

소형 선박의 소음 특성에 관한 연구

최 한 규/선박검사기술협회 부산지부

I. 서 론

산업사회의 발달로 생활 수준이 향상됨에 따라 선박에 승선하는 선원과 탑승객들의 쾌적한 선내생활을 위한 환경 보전이 요구되고 있다. 선박내의 소음환경을 개선하기 위한 연구개발 노력은 1950년경 유럽에서 시작되어, 1970년대 초반에는 각 국가별로 자국 선박소음규제에 관한 조항을 제정하였으며, 국제해사기구(IMO)에서는 선박소음레벨에 관한 규정을 1981년에 채택하여 오늘날까지 이 규정을 유지하고 있다¹⁾.

최근 선박은 고속화, 고출력 추세로 선체가 경량화되는 반면에 기진력은 증가되어 진동과 소음의 증가요인이 되고 있다. 이러한 진동, 소음은 선박내의 중요한 구조부재의 피로 손상의 원인이 되며, 선내의 각종 전기·기계류, 계기·기구류 등의 기능을 심각하게 약화시켜 성능의 저하를 초래하게 된다. 또한 선원과 탑승객의 쾌적한 생활환경의 파괴로 인한 피로움과 불편함을 초래하기도 하며, 선원들의 작업능률 저하의 원인이 된다²⁾. 선박진동·소음 문제는 본질적으로 복잡 난해할 뿐만 아니라, 선박의 성능 향상으로 인한 새로운 문제들이 발생하기 때문에 그 동안의 많은 연구 성과에도 불구하고

아직도 미해결 과제가 많은 것이 현실이며, 더욱이 소형 선박의 진동과 소음에 관한 국내외 실제적인 연구가 미흡하다. ISO, IMO 및 각국의 선급에서는 진동 및 소음의 허용기준을 대형선을 대상으로 제시하고 있으며³⁾, 선주들도 이들 기준을 근거로 저진동, 저소음 선박을 건조해 줄 것을 조선소에 요구하고 있다. 따라서, 조선소 및 설계 관계자들이 함께 협력하여 진동, 소음의 허용한계 이내로 선박을 건조하기 위해 노력하고 있으며, 시운전시에는 조선소에서 진동, 소음을 측정, 분석하여 건조 사양에 포함되어 있는 허용한계 이내인가를 판단한 후 인도하고 있으므로 대형선들의 진동, 소음에 대해서는 체계적인 측정, 분석 및 허용기준이 마련되어 있다.

그러나, 소형선에 대해서는 진동과 소음의 허용 기준이 마련되어 있지 않기 때문에 선박 인도 전 시운전시 진동과 소음의 비교 평가 및 건조 선박의 성능 상태의 판정이 불가능하고 소형선에 대한 진동, 소음 관련 기초자료가 부족하여 저진동, 저소음 선박의 건조가 어려운 실정이다.

소형 선박의 소음과 진동의 발생으로 인한 영향을 개선하기 위한 연구로서는 久保 등의 연안 어선의 소음계측 결과 및 어선 기관에 발생하는

진동의 저감에 관한 연구^{4,7)}, 김의 박용 디젤기관 소음특성 및 저감대책에 관한 연구 등이 있으나⁸⁾, 소형 선박의 진동과 소음에 관한 보다 많은 연구가 절실히 요구된다.

그래서 본 연구에서는 FRP제 소형 선박의 선내 소음의 원인을 규명하고 이들에 대한 합리적인 허용기준 설정 및 저소음화 설계를 위한 기초 자료로 활용하고자, FRP제 4톤~11톤급 신조 소형 선박을 대상으로 시운전시에 선체진동과 선내 소음을 측정하여 소형 선박의 선내 소음특성 및 소음과 진동과의 상관관계를 검토, 분석하고, 이들에 대해 IMO와 DNV의 허용기준상의 적합도를 비교, 평가하였다.

II. 장치 및 방법

1. 실험장치 및 시험선

소음 및 진동측정은 2000년 4월 7일부터 2001년 5월 26일 사이에 Fig. 1에 나타낸 여수 가막만에서 행하였다. 이때 사용한 측정시스템은 Fig. 2와 같이 마이크로폰(B&K, 4189), 증폭기(B&K NEXUS), 회전수측정기(B&K, MM0024), 데이터 레코더(SONY, PCH244),

오실로스코프(Tektronix, THS720A)로 구성하였으며, 주요 사양은 Table 1과 같다.

Table 1. Specifications of measurement and analysis instruments

Equipments	Specifications
Data recorder	Relative tape speed: 3.133m/s(normal speed), 6.266m/s(double speed) S/N ratio: 42dB or more Input range: $\pm 10V_{pk}$, $\pm 5V_{pk}$, $\pm 2V_{pk}$, $\pm 1V_{pk}$ (4types) Output level: ± 1 to $\pm 3V_{pk}$ (variable continuously)
Portable data acquisition unit (2827) & pulse software	Type 3032A: 6/1-ch, Input/out Type 7533: LAN Interface module Noise and vibration analysis, Data recorder, Order analysis Time capture
Microphone (4189)	Sensitivity: 51.6mV/pa Capacitance: 13.3pF
Oscilloscope (THS720A)	Vertical volts/div: 100mV/div Input capacity: $\leq 100pF$ Accuracy: DC voltage $\pm 5\%$, AC voltage $\pm 2\%$
NEXUS conditioning amplifier	Output sensitivity: $10mV/ms^{-2}$ $\sim 10kV/ms^{-2}$

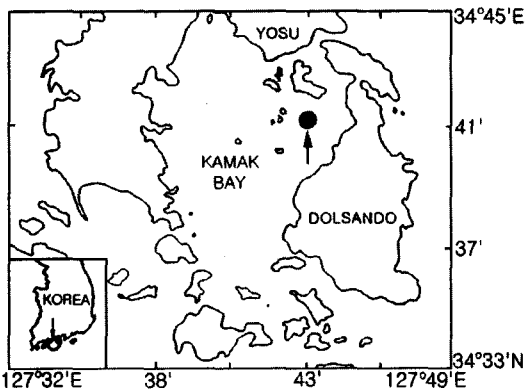


Fig. 1 Location of the experimental sea area.

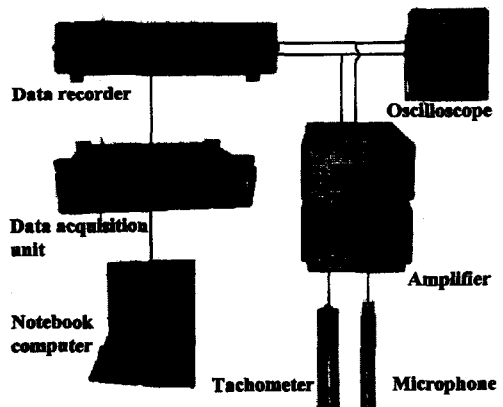


Fig. 2 Arrangement of the measured and the analyzed instruments for noise.

Table 2. Principal specification of the observed small boats

Fishing boats	Hull	G.T (ton)	Length (m)	Breadth (m)	Depth (m)	Building year	Main engine power (PS)	Main engine speed (rpm)
A	FRP	11	15.56	3.90	1.11	2000	360	2000
B	FRP	9.77	14.40	3.79	1.19	2001	350	1800
C	FRP	9.77	14.40	3.79	1.12	2001	402	1800
D	FRP	4.99	10.00	3.20	1.00	2000	238	2000
E	FRP	6.67	11.72	3.24	0.90	2000	316	2000
F	FRP	6.63	11.69	3.24	0.90	2000	316	2000
G	FRP	5.89	10.97	3.06	1.02	2000	265	2000

*A: Myungyang-ho, B: Gilhung-ho, C: Jekyung-ho, D: Sinsung-ho, E: Sunryung-ho, F: Yuram-ho, G: Sunyae-ho.

Table 3. Principal specification for main engine of the observed small boats

Small boats	Cylinder number	Fire ordering	Explosion pressure (kg/cm ²)	Main engine speed (rpm)	Propeller blade number	Gear ratio	Gear number	Pinion number
A	6	1-5-3-6-2-4	127.4	2000	3	3.42	82	24
B	6	1-5-3-6-2-4	131	1800	3	4.04	101	25
C	6	1-5-3-6-2-4	136.5	1800	3	3.54	85	24
D	6	1-5-3-6-2-4	120	2000	3	3.19	95	31
E	6	1-5-3-6-2-4	105	2000	3	2.53	76	30
F	6	1-5-3-6-2-4	105	2000	3	2.53	76	30
G	8	1-2-7-3-4-5-6-8	120	2000	3	2.51	73	29

시험선은 여수시 소재의 삼창 FRP조선소와 한국조선소에서 건조한 FRP제 4~11톤급 선박 6척을 이용하였으며, 그 선체의 주요 사양은 Table 2와 같고, 기관의 사양은 Table 3과 같다.

2. 측정 및 분석방법

선내 소음은 Fig. 3과 같이 시험선의 4개의 측정점(기관실, 상부 거주실, 하부 거주실, 조타실)에서는 마이크로폰을 중앙부근, 나머지 연통상부는 연통상부에서 약 1m떨고, 연통에서

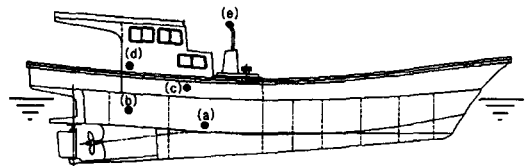


Fig. 3. Location of microphone for measurement of noise

- (a) Engine room, (b) Bottom crew's room,
- (c) Upper crew's room, (d) Wheel house,
- (e) Top part of the funnel.

나오는 배기가스의 영향을 고려하여 배기가스가 직접 마이크로폰에 닿지 않도록 설치하여 무부

하 및 부하 시의 소음을 측정하였다. 무부하 시의 소음 측정은 선박을 정선한 상태로, 부하 시에는 통상의 항해 상태로 정침하고, 외부 소음의 영향이 없는 상태에서 주 기관의 회전수를 800~2000rpm까지 서서히 증가시키면서 기관실, 상부 거주실, 하부 거주실, 조타실, 연통상부의 소음을 데이터 기록계에 기록하였다.

소음특성은 주파수 범위 20Hz~20kHz, A Weighting, 1/3 Octave 대역폭으로 분석하였으며⁹⁾, 차수 특성에 대해서는 20차, 분해능 0.1로 설정하여 소음에 대한 차수분석(order analysis)을 행하였다¹⁰⁾.

통상 진동 분석에 필요한 진동수를 계산하기 위한 기초 자료로서, 기관 회전 주파수, 실린더 수, 기어니 수, 피니언 수, 감속기 비, 프로펠러 날개 수 등과 각종 기관 진동의 관련 주파수와의 상호 관계는 다음과 같이 정의된다.

먼저, 크랭크축 회전 주파수(CSR)는 $CSR = RPM/60$ (Hz)이고, 여기서 RPM은 크랭크축의 회전수(rpm)를 나타낸다. 실린더 폭발주파수(CFR)는 $CFR = (CSR/60) \times S$ (Hz)이고, 여기서 S는 S=0.5: 4행정기관, S=1.0: 2행정기관이다. 주기관 기진력 주파수(EFR)는 $EFR = CFR \times Nc$ 이고, 여기서 Nc는 실린더 수

를 나타낸다. 기어 맞물림 주파수(GF: gear mesh frequency)는 $GF = NG \times fr$ (Hz)이고, 여기서 NG는 기어 이(tooth) 수, fr은 축의 회전주파수(Hz)를 나타낸다. 피니언 회전주파수(PNF: pinion rotating frequency)는 $PNF = GF/Np$ (Hz)이고, 여기서 Np는 피니언의 이 수이다. 프로펠러 축 회전주파수(PSR)는 $PSR = CSR/Rr$ (Hz)이고, 여기서 Rr은 감속기어 비이다. 프로펠러 날개통과주파수(PF: passing frequency)는 $PF = PSR \times Nb$ (Hz)이고, 여기서 Nb는 프로펠러의 날개 수이다. 위의 정의를 이용한 시험선들의 기관 등에 대한 계산된 기본 주파수를 정리하면, Table 4와 같다.

한편 측정된 소음 데이터는 소형선박에 대한 소음평가 규격이 아직 없으므로, 비교를 위한 참조 규제치로서 일반 상선에 대한 소음평가 지침인 Table 5의 IMO 및 DNV 소음 규제치를 이용하였다.

측정한 데이터는 소음의 특성과 그 원인을 분석하고, IMO 및 DNV 소음 규제치와 비교 검토하였으며, 위치별 소음원과 진동과의 상관관계를 구하여 소음의 발생 원인을 분석하였다.

Table 4. Principal frequency for main engine of the observed small boats

Small boats	CSR (Hz)	CFR (Hz)	EFR (Hz)	PF (Hz)	GF (Hz)	PNF (Hz)
A	33.3	16.7	100	29.2	2733.3	113.9
B	30.0	15.0	90	22.3	3030.0	121.2
C	30.0	15.0	90	25.4	2550.0	106.3
D	33.3	16.7	100	31.3	3166.7	102.2
E	33.3	16.7	100	39.5	2533.3	84.4
F	33.3	16.7	100	39.5	2533.3	84.4
G	33.3	16.7	133	39.8	2433.3	83.9

* CSR: Crank Shaft Rate, CFR: Cylinder Firing Rate, EFR: Engine Firing Rate, PF: Propeller Frequency, GF: Gear mesh Frequency, PNF: Pinion Frequency.

Table 5. Noise limits of IMO and DNV guideline

Items	Engine room	Wheel house	Crew's room	Workshop
IMO	110*	65	60	85
DNV	110	65	60+k**	85

* GRT < 1600ton

** k=5 : GRT < 2000ton.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 선내 위치별 소음특성과 소음원과 진동과의 상관 관계

각 선의 선내 위치별 소음특성과 소음원과 진동과의 상관관계를 측정하였는데, 그 중 명양호(A)의 결과를 나타내면 Fig. 4와 같다.

먼저 Fig. 4(a1)은 부하시의 주기관실의 소음 특성을 waterfall 선도를 나타낸 것으로서, 높은 주파수를 보이는 범위는 1800~2000rpm이며, 특히 기관회전수 1940rpm에서 10kHz대역의 주기관실 최대 소음 레벨을 나타내었다. Fig. 4(a2)는 소음 레벨의 overall값을 나타낸 것으로서, 소음 레벨은 회전수에 비례하여 증가하다가, 1850rpm 이상에서는 소음 레벨이 급격히 증가함을 보였고, 1940rpm에서 최대 소음 레벨 115dB(A)을 나타내었다.

Fig. 4(a3)은 주기관실에서의 진동을 waterfall 선도로 나타낸 것으로서, 1300rpm에서 3차 진동주파수 3900cpm(65Hz)의 소음이 높게 나타났으며, 1597rpm에서 6차 진동주파수 9582cpm(160Hz)의 소음이 높게 발생하고, 3차의 1300rpm에서 최대 소음 113dB(A)을 나타내었다. Fig. 4(a1)에서 65Hz, 160Hz, 250Hz, 10kHz대역의 주파수가 나타나며, 1299rpm에서 65Hz 소음 레벨은 88dB(A), 1597rpm에서 160Hz 소음 레벨은 87dB(A), 1940rpm에서 250Hz, 10kHz 소음 레벨은 각

각 93dB(A), 115dB(A)로 나타났다. 진동 주파수 65Hz, 160Hz와 기관실의 탁월 주파수인 65Hz, 160Hz가 일치함으로 압력의 변동에 기인하는 기진력 성분 중에 주기진주파수인 3차와 6차 성분이 동시에 나타났으나, 그 중에서도 3차 성분이 우세하게 나타났다.

Fig. 4(b1)은 부하 시 상부 거주실에서의 소음 특성은 주기관실에서 나타났던 고주파수가 상부 거주실에서는 나타나지 않았기 때문에 회전수 변화에 따른 소음 값의 증가가 크지 않음을 알 수 있고, 회전수 1346rpm, 1kHz대역에서 상부 거주실 최대 소음 레벨을 나타내었다. Fig. 4(b2)는 소음레벨의 overall값을 나타낸 것으로, 소음 레벨은 회전수 증가에 따라 증감을 반복하는 경향을 나타내었으며, 최대 소음레벨은 1346rpm에서 79dB(A)로 나타났다.

Fig. 4(b3)은 부하 시에 측정된 상부 거주실의 진동 특성은 997rpm에서 3차 진동주파수 2991cpm(50Hz), 1650rpm에서 3차 진동 주파수 4950cpm(82.5Hz)가 나타났으며, 997rpm에서 최대 소음레벨 82dB(A)로 나타내었다. Fig. 4(b1)에서는 80Hz, 125Hz, 1kHz대역의 주파수가 탁월하게 나타나며, 1649rpm에서 80Hz 소음레벨 72dB(A), 850rpm에서 125Hz 소음레벨 72dB(A), 1346rpm에서 1kHz 소음레벨 79dB(A)로 나타났다. 진동 주파수 82.5Hz와 상부 거주실 주파수 80Hz가 거의 일치함으로서 주기진주파수인 3차 성분이 상부 거주실에 공기와 고체음 형태로 전달됨을 알 수 있다.

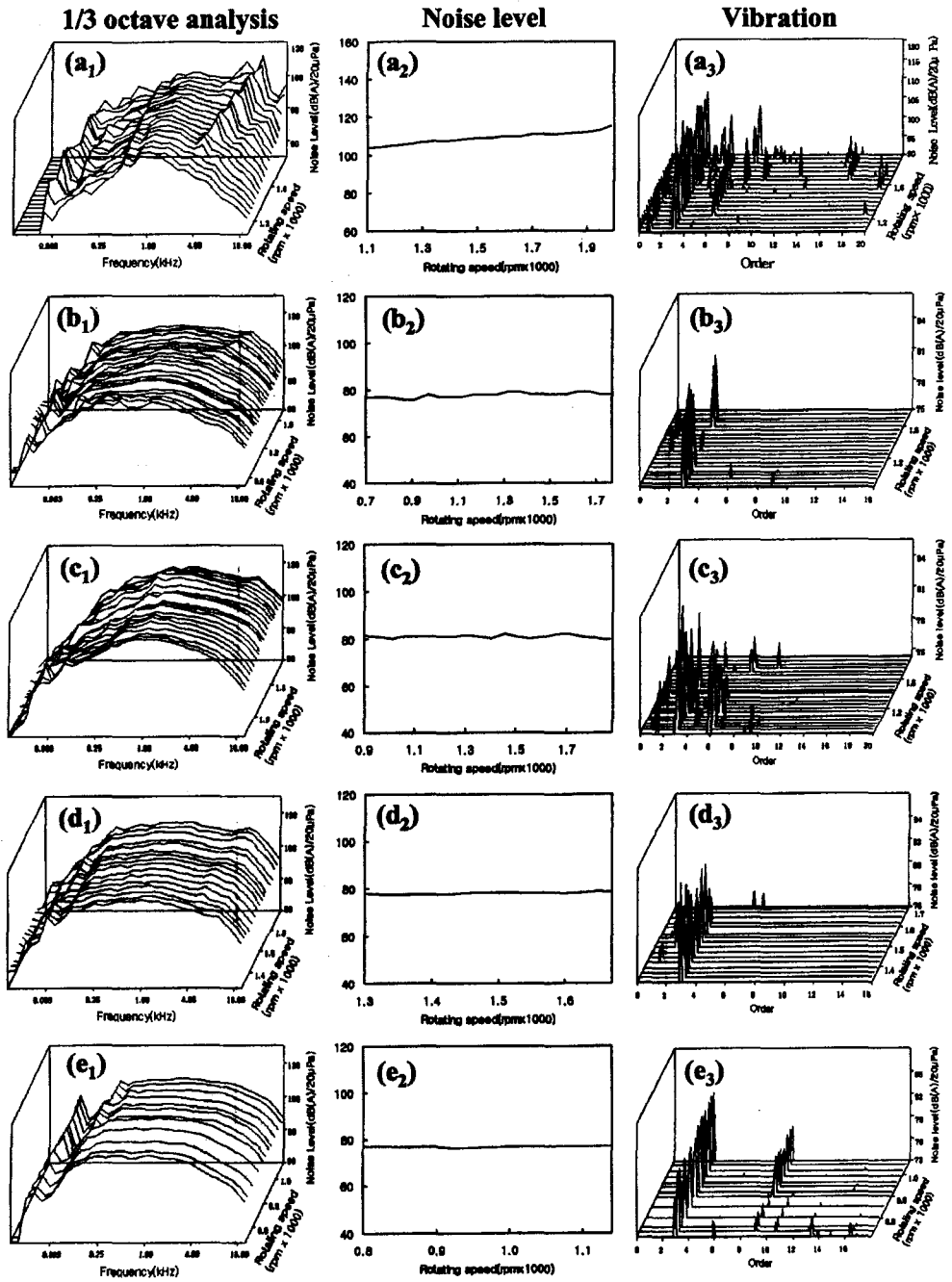


Fig. 4. Noise characteristics and relation with vibration and noise at the measured point of Myungyang-ho(A).
 (a) Engine room, (b) Upper crew's room, (c) Bottom crew's room
 (d) Wheel house, (e) Top part of the funnel.

Fig. 4(c1)은 부하 시의 하부 거주실에 대한 소음 특성은 주기관실에서 나타나던 고주파수 특성이 나타나지 않음으로 하부 거주실 회전수 변화에 따른 소음 레벨의 증가가 거의 없고, 80dB(A)에서 82dB(A)사이에서 변화하며, 1496rpm, 1kHz대역에서 하부 거주실 최대 소음레벨을 나타내었다. Fig. 4(c2)는 소음레벨의 overall값을 나타낸 것으로, 1496rpm 이하까지는 소음 레벨이 일정하나, 1496rpm 이상으로 증가함에 따라 소음 레벨은 2dB(A)이내의 변화를 하였고, 1496rpm에서 최대 소음 레벨 82dB(A)이 나타났다.

Fig. 4(c3)은 부하 시 하부 거주실의 진동 특성은 1049rpm에서 3차 진동주파수 3147cpm (52.5Hz), 943rpm에서 6차 진동주파수 5658cpm(94.3Hz)가 나타났으며, 3차의 1049rpm에서 82dB(A)인 최대 소음을 나타내었다. Fig. 4(c1)에서 50Hz, 63Hz, 1kHz대역의 주파수를 나타내었으며, 1049rpm에서 주파수 50Hz, 소음 레벨 78dB(A), 1297rpm에서 주파수 63Hz, 소음 레벨 77dB(A), 1496rpm에서 주파수 1kHz 소음 레벨 82dB(A)로 나타났다. 진동주파수 52.5Hz와 하부 거주실 주파수 50Hz가 거의 일치함으로서 주기진주파수인 3차 성분이 하부 거주실에 전달됨을 알 수 있다.

Fig. 4(d1)은 부하 시의 조타실에 대한 소음 특성은 회전수 변화에 따른 주파수 특성 변화도 거의 없으며, 1670rpm, 63Hz대역에서 조타실 최대 소음 레벨을 나타내었다. Fig. 4(d2)는 소음 레벨의 overall값을 나타낸 것으로, 전 회전수에 걸쳐 거의 일정한 값으로 변화가 없음을 보였다. 최대 소음 레벨은 1670rpm에서 79dB(A)로 나타났다.

Fig. 4(d3)은 부하 시 조타실의 진동 특성은 1324rpm에서 3차 진동주파수 3972cpm (66Hz), 81dB(A) 최대 소음이 발생하였다. Fig. 4(d1)에서 63Hz, 160Hz대역의 주파수가

나타났으며, 1324rpm에서 63Hz 소음 레벨 76dB(A), 1693rpm에서 160Hz 소음 레벨 78dB(A)로 나타났다. 진동주파수 66Hz와 조타실 주파수 63Hz가 거의 일치함으로서 주기진주파수인 3차 성분이 조타실에 전달됨을 알 수 있다.

Fig. 4(e1)은 부하 시의 연통상부에 대한 소음 특성은 회전수 변화에 따른 주파수 특성 변화도 거의 없는 형태이며, 회전수 855rpm인 500Hz대역에서 연통상부 최대 소음 레벨을 나타내었다. Fig. 4(e2)는 소음 레벨의 overall값을 나타낸 것으로, 전 회전수에 걸쳐 거의 일정한 값으로 변화가 없음을 보였으며, 회전수 855rpm에서 79dB(A)인 최대 소음 레벨로 나타났다.

Fig. 4(e3)은 부하 시 연통상부 소음 특성은 1048rpm에서 3차 진동주파수 3144cpm (52Hz), 1022rpm에서 9차 진동주파수 9198cpm(153.3Hz)의 소음이 발생하고, 3차 성분이 1048rpm에서 82dB(A)인 최대 소음을 나타내었다. Fig. 4(e1)에서 992rpm에서 3차 50Hz 소음 레벨 76dB(A)로 나타났다. 진동주파수 52Hz와 연통 상부 주파수 50Hz가 거의 일치함으로서 주기진주파수인 3차 성분이 공기음의 형태로 연통으로 직접 전달됨을 알 수 있다.

2. 동형선의 소음특성 비교

동형선인 E선과 G선에 대한 부하 및 무부하 시의 주기관실, 거주실, 조타실 및 연통상부에 대한 소음특성의 변화를 분석한 결과는 Fig. 5와 같으며, E선의 부하 시에 주기관실, 거주실, 조타실 및 연통 상부의 모든 위치에서 나머지 유형보다 소음 레벨이 높게 나타났으며, 그 다음으로는 G선의 부하 시와 E선의 무부하 시의 소음이 거의 비슷하며, G선의 무부하 시가 가장 낮게 나타났다.

E선의 소음이 큰 원인으로는 E선과 G선의

선박 크기, 마력이 비슷함에도 불구하고 10선 주기관이 G선의 주기관보다 진동 및 소음이 제작 당시부터 높은 것으로 판단된다.

E, G선의 경우, 부하 시가 무부하 시보다 소음이 높게 나타난 것은 선박 항주 시에 프로펠러 자체의 불평형으로 인한 것과 프로펠러 날개가 선체 후방에서 회전하기 때문에 발생하는 유체역학적 힘에 의한 선체 및 선미부, 상부구조물 진동 등을 발생시키므로 부하 시의 소음 레벨이 높게 나타났다.

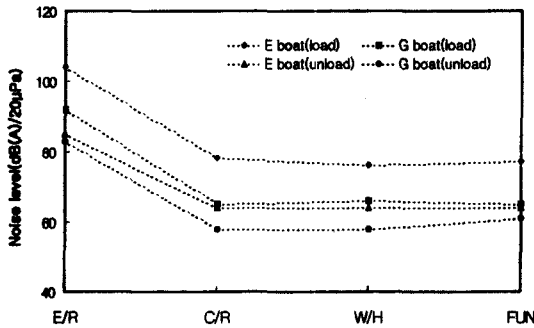


Fig. 5. Comparison on noise level of two boats with equal size and power.
E/R: Engine room, C/R: Crew's room,
W/H: Wheel house, FUN: Top part of the funnel.

3. 선내소음과 IMO 및 DNV 소음기준과 비교 평가

각 선박의 부위별 선내소음을 IMO 및 DNV 소음 규제치와 비교 평가한 결과는 Fig. 6과 같다.

Fig. 6(a)는 시험선 A, B, C, D, E 및 G선의 부하 시에 측정된 주기관실의 소음과 IMO 및 DNV의 주기관실 소음 규제치와 비교한 것으로, IMO 및 DNV의 주기관실 소음 규제치인 110dB(A)보다 B선은 5dB(A), D선은 11dB(A)가 높게 나타났으나, C, E 및 G선은 6~18dB(A) 낮게 나타났으며, A선인 경우에는 비슷한 값을 보였다¹¹⁾. 이와 같이 주기관실

의 소음이 선박에 따라 다르게 나타나는 원인으로서는 주기관의 출력이 비슷한 경우에도 진동 및 소음 레벨이 기관의 제작사마다 다르기 때문으로, 주기관은 진동 및 소음 레벨이 낮은 제작사의 것을 선택하는 것이 소음을 줄이는 근본적인 방법이다.

Fig. 6(b)는 시험선 A, B, C, D, E 및 G선의 부하 시에 상부 거주실에서 측정된 소음과 IMO 및 DNV의 상부 거주실 소음 규제치와 비교한 것으로, IMO 및 DNV의 상부 거주실에 대한 소음 규제치인 60dB(A)보다 A, B, C, D, E 및 G선 모두 5~19dB(A) 높게 나타났다. 이와 같이 상부 거주실의 소음 레벨이 전선박에서 높게 나타나는 원인으로서는 소형 선박의 경우, 협소한 공간 때문에 상부 거주실이 주기관실의 상부에 위치하고 또한, 방음재를 사용하지 않기 때문에 주기관실에서 발생한 소음이 적절하게 차단되지 않고 바로 전달되어 소음 레벨이 큰 것으로 판단되며, 상부 거주실의 하부에 방음재를 사용하여 소음을 차단함으로써 소음을 감소시킬 수 있을 것이다.

Fig. 6(c)는 시험선 A, B선의 부하 시에 하부 거주실에서 측정된 소음레벨과 IMO 및 DNV의 하부 거주실에 대한 소음 규제치를 비교한 것으로, IMO 및 DNV의 하부 거주실 소음 규제치 60dB(A)보다 18~22dB(A) 정도 높게 나타났다. 이와 같이 하부 거주실의 소음 레벨이 A선, B선 모두 높게 나타나는 기본적인 원인으로서는 소형 선박의 경우, 기관실 후단 공간이 협소하여 기관실 후단 격벽 사이에 위치하고, 소음 차단벽을 설치하지 않기 때문에 주기관실에서 발생한 소음이 차단되지 않고 바로 전달되어 높은 소음 레벨이 나타나는 것으로 판단되며, 소음을 줄이는 방법으로는 기관실 후단 격벽에 방음재료를 붙이거나, 격벽과 격벽사이 공간을 띄워 이중으로 설치하여 공간에 그라스울 등의 흡음 재료를 넣는 방법 등이 있다.

Fig. 6(d)는 시험선 A, B, C, D, E 및 G

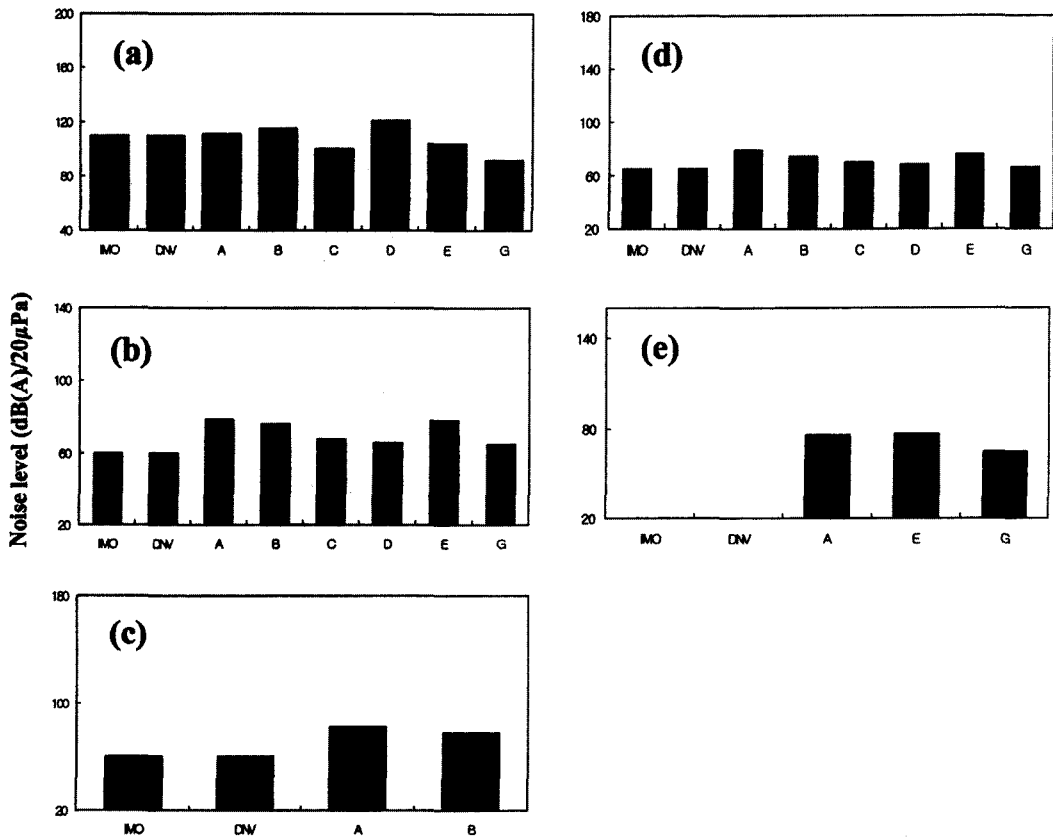


Fig. 6. Comparison on noise at the measured point of observed boats, IMO and DNV guidelines.

- (a) Engine room, (b) Upper crew's room, (c) Bottom crew's room
(d) Wheel house, (e) Top part of the funnel.

선의 부하 시에 조타실에서 측정된 소음 레벨과 IMO 및 DNV의 조타실에 대한 소음 규제치와 비교한 것으로, IMO 및 DNV의 조타실 소음 규제치 65dB(A)보다 A, B, C, D 및 E선은 모두 약 14dB(A) 높게 나타났으며, G선은 비슷하였다. 소음 레벨이 이렇게 높게 나타나는 근본적인 원인으로서는 상부 거주실과 인접하고, 조타실 출입문 역시 방음이 되지 않기 때문에, 선미부의 추진기에서 발생하는 프로펠러 소음과 상부 거주실의 소음이 바로 전달되어 소음 레벨이 큰 것으로 판단되며, 출입문, 위벽 등을 방

음재로 제작·시공하는 방법으로 소음을 어느 정도 감소시킬 수 있을 것이다.

Fig. 6(e)는 시험선 A, E, G선의 부하 시에 연통 상부의 소음 평가 결과는, IMO 및 DNV의 연통 상부에 대한 소음 규제치가 없는 관계로 연통 상부의 소음 비교는 불가능하지만, A, E, G선의 연통 상부 소음 레벨은 65~77dB(A)로 나타났다.

연통 상부의 소음을 줄이는 방법으로는 연통 내부의 슬롯 배열과 기관의 배기관에서 연결되어 선외로 나가는 연통의 배관 방법 개선 등이 있다.

IV. 요 약

FRP제 소형 선박의 선내 소음의 원인을 규명하고 이들에 대한 합리적인 허용기준 설정 및 저소음화 설계를 위해 FRP제 4~11톤급 신조 소형 선박을 대상으로 시운전시에 선내 소음을 측정하여 소형 선박의 선내 소음특성 및 소음과 진동과의 상관관계를 검토, 분석하고, 이들에 대해 IMO와 DNV의 허용기준상의 적합도를 비교한 결과를 요약하면 다음과 같다.

소형 선박의 선내 소음 최대 레벨 범위는 79~115dB(A)로 나타났다. 또한, IMO 및 DNV 규제치와 비교에서 주기관실 소음은 비슷하게 나타났으며, 상부, 하부 거주실의 소음은 각각 5~19dB(A), 18~22dB(A) 높고, 조타실의 소음은 14dB(A) 높았으며, 동형선 E와 G선의 소음비교에서 선박의 크기, 마력이 비슷함에도 불구하고 E선 주기관이 G선의 주기관보다 진동 및 소음이 제작당시부터 높은 것으로 판단되었다. 한편 소음원 규명을 위한 진동과의 상관관계에서 주기관실, 상부 거주실, 하부 거주실, 조타실, 연통상부 모두 3차수가 우세하게 나타났다. 3차수가 각 선내 소음을 일으키는 주원인으로 판단된다.

【참고문헌】

1) 한국선급 (1997) : 선박 진동·소음 제어지침, 49-57, 445-510.

- 2) 한국소음진동소음공학회 (1995) : 소음·진동 편람, 181-185.
- 3) IMO Resolution A.468(XII) (1981) : Code on Noise Levels on Board Ships.
- 4) 久保敏·山田敏夫 (1983) : 沿岸漁船の騒音計測結果について. 水工研, 漁船工學, 4, 57-60.
- 5) 久保敏·山田敏夫 (1984) : 沿岸漁船の騒音計測結果. 水工研, 5, 207-215.
- 6) 久保敏 (1986) : 沿岸漁船の騒音計測結果について. 水工研, 4, 79-85.
- 7) 久保敏 (1983) : FRP漁船の制振材の選定について -漁船機關の發生する振動の低減について-, 水工研報告 4, 107-113.
- 8) 김재승 (1998) : 박용 디젤엔진의 소음특성 및 저감대책, 한국소음진동공학회지, 8(3), 375-382.
- 9) KS V 0915, Measurement of noise level on board vessels, 1983.
- 10) B&K(1987) : Frequency analysis, 211-226.
- 11) 鈴木裕, 濱田悦之, 齊藤清隆, 間庭愛信, 白井靖幸 (1988) : 船の發生する水中音と海中生物への影響. 航海, 63, 25-31.