

디지털計數器에 의한 推進軸馬力計測에 관한 연구

裴 鍾 旭

A Study on the Measuring Shaft Horsepower by
the Digital Method

Bae, Jong-Ook

〈 목 차 〉

Abstract

- | | |
|----------------|-----------------|
| 1. 서 론 | 3. 靜토크시험 |
| 2. 측정원리 및 시험장치 | 4. 海上운전시의 축마력實測 |
| | 5. 結 論 |

Abstract

Various devices have been developed to measure the horsepower of the ship propulsion shaft. Among them the Muirhead type powermeter is an instrument that calculates the value of the shaft horsepower by reading the number of pulses which is generated by the alternator driven by the shaft during the interval of two signals made from each magnetic pickup fixed at the appropriate distance apart on the shaft.

The author gave a little modification to this method by substituting three photocells for two magnetic pickups and a high frequency oscillator for the alternator. The two among three photocells are fixed at the appropriate angle apart on the circumference of the shaft and one is fixed at the appropriate distance apart from the two on the shaft.

From the results of this experiment the author can find out following two point.

The one : The count of pulses from the high frequency oscillator instead of the alternator which generates low frequency alternating current improves the precision of the measurement.

The other : The fact that the signals made from photocells do not vary due to shaft revolution speed enables us to measure the friction torque of the stern gear when the shaft is turned by the turning gear.

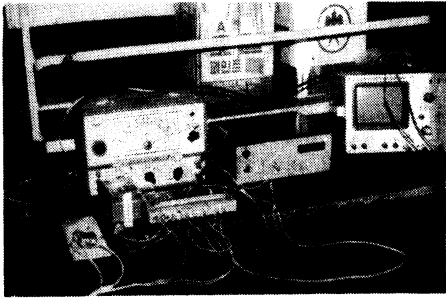


그림 4. 信號處理장치의 整列圖

예리한 펄스로 變換시킨 후 디지털計數器에 入力되는 전압신호이며 C_1 및 C_2 는 각각 指定角度 및 位相差角度 회전시간동안 디지털計數器의 동작을 나타내고 있는데 선택스위치에 의하여 轉換할 수 있다. 여기에서 發振器의 周波數는 軸의 회전속도에 따라 適意 조절할 수 있다.

指定角度의 측정은 그림 3의 P_1 및 P_2 포트셀이 동작할 때에 섬광을 터뜨리는 스트로보回路를 구성하여 눈금이 그려져 있는 플라이휠에 照

射하면서 主機廻轉장치로써 회전시키어 P_1 동작點과 P_2 동작點間의 角度差를 10회 측정하여 평균하였다. 이 방법에서 얻은 指定角度는 15.328° 였다.

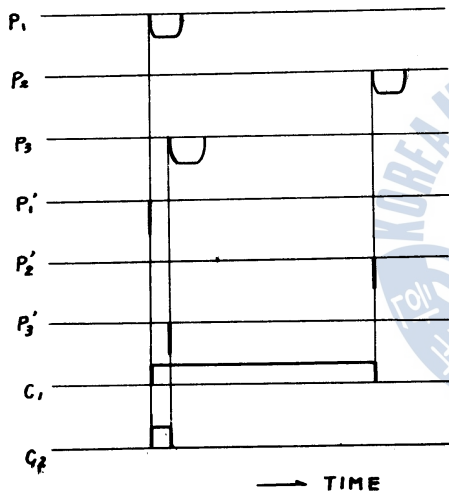


그림 5. 작동 설명도

- P_1 : 前部 檢出器의 전압
- P_2 : 前部 指定角度 檢出器의 전압
- P_3 : 後部 檢出器의 전압
- P_1' : P_1 전압에 의한 디지털計數器를 시작시키는 펄스
- P_2' : P_2 전압에 의한 디지털計數器를 정지시키는 펄스
- P_3' : P_3 전압에 의한 디지털計數器를 정지시키는 펄스
- C_1 : 指定角度 동작시간
- C_2 : 位相差角度 동작시간

前後部基準點間의 位相差角

$$\theta = \frac{N_a}{N_s} \times \theta_s \dots \dots \dots (3)$$

여기에서 N_a : 位相差角 시간의 計數

N_s : 指定角度 시간의 計數

θ_s : 指定角度 (15.328°)

이며 이것은 무부하시의 位相差角을 포함하고 있으므로 船尾側커플링을 分離시켜서 무부하상태로 하고 主機廻轉장치에 의한 회전하에서 測定하여 무부하시의 位相差角을 구하였다.

정밀도를 조사하기 위하여 이 방법으로 20회 샘플계측하고 그 평균값 및 母標準偏差를 계산하면

$$\bar{\theta}_0 = 0.02027^\circ \text{ (무부하시의 평균 위상차각)}$$

$$\sigma = 0.000183^\circ \text{ (母標準偏差)였다.}$$

이것은 全負荷時의 예상비틀림각인 2.956° 에 비교하면 0.0062%이다. 中間軸베어링의 油隙이 0.2

mm 이라면 直徑 250mm 의 中間軸이 左右로 搖動하므로 發生할 수 있는 偏差의 限界는 0.000255° 이므로 계측값의 分散은 中間베어링의 左右搖動에 의해 發生하는 오차가 그 主를 이룬다고 추정할 수 있다. 참고로 커플링이 연결되어 있을 때에 주기회전장치에 의한 회전시의 비틀림각을 이 방법에 의하여 20회 측정 평균해본 결과 0.1664° 였다. 光電氣檢出器를 사용하였으므로 회전속도에 비례하여 변화하는 磁氣檢出器의 검출전압신호의 결함을 개선할 수 있었다.

3. 靜토크 試驗

最後 船尾側의 커플링을 分離시켜서 자유단으로 하고 主機關을 固定端으로 하여 그림 6 처럼 체인블록과 스패너를 이용하여 軸에 토크를 加하고 비틀림탄성계수를 측정해 보았다.

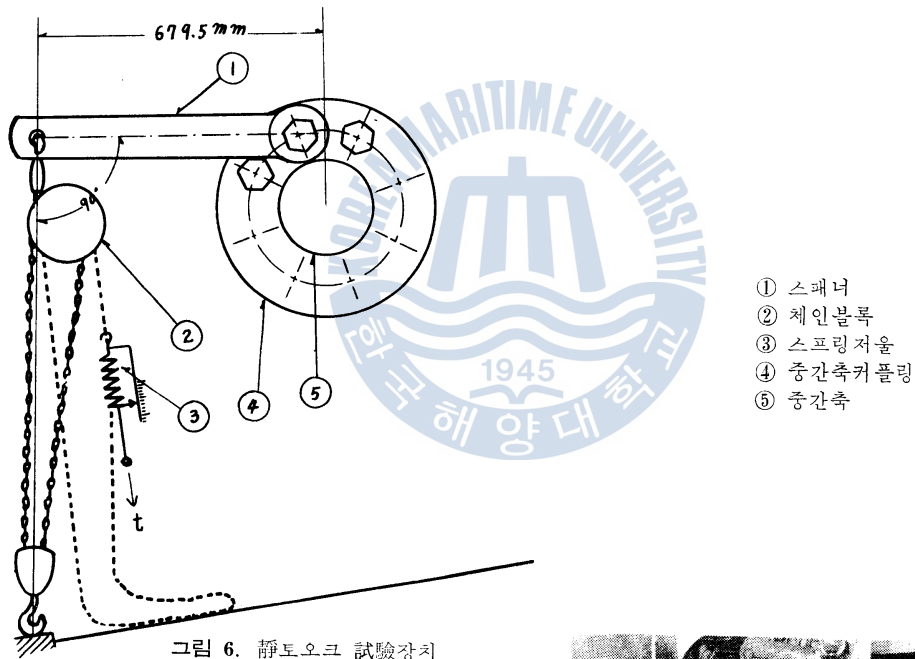


그림 6. 靜토크 試驗장치

시험시에 軸中心으로부터 체인블록에 의한 힘의 作用線까지의 거리는 679.5mm 이었고 동작시에 체인블록의 구동체인에 작용하는 힘을 스프링저울로써 측정하고 계산에 의하여 체인블록의 힘을 구하였다. 사용한 체인블록은 FUTABA "SPEED" TYPE AL 3TON 이었는데 그 倍力比率은

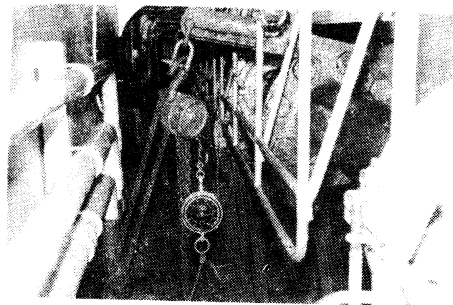


그림 7. 靜토크 試驗장치

$$\frac{\text{구동체인회직경}}{\text{피동체인회직경}} \times \frac{\text{제 1 중간치차齒數}}{\text{구동치차齒數}} \times \frac{\text{피동치차齒數}}{\text{제 2 중간치차齒數}} \times 2 = \frac{67.6}{36.4} \times \frac{27}{5} \times \frac{23}{5} \times 2 = 92.26$$
 이었다.

그림 8 및 그림 9는 중간축의 靜토크 작용시의 비틀림각을 측정하기 위한 장치의 整列圖와 실물 사진으로서 중간축의 前後部基準點上에 각각 鋼材의 팔을 고정시키고 그 末端의 變位の 差를 두 개의 다이얼게이지로써 측정하여 회전각도의 差로 환산하였다.

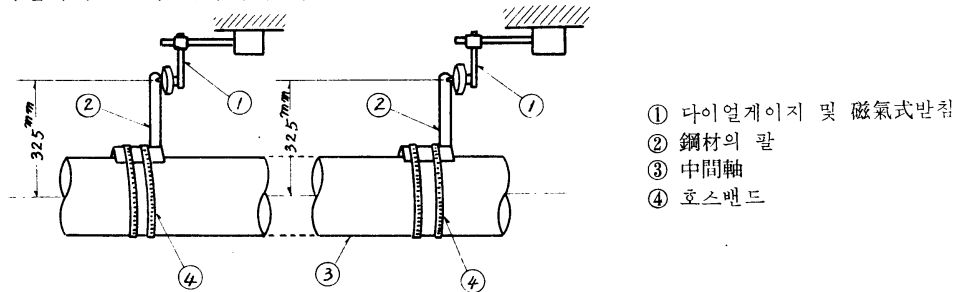


그림 8. 비틀림角測定장치

靜토크시험의 결과 그림10과 같은 결과를 얻었다. 張力증가의 방향에서 동일한 방법으로 3회 측정하였다. 最小自乘法에 의해 그 기울기를 각각 구하고 평균값을 이용하여 關係式을 세우면

$$t = a + 0.1113r \dots \dots \dots (4)$$

여기에서 t : 스프링저울의 값(kg)

a : 初期值

r : 다이얼게이지 變位差(1/100mm)

(4)式을 고쳐서 쓰면

$$T = A + 3957.7\theta \dots \dots \dots (5)$$

여기에서 T : 軸의 靜토크(kg-m)

θ : 靜토크時의 軸의 비틀림角(deg.)

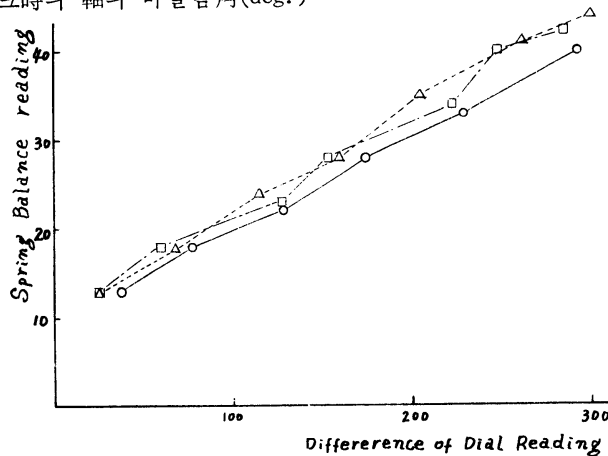


그림 10. 靜토크 特性曲線



그림 9. 비틀림角測定장치

(5)式에서 A 의 값은 중간축베어링과 체인블록 내부의 마찰저항과 무게등에 의한 히스테리시스로부터 결정되는 初期値로서 여기서는 常數로 생각하여 $\frac{dT}{d\theta} = 3957.7$ 이 되며 이것이 중간축의 前後部 基準點間의 비틀림탄성계수이다.

造船所로부터 공급된 本機關의 비틀림振動計算書中에 있는 데이터로부터 逆算하여 얻은 비틀림탄성계수는 4003 kg-m/deg.이므로 본 시험결과는 1.13%의 작은 誤差를 내었다. 작용荷重의 크기에 따라서 생기는 마찰력의 변화를 무시한 결과 발생한 오차로 추정되며 선내에서 보통 사용되는 일반 작업공급을 사용하여 얻은 결과로서는 상당히 만족할 만한 것이라고 생각할 수 있다.

4. 해상운전시의 軸馬力實測

한바다호의 東海上沿岸항해중 축마력을 실측하였다. 실측시의 해상상태는 양호하였지만 船體 및 프로펠러의 汚損상태는 상당히 심한 편이었다.

네가지 회전수에 對해서 축마력계측을 행하였는데 연료헨들조정후 10분간의 過渡期間을 대기하고 나서 각각 24회씩 계측하였다. 이 때 계산에 사용된 회전수는 10분간의 평균회전수를 사용하였다. 그리고 마이학지압기에 의한 指壓圖로부터 산출한 제동마력과 유량계에 의한 연료소비량으로부터 산출한 제동마력을 참고로 구하여 보았다. 본 계측장치로 계측한 축토크를 각 운전상태에서 표시하면 그림11과 같다. 또 각 운전상태의 계측치들을 평균하여 축마력을 계산하고 負荷特性曲線을 그리면 그림12와 같다. 본 장치에 의해서 측정된 축마력은 지압도로부터 산출한 제동마력 또는 연료소비율로부터 산출한 제동마력과 비교할 때 低出力에서는 높고 高出力에서는 낮게 나타나고 있다.

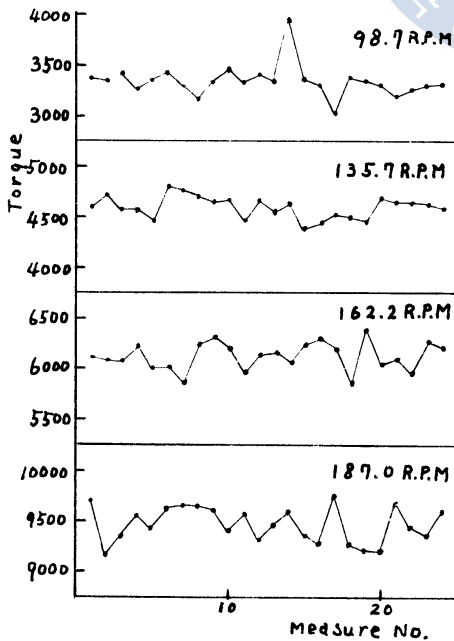
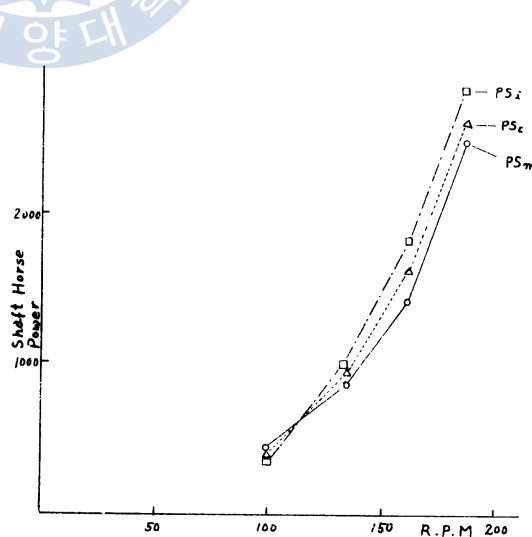


그림 11. 운전시의 토크



PS_m : 動力計에 의한 축마력
 PS_z : 指壓圖에 의한 축마력
 PS_c : 연료소비율에 의한 축마력

그림 12. 負荷特性曲線

5. 結 論

본 비틀림동력계를 實船에서 사용해 본 결과 다음과 같은 성과를 얻었다.

(1) 중간축의 이용가능한 손길이에 對해서 회전중의 비틀림량을 측정할 뿐 아니라 發振器로 부터의 교류전압을 高周波로 함으로써 비교적 단순한 검출장치를 사용하면서도 상당히 높은 精度의 측정값을 얻을 수 있었다.

(2) 光電氣檢出器를 사용함으로써 船尾材의 마찰토크에 의한 靜的비틀림을 측정할 수 있었고 이로부터 破킹의 靑임상태나 베어링의 상태를 진단하는데 도움을 줄 수 있으리라고 생각된다.

(3) 본 시험에서는 비틀림탄성계수의 측정치에 다소 오차가 있었으나 데이터가 구비되어 있지 않은 중고선의 경우 손쉬운 도구들을 활용하여 계측해 본다는 데에 의미를 두었다.

다만 指定角度와 位相差角度를 두 개의 디지털계수기를 사용하여 동시에 계측하고 토크계측순간의 회전수를 계측하여 이 세가지 값을 마이크로컴퓨터회로에 입력시키고 每廻轉마다 변화하고 있는 축마력을 순간적으로 계산하여 디지털디스플레이에 나타낼 수 있도록 발전시킨다면 더욱 좋은 결과를 얻을 것이며 실선의 운항관리에 寄與할 수 있을 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

- (1) 伊丹 潔, 動力測定の現狀と將來の動向, 日本船用機關學會誌 第2卷 第5號(1967) p. 201
- (2) John Bell, Digital Technique Measures Ship's Horsepower. Electronics, Vol. 17, p. 142, Nov. (1961)
- (3) 平山傳治, 岡村貞夫, 帆刈勇喜男, ねじり動力計の開發, 日本船用機關學會誌 第13卷 第3號 (1978) p. 219