
 論 文

大韓造船學會論文集
 第 35 卷 第 1 號 1998年 2月
 Journal of the Society of
 Naval Architects of Korea
 Vol. 35, No. 1, February 1998

Zig-Zag test에 의한 선박의 보침성능 평가에 관한 연구

이승건*, 이승재**

Evaluation of Course-keeping Quality of a Ship by Zig-Zag Test

by

Seung Keon Lee* and Seung Jae Lee**

요 약

일반적으로 선박의 보침성능을 평가하기 위해서 spiral test가 이용되고 있다. 그러나 spiral curve를 얻기 위한 spiral시험 및 역spiral시험에 있어서 바람과 파도 등의 영향으로 많은 어려움이 따른다. 따라서 spiral 시험을 하지 않고도, zig-zag test의 overshoot angle을 이용하여 선박의 보침성능을 판정하는 방법이 시도되고 있다.

본 연구에서는 실선의 spiral 시험결과를 대상으로, K-T 조종수학모델을 적용하여 zig-zag 운동을 계산하고, overshoot angle과 보침성능과의 상관관계를 조사하였다.

Abstract

Generally, spiral test has been used for evaluating course-keeping quality of a ship. But, there are many difficult problems in performing spiral test and reversed spiral test.

Therefore, we propose zig-zag test instead of spiral test for evaluating course-keeping quality of a ship.

In this paper, K-T maneuvering response model is applied to the spiral curves which are systematically produced to calculate Zig-zag maneuver. Then, 1st overshoot angle and 2nd overshoot angle are plotted. And the relations between overshoot angles and band widths of spiral curve are discussed.

발 표 : 1997년도 대한조선학회 춘계학술대회('97. 4. 25)

접수일자 : 1997년 6월 3일, 재접수일자 : 1998년 1월 30일

*정회원, 부산대학교 조선해양공학과, 기계기술연구소 연구원

**학생회원, 부산대학교 대학원 조선공학과

1. 서론

선박의 보침성능을 평가하기 위해서는 spiral test에 의한 $r-\delta$ 관계곡선에서 $\delta=0$ 부근의 기울기나, loop가 있는 경우 loop의 폭, 높이 등이 그 기준이 된다. 그러나 spiral curve를 얻기 위한 spiral시험 및 역spiral시험에 있어서 바람과 파도 등의 영향으로 많은 어려움이 따른다. 따라서 spiral 시험을 하지 않고도, zig-zag test의 overshoot angle을 이용하여 선박의 보침성능을 판정하는 방법이 시도되고 있다[1].

본 연구에서는 실선의 spiral 시험결과를 대상으로, K-T 조종수학모델을 적용하여 zig-zag 운동을 계산하고, overshoot angle과 보침성능과의 상관관계를 조사하였다.

2. K-T 조종수학모델

Nomoto에 의한 K-T 조종응답모델은 다음과 같다.

$$T' \frac{dr'}{dt} + (r' + ar'^3) = K' \delta \quad (1)$$

단, K' 는 선박의 정상선회 Gain을 나타내며 T' 는 추종성 지수를 나타낸다.

이제, Fig.3~Fig.6과 같이 3척의 실선에 관한 Spiral curve를 체계적으로 그 Loop의 폭과 높이를 변화시켜 각각의 경우 비선형요소 α 를 식(2)를 이용, 최소자승법으로 구한다.

$$K' \delta = (r' + ar'^3) \quad (2)$$

한편 K' 와 T' 는 Fig.1에서와 같이 실선의 경우와 같고, 실제로 본 계산에 사용된 15척을 대상으로 계산해 본 결과 Fig.2와 같이 $T' = 1.0K'$ ~ $2.0K'$ 의 값을 가지므로 $T' = 1.0K'$, $T' = 1.5K'$, $T' = 2.0K'$ 의 세 가지 경우에 대해 각각 Zig-zag Simulation을 수행하였다[3].

Spiral특성의 Loop폭과 Zig-zag test의 Overshoot angle과의 상관 관계를 알아보기 위하여 주어진 Spiral특성 곡선의 Loop폭을 3° , 5° , 7.5° , 10° , 15° 의 5가지의 경우로 변화시켜 각

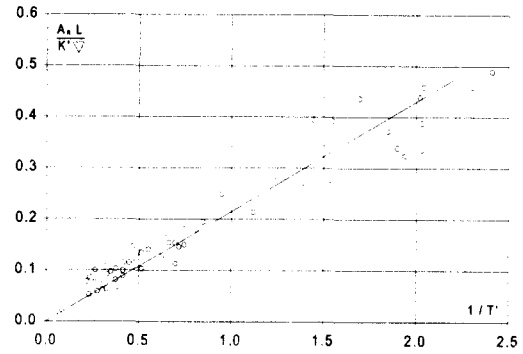


Fig.1 K-T relation (Actual ships)

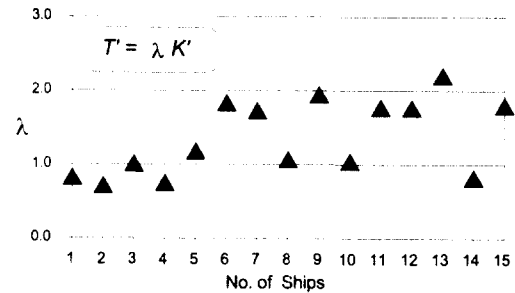


Fig.2 K-T relation of ships used in calculation

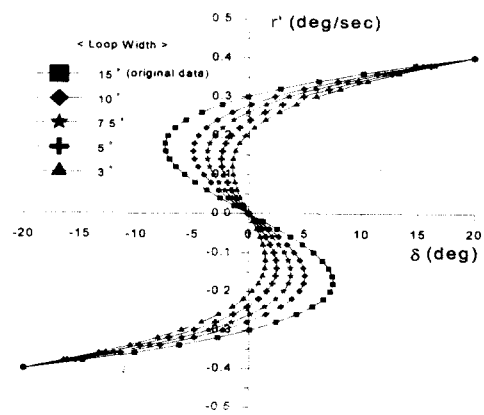


Fig.3 Spiral characteristics (Ship1)

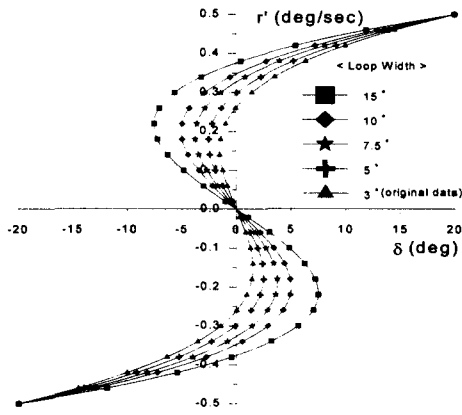


Fig.4 Spiral characteristics (Ship2)

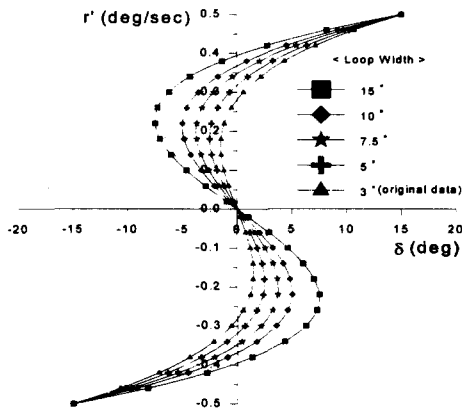


Fig.5 Spiral characteristics (Ship3)

경우의 K' 와 T' 및 α 를 구하여 계산을 수행 하였다. 일반적으로 이 loop폭이 7.5° 이상이면 조 종불능으로 취급된다.

3. 계산결과

이렇게 해서 얻어진 Spiral curve들을 K-T용 답모델에 적용하여, 10°-10° 및 20°-20° Zig-zag test를 Simulation하고, 그 결과 계산되는 1st Overshoot angle ψ_1 과 2nd Overshoot angle ψ_2 를 그림으로 나타낸 것이 Fig.6~ Fig.23이다.

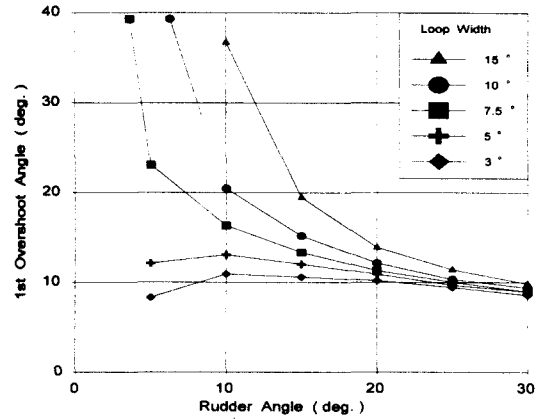


Fig.6 1st overshoot angle (Ship1, T=K)

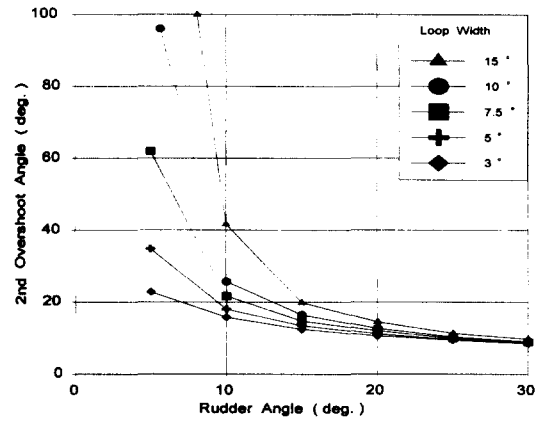


Fig.7 2nd overshoot angle (Ship1, T=K)

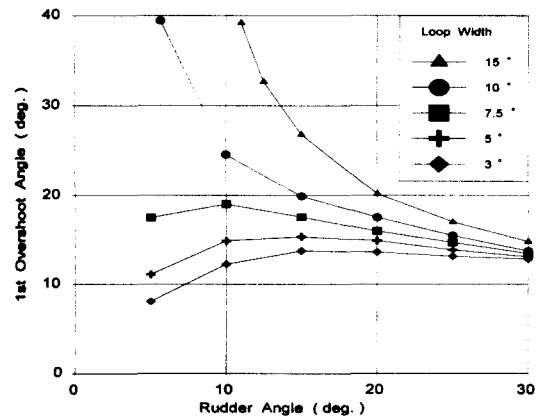


Fig.8 1st overshoot angle (Ship1, T=1.5K)

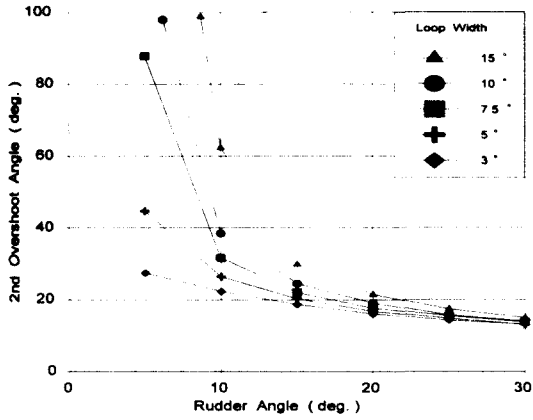


Fig.9 2nd overshoot angle (Ship1, T=1.5K)

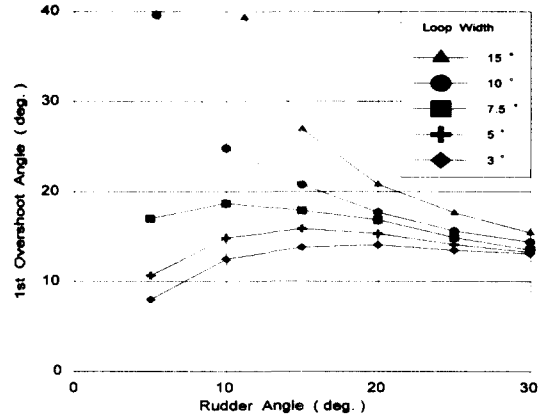


Fig.12 1st overshoot angle (Ship2, T=K)

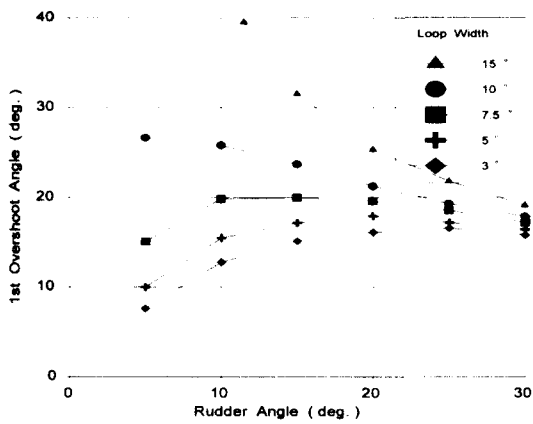


Fig.10 1st overshoot angle (Ship1, T=2K)

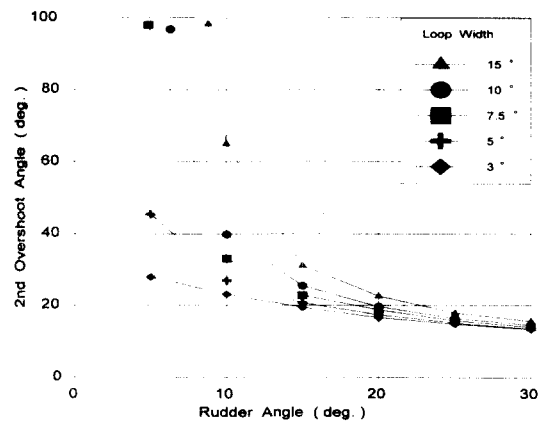


Fig.13 2nd overshoot angle (Ship2, T=K)

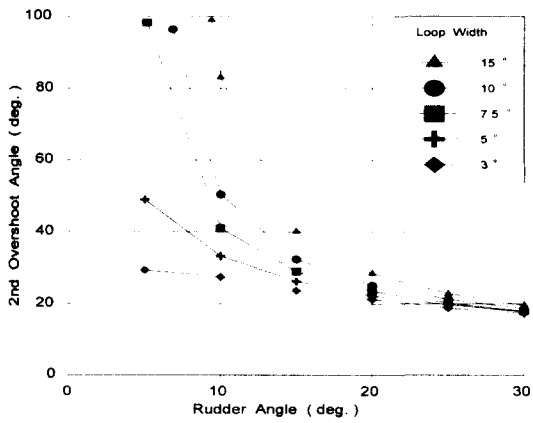


Fig.11 2nd overshoot angle (Ship1, T=2K)

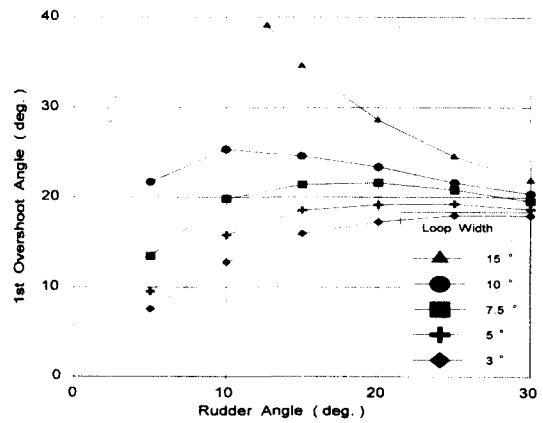


Fig.14 1st overshoot angle (Ship2, T=1.5K)

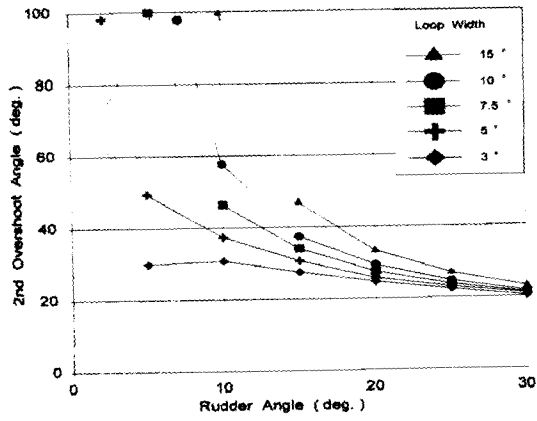


Fig.15 2nd overshoot angle(Ship2, T=1.5K)

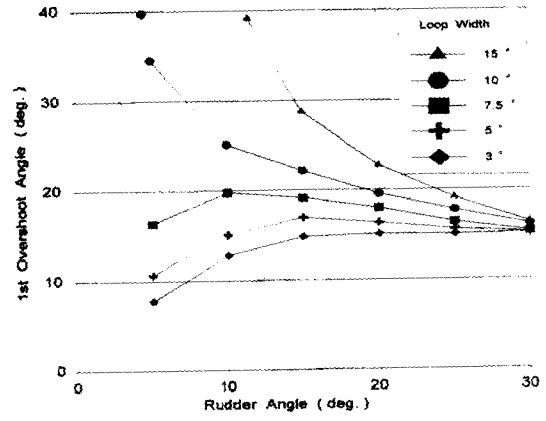


Fig.18 1st overshoot angle (Ship3, T=K)

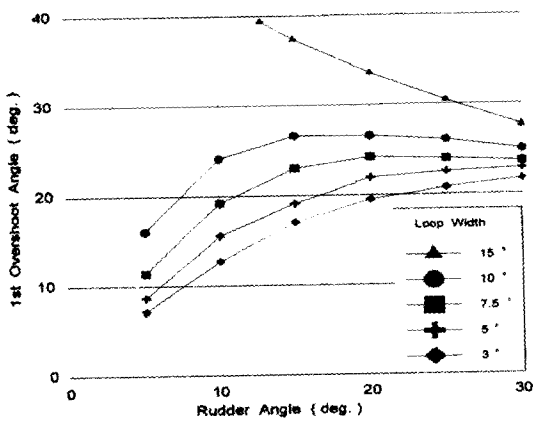


Fig.16 1st overshoot angle (Ship2, T=2K)

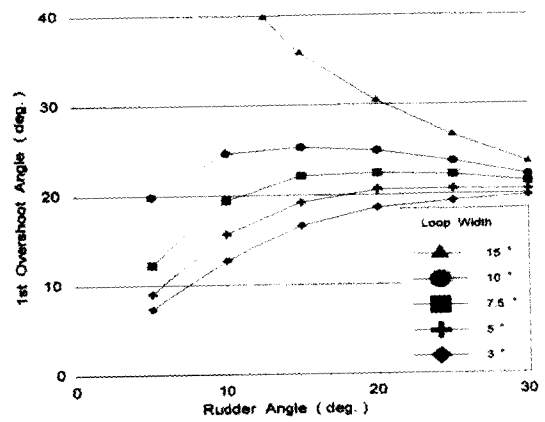


Fig.19 1st overshoot angle(Ship3, T=1.5K)

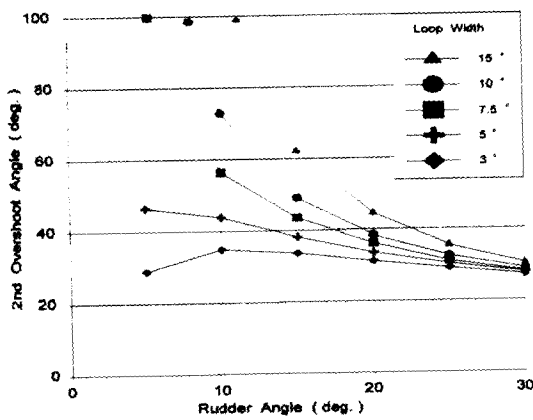


Fig.17 2nd overshoot angle (Ship2, T=2K)

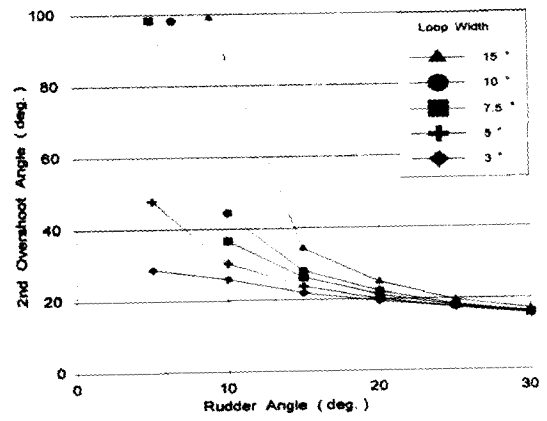


Fig.20 2nd overshoot angle (Ship3, T=K)

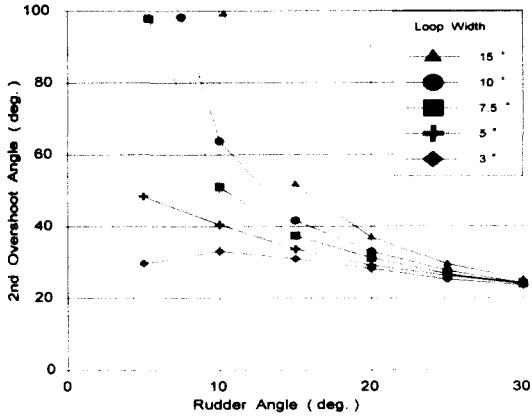


Fig.21 2nd overshoot angle (Ship3, T=1.5K)

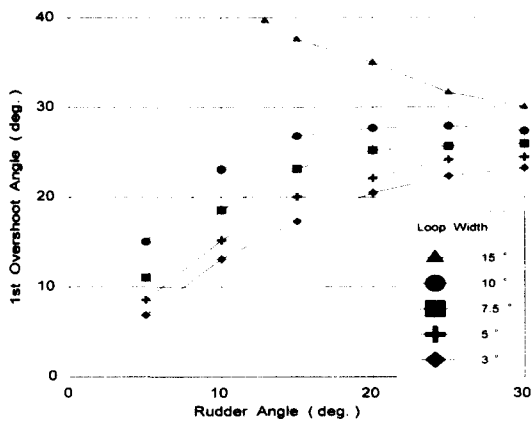


Fig.22 1st overshoot angle (Ship3, T=2K)

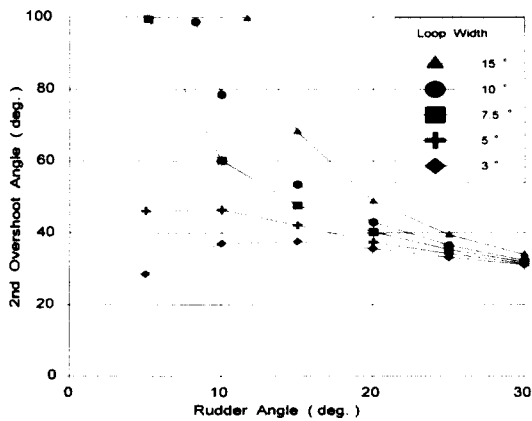


Fig.23 2nd overshoot angle (Ship3, T=2K)

4. 결과에 대한 고찰

Fig.6~Fig.23으로부터 선박의 침로 불안정도를 나타내는 Spiral loop폭이 클수록 ψ_1 과 ψ_2 가 발산함을 알 수 있다. 즉, Zig-zag test에 의한 Overshoot angle의 크기가 Spiral test의 Loop폭의 크기와 정비례함을 알았다.

그리고 Zig-zag Test에 있어서 명령타각이 클수록 각 Loop폭에 대응하는 Overshoot angle의 값들의 변화가 적으므로, 비교적 소각도의 명령타각을 취하는 것이 보침성의 상대적 비교에 편리할 것으로 보인다. 즉, 20° - 20° 보다는 10° - 10° Zig-zag test로써 평가하는 것이 보다 합리적이라 할 수 있다.

5. 결론

[1] Spiral curve와 Zig-Zag overshoot angle 사이에는 상당한 상관관계가 있다. 따라서 이에 대한 좀 더 정밀한 연구가 필요하다.

[2] 20° - 20° Zig-zag test 보다는 10° - 10° Zig-zag test로써 보침성을 평가하는 것이 보다 합리적이다.

[3] 20° - 20° Zig-zag test의 1st Overshoot는 Loop폭이 극단적으로 큰 경우를 제외하고는 모두 IMO 조종성 기준을 만족한다.

참고 문헌

- [1] 浜本剛實, “船舶の操縦性暫定基準と同解説書について”(1994)
- [2] 日本造船學會, “第3回操縦性シンポジウム”(1981)
- [3] M.Hamamoto, “Manoeuvrability of ships and Manoeuvring Standards”(1992)
- [4] S.Sutulo, “On the correspondence between zig-zag overshoot angles and instability loop dimensions”, 제20차 선박유체역학 연구회(1997)
- [5] H.Fujii, “Proposal on a practical prediction method of ship manoeuvring motions by use of the index of manoeuvrability”, International Conference on Marine Simulation and Ship Manoeuvrability(1990)

- [6] 이기표, “선박의 조종성능 추정을 위한 K-T해석법 및 선박의 초기설계에의 응용”, 技術現代, Vol 2. No 2(1982)