시의 성능만을 가지고는 세일링 요트의 속도 성능을 추정하는 것은 어렵다.

따라서 세일링 요트의 유체역학적 선형시험은 세일에 작용하는 힘과 평형을 이루기 위하여 발생하는 선체의 횡경사와 사향시의 유체역학적 각종 값들을 계측하고 이를 세일에 작용하는 공기역학적 값들과 연계시켜 성능 곡선(Polar Plot)을 얻는 것을 목표로 하고 있다. 따라서 세일링 요트의 유체역학적 각종 값을 얻기 위한 선형시험 또한 횡경사와 사향 상태에서 실시한다.

(3)속도 예측프로그램

세일링 요트의 속도 성능을 검증하기 위한 선형시험은 속도 예측프로그램인 VPP(Velocity Predict Program)를 이해하여야 한다. VPP의 개념은 풍력으로부터 세일에 의한 추진력과 정의 저항과 관련된 각종 힘과 모멘트가 평형이 되어야 한다. 따라서 세일링 요트의 길이 방향, 폭 방향, 깊이 방향의 3축에 대한 각종 힘과 모멘트는 서로 상쇄되어 평형을 이루어야 한다.

크기와 모양이 다른 요트끼리 경쟁하는 방식으로 정 대비 세일이 큰 요트가 빠른 것은 이론상 당연하기 때문에 각 요트에 핸디캡을 주는 핸디캡 레이서가 일반적 방식이다.

IMS규칙에 의한 VPP의 핵심은 요트의 속력을 계산하여 그 요트의 핸디캡을 주는 것이다. 즉 해

당 요트의 선형에 관한 자료, 킬과 타 등 각종 부가물의 자료, 마스트 및 리그에 관한 자료, 세일에 관한 자료와 요트의 복원력 자료 등을 입력하고 각각의 풍향과 풍속에서 횡경사각과 사향각을 구하고 선속을 추정하는 방식이다.

IMS의 VPP는 Davidson(1936)과 Nomoto 등 (1978)의 세일링 요트 속도 추정을 위한 선형시험 등이 기초가 되었지만, 프로그램의 근원은 Kerwin/Newman(1976)과 Kerwin(1979)에 의해 행한 MIT의 Pratt Project로 만들어졌고 그 중에 선체에 작용하는 유체력의 계산은 Gerritsma 등 (1981)이 행한 시리즈 모형시험의 결과가 이용되었다.

IMS의 VPP 계산식은 중심의 진행방향에 작용하는 힘과 롤링모멘트의 2가지에 대한 것만의 평형식으로 세우고 횡방향의 평형은 사향을 횡경사각의 함수로 하고 있다.

IMS의 VPP를 수행하는 일반적인 흐름도<그림 1>와 성능곡선<그림 2>은 다음과 같다(일본외양범주협회, 1997; IMS, 1999; Miyata, 1998).

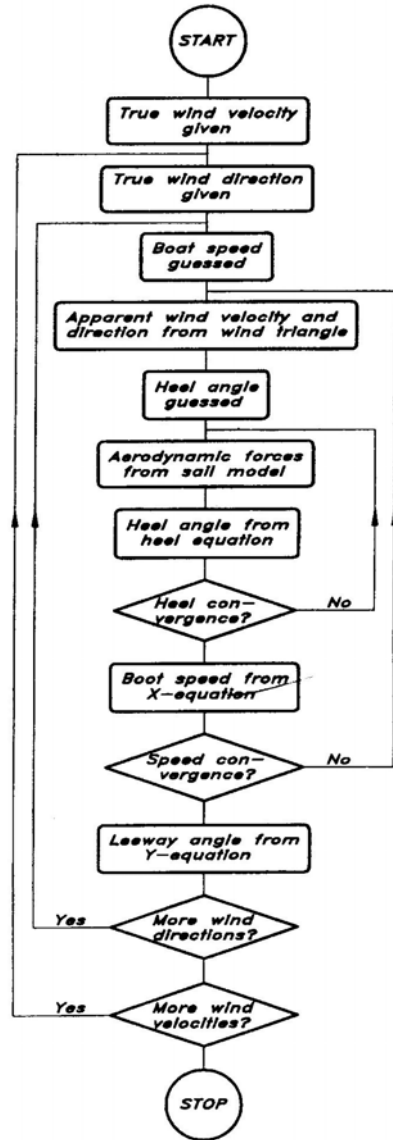
(4)수조시험

세일링 요트의 수조시험은 수중의 선체에서 일어나는 각종 힘과 모멘트를 계측하기 위하여 수행하는데, 그 방법은 히브와 피치 이외는 모두 자유도를 구속한다. 선속, 횡경사각, 사향각을 매트릭스로 구성하여 변화시켜가면서, 예인력, 횡력들의 모멘트를 계측한다. 이러한 방법은 계측된 힘과 모멘트를 입력하므로 세일링 요트의 정확한 결과를 기대할 수 있다.

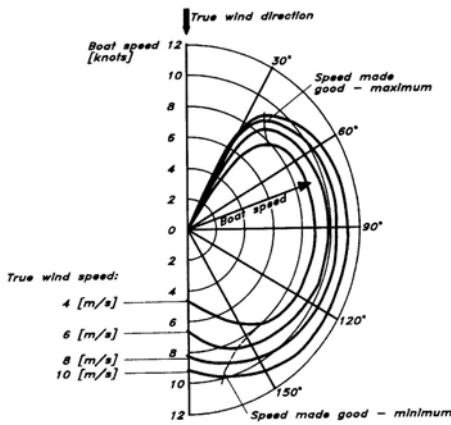
(5)풍동실험

세일링 요트에서의 세일은 일반 동력선박의 추진기에 해당된다고 볼 수 있으므로 세일링 요트의 속도 성능을 예측함에 있어 세일의 성능을 확인함은 매우 중요하다. 이러한 세일의 성능을 예측함에 있어 세일의 성능을 확인함은 매우 중요하다. 이러한 세일의 성능을 예측하는 방법으로 컴퓨터 시뮬레이션이나 풍동실험 등이 있다.

세일의 면으로부터 바리의 영향이 나타나는 풍하시의 항해 범위에는 세일의 성능은 풍동시험이나 실선 데이터에 의하지 않으면 안된다.



[그림 1] VPP flow diagram



[그림 2] Polar Plot

III. 세일링 요트의 핸디캡 적용 방식

요트경기의 영역별 경기로는 내양경기(Inshore Race)와 외양경기(Offshore Race)의 두 경기가 있

다. 이때 내양경기는 단거리 경기로 주로 하천, 호수, 만에 가까운 해안에서 행해지는 선실이 없는 소형 요트에 의해 이루어지는 올림픽경기와 아시아 경기가 있고, 외양경기는 주로 넓은 먼 바다에서 행해지는 장거리경기로서 선실을 가진 대형 요트에 의한 경기가 있다.

이 두 내·외양 경기는 모두 윈디자인-클래스, 한정규격-클래스 및 포물라-클래스 형식의 클래스 경기로 구성되고 있다. 이중 앞의 두 클래스 경기는 동일 클래스로 인정되어 선착순위대로 우선순위를 결정하는 핸디캡이 없는 경기이고, 마지막의 포물라클래스 경기는 크기와 모양이 서로 다른 정거리 다투는 핸디캡 경기로서 핸디캡에 의해 서로 다른 정이 동일한 정으로 수정되어 경기의 승부를 오로지 세일러의 기량 여부에 좌우되게 하는 경기가 된다. 본 논문에서 다루고자 하는 경기는 후자인 포물라클래스 경기에 대한 연구이다. 이들 경기는 모두 경기 규칙이 있는데 이 규

<표 2> 해상실전(實戰) 경기에 대한 간이핸디캡 시스템의 적용 사례

선착순 (1)	선명 및 정종 (2)	참고치 R(ft)	경기 소요 시간(초) (3)	TA (sec/mile) (4)	TA×M (25.5mile) (5)	수정 시간 (초) (6)	관정 순위 (7)
1	X-99	28.0	16592	608	15504	1088	7
2	발틱 40	28.2	16605	607	15479	1126	8
3	J-29	23.9	16936	641	16346	590	3
4	Yok-31	24.4	17081	651	16601	480	1
5	기브사-442	28.6	17326	604	15402	1924	13
6	Swing 31	23.7	17551	643	16397	1154	9
7	YA-30S11	22.3	17642	656	16728	914	6
8	J-29	23.7	17724	643	16397	1327	10
9	NAK-295	21.2	17877	667	17009	868	4
10	SWING 28	21.2	17884	667	17009	875	5
11	바바리아 390	24.4	18089	637	16244	1845	12
12	FARR 27	18.4	18348	697	17774	574	2
13	피터슨 30	20.4	19273	674	17187	2086	14
14	S&S 34	21.0	19348	669	17060	2288	15
15	YA 26C	18.0	19451	702	17901	1550	11

자료: Sailing Cruiser, 1997에 게재된 Point Race 경기

척들은 국제 세일 연맹(International Sailing Federation)기관 산하에 있는 유럽을 중심으로 한 IOR(International Offshore Rule)규칙과 미국을 중심으로 한 IMS(International Measurement System)규칙에 따르게 된다. 그러나 지금은 IOR과 IMS규칙은 통합되어 IMS 규격만이 운영되고 있다(서울대학교 공학 연구소, 1004; 일본의양범주협회, 1997; IMS, 1999; Miyata, 1998).

1. 레이팅과 핸디캡과의 관계

IOR과 IMS규칙의 레이팅은 규칙에 의하여 정한 방법으로 정(艇, 요트)의 크기를 측정된 수치를 근거로 하여 레이팅R(속도성능잠재력)을 구하게 된다. 이 레이팅에 해당하는 핸디캡TA(경기 소요시간 수정계수, Time Allowance)에 의해 서로 다른 정끼리의 속도 성능을 같게 하여 경기의 승부를 세일러의 기량여부에 좌우하도록 한다.

이 핸디캡의 종류는 두 가지가 있는데 그 하나는 오랜 경기를 통하여 축적된 경기 자료를 통계 처리하여 구하는 통계적 간이 핸디캡 방식이고 또 다른 하나는 실내 모형실험과 이론에 의해 구하는 해석핸디캡 방식이다.

2. 핸디캡 시스템의 현황과 활용

가)간이핸디캡 시스템의 적용 방법

-수정시간의 산출방식(박근웅, 1997; Miyata, 1998; Kerwin 등, 1979)

$$\text{수정시간} = \text{소요시간} - \text{TA} \times \text{M}(\text{거리})$$

여기서 TA는 sec/mile의 단위를 가지는 속도 성능 잠재력계수

M는 핸디캡 경기의 경기코스거리(mile)

기준정(YOK-31정)을 기준으로 다음과 같은 계산에 의하여 수정시간을 계산하여 판정순위를 정하는 계산 예(표 2)이다.

* 간이핸디캡시스템의 적용 계산

• 기준정 = 착순 4인 YOK-31정

1) = 착순1의 판정순위 계산

2) = X-99정

3) = 16592(sec)

4) = TA = $3600 / 0.75(\sqrt{R} + 2.6) = 608$

(간이레이팅 R참조)(R=28.6)

5)=TA×M=608(sec/mile)×25.5(mile)=15504

6) 수정시간(sec) = (3) - (5) = 1088

7) 판정순위 7위

나) 해석 핸디캡 시스템의 적용 방법

레이팅에 의하여 핸디캡을 구하는 연구가 여러 가지 시험되어 왔지만 어느 것도 이론적으로 반드시 올바른 결과를 주지 못하고 있다. 이는 경기 코스와 풍향, 풍속, 조석, 파고 등의 해상 기상 변화에 대응 할 수 없기 때문이다. 그러나 여러 가지의 풍향, 풍속에 대한 정속을 이론적으로 바르게 계산할 수 있다면 이로부터 바로 핸디캡을 구하게 되어 경기의 불공평성을 해소할 수 있을 것이다.

IMS규칙은 이 같은 생각을 바탕으로 개발된 핸디캡제도이다. IMS규칙의 핵심은 VPP(Velocity Predict Program, 속도예측프로그램)이다.

IMS로 요트의 속도를 계산하기 위해서는 요트의 상세한 외형, 주요치수, 중량, 중심위치, 세일 면적 등 여러 가지 자료가 필요하다. 이러한 자료를 사용하여 범주속도를 계산하는 컴퓨터 프로그램이 IMS의 핵심인 속도예측 프로그램(VPP: Velocity Prediction Program)이다. IMS에서는 VPP의 정밀도가 공정한 경기의 관건이 된다.

요트의 성능을 평가하는 데 필요한 자료로 계산된 예측성능이 1마일을 범주하는데 몇 초(sec/mile)라는 모양으로 풍속 별로 출력한 것이다<표 3>. 상단은 풍속과 코스별 초수이고, 하단은 풍속에 어떤 분포를 부여하여 시행하고자하는 경기에 합당하게 선택사용 할 수 있도록 제작한 각 코스별, 풍속별 계산도표이다.

<표 3> IMS로 VPP프로그램에 의해 계산된 요트의 속력과 핸디캡 TA 사례

TIME ALLOWANCES IN SEC/MI BY TRUE WIND VELOCITY & ANGLE								
Wind Velocity	6kt	8kt	10kt	12kt	14kt	16kt	20kt	CHECKSUM
BEAT ANGLES	45.2°	43.0°	41.2°	40.5°	40.5°	40.8°	41.5°	(292.7)
BEAT VMG	1037.2	877.0	817.1	789.4	775.9	767.9	763.4	(5827.9)
52	663.8	575.7	548.1	535.5	527.6	522.0	515.8	(3888.5)
60	619.7	545.4	524.5	513.6	505.8	499.9	492.1	(3701.0)
R 75	587.9	524.0	497.4	485.3	476.5	469.4	459.1	(3499.6)
E 90	582.1	515.4	491.6	471.6	455.9	447.2	435.3	(3399.1)
A 110	597.0	522.4	487.0	462.0	445.1	434.2	416.3	(3364.0)
C 120	638.8	542.5	500.1	469.4	444.6	424.5	399.0	(3418.9)
H 135	763.0	607.5	535.8	498.3	468.7	442.2	395.2	(3410.7)
150	928.0	724.6	609.1	541.4	503.5	474.0	423.2	(4203.8)
RUN VMG	1071.6	836.7	703.2	607.1	546.8	509.1	454.2	(4728.7)
GYBE ANGLES	139.2°	143.0°	151.8°	165.7°	171.5°	174.1°	174.2°	(1119.5)

NOTE: To convert any time allowance above to speed in knots; kt = 3600 / TA

WIND-AVERAGED TIME ALLOWANCES FOR SELECTED COURSES								
	1168.8	964.9	864.2	813.2	787.3	774.4	764.8	(6137.6)
Windward VMG	1168.8	964.9	864.2	813.2	787.3	774.4	764.8	(6137.6)
Leeward VMG	1116.6	864.5	718.1	624.6	561.2	516.2	454.9	(4856.1)
Olympic 6-leg	1070.9	867.8	761.1	700.8	664.6	641.1	611.2	(5317.5)
Circular Rndm	872.4	710.9	626.2	577.9	548.4	528.8	502.9	(4367.5)
Non-Spinnaker	956.1	768.8	667.9	609.2	572.9	549.2	519.5	(4643.6)
Ocean for PCS	1009.7	792.7	670.5	594.8	544.4	508.3	457.6	(4578.0)

자료: H. Miyata, Science of Yacht, 1998

IMS로 VPP프로그램에 의해 계산된 요트의 속력과 TA는 <표 3>에서 나타내고 있는 바와 같고, 정속예측계산에 대한 내용과 설명은 다음과 같다.

정속의 예측계산은 정의 추진력과 저항력을 어떻게 바르게 평가하는가에 좌우된다. 세일에 발생하는 추진력은 풍향, 풍속에 따라서 변하고, 정속에 따라서 결보기의 풍향, 풍속의 변화로 인하여도 변한다. 또 경사하는 정도에 따른 유효세일면적의 변화에도 세일면 상의 흐름이 변하므로 추진력 역시 변하게 된다. 저항력도 직립시와 경사시는 물론 리이웨이에 따라서도 변화한다. 또 추진력과 저항력이 독립된 사항이 아니라 서로 관련되어 있기 때문에 균형을 구하기가 용이하지 않기 때문에 이를 컴퓨터의 반복계산에 의해 구해진다.

한편 경사로 인한 추진력의 감소와 저항의 증가, 과도로 인한 저항증가 등을 도입하고 있지만 경험적인 평가에 그치고 있다. 또 태킹 후의 가속성 등의 요소를 포함시키지 못하고 있다. 그러나 다행하게도 이 같은 문제를 해결해주는 새로운 수치계산역학(CFD)이라는 도구가 등장하여 이를

해결해주는 수단이 되어 활발한 연구가 진행되고 있다. 그러나 이데 대한 검증은 위한 실내실험의 확인과정은 피할 수 없는 것이 현실이다.

IV. 요약 및 결론

세일링 요트 경기 핸디캡 시스템 적용 방안을 모색하기 위해 실전 경기를 통하여 구하는 통계적 간이 핸디캡 방법과 실험과 이론에 의해 핸디캡을 구하는 해석핸디캡을 비교 검토한 결과 다음과 같은 결론은 얻었다.

1) 통계적 간이 핸디캡 이론과 실내 실험에서 얻은 해석 핸디캡은 각각 해상실전 경기와 이론과 실내 모형실험의 계측을 통하여 얻은 속도 예측치에서 얻은 핸디캡이기 때문에 두 핸디캡은 모두 계측계기와 계측 방법의 정확도(的確度)에 따라 그 신뢰성 여부가 결정된다.

2) 간이 핸디캡은 실전자료가 많을수록 통계적 신뢰도가 높아지고, 해석 핸디캡은 새로운 이론해

석 개발이 그 신뢰도를 높일 수 있으나 해상조건을 제대로 재현하는 데에는 이론의 한계가 있다.

3) 따라서 세일링 요트의 핸디캡 경기에서 우승할 수 있는 확률은 우수한 설계에 의해 만들어진 정(艇)과 이를 조종하는 세일러 기량의 비중이 각각 50% 정도 접하기 때문에 간이 핸디캡 적용에 따른 세일러 기량 향상에 지도자의 지혜가 모아져야 할 것이다.

참고 문헌

- 박근용 편저, *Sailing Cruiser*, pp.397~406, 1997.
- 이귀주외, 경주용 Yacht의 모형실험기법에 관하여, 기계기술연구원, pp.224~226, 1998.
- 정동식외, 요트경기훈련지도서, 한국체육과학연구원, pp.7~13, 278~279, 171, 1990.
- 신중계외, 차세대 모터보트의 산업화 방안을 위한 중장기 기술발전 전략(제2권)서울대학교 공학연구소, pp.779~781, 885~862, 2004.
- 심상목, 항주자세를 고려한 세일링 요트의 선형시험 기법 연구원, 박사학위논문, 2005.
- 일본외양범주협회(N.O.R.C), *Offshore Racing Council(IMS)*, 1997.
- C.A Marchaj, *Sailing Theory and Practice*, Dodd, Mead & Co. New York, 1964.
- C.A. Marchaj, *Aero-Hydro- dynamic of Sailing*, Granada Publishing, New York, 1979.
- IMS, *Offshore Racing Council*, 1999.
- H. Miyata, *Science of Yacht*, p28, 29, 1998.
- Gerritsma, I., Moeyes, G., and Onninu, R., Test results of systematic yacht hull series, Symposium on development of interest to yacht architecture, HISWA Amsterdam 1977.
- Kerwin, J. E., and Newman, J. N., A summary of the H. Irving Pratt ocean race handicapping project, Cheaspeako Sailing Yacht Symposium S.U.A.M.E., Annapolis 1979.
- Gerritsma, J., Kerwin, J. E., and Mpeyes, G., Determination of sailfores based on full scale measurements and model test, 4th Symposium on developnents of interest to yacht architecture HISWA Amsterdam 197.
- Gerrisma, J., Course-keeping qualities and motions in waves of a sailing-yacht, Third AIAA Symposium on the aerodynamics and hydrodynamics, 1980.
- Lars Larsson & Rolf E Eliasson, *Principles of Yacht Design*, 1999.