

（株）武智工務所 細川義隆 平尾幸太郎 ○大杉富美一 大村重俊

1 序 群グイの鉛直支持力に関する実験としては、従来数多く実施されてきた。これらの実験の一部は文献¹⁾に整理されているが、群ぐい効率（ $\eta = \text{群ぐいの支持力} / \text{単ぐいの支持力} \times \text{ぐい本数}$ ）に関する結果の概要は、以下のごとくである。すなわち、砂質土地盤中に打設された群ぐいでは、ぐい径の2～3倍の間隔の場合最大効率を示し η は1.3～2.0となること（Press・Cambefort・Kedzi・Vesic・園田）、粘性土地盤中に打設または押し込まれた群ぐいでは、 η は一般に1.0より小さいこと（Whitaker・Sowers・地震時ぐい委員会）、また砂質土地盤中に埋込まれた群ぐい（ぐい径40cm、長さ7.0mの2本ぐい）の場合 η は1.0より小さかったこと、（Press）などである。ただし、いずれも円形断面直ぐいに関するものである。今回砂質地盤中に埋込んだ鉄筋コンクリート節付きぐい（円形断面）の群ぐいの載荷試験を実施する機会を得たので、報告する次第である。

2 実験概要 試験位置における土質調査結果を図1に示す。試験ぐいは図1中に示す寸法の円形断面のものであって、載荷試験を行なった試験ぐいの組み合わせは、①単ぐい、②2本群ぐい、③3本群ぐい、④4本群ぐい、⑤5本群ぐい、⑥単ぐいである。①～⑤は埋込みぐいであって、所定の深度まで $\phi 500$ mmのアースオーガーを用いて掘削し、表-1に示す配合のモルタルを注入したのちぐいを挿入した。⑥の打込みぐいは、2.0tのモンケンを用い落下高さ1.5～2.5mで節間に砂利を充てんしながら

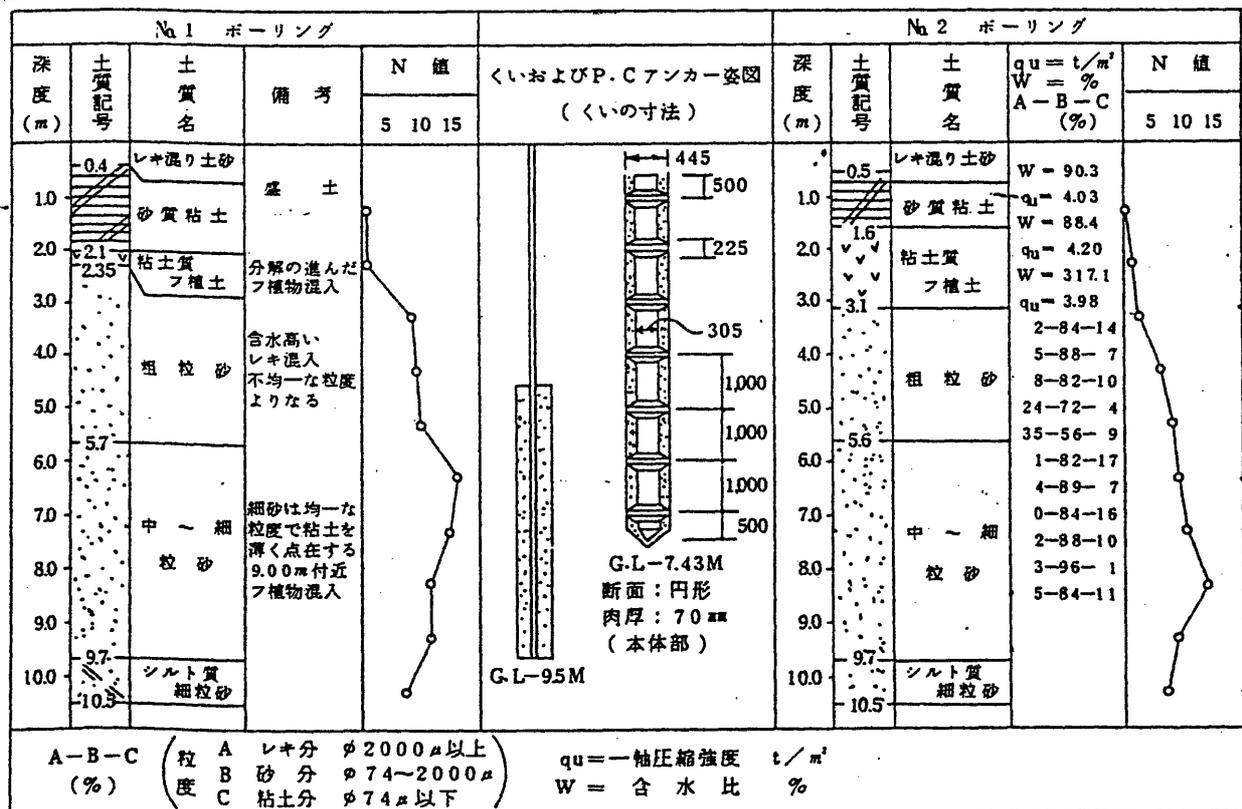


図-1 試験ぐい、P.Cアンカーと土質柱状図

ら打ち込んだ。これら試験ぐいの配置を図2に示す。くい間隔は1.1mを標準としたが、4本群ぐいだけは5本群ぐいとこの比較を行なうためくい間隔を1.56mとした。図2に示すくい間隔は施工後の実測値である。試験ぐい中根入れの最も大であったNo5ぐいの施工後の姿図は図1に示すごとくであって、他のくいのNo5のくいに対する高止り量を図2に付記した。また⑥の打込みぐいの打ち止まりは、沈下量14.0mm、落下高さ2.5mであって旧市街地建築物法による許容支持力は約29tであった。

表-1 くい1本当たりモルタル配合表

セメント(kg)	水(L)	細砂(kg)	ポツリス(g)
480	290	960	800

3 載荷試験 今回の群ぐい試験にあつては、ラーチングの代りに図3に示すような鋼製のジャッキ受け台を用いた。また各くい頭部には幅250mm肉厚6mmの鋼板を巻き付け片方3個のPC

ボルトで2ヶ所締め付けている。このくい頭バンドとジャッキ受け台の間には $\phi 216.7\text{mm}$ 肉厚6.6mmの鋼管(ワイヤーストレインゲージ貼付)を設置しそれぞれの間は溶接を行なった。ダイヤルゲージは図3

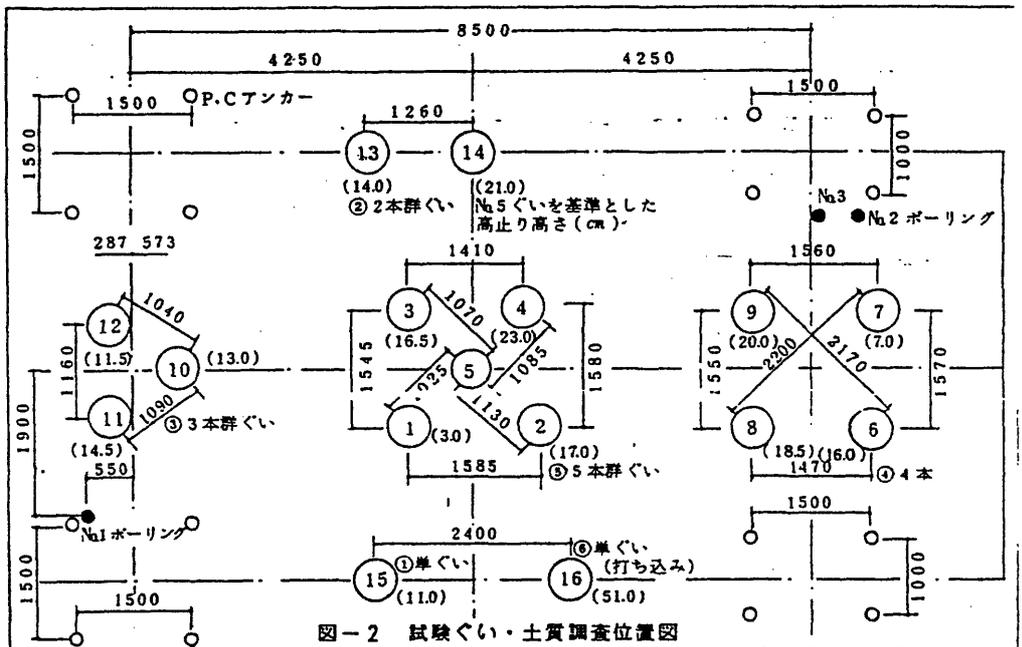


図-2 試験ぐい・土質調査位置図

に示すごとく各々のくい当り2ヶの配置とした。ジャッキの容量は500tであり鋼製の受け台の中央に設置した。載荷試験方法は土質工学会規準(文献²⁾)のA法に従って行ない載荷重の増分はくい1本当たり10tとし荷重保持時間は45分とした。また、施工から載荷試験までのくい養生期間は30日~37日であった。

4 試験結果 載荷試験結果をくい1本当りに平均した荷重~沈下量曲線によって比較したのが図4である。すでに述べたように、本実験では鋼製のジャッキ受け台を使用したため十分注意したにもかかわらず、各くいの荷重分担率は図5に示すように必ずしも一様ではなかった。また各くいの沈下量も図6に1例を示すようにある程度の分散を示した。各くいの地盤締め固めの程度も異なること、ジャッキ受け台の剛性が十分でなかったことなどを考えると、止むを得なかったと考える。

以上の試験結果について極限支持力および降伏荷重の判定を行なった結果が表2である。ただしくい1本当りの荷重で表現してある。④および⑤については載荷装置の関係で極限荷重に

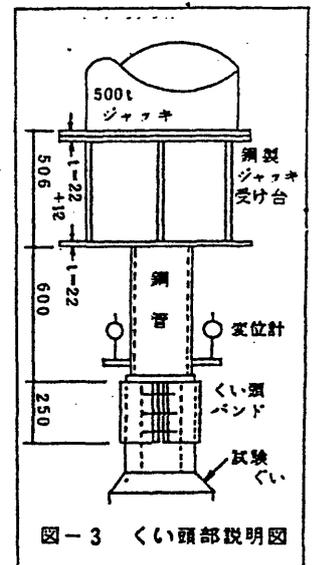


図-3 くい頭部説明図

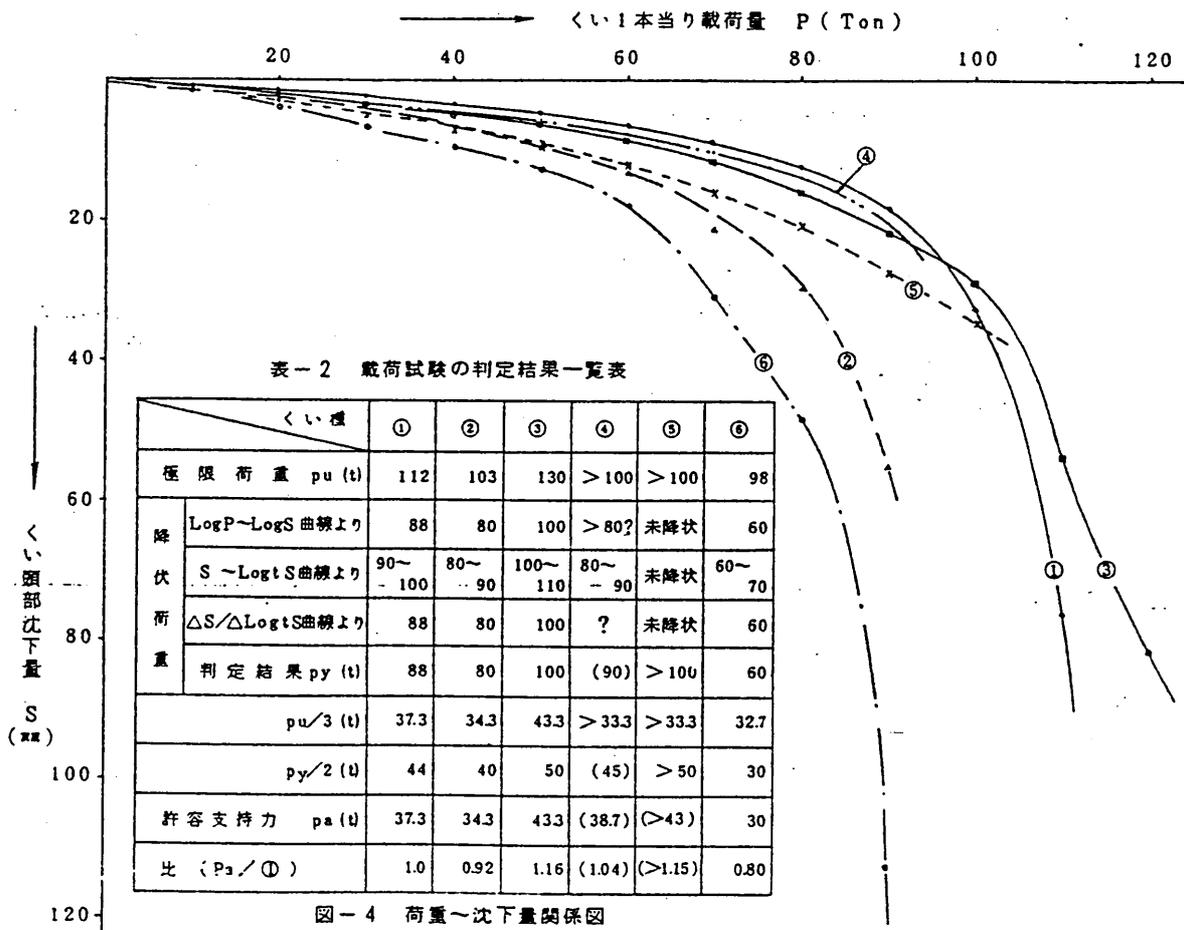


図-4 荷重～沈下量関係図

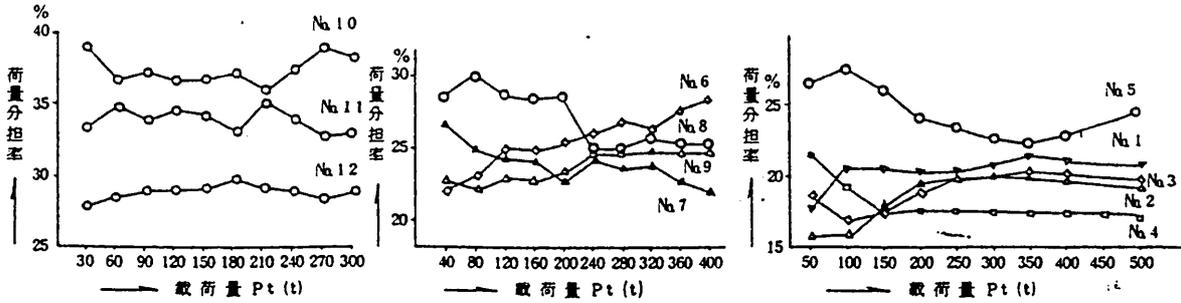


図-5(1) 3本群ぐいの荷重分担率 図-5(2) 4本群ぐいの荷重分担率 図-5(3) 5本群ぐいの荷重分担率

はとうてい達することができなかつた。③については最大荷重 390t (130t×3)の荷重段階中において鋼管が座屈したため試験を打切つたが、ほぼ極限荷重に達していると判定できる。降伏荷重については、④の90tは最大荷重時の沈下性状をも考慮しての推定値であるが、⑤は未降伏と判断された許容支持力として、極限荷重 P_u の1/3および降伏荷重の1/2の小さい方を採用するものとすれば、同表の下方に示したごとくなる。①、②、③については $P_u/3$ が $P_y/2$ を下まわっており、 $P_u/3$ の $P_y/2$ に対する比はそれぞれ 0.85、0.86、0.87であつて、ほぼ

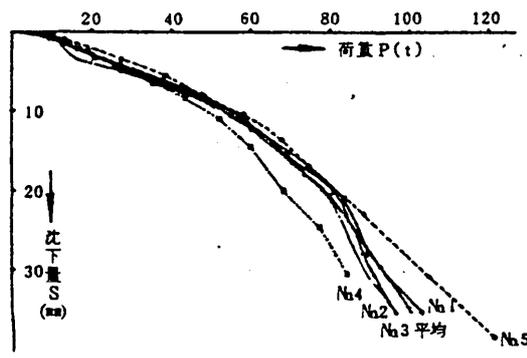


図-6 5本群ぐいの荷重～沈下量曲線

一定している。④および⑤についても、便宜的にこの比率が流用できるものとの仮定して、 $P_y/2$ に0.86をかけたものを P_a とした。

以上の結果から、次のような事項が指摘できる。埋込みぐいに関する群ぐい効率では、②の0.92を除いていづれも1.0以上を示した。くい間隔が節部の径に対して約2.5倍であることを考えると、序に述べた群ぐい効率の傾向によく合っていることがわかる。次に打込みぐいの単ぐい⑥の許容支持力を埋込みぐいの単ぐい①と比較すると、0.8を示した。地盤条件によることも考えられるが、以下のような埋込みぐいの形成状態にもよると考えられる。

すなわち、実験終了後一部の埋込みぐいを掘返してくい実長の3.2m分を地上に回収し、その形状を調査した。結果として埋込みぐいはモルタルで完全に包まれた状態できち上がっており、一例としてNo 15のくいの地層別のくい径状態は表3のごとくであった。この結果から、モルタル分が

表-3 試験ぐいの直径

地 層	砂質・粘土	砂質腐植土	粗 粒 砂
最大値 (cm)	523	521	541
最小値 (cm)	510	494	526
平均値 (cm)	517	509	533
標準偏差 σ (cm)	4.3	6.5	4.8

とくに周辺砂層に浸透固結し摩察抵抗を打込みぐい以上に増大させたものと考えられる。図7に④と⑤の荷重沈下量の関係を示した。両者の違いはくい本数がだけでくい群の外周を包絡する面積はほぼ等しい。この

図よりくい頭荷重が300t以内では沈下量は、ほとんど同じとみなせる。これと同様の結果は文献にも示されている。

7 結果のまとめ
i)、埋込み工法による群ぐいであってもその沈下量は大きくなるが、群ぐい効率は1.0を上まわる事がある。
ii)、くい間隔が一定値以下になると

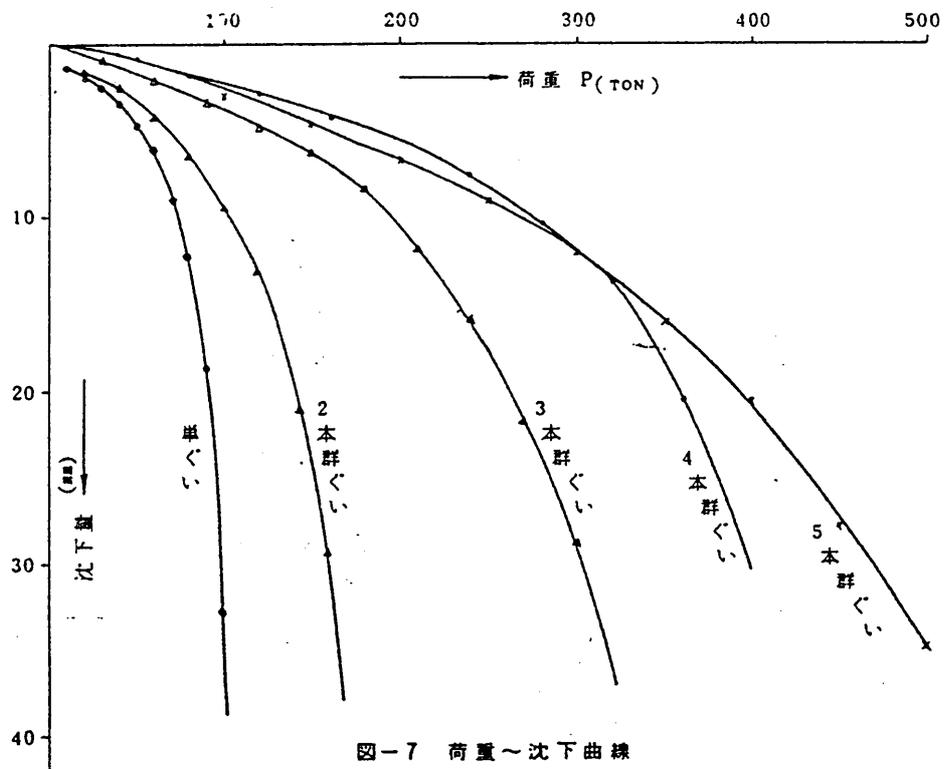


図-7 荷重～沈下曲線

低荷重時の沈下量はくい群が包絡する面積に影響される。(謝辞)本文のまとめに関し、関西大学山肩邦男教授に御指導いただいたことに対し深謝の意を表します。参考文献、1)鋼ぐい、(土質基礎工学ライブラリー-6)土質工学会編、2)クイの鉛直載荷試験基準-1971 3)Load Bearing Capacity and Defarmation of piled Foundations (V.C.Berezantzev 他)