

III. 騒音振動の許容基準に関する研究(第2年度)

III-1 全身振動と視力減衰

目 次

A. まえがき	56
B. 実験方法	57
C. 結果と考察	58

A. まえがき

近年、振動の許容基準の問題が注目されるようになった。ISOはISO/DIS 2631として全身振動の評価法を1972年に定めた。

また日本産業医学会は、このISOの「疲労能力減退曲線」を適用して全身振動の許容基準をきめている。しかしこの基準は感覚上の等感度曲線からなり立っていることから考えても、視機能からみたこの基準の検討が十分なされていないとは考えられない。またこの視機能からの検討結果が各国の研究者から報告されるようISOから望まれているのが現状である。

そこで私共は2つの点を目標にして検討した。すなわち1つは上下方向の全身振動によっておこるところの眼球の振動が、どのような機序によって視力減衰をおこすかということである。他の1つは、ISOの基準を示す図に直接にプ

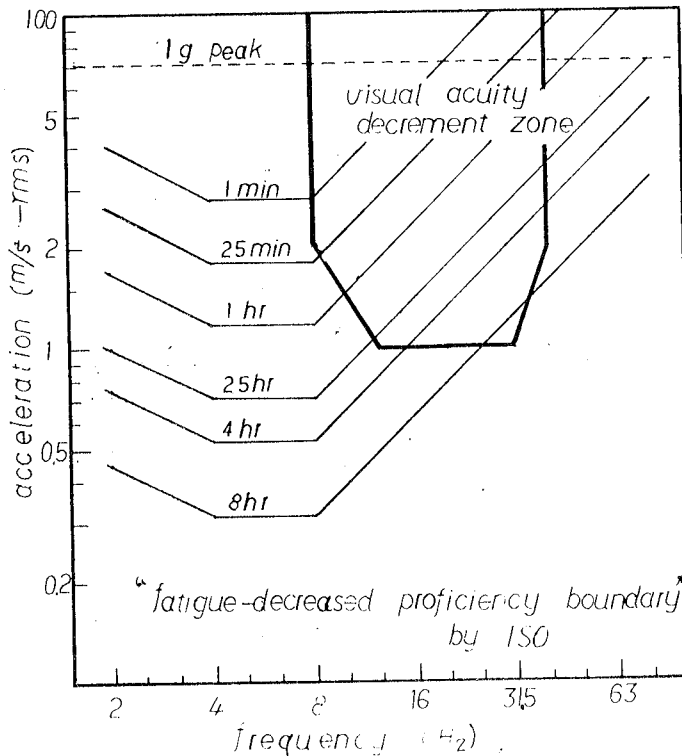


図1. ISOの「疲労能力減退曲線」と視力減衰ゾーン

ロットできる等視力減衰率曲線または等視力効率曲線を求める方法を見つけ出すことであった。

図1はISOの上下方向の全身振動の「疲労能力減退曲線」である。この図の縦軸は加速度であり、横軸は振動数である。この曲線は暴露時間をパラメータとして示されている。詳細はあとで述べるが、本研究で問題としているところの視力減衰をおこすゾーンは、この図中に示されているとおりであった。

B. 実験方法

被検者は上下方向の正弦波振動を機械式振動試験機によって加えた。被検者は年齢21~23才、両眼とも正常な大学生10名である。

私共の実験は、従来の研究にみられなかったところの2つの新しい方法を取り入れた。すなわち、第一は人体加振で等mil lineが得られる被検者の姿勢、ならびに加振台と頭部の加速度の条件を求めた。このことにより、あとで述べる眼球の共振現象などの機序を明らかにする手がかりを得たことである。第二は等mil lineを生ずる見かけの視標変動のもとで視力減衰を測定したことである。

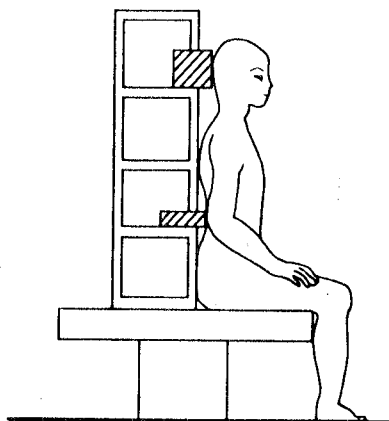


図2. 姿勢安定用背もたれ

そこで、図2は振動台に座した被検者の姿勢を示す。また姿勢安定用背もたれを示す。この装置は、被検者の姿勢の不安定による測定値のばらつきを極力小さくするために、また振動と視機能の関係の機序を検討するうえでどうしても必要とされた。そしてこの姿勢で振動台と被検者の頭頂の上下方向の加速度が測定された。

つぎに見かけの視標変動巾を測定するスリット光源を図3に示す。水平方向の2本のスリッ

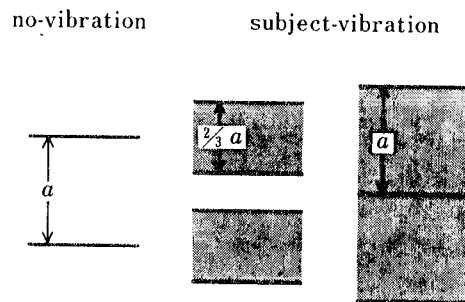


図3. 見かけの視標変動巾測定用スリット光源

トは人体加振によって2本の帯状の巾に見えるようになる。この巾を見かけの視標変動巾とした。上の帯状の巾の下限と下の帯状の巾の上限が一致したとき、見かけの視標変動巾はスリット間の距離 a となる。このスリット間の距離 a を狭角を mil 値で表わした。 mil 値は視距離 $1,000\text{ m}$ で 1 m の高さの物標を見たときの視角を 1 mil とし、これを基準とした視線に直角方向の長さの物標を見るとき視角をあらわす単位である。

$$Q \div 3.438 \frac{d}{D} = 3.438 \times \text{mil 値}$$

d :長さ、 D :視距離、 Q :視角(分)

すなわち、 1 mil は 3.438 分の視角に相当する。この見かけの変動巾が、視距離 5 m で、 1.5 cm 、 1 cm 、 0.5 cm となったとき、 mil 値は

3 mil、2 mil、1 mil となることになる。使用した。

また、各振動数において mil 値の等しい条件を等 mil line とした。

つぎに、等 mil line における視力変動は、視力効率と視力減衰率を指標として検討した。視力効率は Q' B riant らの提案によるもので、実験前の視力を 1 とした場合の振動負荷時の視力変動をあらわす。視力減衰率は Lange らの使用しているもので、これらの指標の関係はつぎのとおりである。

$$D = \frac{b-a}{a} \times 100 = \left(\frac{1}{A} - 1 \right) \times 100$$

D : 視力減衰率 (%)、A : 視力効率

a : 無負荷時の 2 点または 2 本の線の最小分離閾の視角

b : 振動負荷時のうえに示す視角

視力は市販の 5 m 用ひらがな視力表、大島式近視ひらがな文視力表とそのひらがな文を写真で拡大して作製した 5 m 用ひらがな文視力表を

C. 結果と考察

結果と考察をつぎの 3 つのポイントにわけて述べる。

1. 第一の点は、視距離 5 m で全身振動によって等 mil line を生ずるときの条件から、頭部に対する眼球の共振が存在することがわかった。つぎにこのこと存在理由について述べる。

図 4 は等 mil line を生ずるときの頭部の変位を示す。頭部の変位は 12 Hz から 30 Hz にかけて急激に減少している。このような頭部の変位の減少にもかかわらず各振動数において 3 mil、2 mil、1 mil の line が得られたことになり、眼球の共振の存在することが推察できる。

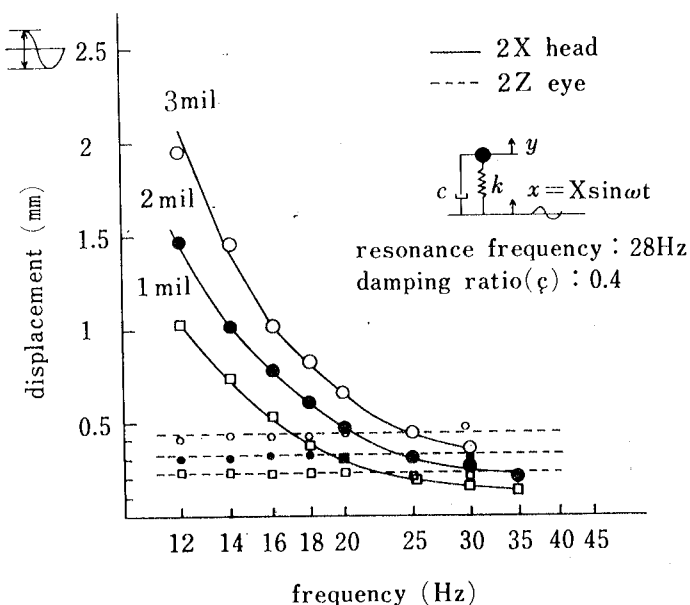


図 4. 視距離 5 m、等 mil line の条件における頭部の変位振巾、頭部に対する眼球の相対変位振巾の関係

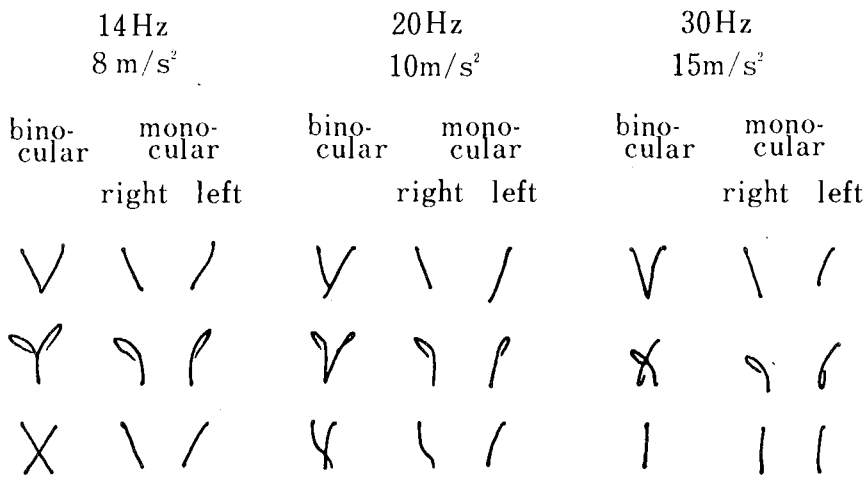


図5. 人体加振における点光源視標の網膜像のうごき
(被検者3名の例)

さらに、図5は人体加振による5 m 前面の点光源視標の網膜像のうごきを観察した結果であり、被検者3名の例で示す。興味あることは、この網膜像の軌跡が単眼視における右眼では左側に、左眼では右側に傾くことである。また、両眼視ではおおむねV字形、Y字形、V字形に近いX字形のパターンを示した。両眼視において、点光源視標の網膜像がV字形またはその変形のパターンのうごきを示すことは、頭部の前後方向のピッチング運動のみではこのような事実がおこるとは考えられないことから、眼球の共振が14 Hz、20 Hz、30 Hz に一様に存在しているということである。

もう1つ大切なことは、頭部の上下方向の直線的運動にともなうmil 値が、頭部の変位に比べて視距離が長いために極めて小さいと考えられるので、この5 m の遠見視における等mil line は視距離と関係のない眼球の角

運動のみによって得られたものとみられることである。

そこで再び図4にもどり、頭部と眼球の関係を頭部の変位による強制振動(図中に示す)とみなした。また視距離5 m で等mil line が得られる条件は、眼球の角運動は頭と同期したある支点を中心として眼球が振れうごくことによって生ずるとみなし、頭部に対する眼球の相対変位のP-P値2Zが各振動数で一定となることであると仮定した。

この仮定から眼球の共振々動数は28 Hz 前後にあり、ばね定数Kは22 g/mm、粘性減衰係数Cは1 g·cm⁻¹·S、減衰比0.4の振動系であると推定できる。

2. 第二の点は、視距離5 m で等mil line を生ずる状態、すなわち視標が各振動数において1 mil、2 mil、3 mil の見かけの変動をしているときの視力変動についてである。

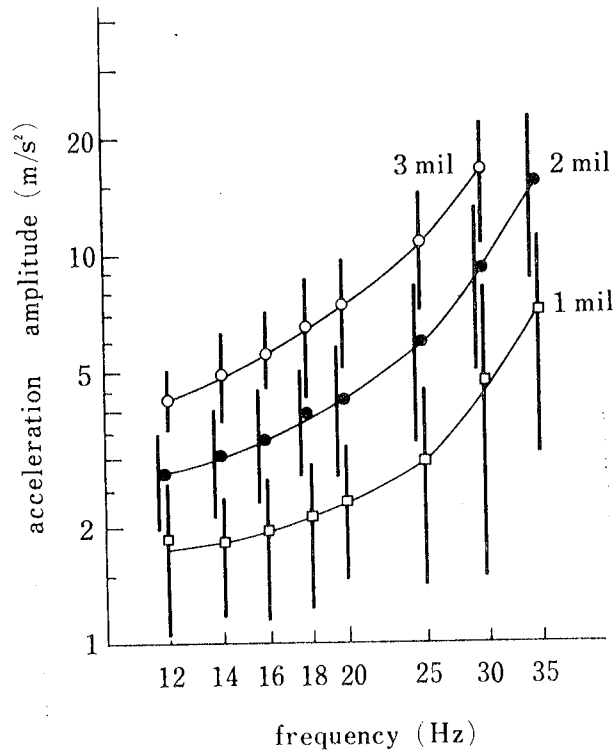


図6. 視距離は5m - 1 mil、2 mil、3 mil の見かけの視標変動を生ずる振動台の平均加速度振巾と標準偏差(座位)

図6は、ひらがな視力表による検査結果である。縦軸には視力効果と視力減衰率が対数目盛で示されている。図のように1つの視力効率曲線から直接に視力減衰率が読みとれることがわ

かる。またこれらの曲線が12Hzから30Hzにかけて徐々に直線的に低下することを示している。30Hz以上では視力の減衰は停止する。また、mil値の増が視力減衰を大きくすることがわかる。

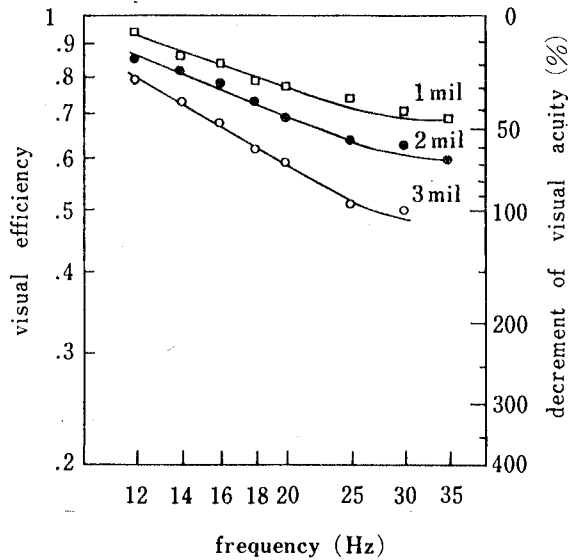


図7. 視距離 5 m — 等mil line における視力変動 — ひらがな視力表

図7は視距離 5 m で等mil lineを生ずる状態における遠見視力 (5 m) と近見視力 (0.3 m) の変動を示した。視力表はひらがな文視力表を使用した。ひらがな視力表による検査は1つの文字が判読できる閾値の測定である。ひらがな文視力表は一連の文章を間違いなく可読できる閾値の検査であり、文字が互に重なってひらがな視力表による場合より判読の障害がさらに大きくなるという特徴がある。遠見視における成績は図8のひらがな視力表の場合とほぼ同じ傾向を示す。しかしこの条件における近見視力 (0.3 m) の変動は、遠見視に比べて 20 Hz 以下においては低振動数になるほど視

力のいちぢるしい減衰がみられた。この事実は、頭の上下方向の変位にもなる眼球の直線的運動によるmil 値の増加が生じ、視力を低下させるものと考えられる。

すなわち、近見視では遠見視に比べて低振動数域で生ずるmil 値の増大がおこるため、いちぢるしい減衰がおこることがわかる。なお、この図で近見視の場合の点線 (……) は推定値であり、次年度の実験で実測して補正する予定である。

3. 第三の点は、ISO/DIS 2631 と等視力減衰曲線 (または等視力効率曲線) の関係の検討である。

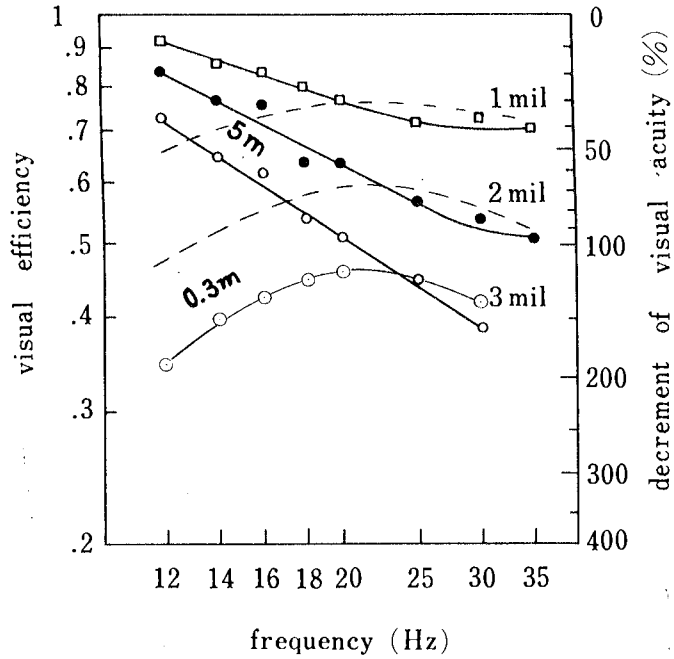


図8. 視距離 5 m 一 等 mil line における遠見視 (5 m) と近見視 (0.3 m) の視力変動 — ひらがな文視力表

そこで、人体加振による視距離 5 m で等 mil line における振動台の加速度を測定した結果を図 8 に示す。この結果は振動と視機能の関係の機序を検討するために、特に姿勢を一定に保持した条件のもとに得られたものである。縦軸は振動台の平均加速度の実効値 (rms

値) と $\pm 1 S \cdot D$ (標準偏差) を対数目盛で示している。そこでこの図の成績と、遠見視と近見視 (図 6、図 7) の視力減衰の成績から、ISO の「疲労能力減退曲線」と対比させて、等視力減衰率曲線を求めた。

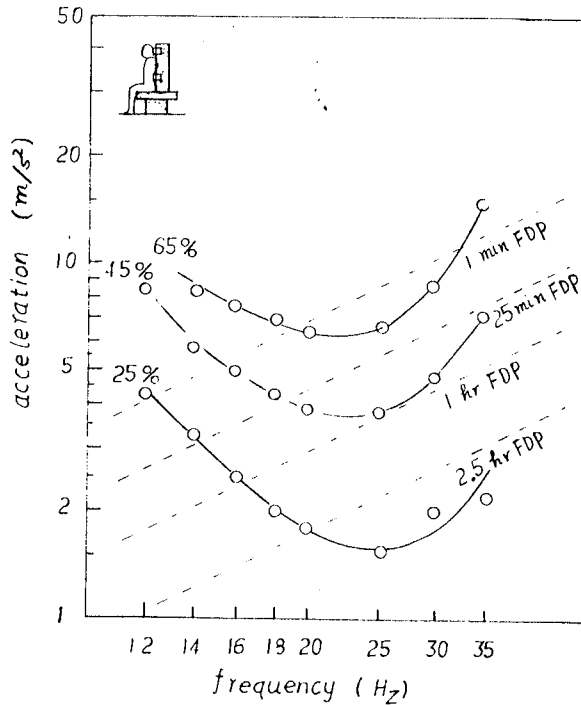


図9. 等視力減衰率曲線とISO「疲労能力減退曲線」の関係 — ひらがな視力表

図9は本実験における姿勢の条件で、遠見視におけるひらがな視力表による等視力減衰率曲線とISO/DIS 2631の関係を示す。縦軸は振動台の加速度であり、図中にISOの暴

露時間をパラメータとした「疲労、能力減退曲線」を示す。視力減衰率25%、45%、65%の曲線は、20 Hz ~ 25 Hzを底にもつ凹状の曲線となっている。

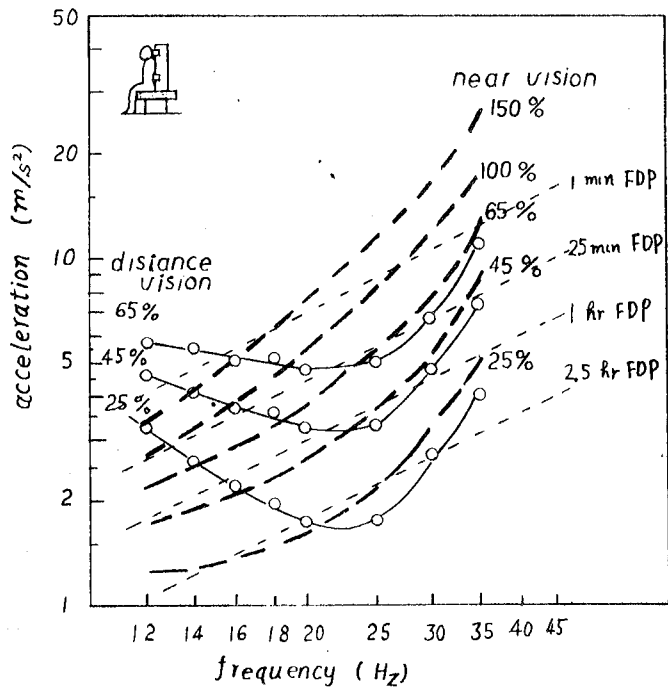


図10. 等視力減衰率曲線とISO「疲労、能力減退曲線」
 の関係 — ひらがな文視力表

つぎにひらがな文視力表による遠見視と近見視の等視力減衰率25%、45%、65%、100%、150%の曲線を図10に示す。遠見視に比べ近見視では低振動数になるほどこの曲線が下降することを示している。なお、この図で近見視の点線(……)は推定値であり、次年度の実験で実測結果で補正する予定である。

以上のように、等視力減衰率曲線をISOの基準を示す図に直接プロットすることができた。この方法により種々の姿勢の条件における視力減衰の検討が、1mil、2mil、3mil

lineを生ずる加振動台の加速度の測定のみによって容易に行なえることがわかった。したがって第三年度の実験ではこの検討方法によって姿勢、全身振動レベルと振動数の視力減衰への影響に関して種々実験を試みる予定にしている。(51年度騒音、振動の許容基準に関する調査研究の要約、神田 寛)