

船舶振動의 許容基準

金 極 天*

1. 序 言

機械, 機械裝置, 構造物 등에서 起振力이 존재하는 限 振動은 避할 길이 없다. 따라서 工學의 手法의 첫 단계 노력은 起振源除去에, 다음은 機械나 構造物의 損傷防止 및 性能保障과 人間工學의 견지에서 快適 環境造成을 위하여 振動 크기를 一定許容限界 以下로 억제하는 일에 경주하게 된다.

船舶은 構造는 물론이러니와 裝備되는 機械裝置가 복잡다양한 탓으로 해서 관련된 振動도 꽤 다양할뿐만 아니라 複合的인 경우가 많다. 또 비교적 단순한 振動型일지라도 設計단계에서는 起振力이나 system parameter 를 소상히 파악하기 어렵다면, 또는 解析的 手法이 미흡한 탓으로 해서 관련된 物理量을 명확히 알아내기 어려울 때가 많다. 그리하여 振動問題의 해결은 設計 및 建造過程에서의 세심한 計算과 補正에도 불구하고 建造 후의 實船試驗結果는 엄청난 費用이 드는 防振工事を 필요로 하지만, 당장은 치명적이 아니나 그런 상태가 지속되면 얼마 후 치명적인 결과를 초래하는 상태인 경우가 많다.

실제적 면에서 船舶振動을 옹게 처리하기 위해서는 첫째 豫測의 計算을 위한 解析의 手法에 대한 숙달, 둘째 適正한 計測裝置의 保有 및 計測技法에 대한 숙달, 셋째 適正한 振動許容基準의 마련 등이 요망된다.

이 글의 주목적은 적정한 振動許容基準을 소개 내지는 해설하는 일인데, 船舶振動에 관하여 비교적 생소한 사람들의 이해를 돕기 위하여 먼저 起振源, 船舶振動의 종류 및 評價 요령 등에 관하여 개설하고 나서, 현금 비교적 그 신뢰성이 인정되고 있다고 판단되는 資料를 중심으로 하여 船舶振動의 許容基準을 해설하겠다.

2. 起 振 源

船舶에 있어서의 起振源은 直接的인 것과 間接的인 것이 있다. 즉, 裝備된 機械의 不平衡力 및 不平衡偶力, 프로펠러推力의 變動 및 偏心作用, 프로펠러토크의 變動, 船尾 및 舵 表面에서의 水壓變動, 波浪

의 衝激 등이 전자에 속하고, 이들 起振源으로 인한 主機關 및 軸系의 振動이 船體振動을 유발하고 또 船體振動이 裝備된 機器, 甲板室, 隔壁, 構造部材 등을 變位加振하는 경우가 후자에 속한다.

근자에 이르러 船舶이 大型化, 高速化함에 따라 推進裝置도 大型化하므로 해서 機械의 平衡이 어려워지고 또 프로펠러 起振力이 커지는 경향인 것은 물론이러니와 水壓變動, 波浪衝激 등도 커지는 경향인데, 한편으로는 船體構造의 輕量化, 裝備機械들의 高性能·高精度化, 乘務員의 作業能率 및 居住安樂性向上 등의 要求가 高調하고 있어 振動問題는 점차 심각성이 가중되어 가고 있다.

3. 振動의 區分

船舶振動은 解析의 取扱, 評價, 防振對策의 講究 등의 견지에서 이를 다음과 같이 구분하는 것이 편리하다.

(1) 船體振動(vibration of hull girder)

上下振動, 水平振動, 비틀振動 등의 振動型으로 구분된다. 主起振源은 프로펠러, 主機關 및 軸系의 振動, 波浪衝激 등이다. 船體振動은 (2)(3)(5)에 대한 變位起振源이 된다.

(2) 副構造物의 振動(vibration of substructure)

甲板室, 마스트, 機械臺, 煙筒, 甲板, 隔壁 등의 振動인데, 主起振源은 船體振動이다.

(3) 構造部材의 振動(vibration of local structure selement)

panel, plate 및 기타 構造部材의 振動인데 主起振源은 (1), (2) 및 船尾部 船體表面에서의 水壓變動 등이다.

(4) 主推進裝置의 振動(vibration of main propulsion system)

主機關, 推進軸系, 프러펠러날개 등의 振動인데, 軸系振動은 橫振動, 비틀振動, 縱振動 등의 振動型으로 구분된다. 主起振源은 프로펠러, 主機關, 軸系自體의 不平衡 등이다. 앞에서 언급했지만 軸系 振動은 船體振動의 變位起振源이 되기도 한다.

* 正會員, 서울大學校 工科大學

(5) 裝備機器의 振動(vibration of shipboard equipment)

起振源은 機器自體의 不平衡과 (1), (2), (4) 등에 의한 變位起振이다.

(6) 騒音(noise)

高振動數의 振動(대략 20 Hz 以上)에 대해서는 事實上 音에 대한 感覺도 문제된다.

4. 振動의 評價

船舶振動의 評價는 다음과 같은 條件에서 行하여진다.

- (1) 乘務員 및 船客 등의 作業能率과 居住安樂性
- (2) 貨物의 安全性
- (3) 機械的, 電氣的 諸機器의 安全 및 性能保障
- (4) 필요한 個所에 대해서는 振動附加應力의 許容限界
- (5) 造船施工能力의 限界性

한편, 實際의인 面에서 船舶振動을 충분히 評價하기 위해서는 다음과 같은 基本條件이 具備되어야 한다.

- (1) 振動試驗과 資料의 蒐集, 分析, 整理 등을 위한 方法論的 標準技法의 마련
- (2) 適正한 計測裝置의 마련
- (3) 適正한 振動許容基準의 마련

요컨대 振動의 評價란 나타난 振動에 대하여 振動型과 그 甚한 程度를 명확히 하고 그를 특정 문제에 대한 바람직한 許容基準에 조감하여 評價하는 일이다. 한편, 豫防的 整備 및 補修건지에서 振動에 대한 정기적인 監視計測이 요망됨은 두 말할 필요없지만, 특히 裝備機器의 振動에 대해서는 이 일이 강조된다.

監視計測에 관련하여 부연해 두고 싶은 일은 어느 한 船舶에 대해서 監視計測 프로그램만 마련되면 監視計測은 약간의 기초훈련을 받은 乘務員 한 사람이 짬짬이 할 수도 있다는 것이다. 計測器具의 장만은 船舶에 따라 차이가 있기는 하겠으나 400~500萬원 정도면 족하고, 監視計測 프로그램의 마련이나 전체적인 管理, 監督에는 원만한 海運會社면 한 사람의 常勤專門技術者만 있어도 족한 것이니, 그 所要經費는 事故發生이나 機械의 性能低下에서 초래될 손실과 견준다면 무시할만한 액수에 불과하다고 단언할 수 있다.

振動評價를 위한 基本具備條件中 (1), (2)에 관해서는 여기서 더 以上 언급하지 않겠다. 문헌 [1]*, [2] 및 振動에 관한 一般書籍을 참고하기 바란다. 특히 (1)에 관하여서는 문헌[1]이 좋은 指針書이다.

5. 振動의 許容基準

5-1 관련 物理量

振動에 있어서의 基本物理量은 振動數, 振幅(變位, 速度, 加速度), 位相, 립 등이다. 振動數(f)와 變位(d)를 알면 速度 및 加速度는 각기 차례로 $f \times d$ 의 函數, $f \times d^2$ 의 函數로서 산정된다. 한편, 振動型은 그 變位가 근사적으로 直線의인 것 (linear vibration)과 回轉의인 것(비틀振動: torsional vibration)으로 대별되는데, 以下에서 특별히 부연하지 않은 경우에는 전자를 뜻한다.

初心者도 이 節의 내용을 용이하게 이해하도록 하기 위하여 이들 基本物理量에 關하여 약간의 설명을 하겠다. 첫째 單位인데, 振動數의 單位는 秒當基準에서 cps 또는 Hz(獨逸物理學者 Heinrich Hertz 博士에게 드리는 영예로서 최근에는 주로 이기호가 사용되고 있다), 分當基準에서 cpm이 사용된다. 變位는 meter系에서 mm(비틀진동에서는 度 또는 radian), 英國單位系에서 mils(1 mils=0.001 inch)이 사용된다. 變位의 單位로부터 速度와 加速度의 單位는 자명하겠으나, inch/sec는 ips로, cm/sec²(加速度)는 gal로 表記함이 보통이다. 또한 加速度의 單位로서 重力加速度 g 가 흔히 사용된다.

振幅을 말할 때 peak-to-peak, single peak 또는 double amplitude rms, single amplitude rms란 用語가 사용되는데, rms는 root mean square의 略字이다. 기타는 文字로부터 그 뜻이 자명할 것이다. 따라서 전자 의 두 量을 $\sqrt{2}$ 로 나누면 후자의 두 量이 얻어진다.

振動速度 및 加速度를 音響學에서의 音壓 level 표시 方法에 준하여 對數尺度인 db(decibel)로 表示할 때가 있다. 즉, 速度 level(VL) 및 加速度 level(AL)을 VL or AL=20 log(X/X_0) db와 같이 정의한다. 단, 기준치 X_0 는 速度level의 경우 $X_0=v_0=10^{-8}$ m/sec, 加速度level의 경우 $X_0=a_0=10^{-6}$ m/sec²이다. 音壓 level에서는 $X_0=p_0=0.0002$ microbar 이고 $X=p$ 는 rms 音壓을 취한다. 한편, 音의 power level은 PWL=10 log ($W/10^{-12}$) db (基準 10^{-12} watt/m²)로 정의한다.

振動數 分布帶域(band)에 關하여 octave, octave band 등의 용어가 사용된다. 1 octave란 兩端振動數의 比가 1:2인 帶域을 말하며, octave band로서는 흔히 37.5~75 Hz(이하 같음), 75~150, 150~300, 300~600, 600~1200, 1200~2400, 2400~4800, 4800~9600이 사용된다. 또 1/3 octave band란 振動數比가 1: $\sqrt[3]{2}$ 인 帶域을, narrow-band란 1/3 octave band이 하이되, 同 帶幅이 中央振動數의 1% 이상인 帶域을 말

* [] 內의 數字는 本文末尾에 記載한 參考文獻의 番號인.

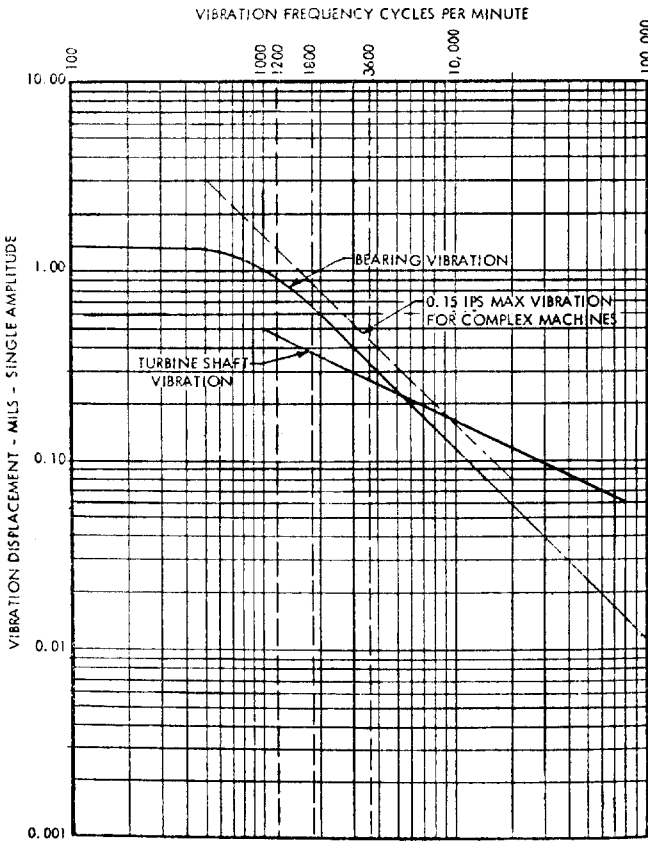


그림 1 船用機器에 대한 振動許容限界[3].

한다.

振動的 甚한 정도를 나타내는데 흔히 變位를 사용하는 수가 있으나, 이 경우 對應振動數를 함께 밝히지 않으면 뜻이 없다. 振動으로 인한 機器의 潛在的 損傷 可能性을 지시하는 物理量으로서는 振動速度가 가장

적절한 것으로 생각들 하고 있다. 또 振動加速度는 振動으로 인하여 발생하는 힘의 크기의 指示尺度이다.

앞 節에서 振動的 許容基準은 대체로 다섯 가지 條件에서 고려되어야 함을 말했다. 5-2 節 이하에서 차례로 關係자료를 소개 및 解説 하겠다.

5-2 機器의 安全 및 性能保障上의 許容 基準

船舶의 裝備機器에 대한 振動許容基準으로서 가장 흔히 참고하는 자료는 美國海軍省基準[3], Ellis 등의 提案[4] 등인데, 차례로 그림 1 및 表 1 에 소개한다.

한편, Blake 등[6]이 裝置機器(processing equipment)에 대한 振動許容基準을 마련한 바 있는데, Lundgaard[5]는 그것이 내용적으로 高振動數領域에 대하여 加速度의 영향을 결합시키고 있다는 점에서 同基準의 신뢰성을 더 높히 評價하고 그를 손질해서 그림 2와 같은 자료를 마련했다.

Lundgaard[5]는 또 自己經驗을 바탕으로 해서 機器의 購買方書, 豫防整備 등에 關係된 基本指針을 제안하고 있다. 등 내용의 골자는 다음과 같다.

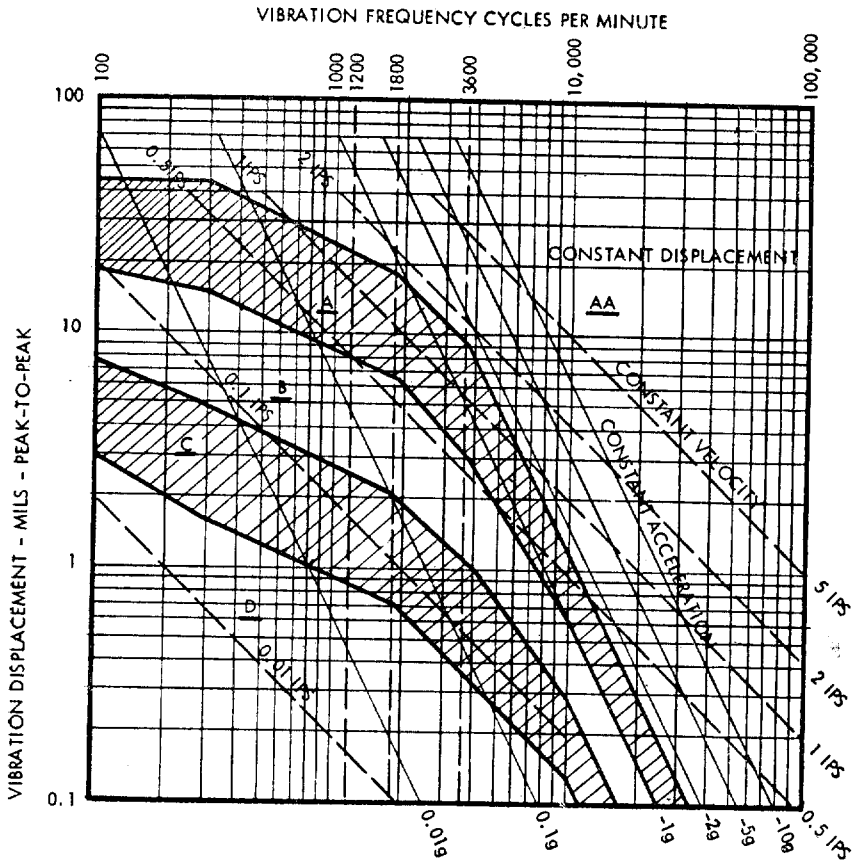
購買方書

(1) 回轉機械의 경우 잘 平衡된 것에서는 振動速度가 0.02 ips(0.51 mm/sec)를 초과하는 예가 드물다. 따라서 新品구입시 許容限界를 0.1 ips(2.54 mm/sec) 미만으로 제한해도 가격에 거의 영향을 미치지 않는다.

(2) 往復動機械에 대한 許容基準은 좀 어려운 문제

表 1 船用機器의 振動速度基準[4].

速度 (peak)	甚한 程度의 等級	備 考
0.~0.1 ips (0~2.54 mm/sec)	良好함	平衡이 잘 되고, 軸心이 正置된 機械
0.1~0.2 (2.54~5.08)	比較的 良好함	약간의 缺陷이 있다. 振動이 더 커지지 않기를 定期的으로 監視計測할 필요가 있다.
0.2~0.4 (5.08~10.16)	약간 甚함	缺陷이 크다. 세밀한 분석이 필요하다. 繼續的 監視計測이 요망된다. 필요하면 補修를 計劃해야 한다.
0.4~0.6 (10.16~15.24)	甚함	危險範圍에 들어섰다. 磨耗가 促進된다. 세밀한 분석으로 原因을 구명하고 補修를 計劃해야 한다.
0.6 以上 (15.24 以上)	매우 甚함	危險하다. 油膜이 깨질 虞가 있다. 原因을 구명할 것은 물론 곧 運轉을 停止할 것이 요망된다.



- AA : 危險. 運轉停止
- A : 損傷될 恐れ가 있다. 2日 以內에 補修할 것.
- B : 欠陥이 있다. 10日 以內에 補修할 것.
- C : 약간의 欠陥이 있다. 補修의 必要性까지는 없으나 監視를 요한다.
- D : 欠陥이 없다. 代表的인 새 機械.

그림 2 裝置機器에 대한 振動許容基準[5].

이기는 하나, 잘 平衡된 多氣筒機械에서 振動速度가 0.3 ips(7.62 mm/sec) 이상으로 되는 일은 거의 없다.

豫防整備

(3) 監視計測結果 振動速度가 0.5 ips(12.7 mm/sec) 이상이면 가능한 한 速히 補修整備를 해야 한다.

(4) 監視計測結果 振動速度가 0.75 ips(19.05 mm/sec) 이상이면 곧 運轉을 停止해야 한다.

(5) 監視計測의 시간적 間격은 1개월 정도가 적당하다. 그러나 振動이 커지는 경향이면 그 間격을 適의 短축해야 한다.

(6) 監視計測에서는 그때 그때 計測된 값보다 오히려 振動크기의 增加率에 注意를 해야 한다. 즉, 振動크기가 앞서의 計測值보다 2倍 또는 그 이상 증가했으면 許容基準值에 관계없이 補修整備를 해야 한다.

때때로, 船舶에 있어서는 振動許容限界가 乘務員에

대한 人間工學的 견지에서 잘 규제만 되면 餘他문제는 대체로 해결된다고 말하는 이들이 있으나 이는 사실과 다르다. 이는 5-2, 5-3, 5-4節 등의 기준을 잘 검토해 보면 명백해질 것이다.

5-3 人間工學的 견지에서의 許容基準

振動으로 인하여 人間이 정신적 피로움을 느낀다던가, 作業능률이 저하한다던가, 또는 肉體의 피해를 입는다던가 하는 일을 排除할 수 있는 許容基準에 關하여서는 오래 전부터 많이를 연구해 왔다. 그 중 특히 船舶에 있어서는 문제에 關해서는 Buchman[7]의 報告書가 매우 훌륭하다는 정평이 있었다.

헌데, 1972年에 國際標準機構 ISO(International Standard Organization)가 이에 關한 基準[8]을 마련했고, 이 基準은 때를 같이 하여 美國 國立標準協會(American National Standard Institute)에 의해서도 채택되었다. 여기에서는 同基準에 대한 Reed의 解説

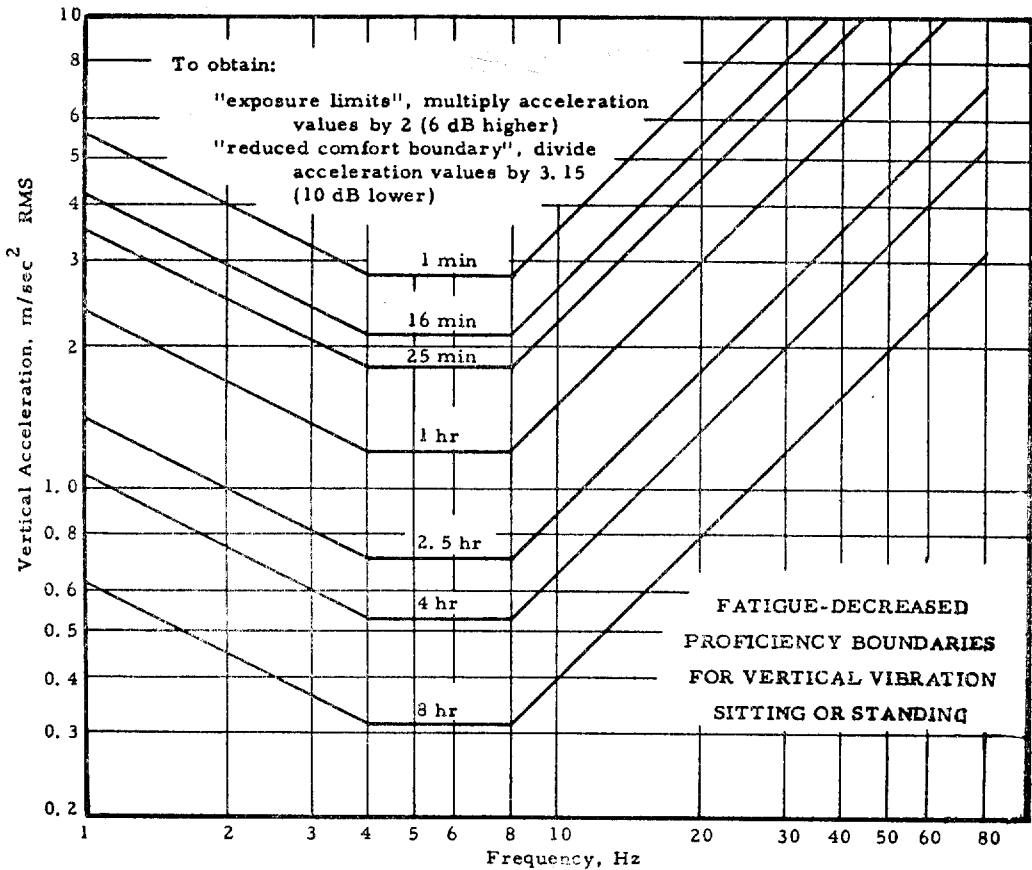


그림 3 ISO의 人間에 대한 振動許容基準[8, 9]: 垂直振動(加速度).

[9]을 요약하여 소개한다. 이 基準은 振動數, 振動에 대한 露出時間, 振動方向(垂直, 水平)등을 parameter로 해서 振幅(變位, 速度, 加速度)의

- (1) 安樂性阻害限界(reduced comfort limit)
- (2) 疲勞로 인한 熟達減退限界(fatigue-decreased proficiency boundary, 以下 FDPB로 표기함)
- (3) 安全露出限界(safe exposure limit)

등을 규정하고 있다. 이 基準의 特色은 表 2에서 보는 바와 같이 주어진 振動數 및 振動方向에 대해서는 露出時間別 諸限界值를 8時間露出時의 FDPB를 基準으로 해서 比率的으로 規定하고 있는 점이다.

垂直 및 水平方向에 대한 8時間露出 때의 振幅의 FDPB는 그림 3, 4, 5, 6, 7과 같다. 이 圖表와 表 2를 併用하여 필요한 基準值를 산정할 수 있을 것이다.

그림에서 보면 垂直振動에 대한 許容限界가 振動數 4~8 Hz에서 적 낮다. 이는 人體의 腹部, 胸部, 骨盤部에 대한 共振域이기 때문이다.

船舶에서 人體에 대한 振動許容限界를 定할 때 露出時間에 대한 고려는 대략 다음과같이 한다.

- (1) 居住區域, 船橋部, 機關室 등 人間の 常住區域

表 2 8時間露出때의 疲勞로 인한 熟達減退限界를 基準으로 한 여러 경우의 振幅許容限界의 比率 [8, 9].

露出時間	安樂性阻害限界	疲勞로 인한 熟達減退限界	安全露出限界
24 時間	0.0795	0.25	0.50
8	0.318	1	2
4	0.53	1.68	3.36
2.5	0.72	2.25	4.5
1	1.19	3.75	7.5
25 分	1.81	5.7	11.4
16	2.14	6.875	13.5
1	2.82	8.70	17.8

에 대하여서는 8時間 또는 그 이상

- (2) 操舵機室, 諸機械室 등에서는 4時間 정도
- (3) 기타는 1時間 정도

乘務員으로 하여금 安全露出限界 이상으로 심한 振動에 露出된 환경에서 作業을 하게 하는 일은 不法의 범죄행위이다. 또 FDPB 이상에서 起居케 하거나 作業을 시키는 일은 非道義的일 뿐만 아니라 船舶의 安全

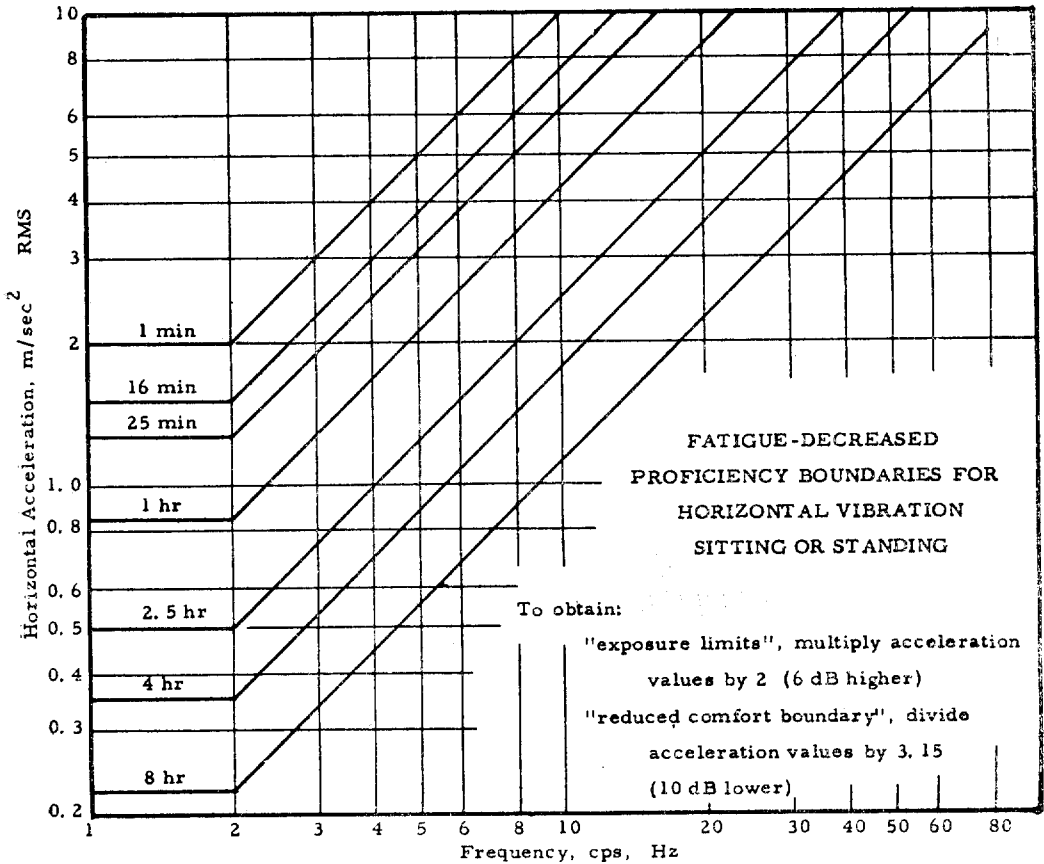


그림 4 ISO의 人間에 대한 振動許容基準[8,9]: 水平振動(加速度).

이나 經濟的 境地에서도 결코 船主에게 利롭지 못하다는 것은 두 말할 필요가 없다. FDPB 근처에서의 振動이 어느 정도 심한 것인가 하면 쉽게 표현하여 “글을 제대로 쓸 수 없는” 정도이다.

특히 客船의 客室區域에서는 8時間露出에 대한 安樂阻害限界 以下로 억제함이 바람직하겠다.

그림 3, 4, 5, 6, 7 및 表 2의 活用을 돕기 위하여 한 事例를 다루어 보자. 가령 어떤 操舵機室 床板이 8 Hz로 0.25 mm 振幅(S.A.)으로 振動하고 있다고 하자.

그림 7에서 보면 8時間露出時 FDPB는 0.178 mm S.A.이다. 따라서 나타난 振動은 限界値의 1.41 배이다. 그러나 그와 같은 作業場에서 8時間 근무하기를 强要할 승무원은 없을 것이며, 길어야 4시간 정도 일 것이다. 그렇다면 限界値는 表 2에서 보는 바와 같이 8時間 때의 1.68 배이다. 그러므로 4時間 근무로서는 FDPB에 대하여 1.41/1.68 배(약 84%)의 振動環境에서 作業하게 되는 셈이다. 그러나 安樂阻害限界値에 대해서는 1.41/0.53 배(약 268%)의 振動環境에서 作業하게 되는 셈이다.

이제 振動數가 2個 以上 複合된 振動에 露出되는

경우에 許容限界値를 어떻게 定하는가 하는 문제가 있다. ISO는 이 문제에 관하여 뚜렷한 권고는 하고 있지 않다. 다만, 振動數帶域이 narrow-band인 경우에는 同 帶域內에서의 振動加速度的 rms 値를 그 帶域의 中央振動數에 대한 許容限界値와 對比 評價할 것을 示唆하고 있다. 따라서 振動數帶域이 아주 넓은 振動이나 亂振動(random vibration)에 대해서는 每 1/3 octave band마다 加速度的 rms 値를 取하여 narrow-band 때와 같은 要領으로 評價하는 것이 바람직하다.

垂直振動과 水平振動이 동시에 존재할 경우에 대해서 ISO는 個個의 成分에 대하여 따로이 評價할 것을 권고하고 있다.

5-4 貨物 및 振動附加應力에 關한 許容基準 貨物

船客에 대해서는 앞 節에서 언급했다. 一般貨物에 대하여서는 뚜렷한 基準을 設定하기 어려운 일이다. 막연한 이야기이기기는 하나 包裝만 잘 되었다면 荷役에 따른 衝激이나 海上에서의 運動加速度 등에 대하여 별 지장없이 견디어 낼 것이다. 하나 분명한 것은 乘務員이 때때로 貨物艙을 點檢하게 됨을 고려하여 貨

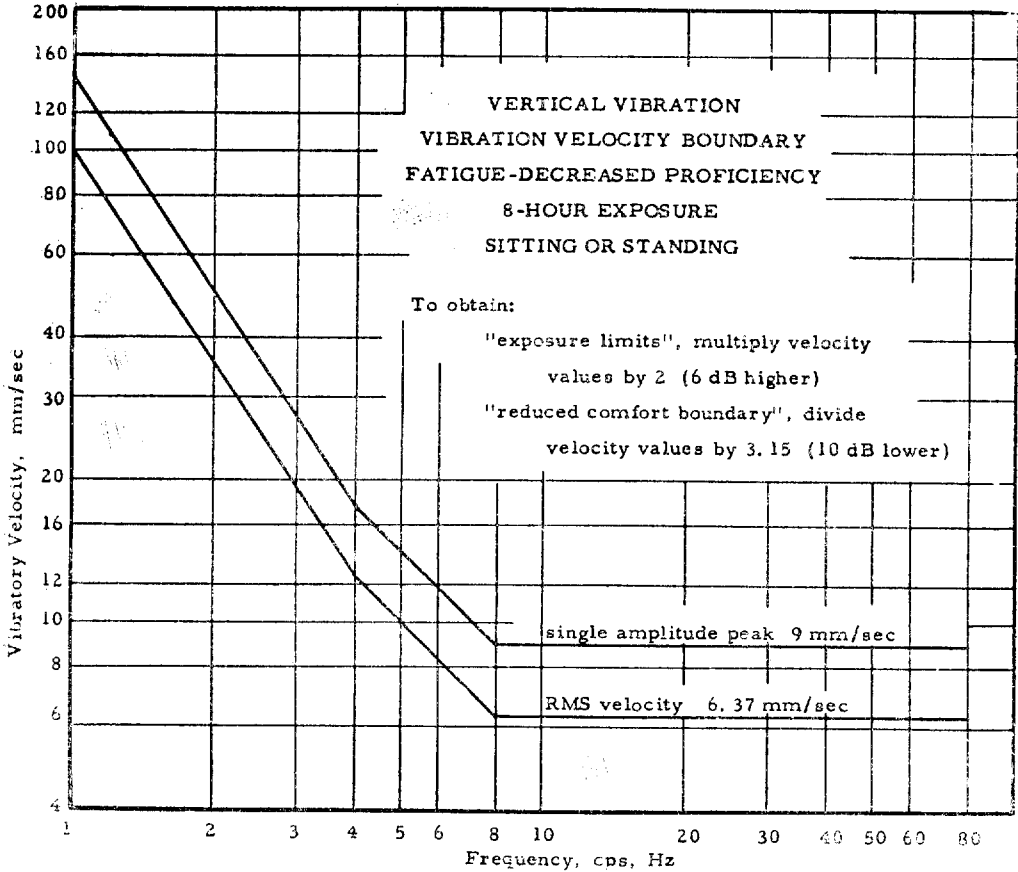


그림 5 ISO의 人間에 대한 振動許容基準[8,9]: 垂直振動(速度).

物艙內에서의 振動크기는 最少 1時間露出에 대한 FDP를 초과하지 말아야 할 것이다.

振動附加應力

이 問題에 관해서는 첫째 振動附加應力の 最大値가 構造材의 疲勞破壞限度를 초과해서는 안되며, 둘째 個個의 문제에 대해서는 疲勞破壞理論에 근거한 검토가 필요하다고 요약 할 수 밖에 없다. 例로서 Soderberg [10]의 最大剪斷理論에 根據한 疲勞破壞發生條件式은 다음과 같다.

$$\frac{\tau_o}{\tau_{yp}} + \frac{\tau_a}{\tau_{el}} \geq 1$$

단, τ_o , τ_a 는 차례로 定常剪斷應力 및 振動剪斷應力の 最大値이고, τ_{yp} , τ_{el} 는 차례로 材料의 剪斷에 대한 降伏點 및 疲勞限度이다. 실제 設計에서는 安全係數 F_s 가 고려되어야 하는데 그 경우 設計基準은 式에서 ≥ 1 대신 $= \frac{1}{F_s}$ 을 取하게 된다. 船舶의 推進軸 設計에 이 理論을 利用한 한 研究事例가 [11], [12]에 주어져 있다. 참고가 될 것이다. 그 밖에 一般의 事項으로서 船舶의 運轉速度範圍內에서는 減速裝置를 거쳐 전달되어 居住區域에서 騒音を 傳播한다. 이 structure-borne 騒音에 대해서는 아직도 학술적으로 잘 이해 내

點에서의 平均토크(또는 推力) 以下이거나, 또는 100% 負荷 時의 平均토크(또는 推力)의 半 以下일 것이 요망된다.

5-5 騒音에 대한 許容基準

振動數가 매우 높으면 振動이라기 보다 音이 된다. 따라서 대략 20 Hz 이상에서는 音에 대한 感覺도 問題가 된다는 것은 周知하는 바와 같다. 本質적으로 船舶에는 騒音源이 이루 헤아릴 수 없을만큼 많다. 主機關, 減速齒車, 推進器, 發電裝置를 위시한 各種補助機械 등이 모두 騒音源이다.

騒音의 傳播機構는 크게 두 가지로 區分된다. 즉, 空氣 中으로 傳播되어 오는 air-borne 騒音과 構造物로 傳播되어 오는 structure-borne 騒音이다. 실제로는 이 두 가지가 複合되는 것이 常例이다.

이들 中 後者 즉, structure-borne 騒音의 傳播機構는 音響學의 現象이라기 보다 振動問題이다. 구체적으로 설명한다면 振動하고 있는 機械가 機械臺와 같은 附着構造物을 起振하고, 그 振動이 船體構造를 거쳐 전달되어 居住區域에서 騒音を 傳播한다. 이 structure-borne 騒音에 대해서는 아직도 학술적으로 잘 이해 내

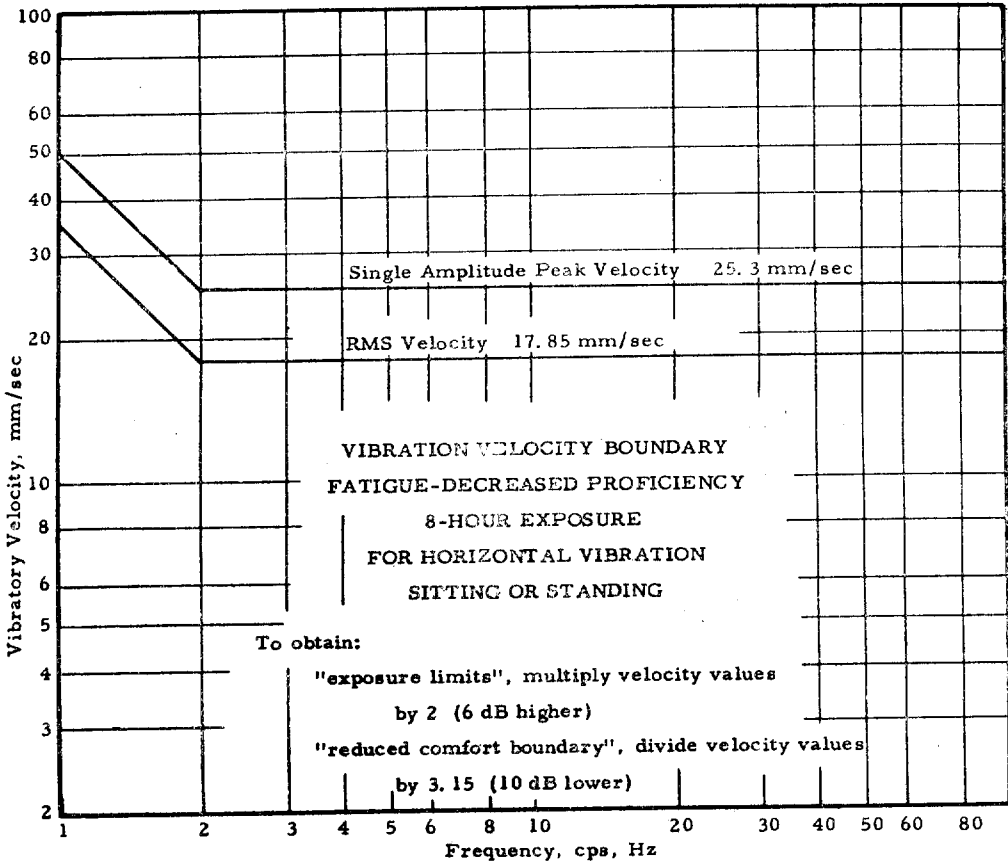


그림 6 ISO의 人間에 대한 振動許容基準[8,9]: 水平振動(速度).

表 3 騒音 level의 尺度[13].

騒音源/距離	騒音 level	環 境
50 ps사이렌/30.5 m	140 dbA	
jet 機離陸/61m	130	
리벳트機/操作者	120	鑄物을 채질하는 區域
切斷機/操作者	110	
空力할마/操作者	100	電氣爐區域
紡織工場/操作者	90	보일러室
地下鐵/6.1m	90	印刷(輪轉機)工場
空力드랄/15m	80	屋內 스포츠自動車(速度 80km/hr)
貨物列車/30.5m	70	自動車走行路近處
眞空掃除機/3m	70	큰 商店
演說/0.3m	60	
大型變壓器/61m	50	가벼운交通路/30.5m
	40	보통의 居住區域
부드러운회바람 /1.5m	30	스튜디오(演說)
	20	스튜디오(錄音映畫撮影)

表 4 人間の 聽覺器官의 損傷을 고려한 日常 生活에서의 騒音에 대한 露出上限[13].

日常 露出時間	騒音 level
8 時間	90 dbA
6	92
4	95
3	97
2	100
1.5	102
1	105
30 分	110
15 分 以下	115

지는 파악되지 못하고 있는 내용들이 많다. 여기서는 간단히 이들 騒音의 船舶에서의 許容基準만을 설명하겠다.

騒音level은 5-1 節에서 언급했던 바와 같이 db로 표시한다. db尺度에는 A-, B-, C-尺度가 있다. 그중 A-尺度는 低周波數의 音 즉, 1,000 Hz 以下の 音을 濾過한 尺度로서 騒音問題에 關連해서 가장 흔히 사

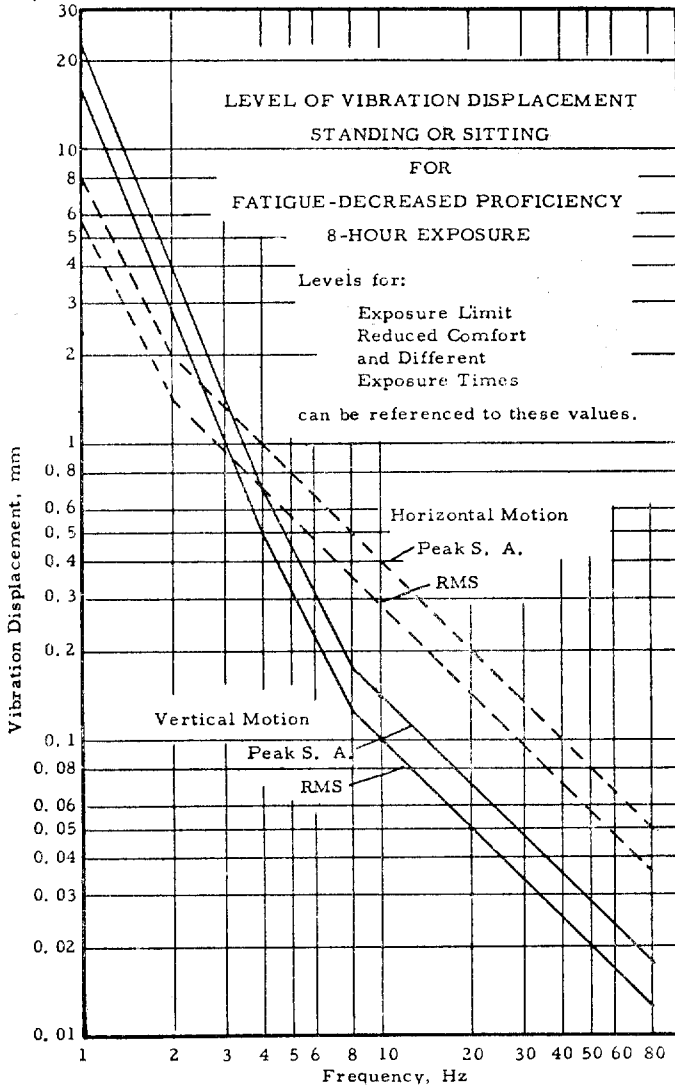


그림 7 ISO의 人間에 대한 振動許容基準[8,9]:
垂直振動 및 水平振動(變位).

용되는 尺度이다. 이 경우 騒音 level을 dbA 로 표시한다. 人間이 특히 견디어 내기 어려운것은 高周波數의 騒音이다.

表 3은 U.S. Applied Science Laboratory[13]가 마련한 騒音尺度이고, 表 4는 人間の 聽覺器官의 損傷을 고려한 騒音에 대한 日常生活에서의 露出上限이다. 表 4의 最小值인 90 dbA 정도도 사실상 居住區域에서 견디어 낼 수 있는 許容值보다는 훨씬 높다는 점을 유의하여야 한다.

表 3, 4의 이해를 돕기 위하여, 5-1節에서 기술한 식으로부터 알 수 있는 바와 같이, 騒音 level이 3 db 증가하면 energy level은 2倍로 증가하고, 騒音 level이 10 db 증가하면 loudness는 約 2倍로 증가한다는 것을 付言해둔다.

4. 結 言

以上으로 미흡한대로 船舶振動의 許容基準에 대한 紹介와 解説을 마친다. 船舶關係分野에서 그 信賴性이 認定되고 있다고 생각되는 最近의 資料만을 추려내다 보니, 具體的인 부분도 있지만 概括的인 부분도 있다.

결국 個個의 具體的 問題의 適正한 處理를 위하여서는 關係자가 저마다 기회가 있을 때마다 아기자기한 資料의 蒐集, 整理에 힘을 필요가 있다고 생각한다.

昨今 船舶振動問題가 나날이 심각도를 더해가고 있는 점을 고려하여 우리나라에서도 배를 建造하는 사람 뿐만 아니라 運航하는 사람도 振動問題에 대하여 좀더 깊은 관심을 가져 주기를 바라는 마음 간절하다.

이 解説이 관계자 여러분의 실무처리에 다소나마 도움이 된다면 필자의 기쁨은 크겠다.

끝으로, 이 원고의 작성을 위하여 여러가지로 助力해 준 서울大學校 工科大學 造船工學科 丁泰榮君에게 감사한다.

參 考 文 獻

- [1] The SNAME Bulletin No. C-1; "Code for Shipboard Vibration", by Pannels HS-7 and M-20, 1970.
- [2] W. H. Knopfle, "Vibration Survey Technique", *Marine Technology*, Vol. 8, No. 1, SNAME, Jan., 1971.
- [3] Buship's MIL-STD-167; "Military Standard Mechanical Vibrations of Shipboard Equipments", Dept. of U. S. Navy, 1968.
- [4] Ellis, Goudfried, Cross and Germain, "A Shipboard Trial of Vibration Analysis Equipment", Chesapeake Sec., SNAME, Sept., 1970.
- [5] B. Lundgaard, "The Relationship Between Machinery Vibration Levels and Machinery Deterioration Failure", *Marine Technology*, Vol. 10, No. 1, SNAME, Jan., 1973.
- [6] Michael P. Blake, "New Vibration Standards for Maintenance", *Hydrocarbon Processing and Petroleum Refiner*, Jan., 1964.
- [7] E. Buchman, "Criteria for Human Reaction to Environmental Vibration on Naval Ship", *DTMB Reports*-1635, U.S. Navy, June, 1962.
- [8] "Guide for Evaluation of Human Exposure to Whole Body Vibration", I.S.O., 1972.
- [9] F.E. Reed, "Acceptable Levels of Vibration on Ships", *Marine Technology*, Vol. 10, No. 2, SNAME, April, 1973.
- [10] C.R. Soderberg, "Working Stress", *Trans ASME*, Vol. 55, 1933.
- [11] 金極天, 李在旭, "推進軸設計에 관한 各級船級協會規則의 比較研究", 大韓造船學會誌, 第4卷, 第1號, 1967.
- [12] 任尙鎮, 黃宗屹, 金極天, 金曉哲, "船舶設計를 위한 몇가지 電子計算프로그램", 大韓造船學會誌, 第11卷, 第1號, 1974.
- [13] T.R. Dyer and B. Lundgaard, "Noise Control on Diesel Tugs", *Marine Technology*, Vol. 10, No. 4, SNAME, Oct., 1973.