

漁船의 크기 변화에 따른 實船 應答特性에 관한 考察

강 일 권* · 윤 점 동** · 조 효 제**

A Study on the Response of Fishing Vessels in Seas
according to various Tonnage

Il-Kweon, Kang · Jeom-Dong, Yoon** · Hyo-Jae, Jo***

| <목 차> | |
|-----------------|------------------------|
| Abstract | 3.1 Pitch 및 Roll의 動搖特性 |
| 1. 序 論 | 3.2 船舶 크기에 따른 動搖特性 |
| 2. 實船試驗의 概要 | 3.3 Spectrum 解析 |
| 2.1 試驗船舶 및 計測裝置 | 4. 結 論 |
| 2.2 試驗方法 | 參考文獻 |
| 3. 結果 및 考察 | |

Abstract

It is important to investigate the hull response of a fishing vessel in waves to ensure the safety of it and to keep excellent sea-keeping qualities.

For this purpose, we measured the response of fishing vessels in waves using real sea experimental measuring system.

We analyze the experimental data by statistical method and spectral analysis to get the characteristics of the response of vessels which have different tonnage.

In this real sea experiment, we use three stern trawlers which are the training ship in university.

We know that the distribution of experimental response have Gauss distribution and Rayleigh distribution and smaller vessels have larger response.

* 경상대학교 수산대학 교수

** 한국해양대학교 교수

1. 序 論

일반적으로 선체응답은 그 선박의 취항해역, 적하상태 등에 따라 크게 좌우되지만, 현실적으로 해상에서의 선박에 대한 충분한 응답 데이터가 얻어지기 어려운 사정 때문에 개개의 선박에 대해서 실측된 데이터를 기초로 한 선체응답의 설정기준 및 적용규칙 등을 결정하는 것은 매우 어려운 일이다. 그럼에도 불구하고 일반 상선에 대한 선체응답해석은 이제까지 여러 연구자에 의해 많이 규명되고 있으나, 실해역 중에서 어선의 응답특성에 관한 연구는 매우 부족한 실정이다.

어선은 일반상선과 다른 운항조건, 즉 각종어구, 어업기기를 선상에 배치하여 황천중에도 조업을 하는 일이 많으며, 조업 중에 급변하는 천후에 신속히 안전대책을 강구해야 하는 경우도 자주 있다. 또한 선체 형상도 상선과는 다를 뿐만아니라 어선 중에서도 다양한 선형을 가지고 있다.

따라서 운항 또는 조업중의 안전을 위하여 어선의 내항특성에 대해서 다양하고 정확하게 평가해야 할 필요가 있다.

이러한 관점에서 최근 들어 어선의 해양파 중의 선체운동의 실선시험계측 및 이들의 Data해석 결과에 대해서 보고 되고 있다^(1,2,3,4).

어선이 유사한 해상조건에서 조업을 한다고 할 때 선박의 크기에 따른 내항성능의 특성을 파악해두는 것은 안전성의 관점에서 중요한 요소의 하나가 될 것이다.

따라서 본 논문에서는 어선 중에서 그 숫자가 많은 선미 Trawl선을 대상으로 크기가 다른 3척의 어선에 대하여 항주 중 선체응답 측정 시험을 실시하고, 어선의 크기의 변화가 응답특성에 미치는 영향을 정량적으로 파악하고자 하였다.

특히 운동응답 중 어선의 안전성에 중요한 요소인 Pitch와 Roll의 실선 시험 데이터를 통계 처리하고, Spectrum해석을 수행하여 각 선형의 응답특성을 비교·검토하였다.

실선시험에 사용한 선박은 Pusan-404(160GT, 거제수고 소속), Kaya(1737GT, 부산수산대학교 소속), Saebada(2275GT, 경상대학교 소속)의 3척이다.

2. 實船 試驗의 概要

2.1 試驗 船舶 및 計測裝置

실선 시험은 3척의 선박(Pusan-404, Kaya, Saebada)을 사용하여 1994년 5월 부터 1995년 7월 까지 이들 선박의 승선실습 중 한국연안 및 동중국해역에서 행하였으며, 본 논문에서는 실선시험에서 얻어진 Data 중 Pitch와 Roll의 측정치를 사용하였다. 시험에 사용된 선박은 모두 선미 trawl선으로 주요 제원은 Table 1과 같다.

시험을 실시한 해역은 Fig.1에 나타난 바와 같고, 각 선박의 Body Plan and contour는 Fig.2에 나타난 것과 같다.

계측장치는 참고문헌(5)에 나타난 것과 같으며, 계측기는 초기 선체 평형상태를 잘 파악할 수 있도록 저자가 특수하게 제작한 수평안정대 위에 설치하였으며, 선체중심 G점에서 각각 상방 2.0m (Pusan-404), 1.9m(Kaya), 1.7m(Saebada)에 두고 계측하였다.

Table 1 Principal particulars of each vessel

| ITEMS | Pusan-404 | Kaya | Saebada |
|---------------------|-----------|----------|------------|
| PRINCIPAL DIMENSION | | | |
| LENGTH (L.O.A) | 34.0 m | 81.7 m | 87.71 m |
| " (B.P) | 30.3 m | 72.5 m | 81.63 m |
| BREADTH (MLD) | 6.6 m | 13.2 m | 13.6 m |
| GROSS TONNAGE | 160.4 ton | 1737 ton | 2275.7 ton |
| DISPLACEMENT | 218.0 ton | 2374 ton | 3095.4 ton |
| DRAFT | | | |
| F | 1.6 m | 3.8 m | 3.2 m |
| A | 2.8 m | 5.2 m | 5.4 m |
| GM | 0.45 m | 0.89 m | 0.82 m |
| KG | 2.02 m | 5.41 m | 5.44 m |
| Cb | 0.61 | 0.53 | 0.65 |
| MAIN ENGINE | 750 HP | 2976 HP | 3600 HP |
| SHIP' SPEED | 11.5 k't | 14.8 k't | 12.0 k't |

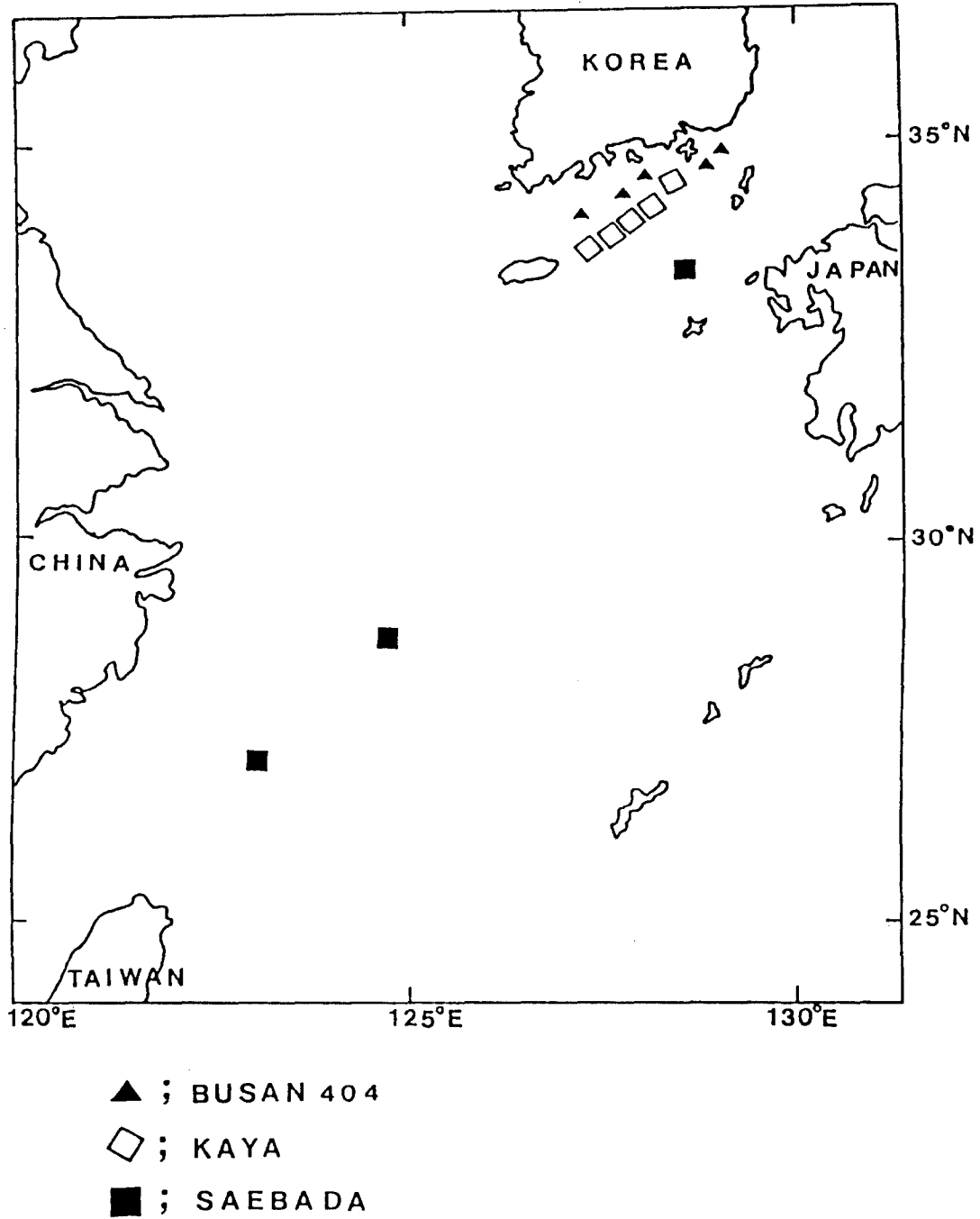
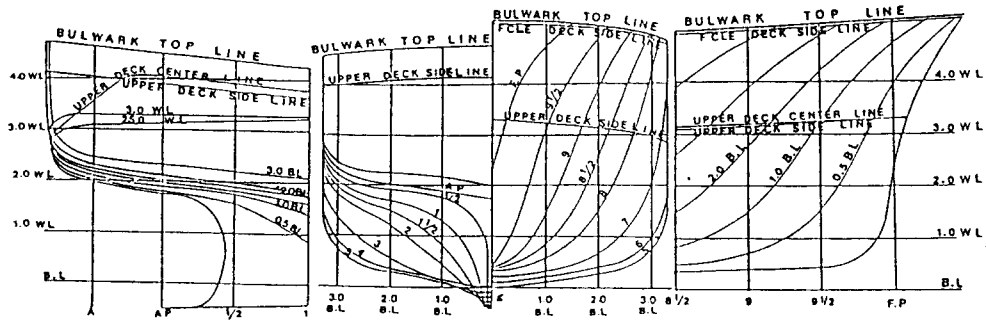
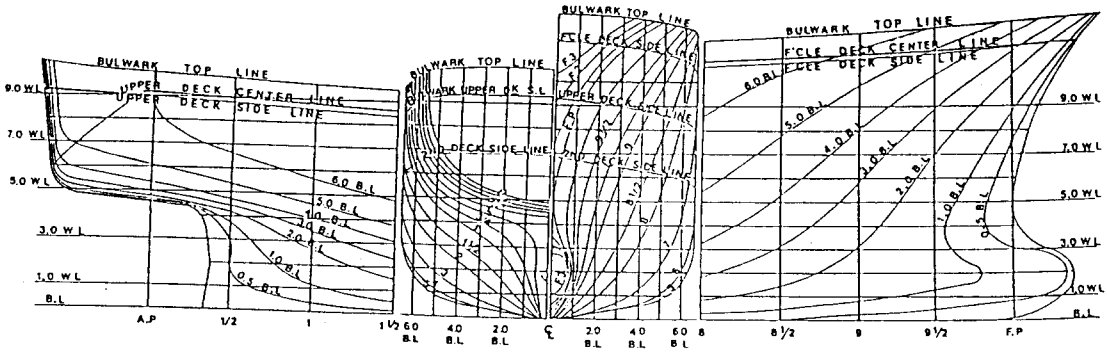


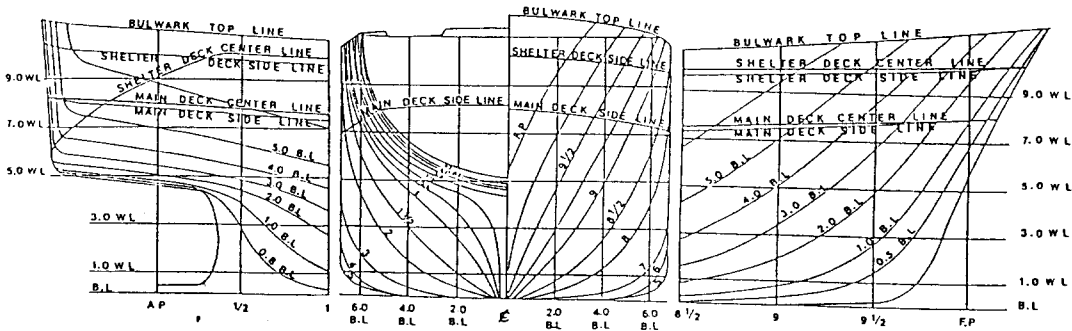
Fig.1 Sea Area for Experiment



Pusan-404



Kaya



Saebaba.

Fig.2 Body Plan and Contour

이때 각 선박의 적화 상태를 조정하여 선박이 좌우평형상태에 있도록 하였으며, 설계도면에 주어진 선수미 Draft를 유지시키는지 확인하였다.

2.2 試驗 方法

어선의 크기에 따른 응답특성을 파악하기 위하여 비교적 유사한 해상상태를 선정하여 Table 1에 주어진 어선의 크기별로 실선시험을 수행하였다. 그리고 파의 만남 각도와 선체응답과의 관계를 조사하기 위해서, 파도의 만남 각도를 0°, 45°, 90°, 135°, 180°, 225°, 270°, 315° 인 8개의 각도를 45° 간격으로 선택하였다. 이때 각 항목에 대한 전체 측정 시간은 10분, Sampling 간격은 Pusan-404와 Kaya는 0.5sec, Saebada의 경우에는 0.25sec로 취하고, AMP 와 A/D convert를 이용하여 PC에 실시간 기록하였다.

Table 2는 시험날자, 시험번호, 선속 및 해상상태 등을 선형별로 나타낸 것이며, 시험시의 각 선박의 속력은 이 표에 나타낸 바와 같이 통상의 항해속력으로 하였고, 파고 및 파주기는 일반적으로 행하여지고 있는 목적에 의해 관측하였다.

시험회수는 Pusan-404와 Kaya는 각각 5회, Saebada의 경우에는 3회로 나누어 수행하였다.

Table 2 Experimental condition

| 계측 날자 | 시험번호 | 대상선박 | 선속(k't) | 유의파고(m) | 풍속(m/s) | 파향(°) |
|------------|------|---------|---------|---------|---------|-------|
| 1994. 5.17 | S-01 | P-404 | 10.9 | 1.5 | 4.0 | 190 |
| 1994. 5.18 | S-02 | " | 10.9 | 2.0 | 7.5 | 190 |
| 1994. 5.30 | S-03 | " | 10.6 | 1.5 | 4.5 | 200 |
| 1994.11. 5 | S-05 | " | 11.1 | 1.0 | 4.0 | 070 |
| 1994.11.13 | S-08 | " | 11.3 | 2.5 | 15.0 | 050 |
| 1994.12.27 | S-09 | Kaya | 14.0 | 1.5 | 5.0 | 220 |
| 1995. 1.23 | S-12 | " | 13.5 | 3.0 | 15.0 | 345 |
| 1995. 1.23 | S-13 | " | 12.5 | 2.0 | 10.0 | 135 |
| 1995. 1.24 | S-14 | " | 13.7 | 2.5 | 12.0 | 310 |
| 1995. 1.26 | S-16 | " | 14.0 | 3.0 | 11.0 | 340 |
| 1995. 7. 6 | S-17 | Saebada | 11.5 | 2.5 | 8.0 | 170 |
| 1995. 7.11 | S-18 | " | 11.6 | 2.5 | 8.0 | 190 |
| 1995. 7.13 | S-19 | " | 12.0 | 1.5 | 7.0 | 210 |

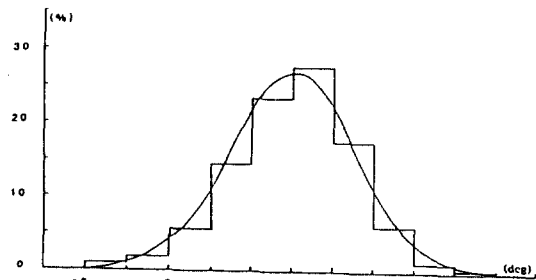
3. 結果 및 考察

3.1 Pitch 및 Roll의 動搖 特性

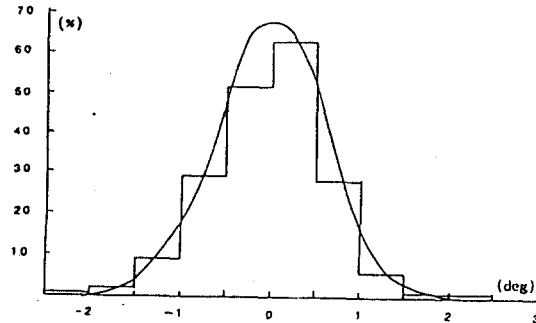
Fig.3은 각 선형별로 유사한 해상상태를 선정하기

위하여 유의파고 2.5m의 해황인 Table 2의 시험번호 S-8, S-14, S-18에서 얻어진 각 선박의 Pitch응답의 시간변동에 따른 Histogram과 Gauss 분포와의 비교를 나타낸 것이다. 이때 파의 만남 각은 Pitch응답이 가장 클 것으로 예상되는 Head sea상태를 선택하였다.

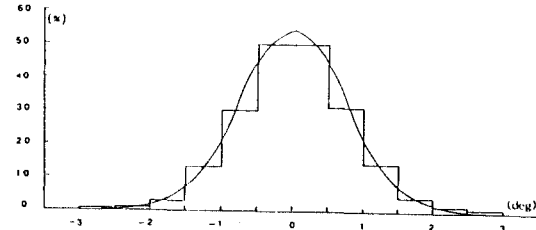
Fig.4는 Fig.3과 같은 해상조건에서 얻어진 각 선박의 Roll응답의 시간변동에 따른 Histogram과 Gauss 분포와의 비교를 나타낸 것이며, 이때 파의 만남 각은 Beam sea상태를 선택하였다.



(a) Pusan-404



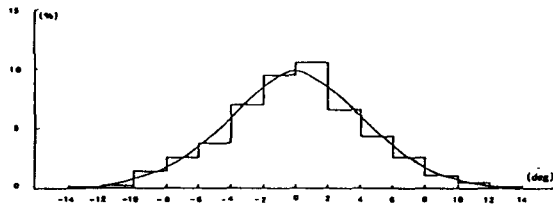
(b) Kaya



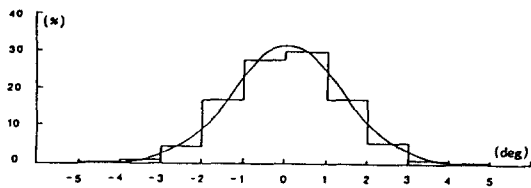
(c) Saebada

Fig. 3 Comparison with Histogram of experimental time history and Gauss distribution (Pitch - Head Sea)

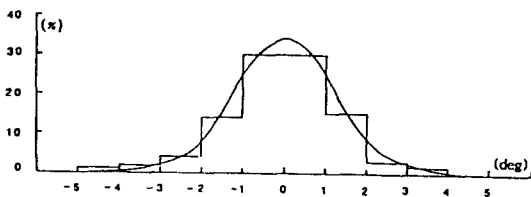
Fig.3과 Fig.4에서 보여주는 바와 같이 각 선박의 Pitch응답과 Roll응답의 시간변동 분포는 Gauss분포와 잘 일치하고 있어 일반적인 불규칙 현상을 나타내고 있는 것을 알 수 있다. 또한 비교적 선박의 크기가 비슷한 Kaya와 Saebada는 응답분포 역시 유사하게 나타나고, 선박의 크기가 작은 Pusan-404는 동요가 심하게 나타나도록 분포하고 있는 것을 알 수 있다.



(a) Pusan-404



(b) Kaya

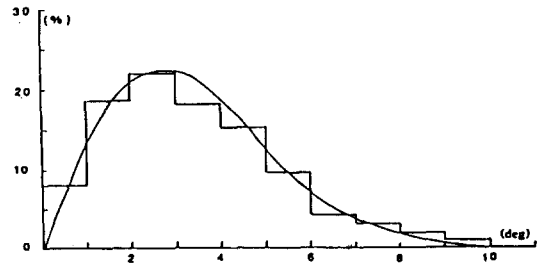


(c) Saebada

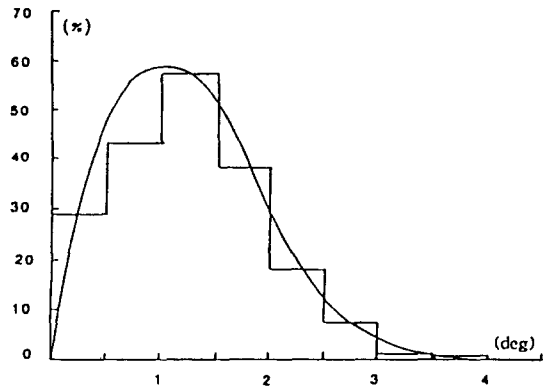
Fig.4 Comparison with Histogram of experimental time history and Gauss distribution (Roll - Beam Sea)

Fig.5와 Fig.6은 Head sea상태 및 Beam Sea상태에서의 Pitch와 Roll응답의 시간변동에 따른 전

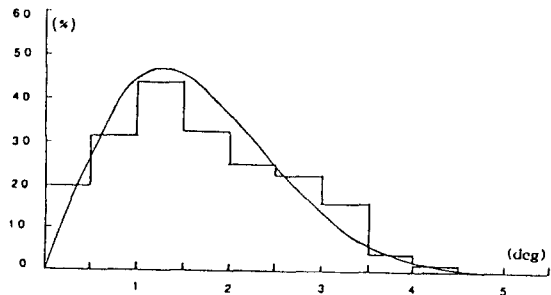
진폭의 Histogram과 Rayleigh 분포와의 비교를 나타낸 것이다.



(a) Pusan-404



(b) Kaya



(c) Saebada

Fig.5 Comparison with Histogram of double amplitude of response and Rayleigh distribution (Pitch - Head Sea)

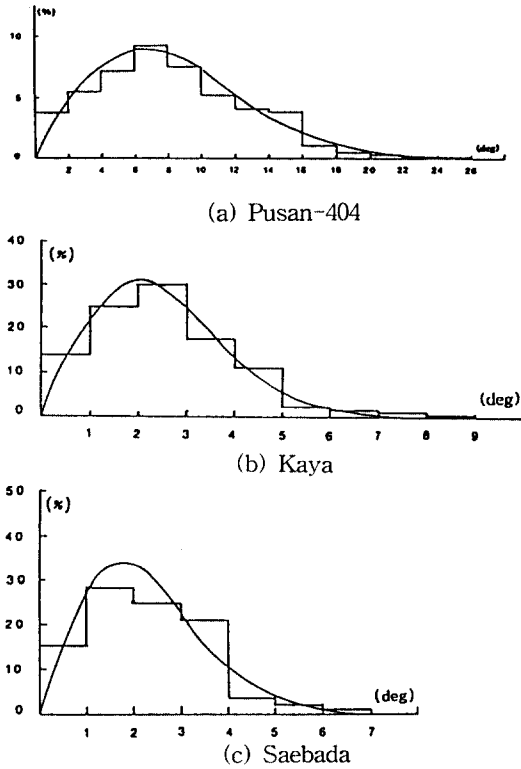


Fig.6 Comparison with Histogram of double amplitude of response and Rayleigh distribution (Roll - Beam Sea)

Fig.5와 Fig.6에서 보여주는 바와 같이 Saebada의 경우에 Pitch와 Roll의 전진폭분포의 peak부에서 실험치가 약간 낮게 나타나고 있으나, 각 선박의 Pitch응답과 Roll응답의 전진폭분포는 Rayleigh 분포와 비교적 잘 일치하고 있는 것을 알 수 있다.

따라서 각 선박의 Pitch 및 Roll의 전진폭분포는 Rayleigh분포로 간주 할 수 있을 것으로 생각 된다.

Fig.7 ~ Fig.9는 각 선박에서 계측된 Pitch 및 Roll응답의 전체 Data에 대해서 표준편차 σ 와 전진폭의 통계량으로부터 구한 진폭대표치(평균치, 1/3유치, 1/10 최대평균치)와의 관계를 나타낸 것이다. 이 그림 중의 직선은 전진폭의 분포가 Rayleigh분포 한다고 가정한 경우의 추정치를 나타낸 것으로서, 실선계측에서 얻어진 Pitch와 Roll응답분포는 Rayleigh분포와 잘 일치하고 있는 것을 알 수 있고, Saebada의 경우는 Fig.5 ~ 6의 경우에서 보여준 바와 같이 Rayleigh분포로 얻어진 직선에서 약간 분산되어 있는 것을 알 수 있다.

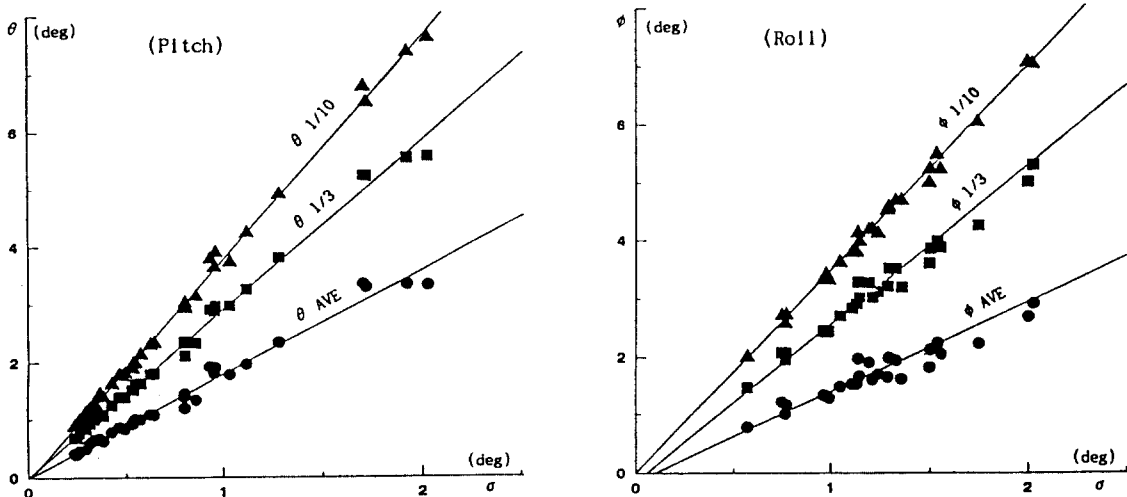


Fig.7 Statistic values of response according to standard deviation σ (Pitch and Roll - Pusan-404)

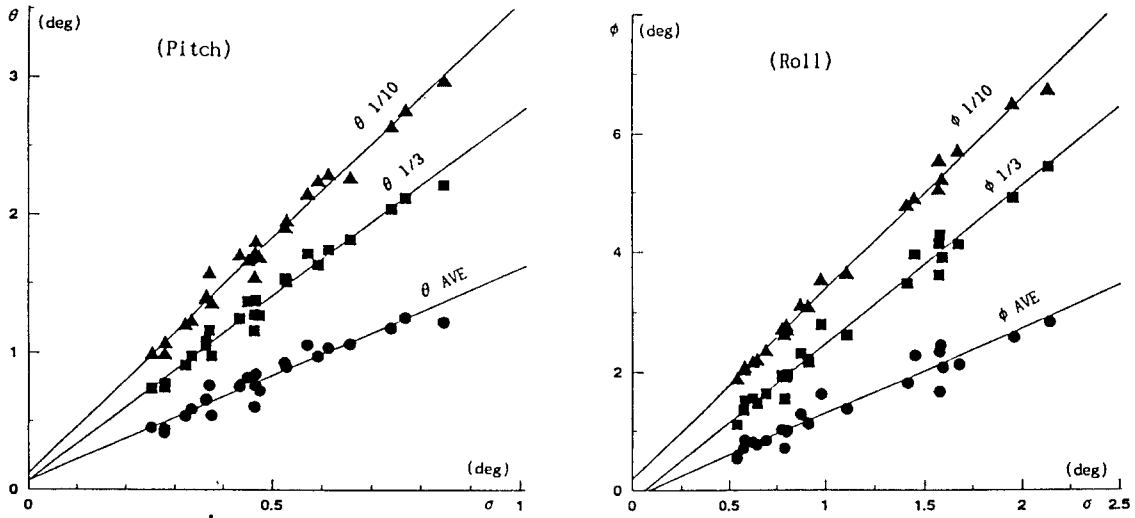


Fig.8 Statistic values of response according to standard deviation σ (Pitch and Roll - Kaya)

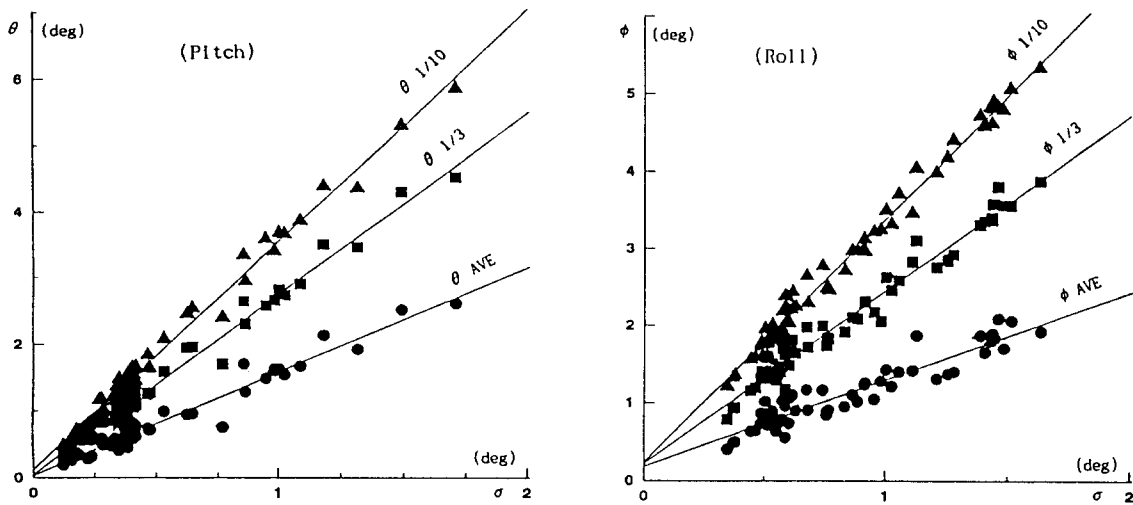


Fig.9 Statistic values of response according to standard deviation σ (Pitch and Roll - Saebada)

3.2 船舶 크기에 따른 動搖 特性

본 절에서는 선박의 크기가 동요특성에 미치는 영향을 조사하기 위하여, 각 선박의 Pitch와 Roll응답의 1/3유의치를 서로 비교해

보았다.

Fig.10은 파와의 만남각도에 따른 1/3유의치를 선형별로 나타낸 것이다.

Fig. 10 (a)는 만남각에 따른 Pitch응답의 결과로써, 파의 만남각도가 대칭이 될 때 동요의 크

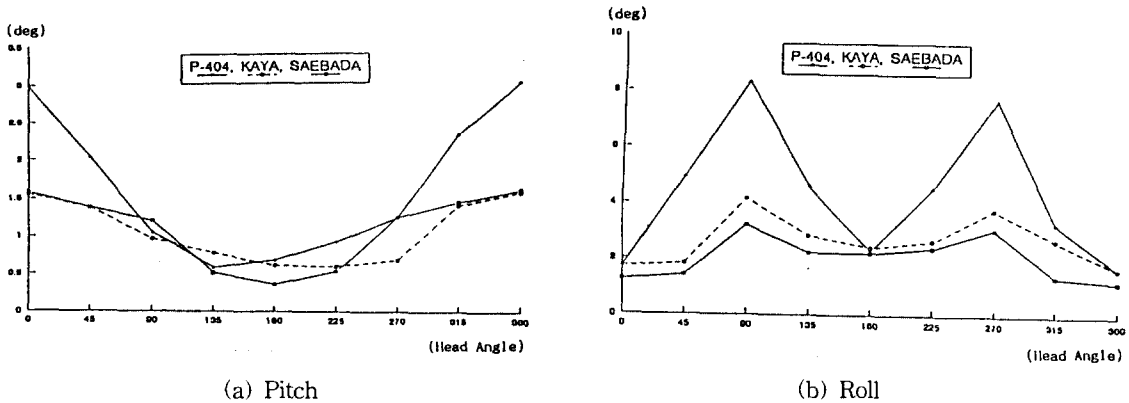


Fig.10 Significant value according to Head Angle for each vessel

기도 대체로 비슷하게 나타나 있어, 실험 결과에 타당성을 보여주고 있다.

크기가 가장 작은 Pusan-404의 경우는 Pitch 응답이 파의 만남각도에 따른 변화를 현저하게 나타내고 있고, Head Sea인 0°의 경우에 크기가 큰 Kaya와 Saebada의 Pitch응답에 비하여 대략 2배 정도의 큰 값을 주고 있다.

Fig. 10 (b)는 Fig. 10 (a)와 같은 조건에서 얻은 파와의 만남각에 따른 Roll응답을 나타내고 있다.

이 또한 크기가 작은 Pusan-404의 경우가 크기가 큰 Kaya와 Saebada에 비하여 Roll응답이 만남각도에 따라 변화가 현저하게 나타나고 있고, Beam Sea인 90°와 270°의 경우에 Pitch와 마찬가지로 2배 정도의 큰 응답을 보여주고 있다. Roll의 경우에는 Saebada와 이 선박에 비하여 약간 작은 Kaya와의 사이에도 크기에 따른 응답변화를 보여주고 있다. 이때 Head Sea나 Follow Sea인 경우에 응답이 Zero가 되지 않고, 얼마 만큼의 값을 보여주고 있는 것은 실험상이 다방향파인 것에 기인되는 것으로 생각된다.

이상에서 보여준 결과로 부터 특정해역에 있어

서 크기가 작은 어선의 경우가 크기가 큰 어선에 비하여 Pitch 뿐만 아니라 Roll의 경우도 응답이 크게 나타나는 것으로 생각할 수 있지만, 좀더 다양한 선박과 다른 유의파고나 평균주기를 가지는 해역에 대하여 광범위한 실험을 수행하여 종합적으로 검토할 필요가 있다.

3.3 Spectrum 解析

파랑이나 선체운동과 같은 불규칙변동량의 특성을 파악하기 위한 방법으로 Spectrum해석이 많이 이용되고 있으며^(6,7,8), 파랑중에 있어서 선체응답Spectrum은 배수량, 선속, 파와의 만남각 및 해황에 따라 다르며, 주어진 조건하에서의 Spectrum형상을 분석함으로써 응답의 특성을 파악할 수 있다.

Fig.11은 유의파고 2.5m인 Table2의 시험번호 S-8, S-14, S-18에서 얻어진 각 선박의 Pitch응답의 Spectrum이다.

이 그림에 나타낸 바와 같이 이 시험을 행한 해황 정도에서는 각 선박의 Pitch응답은 파와의 만남각에 따라 에너지분포가 영향을 많이 받지 않으며, 에너지분포가 대체로 낮고, Spectrum에 나타난 대역폭은 넓은 편이다.

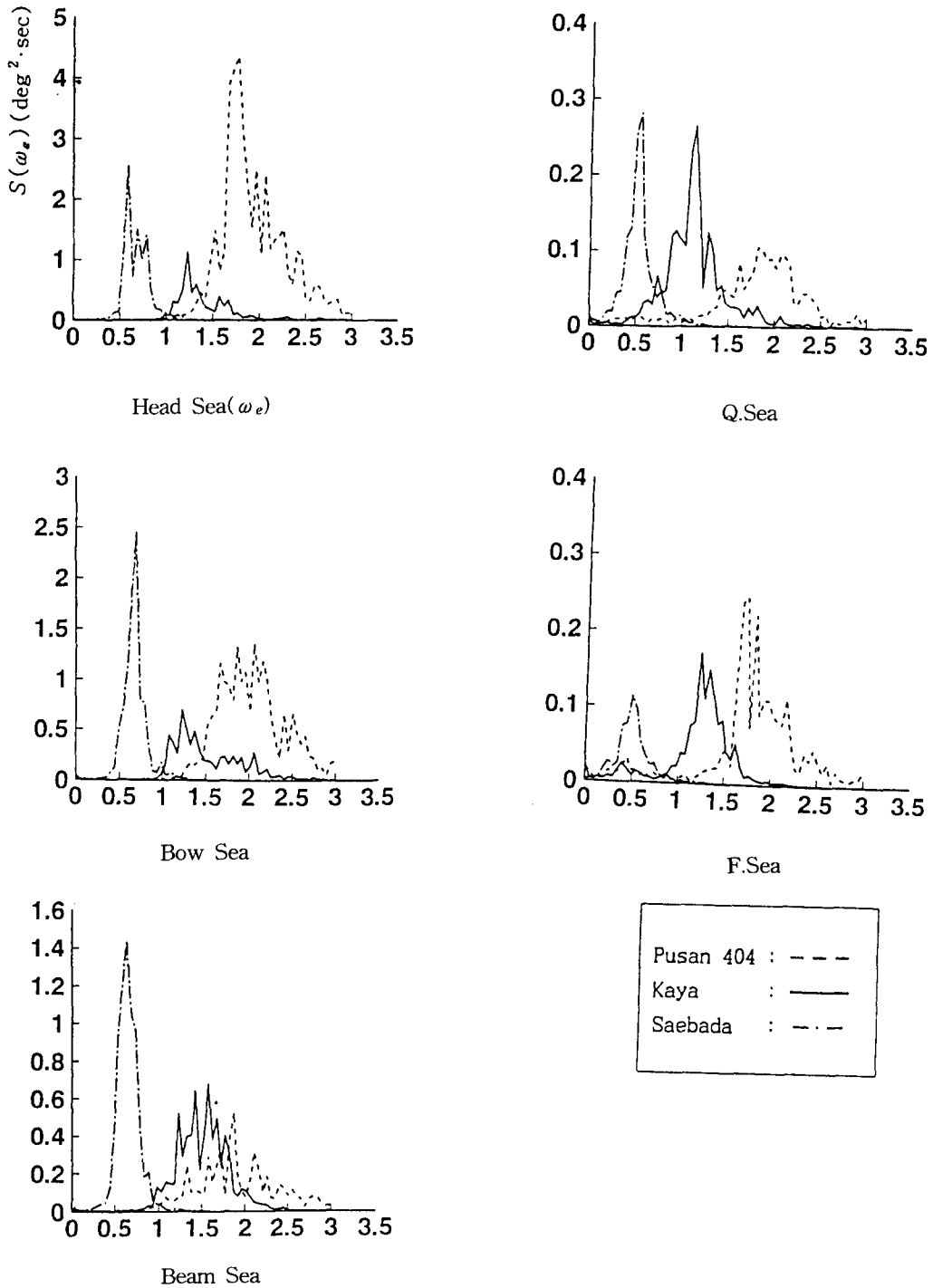


Fig.11 Spectra of Pitch Motion according to Head Angle for each vessel

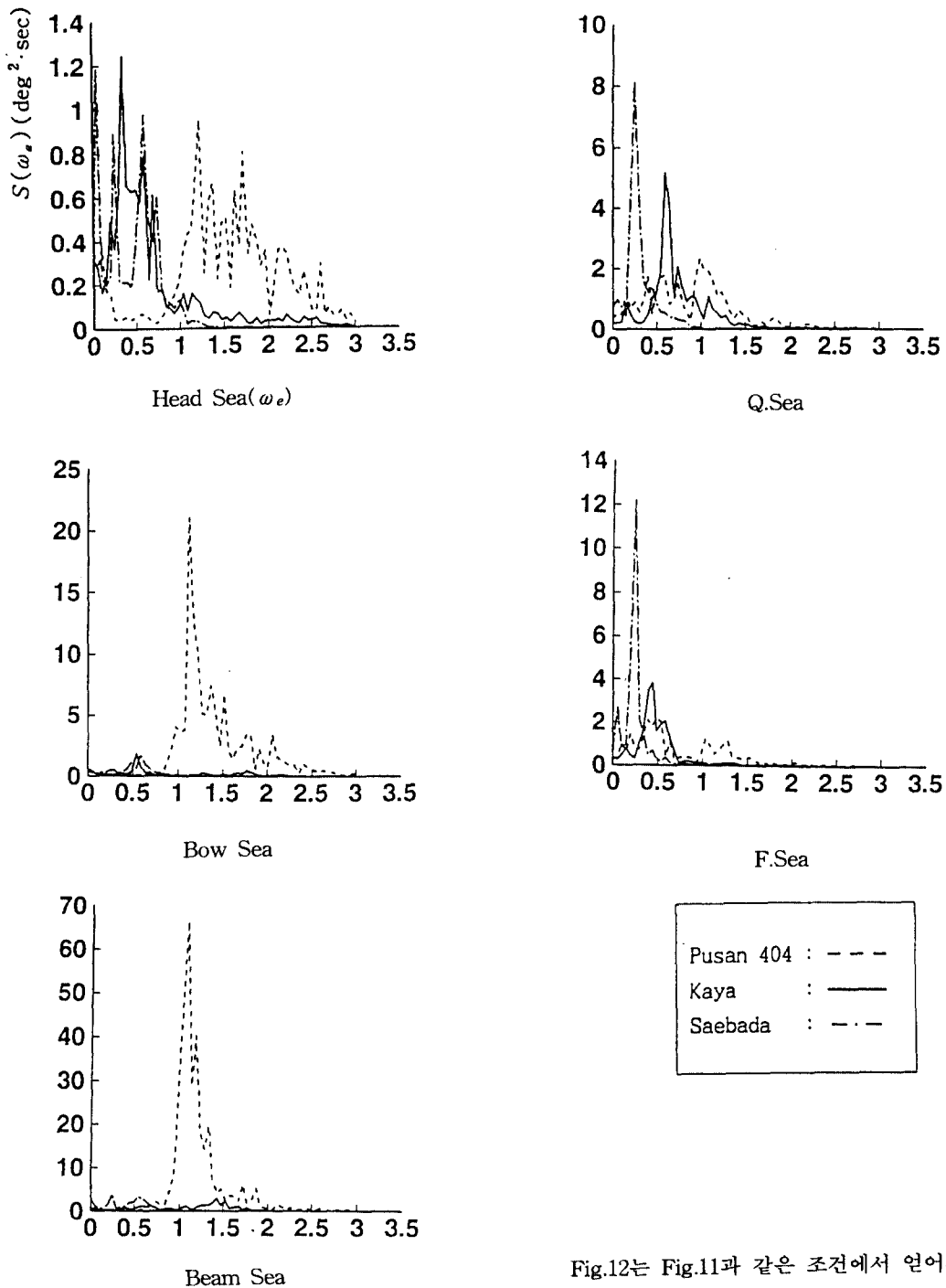


Fig.12는 Fig.11과 같은 조건에서 얻어진 각 선
 Fig.12 Spectra of Roll Motion according to Head Angle for each vessel

Fig.12는 Fig.11과 같은 조건에서 얻어진 각 선박의 Roll응답의 Spectrum이다.

이 그림에 나타낸 바와 같이 Roll응답의 대역폭은 Pitch에 비해 비교적 좁고, 파의 만남각에 따라 에너지분포가 영향을 많이 받으며, 에너지 Peak주파수는 파와의 만남각에 크게 영향을 받지 않는 것을 알 수 있다.

그러나 이들 실선시험 결과로부터 얻어지는 각 응답의 Spectrum은 이론적인 해석과 함께 서로 비교·검토되어야 할 것으로 사료된다.

4. 結 論

어선의 크기의 변화가 응답특성에 미치는 영향을 파악하기 위하여 3척의 어선을 이용하여 실선시험을 행하고, 얻어진 데이터를 통계처리 및 Spectrum해석을 수행하여 얻어진 결과는 다음과 같다.

1. 실선 시험에서 얻어진 Pitch 및 Roll응답의 전진폭의 분포는 대체로 Rayleigh분포를 따르는 것으로 나타나 본 실험결과의 타당성을 보여주고 있다.

2. 유의파고 2.5m를 가지는 해역에서는 선박의 크기가 작을 수록 Pitch나 Roll 모두 큰 응답을 주는 경향을 알 수 있다.

3. 파의 만남각도의 변화에 따른 응답특성도 크기가 작은 선박의 경우가 만남각도에 따라 크게 변화하는 양상을 나타낸다.

이상에서 얻은 결론은 특정해역을 대상으로 한

결과로서 보다 일반적인 경향을 파악하기 위해서는 더욱 더 많은 실험을 수행할 필요가 있을 것으로 사료된다.

參 考 文 獻

- (1) 高島末夫 外 : 練習船天鷹丸の波浪中動搖について, The Journal of Shimonoseki university of Fisheries, 37(1), pp.1-20, 1989
- (2) 西ノ首英之·川島利兵衛 : 實船實驗による漁船の耐航性について-III, 日本航海學會論文集, 第55號, pp.1-6, 1976
- (3) 西ノ首英之·川島利兵衛 : 實船實驗による漁船の耐航性について-IV, 日本航海學會論文集, 第56號, pp.77-89, 1976
- (4) 西ノ首英之·川島利兵衛 : 實船實驗による漁船の耐航性について-V, 日本航海學會論文集, 第57號, pp.101-105, 1977
- (5) 姜日權·尹点東 : 實船試驗에 의한 小型漁船의 動搖特性, 韓國航海學會誌, 第19號, pp.1-8, 1995
- (6) 武田誠一 外 : 實船を用いた船體應答計測について, 日本航海學會論文集, 第83號, pp.139-148, 1990
- (7) 武田誠一 外 : 實船を用いた船體應答計測について-II, 日本航海學會論文集, 第84號, pp.53-63, 1990
- (8) 高島末夫 外 : 波浪中における沿岸漁船の動搖について-I, 日本航海學會論文集, 第67號, pp.1-9, 1982