

スチームハンマーによるペDESTAL くい打ち騒音に関する調査研究

川 畑 清 忠*・肥 後 悟**

(受理 昭和42年5月26日)

MEASUREMENT OF LEVELS OF EXHAUST- AND SHOCK-NOISES IN THE STEAM HAMMER PILING

Kiyotada KAWABATA* and Satoru HIGO**

We measure the sound pressure levels of exhaust-and shock-noises in the pedestal piling and obtain results:

- 1) Exhaust-noise levels are higher than Shock-noise levels.
- 2) There is a drop in pressure level of 6 dB with each doubling of distance away from the sound source; the sound source is regarded as the point source.
- 3) The noise levels in the present measurement lower down the permitted level at the distance of 650 m from the sound source.

1. ま え が き

建築工事現場において発生する騒音には非常に大きいものがある。街の中心部にあつては、常時存在している騒音（暗騒音）は相当大きい、しかもなお工事現場の騒音は周囲の暗騒音を越えることが多い。

騒音障害は、建築工事現場において発生する各種障害件数の上位を占めている。それゆゑ、これら騒音に対して周辺の住民から苦情を出されることが少なくな

い。この報告では、スチームハンマーによるペDESTALくい打ちの際に発生する蒸気音と打撃音との音圧レベルの測定結果を述べる。

2. 調 査 方 法

2.1. 騒音障害

騒音による障害の程度を数的に表現する目安として騒音の表わし方がいくつか提案されている¹⁾。

表1にその主なものを示す。

表 1 騒 音 の 表 わ し 方

| 名 称 | 単 位 | 記 事 |
|--------------|--------------------------|--|
| 騒 音 レ ベ ル | ホ ン | JIS Z 8731 (測定法) JIS C 1502 (指示騒音計) |
| 複合音の大きさのレベル | { レベル: phon 大きさ: sone | Loudness Level (LL) |
| NC, NCA 曲線 | NC | Noise Criteria Curves |
| SIL | dB | Speech Interference Level |
| PN | { レベル: dB うるささ: noy | Perceived Noise Level (Jet 機) |
| 騒音評価指数 (NRN) | NRN | Noise Rating Number ISO 提案 図 1 |

* 鹿児島大学工学部電気工学教室・助教授

** 鹿児島大学工学部電気工学教室・助手

従来は騒音レベルと NC 曲線が多く用いられていたが、最近では ISO (International Organization for Standardization) 提案の NRN (図1) がそれらに代わる傾向にある。

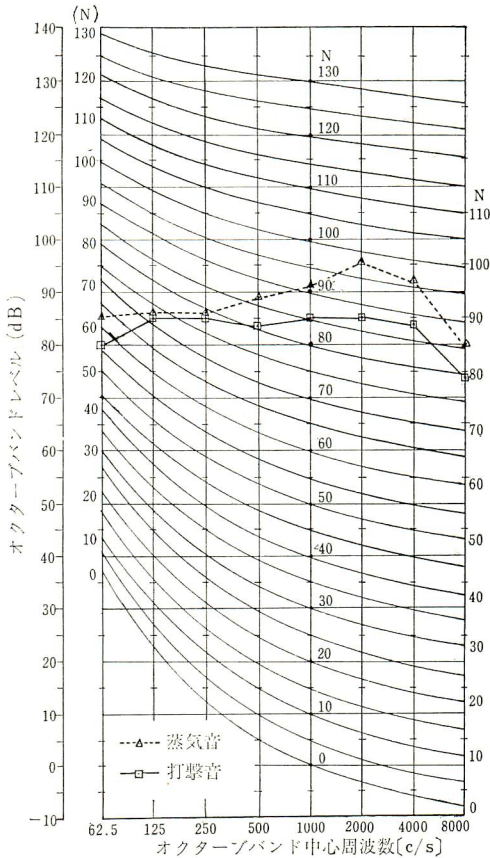


図1 騒音のオクターブ帯域周波数分析によつてN数を求めるための図表

騒音は大體、次のように大別される²⁾。

(1) うるささ

音のうるささに対する基準としては、オクターブ周波数分析をして得られた全周波数帯内の最大の NRN に表2による補正をおこなつたものを使用する。補正後の値から、表3により、周辺住民の迷惑の程度を推定できる。

(2) 会話妨害

会話に対する妨害の程度は、マイクロホンを耳の位置において当該騒音を測定した結果から評価される。中心周波数 500, 1000 および 2000 (c/s) の3つのオクターブ帯域の NRN を求め、そのうちの最大のも

表2 NRN への条件による補正值

| 要因 | 条件 | 補正N |
|-------------|-----------------|---------|
| 騒音のスペクトル | 純音 広帯域 | +5 0 |
| ピークファクター | 衝撃性 非衝撃性 | +5 0 |
| 繰返し性 | 連続 毎時 10~60回 | 0 |
| | 〃 〃 〃 1~10〃 | -5 |
| | 〃 〃 〃 4~20〃 | -10 |
| | 〃 〃 〃 1~4〃 | -15 |
| 〃 〃 〃 1〃 | -20 | |
| 暗騒音 | 静かな郊外 | +15 |
| | 郊外地 | 0 |
| | 住宅地 | -5 |
| | 工場近くの市街地 | -10 |
| | 重工業地帯 | -15 |

表3 補正 NRN と周辺住民の反応との関係

| 補正済み NRN | 反応 |
|----------|-------------------|
| 40 以下 | 反応なし |
| 40 ~ 50 | 散発的苦情 |
| 45 ~ 55 | 広範囲的苦情 |
| 55 ~ 65 | 地区活動のきざし |
| 65 以上 | 強力な地区活動 (法的, 政治的) |

表4 騒音の大きさとそのもとの会話可能な距離

| N | 普通の声で (m) | 大声で (m) |
|----|-----------|---------|
| 40 | 7 | 14 |
| 45 | 4 | 8 |
| 50 | 2.2 | 4.5 |
| 55 | 1.3 | 2.5 |
| 60 | 0.7 | 1.4 |
| 65 | 0.4 | 0.8 |
| 70 | 0.22 | 0.45 |
| 75 | 0.13 | 0.25 |
| 80 | 0.07 | 0.14 |
| 85 | — | 0.08 |

表5 騒音の大きさと電話の使用との関係

| N | 電話の使用に |
|-------|------------|
| 50 | 十分了解できる |
| 60 | 了解がやゝ困難 |
| 75 | 了解が困難 |
| 75 以上 | 満足な了解ができない |

のをこの騒音の NRN とする。そして表4および表5により、それぞれ、会話可能な最大距離および電話による会話が満足にできるかどうか判断される。

2.2. くい打ち工事による騒音

表 6 くい打ち騒音 (自由空間において距離 20 m における騒音値{平均的な値})³⁾

| 工 法 ま た は 機 械 | JIS 騒音 レ ベ ル (ホン) | NRN | L. L. (phon) | パ ワ ー レ ベ ル (dB) |
|---------------------------------|-------------------------|--------|-----------------|------------------------|
| ディーゼルハンマーによるシートパイル打ち | 92 | 90 | 106 | 126 |
| ディーゼルハンマーによるコンクリートくい打ち | 93 | 90 | 104 | 127 |
| ディーゼルハンマーによる鋼管くい打ち | 98 | — | — | 132 |
| 落錘によるフランキーパイル打ち (中打ち) | 79 | 70 | 84 | 113 |
| 落錘による鋼管くい (底打ち) | 88 | — | — | 122 |
| 振動くい打機 100 HP (バイプロパーカッションハンマー) | 78 | — | — | 112 |
| スチームハンマーによるペDESTALクイ打ち | 打撃 85 蒸気 93 | — — | — — | 119 127 |
| パイルエクストラクター TE 12 によるシートパイル引き抜き | 91 | 80 | 98.5 | 125 |

くい打ち工事における発生騒音は打撃による衝撃音が主である。この打撃衝撃音は打ち込まれる地盤の状況、くいの種類、打ち込み方 (工法, 機械など) の組合せによつて異なるが (表 6 をみよ), 一般に, 1) きわめて高レベルである, 2) 衝撃音である, 3) くい打ち工事は全工程の初期に実施される, などの理由で, 騒音発生原因の最上位を占めている。

3. 測 定

3.1. 騒音源と測定法

(1) 騒音源

場所は鹿児島市新屋敷町, 公団住宅の建築工事現場 (図 2), 作業時間は 8 時 30 分より 17 時まで, スチームハンマーによるペDESTALクイ打ちの打撃回数は, 20 m コンクリートくい 1 本につき約 3000 回, 毎分 49~50 回, 1 日につき 7 本打ち込みである。

(2) 測定期間

本測定は昭和 41 年 12 月 17 日より 3 日間 (曇天) おこなつた。

(3) 測定器

使用測定器は次のものである。図 3 にブロックダイヤグラムを示す。

| | | |
|----------|--------|-------|
| 指示騒音計 | YEW | NM-12 |
| 周波数分析器 | JEIC | BP-10 |
| テープレコーダー | NAGURA | 3BH |

(4) 測定位置

屋外では地面より 1.25 m の高さの点を, 屋内では最も多く談話に使用される位置で聴者の耳の高さ附近

を測定位置としてえらんだ。

(5) 測定法

対象騒音が衝撃性のため 1 回 1 回にレベルの変動があるので, 各測定点において 40~50 回の対象音を測定した。1) 録音して, ピークレベルの決定, 周波数分析, 2) 指示騒音計を直読してピークレベルの決定をおこなつた。

3.2. 測定値

対象騒音が衝撃性のため測定値としては, ピークレベルの平均値をとつた。

(1) 屋内での騒音レベル

表 7 に示す (図 2 の点 P, Q の各点)。

(2) 境界線上での騒音レベル

現場に隣接した商家のブロック塀上, 0.5 m の高さの点 (図 2 の点 R, 音源から 13 m) での騒音レベルは

蒸気音: 102 (ホン)

打撃音: 100 (ホン)

であつた。

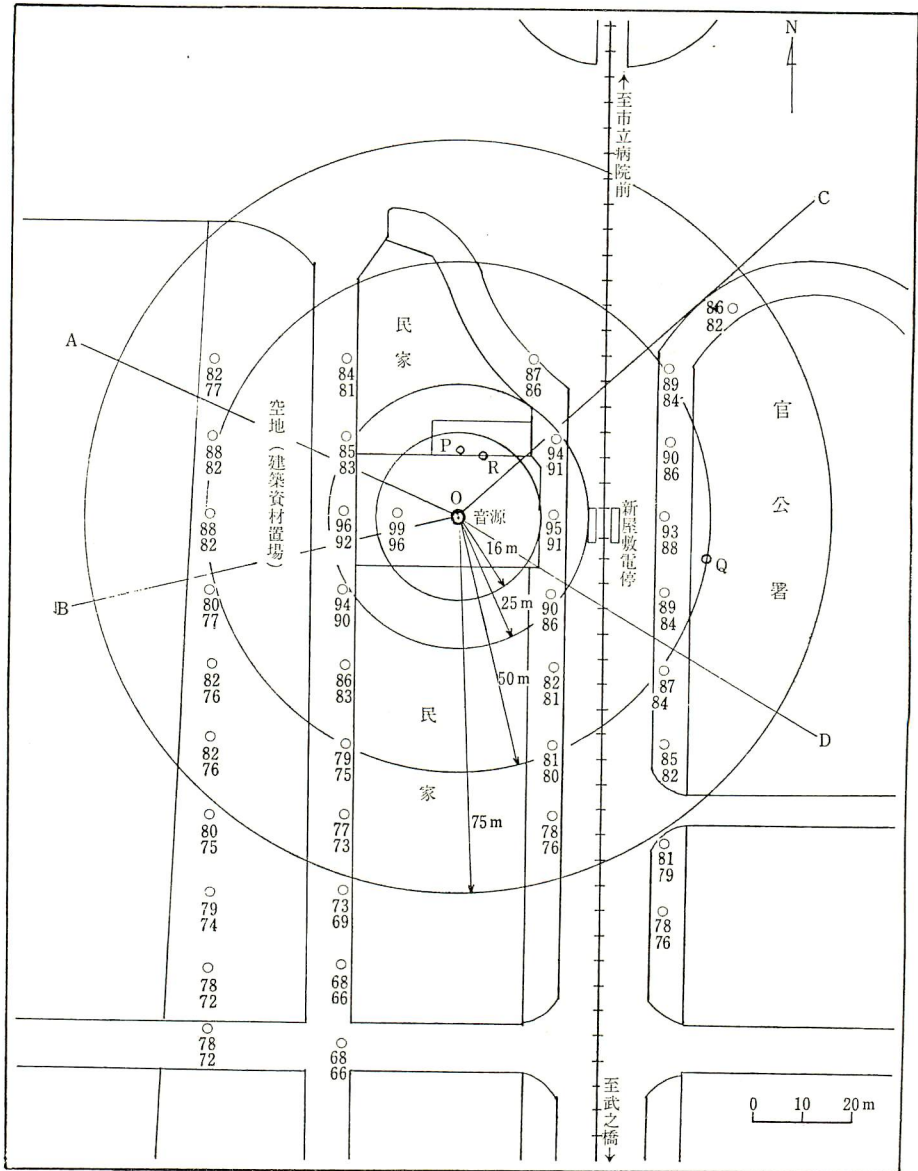
4. 音の伝播状況

4.1. 騒音音圧分布

音の伝播状況を知るために, 周辺の音圧分布の測定を行なつた⁴⁾。測定値を図 2 に示す。

4.2. 音の減衰状況

自由空間内に無指向性の点音源がある場合, 音源からの距離に対する音圧の減衰は, 理論的に次の式で表わされる⁵⁾,



対になっている数値のうち、上段は蒸気音音圧、下段は打撃音音圧を示す
 図 2 騒音源附近の音圧分布 (dB)

表 7 屋内での騒音レベル

| | | 窓 開 放 | | 窓 密 閉 | | 備 考 |
|-----|---|------------------|----------------|----------------|----------------|--------------------------------------|
| | | 打撃音 (ホン) | 蒸気音 (ホン) | 打撃音 (ホン) | 蒸気音 (ホン) | |
| 点 P | 大島紬商事(KK) (音源から 14m) 応接間 居間 二階居間 | 86 82 92.5 | 88 86 95 | 81 78 81 | 84 80 83 | 東,南側:ガラス戸 南側:雨戸,ガラス戸 南側:重いガラス戸 |
| 点 Q | 行政監察局局長室 (音源から 50m) | 81 | 85 | 71 | 76 | 西側:ガラス戸 |

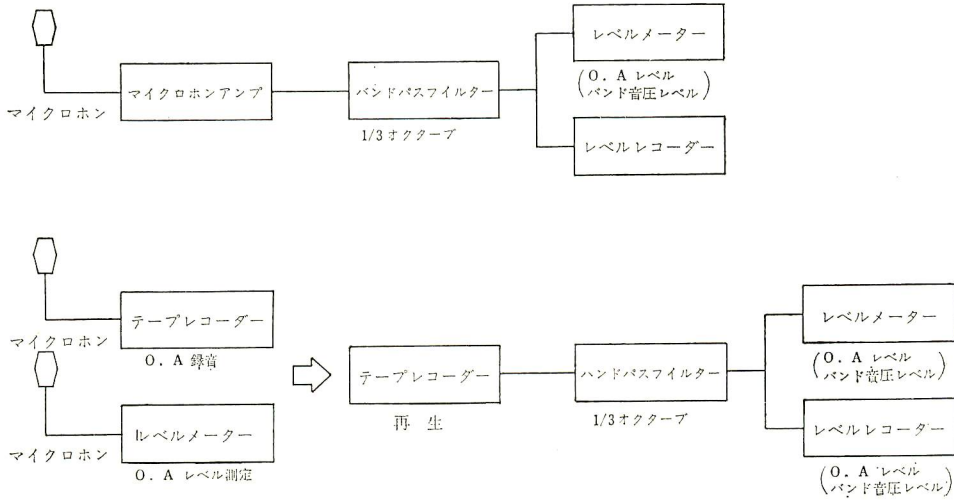


図 3 測定装置ブロックダイアグラム

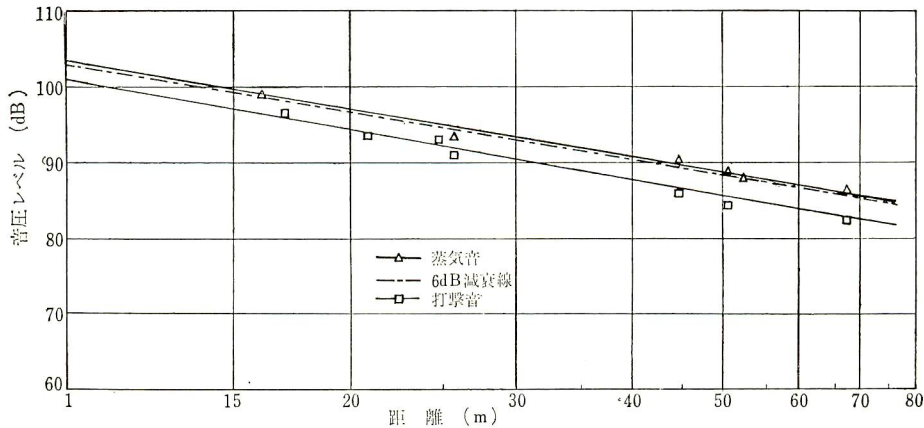


図 4 距離と騒音レベル

$$SPL = PWL - 20 \log R - 11 \text{ (dB)} \quad \dots\dots(1)$$

ただし、SPL : 測定点における音圧レベル(dB)

PWL : 音源の出力レベル (dB)

R : 音源から測定点までの距離(m)

図2の直線 OA と OB, OC と OD で、それぞれかこまれる範囲内の点における測定値を図示すると図4のとおりである (この範囲内には建造物はない)。

この実測値から距離 R と音圧レベルとの関係を表わす実験式を求めると、

蒸気音では、

$$SPL = -20.3 \log R + 103.5 \text{ (dB)} \quad \dots\dots(2)$$

打撃音では、

$$SPL = -20.5 \log R + 101 \text{ (dB)} \quad \dots\dots(3)$$

が得られる。

これより音響出力レベル (PWL) を求めると、蒸気音では、

$$PWL = 114.5 \text{ (dB)}$$

打撃音では、

$$PWL = 112 \text{ (dB)}$$

となる。

蒸気音、打撃音とも減衰定数は2~3%内の誤差で自由空間内の点音源の式(1)の減衰定数20と一致する。ゆえにこの騒音の伝播は自由空間における点音源からの伝播とみなせる。

4.3. 騒音の周波数分析

音源からの距離 16 m の点(屋外)と距離 50 m の

表 8 騒音レベルのオクターブ周波数分析

| 中心周波数 (c/s) | | 62.5 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 | |
|-------------|---------------|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 音圧レベル (dB) | 音源から16mの点(屋外) | 蒸気音 打撃音 | 85.3 79.8 | 86.0 84.4 | 85.9 85.3 | 88.5 83.8 | 91.5 84.8 | 95.2 84.8 | 92.5 82.9 | 85.3 73.6 |
| | 音源から50mの点(屋内) | 蒸気音 打撃音 | 63.3 60.1 | 68.2 72.0 | 67.8 70.7 | 73.9 76.9 | 78.5 80.3 | 80.1 76.7 | 79.7 70.7 | 65.5 57.2 |

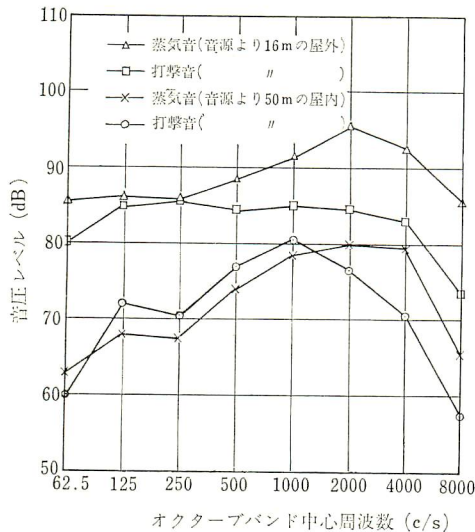


図5 くいでち騒音音圧レベルの周波数特性

点(屋内、窓開放)における騒音をオクターブ分析したものを表8、図5に示す。

5. 騒音評価

5.1. うるささに対する騒音評価

ISO 提案の NR 曲線(図1) から NRN を求めると表9に示すようになる。これに表10による補正をおこなうと、NRN は音源から50mで62となる。

5.2. 会話妨害に対する評価

音源より16mの点における会話好害の評価において、周波数2000(c/s)でNRNは最大で、その値は72となる。これを表4、表5で評価すると、会話可能な距離は表12となる。電話使用に関しては、「了解がやや困難」となる。

表9 オクターブ中心周波数に対する補正前のNRN(音源よりの距離16mの点で)

| 中心周波数 (c/s) | 62.5 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
|-------------|------|-----|-----|-----|------|------|------|------|
| NRN | 63 | 74 | 79 | 86 | 92 | 97 | 96 | 90 |

表10 NRN(97)に対する補正

| | | | 記事 |
|----------|---------|-----|--------------------------------|
| 補正前のNRN | 距離16m | 97 | 表 { 20 log (16/50) 表4 |
| 距離による補正 | 距離50m | -10 | |
| スペクトル | 広帯域 | 0 | |
| ピークファクター | 衝撃性 | +5 | |
| 繰返し性 | 毎時1~10回 | -10 | |
| 慣れている | 慣れている | 0 | |
| 時間帯 | 昼間のみ | -5 | |
| 季節 | 冬 | -5 | |
| 暗騒音 | 市街地 | -10 | |
| 計 | | 62 | |

表11 対象騒音に対する周辺住民の反応と距離の関係

| 反 応 | 騒音源よりの距離 |
|-------------------------------|----------|
| 反 応 な し | 650m以上 |
| 散 発 的 苦 情 | 200~650m |
| 広 範 囲 の 苦 情 | 350~100 |
| 地 区 活 動 の き ざ し | 110~ 35 |
| 強 力 な 地 区 活 動 (法 的 , 政 治 的) | 35m以内 |

表12 会話妨害に対する評価

| NRN | 会 話 可 能 距 離 | |
|---------------|-------------|---------|
| | 普通の声で | 大 声 で |
| 72(音源より16mの点) | 0.22m以内 | 0.45m以内 |
| 62(音源より50mの点) | 0.70 | 1.40 |

6. 結 論

対象騒音の評価は、常時存在する騒音を考慮しておこなわねばならない。

この現場一帯は、路面電車も通れば、かなりの自動車の交通量もある地区であり、交通騒音の大部分は自動車によるものである(通過する電車の台数は少な

表 13 熊本県騒音防止条例 (昭 33.10.18)⁶⁾

| 地 域 | 昼 | | 夜 | | 深 夜 | |
|-------|---------|-------|---------|---------------|---------|-------|
| | 音 準 | 時 間 | 音 準 | 時 間 | 音 準 | 時 間 |
| 第 1 種 | 70~75ホン | 8—19時 | 65~70ホン | 6—8時 19—23 | 55~60ホン | 23—6時 |
| 第 2 種 | 60~65 | 8—19 | 55~60 | 6—8 19—23 | 45~50 | 23—6 |
| 第 3 種 | 50 | 8—19 | 45 | 6—8 19—23 | 40 | 23—6 |

第1種地域：商業，工業，準工業地域のうち軌道路，又は幅員11m以上の道路から20m以内の地域。

第2種地域：1) 商業，工業，準工業地域のうち第1種地域以外の地域。

2) 軌道路又は幅員11m以上の道路から20m以内の地域で第1種地域以外の地域。

第3種地域：第1種地域および第2種地域以外の地域。

○学校，図書館，病院等の周辺について規制。

○拡声放送について規制。

い). 対象騒音のない時の騒音レベルは，国道歩道上では70~86 (ホン)，行政監察局局長室(Q点)では，窓開放時には68~73 (ホン)，窓密閉時には63 (ホン) 程度である。

Q点(対象騒音源から50mの点)では，対象騒音は交通騒音を10(dB)以上うまわっている。またこれ以上距離が離れていて，対象騒音と交通騒音の音圧レベルが接近していても，交通騒音(音圧レベルは低周波数成分100~300(c/s)に富んでいる)に比較して，対象騒音は表8に示すとおり高い周波数成分(1000~4000(c/s))に富んでいるために，相当の刺激となる。

したがって，この評価は周辺の条件，周波数特性などすべての事項を考慮したNRNでおこなうのが最も適当である。本測定では，NRNは音源からの距離50mの点で62となる。表3に示すとおり，附近住民の反応は「地区活動のきざし」に属し，また音源からの距離35m以内ではNRNは65以上になり，反応は「強力な地区活動(法的，政活的)」の範囲となり，反応としては最高の段階に属する。

表3と表10により，対象騒音に対する周辺住民の反応を距離で分類したものを表11に示す。これによると対象騒音は相当広範囲に影響をおよぼしていることがわかる。また会話妨害に関しても，表12に示すとおりであり，音源より16mの点では，テーブルをかこんで会話するには困難であると推定される。音源より50mの点では，会話はやや困難であると推定される。電話の使用に関しても，音源より16mの点，50mの点，ともに了解はやや困難と推定される。

現在，騒音の公害基準をもつて騒音を規制している府県は全国では15府県，九州地区では福岡県，長崎県の2県と別府市，豊岡市，竹田市，大分市の4都市である。

本くい打ち工事の騒音は，音圧レベルから考慮しても各県，各市の基準値を相当量上まわっている(熊本県の条例の第1種地域の基準を27ホン越えている)。また騒音評価から判断しても，音源から35m以内は「強力な地区活動」の範囲に属し，周辺住民の「反応なし」を得るには650mも離れねばならない。附近住民の苦情ももつともなことである。本くい打ち工事においては，当然工事施行者は，騒音の軽減をはからねばならない。他方県(あるいは市)当局においても，なるべく早い機会に，騒音に対する条例規制等の施策をとられることが望ましい。

おわりに測定に協力された高木君に感謝の意を表します。

文 献

- 1) L. L. Beranek : Noise Reduction (1960), 515, McGRAW-HILL BOOK CO.
- 2) 伊藤：騒音の測定法と“やかましき”の評価法。信学誌，47 (1964.9)，1293.
- 3) 長友・他：建築工事に伴う騒音。鹿島建設技研年報12号。
- 4) 川畑・肥後：空気圧縮機室からの騒音の伝播とその防止。音響学会講演論文集 (1967.6)，251.
- 5) C. M. Harris : Handbook of Noise Control, 2-12 (1957), McGRAW-HILL BOOK CO.
- 6) 日本音響材料協会編：騒音対策ハンドブック (1966)，733，技報堂。