

徳島大学工学部

○小田 英一

徳島大学工学部

山上 拓男

水資源開発公園旧百野川河口堰建設所 三島誠

1. まえがき

徳島県今切川河口堰工事にあって、半川締切方式としてセルラーコッファダムにより施工して、ポンプアップにより締切内部を排水して河床の基礎の杭打を行った。この杭打を行うにあたり使用杭打機ディーゼルハンマK32型で施工するとき附近住宅への騒音と振動の公害を生じたので、この対策としてDM2-25000A型振動杭打機を使用した。この場合工事の能率をさげず騒音、振動の公害を生まるだけ防止できるかどうかの調査を行った結果について報告する。

2. 振動測定および地盤概要

使用した杭は鋼管杭で厚さ9.5mm、外径508mm、上杭14m、下杭15mの溶接継杭したもので、先端は南枚型としたものである。杭打による地表面の振動測定用計器としては、地層計は勝島製作所製のPK-110型換振器で鉛直方向と水平方向(杭の測定位置とこれと直交する方向)計3ヶ所を用いた。これは固有振動数は1/sである。増幅器は勝島製作所製MA

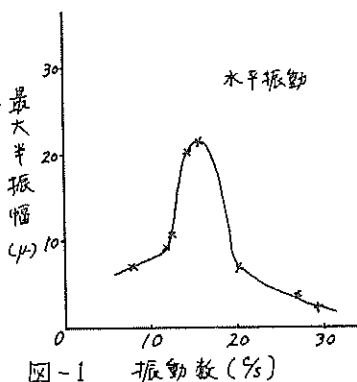
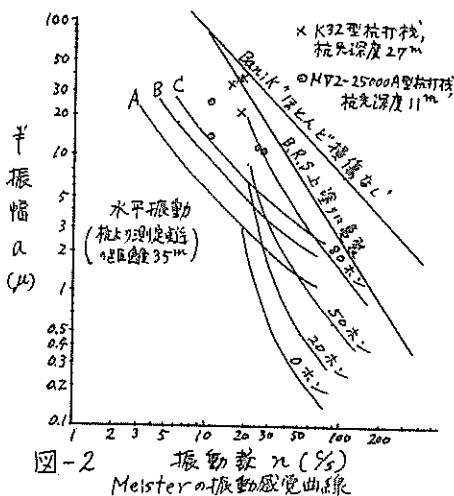


図-1 振動数 (1/s)

-101型超低周波増幅器で、記録計はニエ測器社製MR-102型電磁オシログラフ(内蔵カルベメータG-100C, シェント担抗率として使用)であつて、感度特性は1.5~40/sまでは水平線がえられるものである。杭より測定位置の距離は35m, 40m, 121mと振動した。鋼杭の全長は18m, 20m, 24m, 27mと各種である。杭打機は当初神戸製鋼所製複動式ディーゼルハンマK32型を使用した。後述の如く振動、騒音公害が大で附近住民より苦情があつて、振動杭打機を使用したこととした。これに当つて已に打設された鋼杭(杭長20m)に伊丹工業K.K.製のDM2-4000A型振動杭打

機で杭打して、杭よりの距離44mの地表面で振動測定を行った。この測定結果を整理すれば図-1に示すように振動数nと最大水平振幅Aの関係をみれば15.5/sの振動数でピークが現われていて、地盤がこの振動数で卓越して振動することが判つたので、15.5/sよりずっと小さな振動数の振動杭打機を使用すべきであると判断した。この条件をもち且杭打能率のよい振動杭打機として建設機械調査K.K.製のDM2-25000A型を使用することとした。

杭打機の性能については、ディーゼルハンマK32型は全重量9.1t, ラム重量3.2t, ラム落下高さ2m, 1打毎仕事量9600 kgmであつて、騒音防止のため久保田鉄工所K.K.製K-SD工法による防音カバーを用いた。杭長

図-2 振動数 n (1/s)
Meisterの振動感覚曲線

デーゼルハンマード32型杭打ち機使用の場合

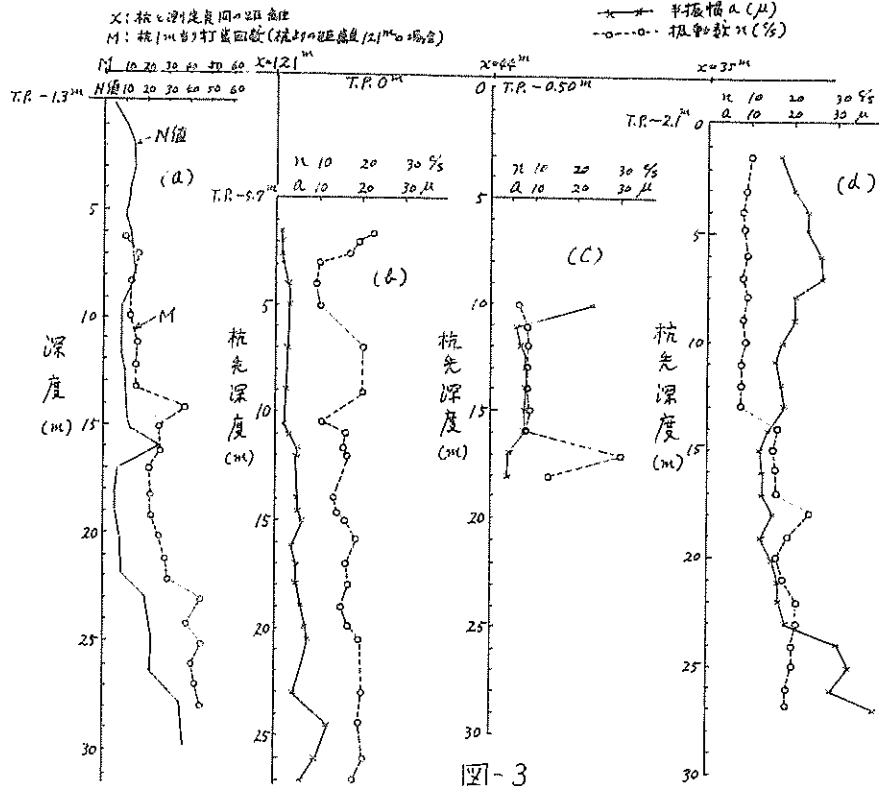


図-3

28^m杭打に約30分を要している。VM2-25000A型振動杭打ち機はモーター定格出力150kw、起振機重量7.4^t、チャック重量3.9^t、総重量11.3^t、起振機の偏心軸回転數620r.p.m.(10.3%)であつて、本実験において偏心モーメント10000 kg-cm、起振力43^tとして施工した。本機によれば杭長27^m打設に平均11分を要する。地盤の地層構造についてはN値については図-3又は図-4の(a)に示す如く、T.P.-23^m迄はN値の平均は約10であつて、それより深い所では20となり、T.P.-28^mより30以上となつてゐる。T.P.-2.5^mより10^m迄は砂層、T.P.-10^mより17^m迄は粘土層、T.P.-17^mに厚さ1^m位の砂層があつてN値は27である。T.P.-18^mより24^m迄は洪積世の粘土層、T.P.-24^mより30^m迄は洪積世砂層(中砂、粗砂)、それより下は砂層となつてゐる。

3. 測定結果の考察

図-2にはMeisterの振動感度曲線を示し、更に建物の振動障害の程度を示すものとしてB.R.Sの「上塗り」の亀裂の曲線とBanikの「ほとんど損傷なし」の曲線を入れて示した。これは杭より測定点迄の距離35^mの場合であつて、振動障害の程度の最大なものはデーゼルハンマード32型で杭先深度27^mのときBanikの「ほとんど損傷なし」の曲線に接近してゐる。VM2-25000A型では杭先深度11^mのときC曲線とB.R.S「上塗り」の亀裂の曲線の中間にくる程度で、何れも水平振動のときでRayleigh波によるものと考えられ、VM2-25000A型が相当振動障害を軽減できるものと考えられる。またこの振動杭打ち機による杭長27^m施工に11分を要する故、C曲線以上の程度の振動を生じては数秒にしてこの地層

MV2-25000A型振動杭打機使用の場合

X: 杭と測点間の距離

水平振動

— 振幅 $A(\mu)$
- - - 振動数 $N(\%)$

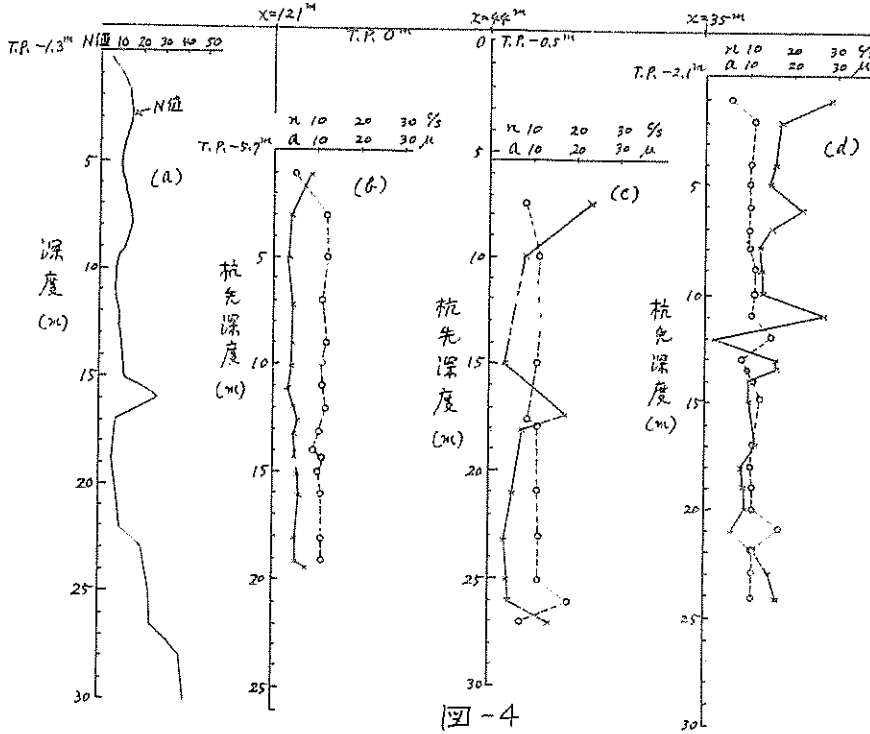
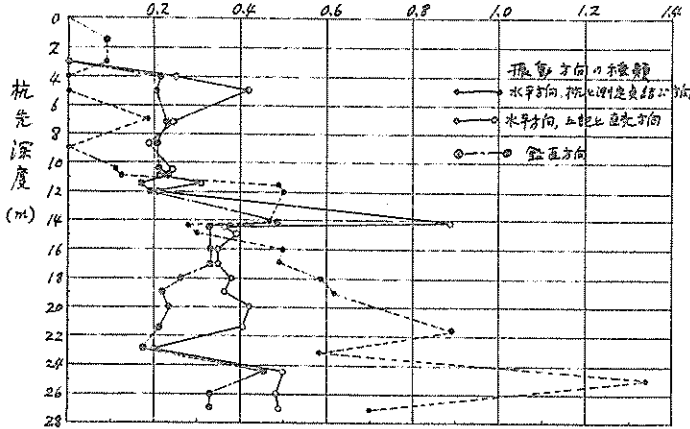


図-4

杭より測点までの距離 1/2 m, ± 地面標高 T.P. -5.70 m

(A) デーセルハンマK32杭打機使用

振動速度 (m/sec)



(B) VM2-25000A型振動杭打機使用

振動速度 (m/sec)

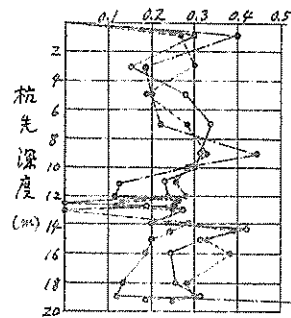


図-5

を置入してしまうのである。図-3、図-4にはそれぞれディーゼルハンマK32型とVM2-25000A型杭打機使用の場合の水平振動のときの杭先深度と最大半振幅および振動数の分布曲線を示したもので、杭と測定基向の距離は(b):12m, (c):44m, (d):35mの場合である。これによれば平均的にいってVM2-25000A型振動杭打機使用の場合は最大半振幅はディーゼルハンマK32型に比べて小となっている。振動数は杭打ちの回転数が主として起している。ただし距離による振幅の減衰は杭打機重量大なるためディーゼルハンマK32型より小となっている。

ディーゼルハンマK32型の場合(b)の杭先深度7m~9mの場合を除けば大向的にいって杭先深度が大になる程振動数が増加している。M:杭の質量, M_v:振動に因する土の仮想質量, L:杭長, r₀:杭の断面の半径, E_s, E₀:それぞれ杭側面, 杭先の地盤係数, n:杭打時の振動数とすれば

$$n = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{2\pi E_s L k_s + \pi r_0^2 E_0}{M_s + M_v}} \quad \dots \dots (1)$$

となり、支持層迄のN値は小なる杭杭打中はE₀は小で、またM_vの増加量は比較的小で、側面抵抗が増加して杭の置入に伴い振動数が増加するものと考えられる。N値が30以上になるとE₀が大きいことで急激に振動数が大となっている。測定基の水平振動の最大振幅の杭先深度に対する分布曲線は離隔距離のみならず杭先深度の中間の所で小となっているが、離隔距離が大になると杭先深度と共に最大半振幅は漸増している。

図-5には離隔距離12mのときの両杭打機使用の場合の杭先深度と振動の速度分布曲線を示す。大阪府では建設工事における振動規制基準として振動速度を2mm/secとしているが、この場合は基準以下であるがVM2-25000A型機のすぐれていることを示している。また図-6に杭よりの距離と振動加速度との関係曲線を示すが明らかVM2-25000A型機の振動降下の程度が著しく小となっていることが示されている。図-7にはVM2-25000A型機の半振幅と杭よりの距離の関係曲線を示している。この場合振動数は11%で水平振動である。a:半振幅, x:杭よりの距離, C:常数, k:地盤の減衰係数とすれば次式の関係がある。

$$a = C \frac{1}{\sqrt{x}} \exp(-kx) \quad \dots \dots (2)$$

図-7より $x < 44m$ では $k = \frac{1}{13.0} (m^{-1})$, $x > 44m$ では $k = \frac{1}{481} (m^{-1})$ となっている。これは $x < 44m$ では従来の杭打の場合における値に近いが、 $x > 44m$ では地盤の減衰性小で相当広範囲に振動の影響のあることを示している。しかし振動杭打は杭長27m施工に約11分という短時間であり、ディーゼルハンマK32型機より相当振動降下を軽減しうることは明かである。

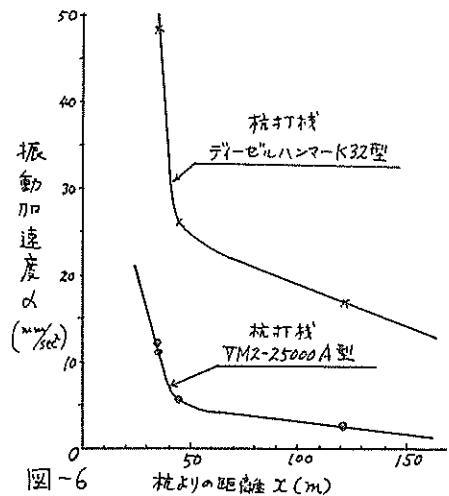


図-6

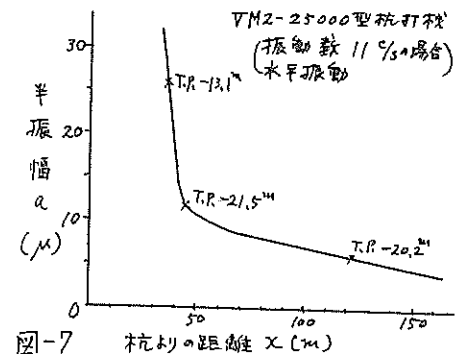


図-7