

III-5 群ぐいの支持力に関する基礎的な模型実験

建設省土木研究所 正会員 岡山義人
〃 〃 〃 〇山本洋司
千葉工業大学 学生会員 川西敬裕

1. まえがき

くい基礎は、特殊な場合を除き、一般に、群ぐいとして構成されることが多い。したがって、くい基礎は、くい基礎に作用する鉛直力、水平力、モーメントに対して群ぐいとして抵抗することになる。群ぐいの問題は、水平方向力、鉛直方向力に分けて検討されるのが一般的である。前者については、これまでも幾つかの提案および実験例があり、設計実務面でも群ぐいの影響を考慮した設計手法を採用していることが多い。しかし後者については実験例による検証がほとんど不可能であり、設計にアプローチできるような定量化が出来ていないと言え難く、このため、鉛直方向力に関する群ぐいの影響はほとんど無視して設計されているのが実情である。このことは、土木構造物のくい基礎では、支持ぐいを採用することが多く、鉛直支持力は水平支持力に比して一般に安全率が不確定要素も含めて高いということも一因している。すなわち、くい水平支持力は、くいの変位面から決定するような体系にあるが、鉛直支持力は極限支持力という非常に幅のある決定要素に基づいている。

しかしながら、くい基礎の設計法の合理化、体系化を考える以上群ぐいの影響は当然考慮されるべきものである。特に土木構造物基礎として摩擦ぐいを採用するような場合は、群ぐいの影響を十分検討すべきであろう。逆に群ぐいの影響を考慮すれば、かなりの数の基礎が摩擦ぐいとして設計可能とも考えられる。

鉛直支持力に対する群ぐいの問題（群ぐい効果）は、ビールバウマー、コンバースラベル、セイラーキーニー等による提案値が代表的であるが、設計への採用に当っては、かなり疑問があるところであろう。

いずれにしても群ぐい効果の問題は、重要な割には模型ぐいによる実験例もさほど多くはないため、当分の間は、模型ぐいによるデータの蓄積を図ることは、重要なことである。土木研究所でも群ぐい効果に関する基礎的な実験を行なっているものでその一例を今回報告するものである。

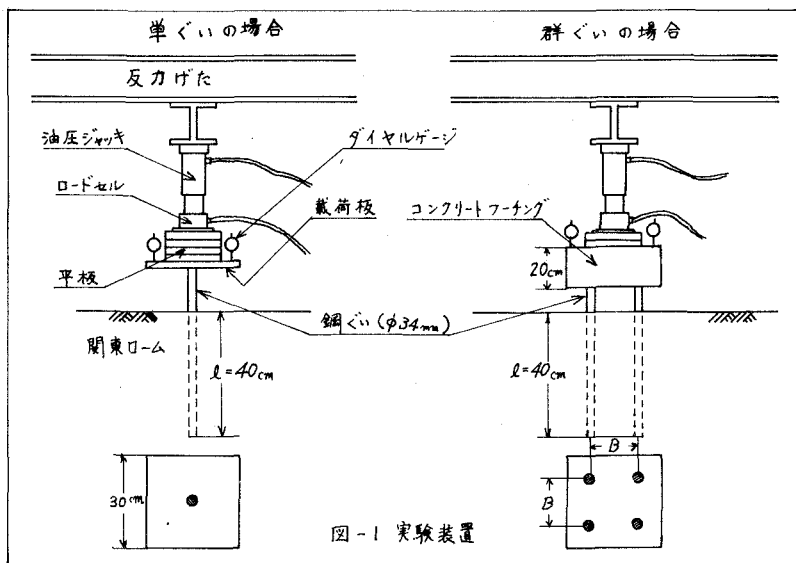
2. 実験の目的

摩擦ぐいにおける単ぐいと群ぐいの荷重沈下特性を比較することであり、特にくい間隔による特性を求める。

3. 実験の方法

実験は、土木研究所千葉支所構内の関東ロームの自然地盤を利用した。地盤の土質帯数は次のとおりである。

$$\begin{aligned} \gamma &= 1.8 \text{ t/m}^3 & \rho_u &= 2.2 \text{ kg/cm}^2 \\ C &= 1.0 \text{ kg/cm}^2 & \phi &= 5^\circ \\ \omega &= 88.4\% \end{aligned}$$



用いたくいは直径34mm、肉厚2.3mmの先端開放の鋼管である。実験は図一/に示すように、まず、単ぐいについて数回載荷試験を行い、単ぐいとしての極限荷重、降伏荷重および荷重沈下曲線の代表値を求めた。次に同じく4本からなる群ぐいを作成し、群ぐいに対する載荷試験を行い、荷重沈下曲線を求め、それと単ぐいのものとを比較検討したわけである。群ぐいは、いずれもくい数4本からなる正方形配置とし、その間隔B(図一/参照)をくい径の1.5倍、2.0倍、3.0倍、4.0倍、とした4種類である。くいの根入れ長さは単ぐい、群ぐいとも40cmである。なお群ぐいのフーチングとくいの結合は剛結に近いものである。くいの設置は1本1本ジャッキを用いて沈設させ、その後コンクリートフーチングを作成したものであり、載荷実験はくい設置後2週間放置することとした。

載荷時における計測は、ジャッキ荷重はロードセルで、くい頭沈下量は対角線上に設けた4コのダイヤルゲージの平均とした。測定時期は、荷重載荷後1、2、4、6、8、10、15、30分とした。

4. 実験結果と考察

図-2に各ケースにおける荷重沈下曲線を示す。同図中、単ぐいは代表値をくい本数(4本)倍したものであり、群ぐいはくい頭全荷重である。群ぐい効率 e は、

$$e = \frac{\text{群ぐいの極限支持力(降伏支持力)}}{\text{単ぐいの極限支持力(降伏支持力)} \times \text{くい本数}} \times 100\% \quad (1)$$

で表示することが原則であろうが、一般には明確に極限支持力または降伏支持力を決定することは困難であるため以下に示すような考え方で e を表示することとした。

$$e = \frac{\text{沈下量} \delta \text{ に対応する群ぐい荷重}}{\text{沈下量} \delta \text{ に対応する単ぐいの荷重} \times \text{くい本数}} \times 100\% \quad (2)$$

図-3は δ として0.2mm、0.85mm、1mm、1.5mmに対応する群ぐい効率を示したものである。また図-3にはそれぞれについての降伏荷重、極限荷重をかなり割切って断定し、その場合の e を式(1)で求めて表示してある。また参考までにコンパースラベル式による値を記しておく。以下図-2、図-3をもとに今回行った実験を考察してみる。

(1) 荷重沈下曲線の形は単ぐいと群ぐいではかなり様子を異にしているが、群ぐいでくい間隔が大きくなると単ぐいのそれに近づいてくるようである。

(2) 上記のことから単ぐいと群ぐいにおける降伏荷重、極限荷重という荷重の大きさを与えるときのくいの沈下量は相当異なっており、このため群ぐい効率を求める場合式(1)によるような考え方では、危険側の評価を与えることになる。

(3) これまでに提案されている群ぐい効率を求める式は、主として降伏時、極限時を想定しているように考えられるが、摩擦ぐいを設計するよう場合は、当然式(2)によるよう群ぐい効率を求めることが必要かと思われる。

(4) くい基礎の沈下量を押えて群ぐい効率を検討すると、かなり小さな値になることに注意すべきであり、今後この面に関する研究が望まれよう。

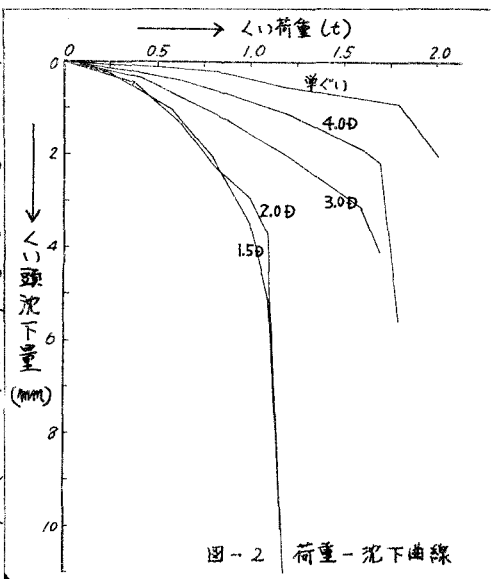


図-2 荷重-沈下曲線

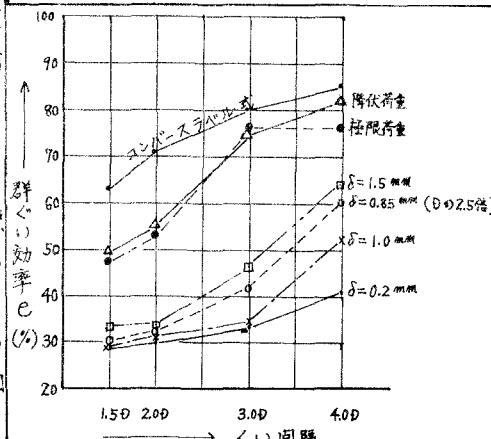


図-3 群ぐい効率