技術報告

織機の振動について

会 員 乾 昇*
会 員 横 井 英 恵

1. ま え が き

ここ数年来、有ひ織機の高速度はめざましく、大紡績の織布工場だけでなく、地方の織布専業者にも高速有ひ織機が採用されるようになった。このため織機による振動は従来より大きく、振源と民家との距離は小さくなって相乗的に公害としての振動が大きく取上げられるようになった。

そこで、本報では織機による振動についてその性格を知るため多数台稼動の場合の地盤振動を測定し、その振動軽減のためいくつかの手段について検討実験を行なった結果について報告する。

2. 織機および地盤の振動の測定

2.1 概 要

織機の振動の基本周波数はクランク軸回転数すなわちレースの揺動数と一致する。クランク軸回転数は、大部分の織機が150~200 rpmの範囲内であり、毎秒にして2.5Hz~3.3Hzということになる。したがって織機より発生する振動は、3 Hz 付近を基本周波数として、各種機構によって、より高次の振動が起こり、高い方では1 000Hzにも達している。多数台を運転した場合の測定

On Vibrations Caused by Looms.

By Noboru Inui, Hidenori Yokoi,

Enshu Limited, Kami-mura,
Hamanagun, Shizuoka Pref.

To investigate the transmission of loom vibration to the ground and to investigate the characteristics of the influence of vibration on houses near a weaving mill, measurements were made of an oscillating frequency of the ground and of the vibration of the neighbour houses, when many looms ran simultaneously.

The experimental results showed that:

(1) Number of proper vibration of a wooden house was 2~3Hz in horizontal direction. On a soft ground where it is easy to make resonance of the low frequency of 2~3 Hz caused by a beating-up motion of looms, neighbour houses resonated at this low frequency, resulting in serious environmental problems.

(2) Therefore, in such area, there was no other way to prevent a large oscillating movement of looms than the construction method to install many looms on the floating slabs.

(3) On the firm ground where it is difficult to make resonance of the low frequency, vibration frequency affecting neighbour houses was comparatively high. The use of vibration-free devices already developed was considered effective to some extent.

結果からは各台の回転数にわずかな差があるため「うなり」の現象を起こし、この「うなり」の周期は数十 sec から数 min にわたっていた。

以下に測定結果およびその解析結果について述べる。

2.2 地盤と測定結果の一例

a. 調査対象の条件

i) 調査地点付近の地盤

調査地点付近の地盤の断面図は第1図および第2図に示すような状況で、調査地点内の地域はかなり一様な地

(第1図) 地盤断面図 (南北方向)

* N. Inui, H. Yokoi, Members. 遠州製作 織維機械事業部 技術部

(第2図) 地盤断面図(東西方向)

盤構成となっている。

ii) 工場床構造および織機

自動織機が据えつけられている床は約200 mm 厚の土間コンクリートであり、織機はそれに 12 mm 径の 4 本のアンカー ボルトで固定されている。

織機は おさ幅 58 in の綿用管替自動織機で回転数は約 160 rpm, 台数は 280 台である。

b. 振動調査結果および解析

i) 織機の移動による強制振動は織機固定基礎(床)においては、高周波成分を含みかなり複雑な波形を呈する。このためフーリエ スペクトル、パワー スペクトルのいずれも単一なピークを示さず、とくに上下運動の場合は複雑である。第3～8図にその一例を示すが、これらの図より水平方向の卓越振動数 f_H は、

(第3図) 測定個所 No. 27 南北方向のフーリエ スペクトル

(第4図) 測定個所 No.27, 南北方向のパワー スペクトル デンシティ

$f_H \div 2.6 \text{ Hz}$
上下方向の卓越振動数 f_V は、
 $f_V \div 2.8 \text{ Hz}$
であることが推測される。

(第5図) 測定個所 No. 27, 東西方向のフーリエ スペクトル

(第6図) No. 27, 東西方向のパワー スペクトル デンシティ

(第7図) 測定個所 No. 27, 上下方向のフーリエ スペクトル

(第8図) 測定個所 No. 27, 上下方向の
パワー スペクトル デンシティ

(第9図) 測定個所 No. 8, 南北方向の
パワー スペクトル デンシティ

ii) 深夜における織機停止時の常時微動記録の解析結果によれば、結果によれば、おのおののスペクトル図はより複雑ではあるが、およそつぎのようであった。

$f_H \div 2.6 \text{ Hz}$

$f_V \div 5.0 \text{ Hz}$

iii) 前項より、水平振動に関しては、この機械基礎(床構造)はきわめて共振振動数に近い特性を有することが推察される。

iv) 地盤の振動振幅は水平東西方向(織機の前後方向)が著しく大きく、南北方向がその1/2程度、上下動はさらに小さい。

いずれも距離減衰は認められるが、かなり遠方まで優勢な振動が伝達されている。

v) 第9図および第10図は強制振動時の工場中心から135 m はなれた地点の地盤振動の解析結果を示すが、そのサイクルは $f_H = 2.7 \sim 2.9 \text{ Hz}$ で、ほぼ強制振動そのものの動きが伝えられている。

(第10図) 測定個所 No. 8, 東西方向の
パワー スペクトル デンシティ

vi), v) の地盤振動に対し木造家屋の振動周期特性はよく一致しており、その f_H は、2.8 Hz である。また地盤振動とその地点の木造家屋の振動の振幅および倍率は第11図および第1表に示すとおりである。

(第1表) 地盤振動に対する木造家屋1, 2階の振幅および倍率

	東 西 方 向			南 北 方 向		
	地 動 (μ)	床 (μ)	倍 率	地 動 (μ)	床 (μ)	倍 率
家 屋 B (2階床) (工場中心より約80 m 北)	32.0	110.0	3.45	12.5	42.0	3.37
家 屋 C (2階床) (工場中心より約135 m 北)	23.5	109.5	4.65	8.0	32.0	4.00
家 屋 下 (2階床) (工場中心より約170 m 北)	22.0	70.5	3.20	7.5	23.5	3.14
家 屋 D (1階床) (工場中心より約170 m 北)	22.0	27.5	1.25	7.0	10.5	1.50

(第11図) 全振幅と距離との関係

vii) 振動の距離減衰状況の測定例は第11図に示すとおりである。

3. 防振対策の検討

3.1 固定基礎の重量による防振

第12図のような機械—基礎系について考える。

(第12図) 織機による振動機構

a. 固定基礎の設計

基礎の振幅 y_0 は,

$$y_0 = \frac{F_0/m_0}{\sqrt{(-\omega^2 + \nu^2)^2 + 4h^2 \cdot \omega^2}} \quad (1)$$

$$m_0 = m_1 + m_2$$

m_1 : 機械重量

m_2 : 基礎重量

$$h = c/c_e$$

$\nu = 2\pi f$ (基礎系の固有振動数)

$$\eta = \frac{y_0}{y_i} = \frac{\beta^2}{\sqrt{(1-\beta^2)^2 + 4h^2 \cdot \beta^2}} \quad (2)$$

ここに

$$y_i = F_0/(m_0 \cdot \omega^2): \text{自由振幅 (仮想)}$$

$$\beta = \omega/\nu$$

$\beta = \omega/\nu$ は0.3以下が望ましいといわれている。この場

合, η はおよそ0.1以下となり, これを目安に設計がなされている。

b. 基礎重量の補正

(1), (2) 式より,

$$y_i = F_0/(m_0 \cdot \omega^2) = 1.0$$

$$\alpha = \frac{m}{m_0}$$

m = 補正後の基礎重量

とおけば基礎重量補正後の基礎の最大振幅 y_{max} (仮想振幅 y_i に対する振幅比) は,

$$y_{max} = \frac{\beta^2}{\sqrt{(1-\beta^2 \cdot \alpha)^2 + 4h^2 \cdot \beta^2 \cdot \alpha}} \quad (3)$$

で与えられる。

3.2 くい基礎の設計 (鉛直振動)

鉛直振動に関する振動数方程式は第13図において

(第13図) くい基礎

$$\gamma = \tau \cdot \tan \tau \quad (5)$$

ここに

$$\alpha = \frac{A \cdot \rho \cdot l}{W}$$

$$\tau = \frac{\nu \cdot l}{a}$$

$$a^2 = \frac{E \cdot g}{\rho}$$

ρ = くい単位体積あたりの重量

E = くいヤング率

A = くい断面積

この系による防振を考える場合, 系の固有振動数は共振点を避けるために機械の振動数の3~4倍にする必要がある。

3.3 地中振動遮断壁による防振

第14図のごとく入射波を u_i , 反射波を u_r , 透過波を u_t とすれば, 透過率 D は(5)式で与えられる。

(第 14 図) し や 断 壁

$$C = u_t / u_i = \frac{4\alpha}{\sqrt{(1+\alpha)^4 + (1-2)^4 - 2(1-2)^2 \cdot \cos(2\omega D/V^2)}} \dots\dots\dots (5)$$

ここに

$$\alpha = \frac{\rho_2 \cdot V_2}{\rho_1 \cdot V_1}$$

なお (5) 式は波動の重複反射理論で得られる。ρ および V はそれぞれ密度およびせん断波の速度であり、
そえ字 1, 2 は地盤および壁の値を示す。また D は壁厚を示す。

(5) 式によれば、今問題となっているような、2 ～ 4 Hz の低周波数の振動に対しては、通常考えられる厚さの壁では効果の少ないことが予測される。

3.4 ばねによる防振

通常の金属ばねや 防振ゴムの 単一使用では、低周波数振動に対しては効果的でない。そこでつぎのような組合せ ばねとレバーの合成形防振装置が考えられる。

第15図のレバー比 L : a を調整し、防振系の固有振動数を変化させる。この防振系の 1 次振動数は下式で与えられる。

$$f = \frac{4.98}{\sqrt{W \{ (L/a)^2 / k_1 + (b/a)^2 / k_2 \}}} \dots\dots\dots (6)$$

また、X=L 点の W の垂直変位は

$$y_{X=L} = \overline{W} \left\{ \left(\frac{L}{a} \right)^2 \cdot \frac{1}{k_1} + \left(\frac{b}{a} \right)^2 \cdot \frac{1}{k_2} \right\} \dots (7)$$

(第 15 図) 織機の ばね支持

となり、機械の性能上の要求との かみ合わせで L : a を決定する。

3.5 サンドシールによる防振

乾燥砂の粒子間内部摩擦により機械振動を減衰しようとするものである。第 16 図のようなものを考えた。

(第 16 図) サンド シール 基礎

4. 防 振 実 験

前節の検討結果に基づき種々の実験を行なって下記のような結果を得た。

4.1 固定基礎重量方式

実際の織機の発振機構は水平、上下振動が同時に生じ、振源では水平、上下動のレベル差は少ない。この合成された振動が地盤に伝達され、とくに遠方では水平振動が大きな値を示している。

水平、上下方向の合成振動に起因する地盤への伝達機構の解明は現段階ではきわめて困難なため、実際に伝達される地盤の水平、上下方向の振動を実測することにより、基礎重量の影響を求める。

a. 実験装置と方法

第 17 図に示すように、7 枚の鉄筋 コンクリート盤をボルトで緊結し地盤に埋込み、これを基礎としてその上に織機を固定した。

この機械—基礎系の織機運転時の振動をコンクリート盤上およびコンクリート盤より 1 m 離れた地盤上で同時測定した。なお 水平動に関しては 機械の 主要振動方向 (レースの前後動方向) のみ測定した。

振動実験 は以上の装置 により、コンクリート 盤 7 枚

(第 17 図) 基礎重量実験装置 (単位: mm)

(80 cm 厚) → 5 枚 (60 cm 厚) → 3 枚 (40 cm 厚) → 2 枚 (30 cm 厚) → 1 枚 (20 cm 厚) に対し順次行なった。

b. 実験結果

測定結果の振動波形をみると、当然のことではあるが繊維 2 台以上同時稼働のときにみられるような「うなり」の現象はまったく認められない。

第 18 図は基礎盤の厚さと振幅の関係を示したものであり、第 19 図は各測定点についてコンクリート盤の厚さ 80 cm の場合に対する他の厚さの場合の変位振幅の比

(第 18 図) 基礎重量と基礎、地盤の変位振幅

(第 19 図) 基礎重量と基礎、地盤の変位振幅比

を表わす。

基礎の水平変位が大きいところ (基礎重量の小的側) では、基礎の上下変位は小さく、基礎重量の大となる側では、上記の関係は逆になる。

この相互関係が地盤に伝達される水平、上下動に対する重量効果を相殺し、地盤への効果を少なくしてしまっていると推察される。

すなわち、繊維機の振動のように水平動、上下動のいずれもが劣らず優勢である発振機構に対し、本地盤条件においては事実上、基礎重量の補正はほとんど効果が期待できないと考えざるをえない。

4.2 くい基礎方式

前記重量補正のみでは効果が期待しえないとの結論に基づき、くい工事を併用して上下動をくいによってある程度吸収するとともに、地下の硬い地盤に伝えることによって振幅を小さくすること、および基礎盤をくいで支えることによって水平動の伝播をある程度減少させることの効果を知るため各種の基礎の実物モデルについて振動測定を行なった。

a. 実験モデル

実物モデル 6 組 (モデル番号: No.1~No.6) および比較のため既存基礎のものを No.7 として 7 種類のものについて実験を行なった。各モデルの条件の概略は第 2 表に示すとおりであり、第 20 図に最も効果的であった No. 3 の基礎図を参考として示す。なお多数台の場合の“ビート”現象を考慮して 4 台 1 組として計画した (ただし No.7 のみは 2 台)。

b. 実験結果

i) 基礎の振動

基礎上での測定結果よりロッキング振動、水平方向の

(第2表) 実験条件

モデル No.		1	2	3	4	5	6	7
条 件								
基礎重量 (ton)		14	23	8	12.5	10.4	0.67	4.5
機械総重量 (ton)		8	8	8	8	8	8	4
基礎と機械との重量比		1.75	2.87	1	1.56	1.3	0.08	1.13
※ く い	長さ(m)	9	9	7.5	7.5	7.5	7.5	—
	本 数	4	4	4	4	2	4	—
基礎と地盤との接触		あ り	あ り	な し	あ り	あ り	隙間に瓦礫充てん	あ り
地 中 梁 ※※		な し	な し	な し	あ り	あ り	な し	な し

注) ※ 外径 318.5 mm, 肉厚 6.9 mm, 鋼管製

※※ 水平動の受動土圧面積を大きくするため、基礎の周囲下面に枠状に設けた幅 300 mm, 高さ 200 mm の梁

(第20図) 基礎 No. 3

ねじれ振動の様子を知ることができた。水平動, 上下動について各基礎の変位の状況を第3表に示す。

No.2, No.3 および No.5 は基礎4周のいずれもが他部分の土間コンクリートと完全に絶縁されているのに対

し, No.1 および No.4 の短辺の1辺は既設設備の関係で絶縁することができなかった。このため No.1 および No.4 の ねじれはきわめて大きかった。このような基礎周囲条件の差異は水平動に対して著しい影響を及ぼしている。

したがって水平変位レベルの比較は周囲条件の等しい No.2, No.3 および No.5 について行なう。

No.3: 水平抵抗は くいの水圧ばねのみに依存する。
このため水平変位は他のタイプに比し極度に大きい。

No.2: No.3 および No.5 と比較して明瞭であるが、水平抵抗は基礎底と接地面での摩擦に大きく依存している。

No.5: くいはいは2本であり, No.2 および No.3 の4本に比し半分であるが、変位は最も少ない。このタイプは No.4 と同様に地中梁を設け、受動土圧抵抗の効果を考えたものであるが、その効果は顕著ではないようである。いいかえれば、水平動に対する抵抗部分は基礎底と接地面の摩擦に依存している。

以上は No.7 の値からも推測される。すなわち No.7 は機械2台であり、大まかに言えば入力は他の1/2であり、水平動に対する抵抗は、基礎底の摩擦のみによるが、変位は他の1/2以下である。

上下振動の主要部分を占めるものはロッキングであ

(第3表) 基礎の振動 (最大全振幅の平均値)

モデル No.	1	2	3	4	5	6 ※	7
振動方向							
水平変位 (μ)	38.4	59.3	187.5	51.8	50.2	—	25.1
垂直変位 (μ)	25.5	35.9	51.8	22.4	60.2	—	63.5

注) ※ No.6 は基礎の振幅が非常に大きいので基礎上における測定は省略した。

り、くい効果は明らかに認められる。すなわち既存基礎の No.7 が機械2台のみであるのにもかかわらず最も大きく、ついで くい2本の No.5 が続く。この No.5 は くい配置においてもっともロッキングしやすい形である。

No.3 は基礎がまったく接地しておらず、くいの上下ばねのみが抵抗要素であり、No.1, No.2 および No.4 に比して変位の大きいことは当然予想された。

No.1 および No.4 が他に比しかなり小さい値を示している点は、やはり基礎の一辺が絶縁されていないことによるものであろう。

ii) 地盤の振動 (距離減衰)

第21図に各基礎に対する水平振動の変位と振源中央からの距離の関係を示す。

基礎から10m離れた位置についてみると振幅の大きい順に No.1 > No.2 > No.5 > No.3 > No.4 > No.6 > No.7 となる。

No.1 および No.2 は基礎底の接地面摩擦が大きいので水平動が切れず地盤に大きな振動を伝えている。

(第21図) 水平振動 (No. 1~No. 7)

No.4 は部分的な地盤改良がほどこされており、地中梁の側面水平抵抗による水平ばね増強の効果が現われていると考えられる。

これらの測定結果を水平振動に対する防振効果の点からまとめるとつぎのようになる。

A. 基礎重量の増加は基礎系の固有振動数を小さくする。

B. くいを打つことは基礎系の水平ばねを増加させ、固有振動数を大きくする。

上記2つの効果は相殺しあう要素であり、今回の実験では No.1 および No.2 にこれを試みたが、いずれも他の形より振幅が大きく、防振基礎としてこの形式を考えることは適当でないと考えられる。

C. 基礎重量の減少は基礎系の固有振動数を大きくする。

D. くいを打ち、かつ地中梁の側面水平土圧を大きくすることは基礎系の水平ばねを増加させ固有振動数を大きくする。

CおよびDを No.4 および No.5 に試みたが No.4 にはこの効果が認められる。しかし No.5 はくい2本でロッキングしやすい形のため、基礎の上下動が地盤に水平振動を比較的大きな割合で伝達していることから効果は相殺されている。

E. 表面地盤とできるだけ絶縁する (基礎を地盤より浮かせ、くいのみで支持する) ことは基礎系の固有振動数を小さくする。

No.3 および No.6 (かなり不完全) がこの形である。No.4 とともに最も振動減少に効果が現われている。

つぎに機械の稼動台数 (振源面積) と振源からの距離を考えた振動レベルとの間の関係についての資料がとばしいため、2台稼動の No.7 (既存基礎) と他の形をいかに比較するかの問題がある。

第4表よりみれば No.3 は1m位置では No.7 (2台) に対してさへ振幅比 1 : 0.69 と小さい。一方距離が大になるにしたがい、むしろ No.3 の方が振幅が大となる。

(第4表) 各基礎状態について振源より遠ざかった場合の地盤の振動 (μ)

振源より	1 m	5 m	10m	20m
No. 7 (2台)	12.6(※1)	7.9(1)	6.3(1)	4.3(1)
No. 2 (4台)	15.6(1.24)	14.6(1.85)	9.9(1.57)	7.8(1.81)
No. 5 (4台)	11.5(0.91)	15.0(1.90)	8.8(1.40)	5.3(1.23)
No. 3 (4台)	8.7(0.69)	7.9(1)	8.1(1.23)	4.5(1.05)
既存※※ (4台)	—	—	—	8.2(1.91)

注) ※ () 内の数字は No.7 を 1 とした時の比率
 ※※ 周囲土間コンクリートと絶縁してない従来の基礎上の4台を同時稼動したもの

20 m の位置では, No.7 と既存4台と No.3 の比は 1.0 : 1.91 : 1.05 で, 既存4台は No.7 のおよそ2倍であるから, No.3 形によれば既存基礎に比し振幅を $\frac{1}{2}$ 程度に減ずることができる考える。

同様に No.2 形ではほとんど効果がないという結果を示している。

つぎに振源よりの距離と上下変位の振動レベルとの関係を第22図に示す。いずれも距離減衰がきわめて大きく5~10 m 離れると著しく振幅は小さくなっている。

(第22図) 上下振動 (No. 1~No. 7)

地盤への入力について比較すれば大きい順に No.5> No.7> No.2> No.3 となっている。

基礎変位の大きなモデルほど, 近接地盤の変位も大きい。ただし No.3 形は基礎を接地させていないため, この入力はいっしょに小さく, その効果が認められる。

以上, 入力差はかなり顕著であるが, 5 m以上離れると, その差ははっきりせず逆になっている場合も認められる。すなわち, 5 m位置では No.2> No.5> (No.1)> No.3> No.7> (No.4)> (No.6)となっており, No.7の減衰はきわめて著しい。傾向としては入力の大きなものの減衰が大きいことが推測される。

4.3 その他の方法

a. レバー スプリング系防振

この方法は防振に関しては効果的ではあるが織機自身の揺動が大きくなり (プレスト ビーム 位置で前後方向に約 25 mm の振幅), このままのシステムでは使用しえない。

b. サンド シール基礎

この方法は織機の水平および上下方向の力が大きく, 織機の水平方向の移動および脚部の砂の吹出しによる沈下のため実験は不能となった。

c. ベアリング ボール方式

この方式は水平動に対し, ある程度の効果は認められたが, 織機の初期移動やローリングが問題となった。なお今後ボール受けの形状, ストッパーなどの検討が必要である。水平振動の防振法としては有望である。

以上より, 低振動数の減衰を織機1台ごとに行なおうとすることは織機の揺動を大きくしてしまい, 織機の機能上問題が大きいので, 建物—基礎系による防振を考える必要がある。

5. ま と め

5.1 直接基礎 (ベタ基礎)

基礎重量を大きくして基礎変位振幅の抑制をはかることは, 防振上しばしば実施されてきた。本報においても一連の実験を行ない実際に上記効果を検討した。その結果つぎの理由により実質的效果が期待しえないことがわかった。

すなわち織機の振動は機械のロッキング振動による上下動入力および水平動入力のいずれもが相劣らず優勢であり, 基礎(質量)・地盤ばね系の上下, 水平固有振動数の間にかなりの差がある場合, 基礎重量の変化はどちらかの固有振動数に近い方向に振動系を移行させてしまう結果になる。

本実験においては基礎厚を20 cm～80 cmに変化させ、各厚さにおいて振動測定を行なった。上記厚さは重量比でいえば、(基礎重量)/(機械重量)=1.05倍～4.2倍の間にある。上記基礎重量範囲内にあつては地盤の上下、水平変位振幅とも、ほとんどみるべき差異はなかった。

本報で対象とした地盤はきわめて軟弱であり、地耐力上、上記基礎80 cm厚はほぼその限度(機械+基礎の荷重 $\div 2$, 4 ton/m²)と考えられ、かつ織機が数百台存在しその床面積がきわめて大きいことから経済的にも基礎重量のみによる防振対策は実質的に不適切と思われる。

5.2 ベタ基礎と くい工事併用形基礎

くい打ち基礎としては最も施工が容易な形で、No.1およびNo.2がこれに相当する。本実験では基礎の厚さをNo.1では30 cm、No.2では50 cmとした。直接基礎に比し、くいにより上下方向ばねは増加するが、くいの水平抵抗は小さいから水平ばねはほとんど変わらない。

すなわち、くいの効果は上下方向の固有振動数を高め、機械からの上下方向入力振動との共振からより遠ざかることにある。この点からみれば基礎重量は小さい方が望ましいわけで、実験結果もその傾向を示しており、No.1はNo.2に比し上下動はいずれの地点でも小さく、また水平動も振源からの距離が大きくなると振幅が小さくなる傾向を示している。直接基礎の場合と同様、基礎重量の増加による水平振動低下の効果は現われていないようである。

以上、くい打ち併用の場合、基礎重量はむしろ小さいことが望ましい。ある範囲までは重量増大が逆効果となるといえる。

5.3 地中梁架構基礎と くい工事併用形基礎

くいを打ち、かつ地中梁(壁)側面の受動土圧抵抗により、水平ばねを強化した形で水平、上下方向とも固有振動数を大きくし、共振を避けようとする形である。本実験ではNo.4およびNo.5が相当する。No.5はくいが少なく、ロッキング振動に対する抵抗が弱いので上下動に対して効果は現われていないが、No.4は水平、上下振動とも小さく、くいおよび地中梁の効果が認められる。この形についても基礎重量は小さいことが望ましい。

本実験結果からみて「直接基礎+くい」の形よりも防振効果は大きいといえる。

5.4 くい支持による浮き基礎

くいの上に基礎を設け基礎と地盤とを絶縁した形であり、No.3が相当する。水平、上下動入力ともくいを介して地盤に伝えられる。

基礎変位、とくに水平変位は他の形に比し著しく大きい。地盤に伝えられる振動は前記No.4とともにもっとも小さく、絶縁効果が認められる。

地盤への入力の本実験結果では従来基礎に比し $\frac{1}{2}$ 程度である。

5.5 水平振動の絶縁

以上数多くの実験、検討を行ってきたが、織機台数の増加と地盤振動変位とは比例関係にない。また距離減衰と機械台数(振源面積)との関係など、いまだに解明されていない問題が残っているが、現状の振動を大幅に低減するためには、本実験のくい基礎No.1～No.6のいずれもそのままの形ではまだ不十分といわざるをえない。

上述の結論に基づいて、われわれは数台以上の織機を一体の基礎の上に配置し、くいの上に浮かせて支持するNo.3の方式にさらにくいとスラブの間にボール、ローラーなどを設け機械の水平振動をくいおよび地盤のいずれにも伝えにくい支持浮きスラブ工法を考えた。

すなわち上下動は下層の強固な地盤へくいを介して伝えることによって、表層軟弱地盤への入力を最小限に抑え、水平動はくい頭上に設けたボールまたはローラーなどによって機械基礎をくい上で揺動させることにより絶縁しようとするものである。

6. む す び

1) 木造家屋の固有振動数は水平方向で2～3 Hzであり、織機の基本振動数である2～3 Hzの低い振動数に共振するような軟弱地盤の地域にあっては、家屋が地盤の振動と共振し増幅現象を起こし、大きな問題となる。

したがって上述のような地域での防振対策としては、くい支持浮きスラブ工法によるしかないと考えられる。

2) 地盤が強固で2～3 Hzの低振動数に共振しにくい地域にあっては振動問題は隣接した、ごく限られた範囲にとどまる場合が多く、このようなケースでは防振ゴムなどによる対策もある程度効果を期待できると考える。

最後に本研究に対してご指導ご協力いただいた東京都立大学工学部田地米辰雄教授、田地米研究室望月利男氏に感謝の意を表す。