

文献抄録

文献調査委員会

先端支持ぐいの基礎の挙動

Proc. of A.S.C.E., SM/国生 剛治

深海におけるプイの挙動について

Proc. of A.S.C.E., WW/島田 真行

有機凝集剤による生脱水

Water Pollution Control Federation/大迫 健一

先端支持杭の基礎の挙動

"Performance of Four Foundations on End Bearing Piles"

D'Appolonia, D.J., Lambe, T.W.

Proc. of A.S.C.E., SM, Vol. 97, No. 1, pp. 77~93 January (1971)

1) マサチューセッツ工科大学 (MIT) はその施設の増設を進めている。その際に行なわれた建物の基礎工事のうち、先端支持杭形式による4つの建物の基礎の工事中および完成後の挙動を観測し、その結果を事前に行なった杭の載荷試験の結果と比較検討した。さらに杭打ちが周辺の土に与える影響についても調べた。

2) 4つの建物の大きさや形はかなり異なっているが、杭1本あたりの設計荷重はすべて70~90tである。当地点の典型的な土質図を図-1に示す。杭の支持層は氷礫土層またはその下の頁岩層に求めた。杭は12 3/4 inの鋼管杭で中空部をコンクリートで充填したものである。あらかじめ途中の深さまでオーガーボーリングで穴をあけ、そこに杭打ちをする方法をとった。

3) 4つの建物の沈下量測定の結果を表-1に示す。最大沈下量は13mmくらいで全体的に小さく、試験杭による載荷試験の結果とよく一致している。図-2に試験杭の荷重と沈下量の関係を示す。設計荷重においては、杭先端の沈下量は小さいので、杭上端の沈下量は、杭自身の弾性体としての縮みとほとんど等しい。したがって、支持杭の耐力は沈下量によってではなく、杭先端の押し込み破壊により決まると考えられる。故に杭の載荷試験を行なうときは、荷重は破壊に至るまで行ない、杭の沈下量は杭先端において計測しなければならない。

4) 杭打ちに際して、その近傍の土中に埋設したピエゾメーターにより余剰間げき水圧の変化を計測した。その一例を図-3に示す。図-4に杭とピエゾメーターの間の水圧距離と、発生する余剰間げき水圧の大きさの関係を示す。オーガーボーリングを併用した杭打ちは、余剰間げき水圧の低減に効果があるが、それでも杭から

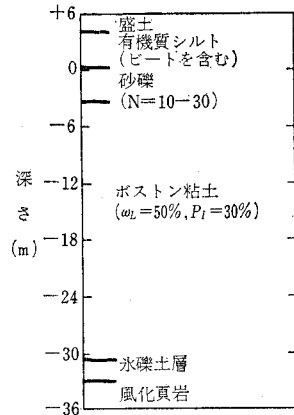


図-1 土質図

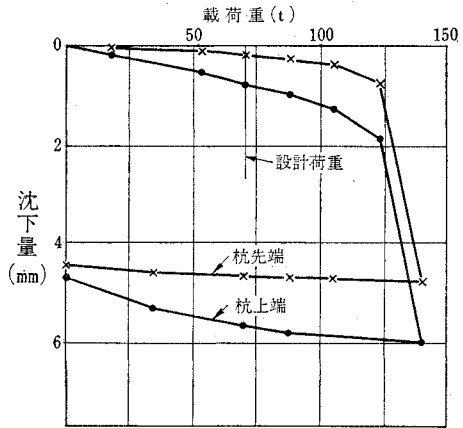


図-2 試験杭の載荷重・沈下量関係

表-1 建物の沈下量

建物名	沈下量 (mm)			
	最大値	最小値	竣工時	2~4年後
Materials Science	12	9	8	11
Space Center	14	8	6	9
Refrigeration	8	4	—	6
East Gate	12	5	—	9

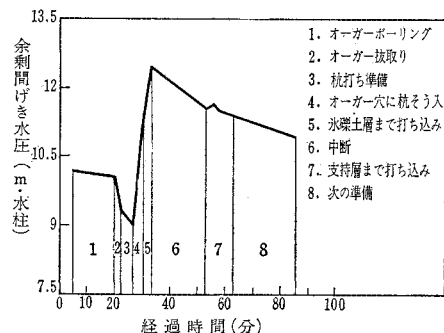
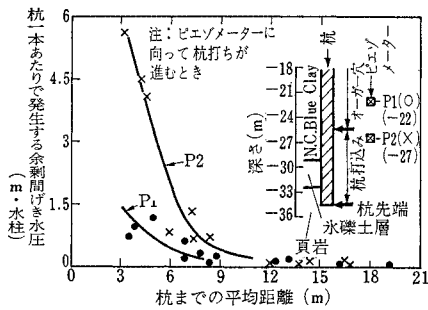


図-3 余剰間げき水圧の変化



図一 余剰間げき水圧と距離の関係

3~4.5 m までの場所においては、余剰間げき水圧が有効応力をうまわる可能性がある。近くに支持杭によらない浅い基礎をもつ建物がある場合に、杭打ちにともなう建物の沈下量は、15 m 以上はなれた場合でもかなりの大きさであり、杭の打込み方法や杭の密集度に大きく依存している。

(委員 国生 剛治・訳)

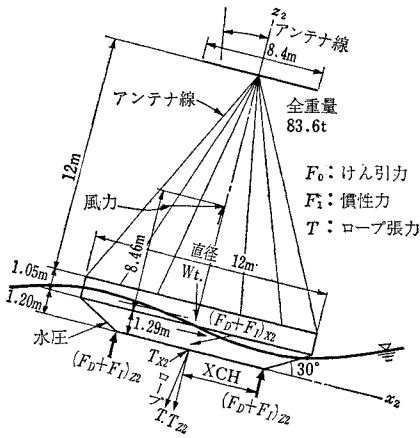
深海におけるブイの挙動について

“Dynamics of Single Point Mooring
in Deep Water”

Nath, J.H., Felix, M.P.

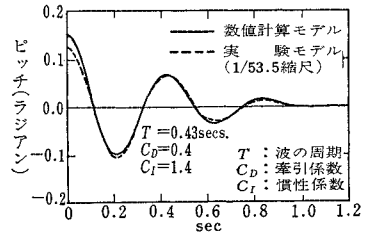
Proc. of A.S.C.E., WW Vol. 96, No. 4,
pp. 815~833, November (1970)

近年海洋学発展とともに観測用ブイが多く使われだしている。なかでも深海での観測用の一本ロープ支持の繫留ブイが最も汎用されている。ここに挙げるブイは図一のような直径 12 m、浮体厚 2.25 m、全重量 83.6 t の円形ブイであり、繫留ロープは直径 4 cm のナイロン製で水面下約 4000 m に設置されている。このようなブイの設計をする場合、従来静的な力、すなわち、一定の風力、潮流、重力を考慮し、波に関してはかなり大

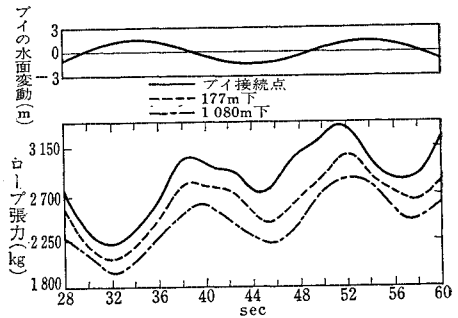


図一 ブイ形状と働く力

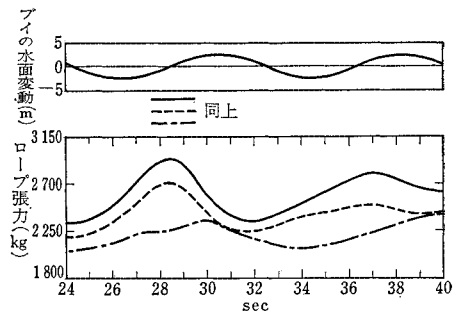
きな安全率を配慮した計算を行ってきたが、経済的工学設計の立場からさらに正確なブイの挙動研究が要求される。ここに示す方法は、模型実験での値を使用して数値計算を行ない、一部、現地実測値と比較している。まずロープの小片に働くすべての力より、運動、連続の式をもとめ、これらの諸式をロープの位置 S と時間 t に関する特性曲線法により解き、ロープの速度、張力を求めている。また、ブイの運動に関しては、ある時刻 t に作用する外力を決定し、その加速度より次の時刻 $t+dt$ に対するブイの位置、速度をくり返し計算により決定している。ブイに働く外力として、波圧、海水の粘性による力、慣性力、風力、潮流、重力、ロープの張力等が考えられる。以下に数値計算による結果とパーミューダ島における実測値の一例を示す。計算にあたっては、まず、1/53.5縮尺のモデル実験によりブイのピッチの減衰振動



図二 ブイのピッチ減衰運動と数値計算による各係数



図三 ブイの水面変動と各水深でのロープ張力変動

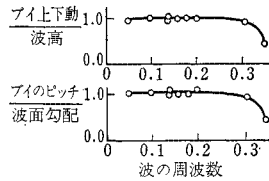


図四 ブイの水面変動と各水深でのロープ張力変動

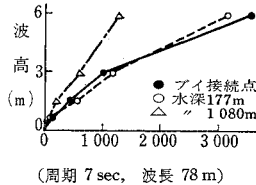
有機凝集剤による生脱水

“Polymers in the Filtration of Raw Sludge”
Hopkins, G.J., Jackson, R.L.
Water Pollution Control Federation
Vol. 43, No. 4, pp. 689~698, April (1971)

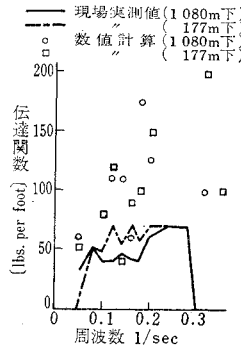
を測定し、次に数値計算においてこの減衰振動に合致する牽引係数をくり返し計算をして求め、ブイに働く力を決定する。図—3,4 はブイの水面変動とロープの張力の関係を各水深別に計算したものである。また、図—5 はブイの上下動とピッチの波高に対する応答を示したものであるが、周波数が 0.28 (3.6 sec), 波長が 20 m より大きい波では比率がほとんど 1 であり、ブイはほとんど波と同一運動をし、波長が 10 m 以下になると、この大きさのブイは動かない。このことは周波数が 0.28 以下の波のスペクトルはブイの上下動を観測することにより測定されうることを意味する。また、波高に対するロープの張力



図—5 水深 3900 m に繋留したブイの波に対する周波数応答 (数値計算)



図—6 波高とロープ張力変動



図—7 伝達関数の数値計算と現場実測値との比較

の変動が図—6 に示されるが、水深が増大するほど良い直線性が得られている。いま波高とロープの張力との間に直線性が存在すると仮定し、波高のスペクトルと張力のスペクトルの比の平方根を伝達関数として定義し、数値計算でもとめた 図—9,10 の張力と現場実測値を比較してみたものが 図—7 である。実測値の方は三次元的様相をおびていること、潮流流速が未知であること、不規則波による共振のようなものがあること等に比べて数値計算の方では外力作用が同平面内であること、共振する波長がさまざまであること、等の条件の違いこそあれ比較的良好に一致している。参考までに実測値に近い日の潮流流速は 0.35 m/sec, 風速は 3.1 m/sec, また、数値計算にもちいた条件は潮流流速 1.4 m/sec, 風速 5.9 m/sec である。以上要約すれば、数値計算モデルにより一点支持のブイ、ロープの挙動がかなりよく解析されるが、この数値モデルが水深や波の条件が異なる場合等のすべての外的条件範囲をみだしているわけではなく、今後実測実験よりの資料がさらに必要であり、そうすることにより今回計算にもちいた諸係数も正しく評価されるであろう。

1962 年 Kansas 市の 2 つの処理場の汚泥処理法を検討するにあたり三つの方法が考えられた。肥料として売却する方法は、市で処理用地や施設を提供しても肥料会社が受入れなかった。次に湿式酸化法は処理方式の現状が装置の大きさの面でも安定性の面でも市の要望を満たさなかった。そこで第三の焼却処理方式を採用した。

当時 2 つの化学会社が下水汚泥の真空脱水の調整に有機凝集剤を使えると発表した。すでに採用している二、三の小都市の施設を見学し好印象を得たので実際の汚泥について実験を行ない本市でも採用したが、計画としては、従来の調整法もとれるよう用地は確保した。この調整法の大型プラントはまだほとんどなく、メーカーを信頼するしかなかったが、結果として良好で安価な処理法となった。

1) 設 備 Kansas 市の下水の流域は Missouri 川により南部と北部に分れる。大部分の人口、工場は Missouri 川 Kansas 溪谷, Big Blue 川に沿って集まっている。この汚泥処理施設は当市の二大処理場である Blue River プラント (231 485 m³/日) と Westside プラント (113 550 m³/日) が受持つ。Westside 処理場より 11.3 km ポンプ圧送し重力式により固形分 5% の濃縮汚泥にする。この濃縮汚泥とスカムと第一沈殿池汚泥は貯留槽に送る。汚泥量は電磁流量計と放射線汚泥濃度計で測定する。

2) 入札手続 まず運転開始の 90 日前頃から、業者から有機凝集剤の特徴を出してもらった。まず、カチオン系凝集剤の専売の業者に実験をしてもらい、次にプラントスクールの運転をしてもらった。この間の薬品代金は業者持ちである。最初の有機凝集剤の選定は職員の不慣れや装置の信頼性が不足したため困難であった。契約の方法には 2 つあり、ひとつは脱水汚泥固形分の t あたりの値段で必要量だけ有機凝集剤を提供するものと、あとのひとつは有機凝集剤 t あたりの値段そのままのものである。Kansas 市では後者によった。市の方針として実験により決った量の汚泥を調整するのに必要な凝集剤の量を出し、業者はその量に対応する入札価格を提出する。これは単位固形分あたりの凝集剤の量に基づいた値段であるので、市にとっては一番有利で安定した方法である。また、薬剤が所要の効果を果さない時は契約を途中で解消することもできるようにした。また、少なくとも

も月1回、契約業者はプラントに対する技術的援助をするよう契約書に要請した。このため、契約者に対し薬品の納入とそれ以上の責任を課することができる。プラントスケールの薬注テストで、すでに無償で有効な成績をおさめた業者が同一の製品において再びテストするときには代価を支払うことにした。代価は過去3ヵ月の契約価格で固形分の取量に基づいて決めた。

3) 経済性 設計時の有機凝集剤の価格は固形分取量tあたり1550円であったが、最初はそう安価ではなかった。運転開始6ヵ月は3820円/tで現在は792円/tである。初期において放射線濃度計の運転に支障があり、メーター内にグリースがたまり薄い汚泥を引きぬいたため薬注費が高ついた。貯留槽の攪拌は機械式はうまくいかずガス攪拌とポンプによる汚泥攪拌にした。経済的な最適の固形分濃度は6~10%で、6%以下では薬剤費が急に高くなり10%以上となると希釈が必要である。最初カチオン系だけを用いたが、ろ布の目詰りやはく離の悪さが多いので業者の忠告に従いアニオン

系を併用すると改善した。ある汚泥に対しカチオン系の凝集剤が適していてもちょっとした汚泥の変化で脱水効果がさがったが、アニオン、カチオン系両者併用するとショックに対し強くなり調整する時間をかせげた。カチオンは固形分tあたり0.18kg 使い0.5%溶液を用いる。アニオンは重量比でカチオンの1/15が最もケーキの含水率も低く経済的であった。注入操作は混和槽においてアニオンと汚泥を2.5分攪拌し出口においてカチオンを加えた。次に凝集剤の取り扱いであるが、アニオンは乾物で受け水に溶けにくく固まりやすいが、カチオンは液状でうけ希釈も容易であるが、両者とも粘性が高く職員が混和槽付近ですべったりする事故があった。運転中の汚泥濃度は最低固形分5%で、脱水汚泥の最大含水率は75%、熱量3610kcal/kg 脱水汚泥で、自然可能である。真空脱水機はベルトフィルター、ろ布としてナイロンを用いた。また、ろ過速度は30.3kg 固形分/m²・ろ布/hrであった。

(委員 大迫 健一・訳)

土木計画学講習会テキスト 1 800円 (〒100) 会員特価 700円

土木計画問題のシステム化——ネットワークシステムを例にとって (吉川和広) / 調査方法および資料整理 (高橋裕) / 道路計画の基礎資料 (山根孟) / 将来予測の一般論 (加藤晃) / 港湾の整備計画 (高田陸朗) / 都市用水需要の将来予測 (首藤和正)

土木計画学講習会テキスト 2 1200円 (〒100) 会員特価 1100円

調査計画法——特に標本調査方法について (河上省吾) / 情報の抽出と予測 (中村慶一) / 土木計画のための線形計画法 (吉川和広) / バイパス計画の実施例——国道3号線福岡バイパスの場合 (稲見俊明) / 水資源計画の手法 (佐々木才朗)

土木計画学講習会テキスト 3 1200円 (〒100) 会員特価 1100円

都市計画の数学的手法——将来道路交通量推定理論 (五十嵐日出夫) / 観光計画の手法 (鈴木忠義) / 建設工事のための割当て問題 (吉川和広) / 待ち行列の理論とシミュレーション (越正毅) / 工程管理のためのネットワーク手法——PERTの実施例を中心として (河原畑良弘) / PPBSと公共施設計画 (倉島収)

土木計画学講習会テキスト 4 1200円 (〒100) 会員特価 1100円

上下水道における最適化手法 (末石富太郎・内藤正明) / 宅地造成における最適化手法——とくにその運土計画について (河原畑良弘) / 鉄道計画における最適化手法 (岩橋洋一) / 港湾計画における最適化手法 (工藤和男)