

建設省土木研究所 正員 駒田敬一

〃 〃 岡山義人

〃 〃 魚見秀幸

1 まえがき

近年軟弱地盤上の構造物が背面の盛土や堰上げ水などの影響で水平に移動する現象がしばしば見られる。とくに軟弱地盤上に施工された橋台や締切についてこの現象が著しい。このような軟弱地盤上にあって偏載荷重をうける構造物の水平移動の現象は広く知られているにもかかわらず、これに関する調査研究は十分に行われていない現状である。現在、深い軟弱地盤に施工される構造物が多くなり、構造物の大型化、施工速度の加速化がこのような現象の出現を助長している。最近、水平変位により構造物の問題を生じている事が多く、この問題の解明と対策工法の樹立がのぞまれている。現在、建設省技術研究会で「偏載荷重による構造物の水平移動に関する調査」を行っているので、この調査についての概要と、この現象に関して土木研究所で行なっている模型実験の一部を報告するものである。

2 調査の概要と結果

調査の方法はアンケート様式で行ない、アンケートは基礎構造物の概略、地盤の地質関係、 N 値、 K 値、土質試験結果、地下水位、変位の状況（変形の模様、移動量、傾斜、沈下、発見時期、近況への影響、障害など）について行なっている。提出された資料には、数の大小があり内容にも精粗が見られるが、全体は把握し得る。また、この調査はすべての構造物について行なわれているが今回は橋台について整理、計算を行った。実測変位量と変位量に関すると思われる橋台の構造ファクターとを比較すると図2～4を得る。図-1は橋座における実測変位量と計算値との比較を示したものである。移動を起こしているものは計算値の数倍ないし更に大きいものが多いことがわかる。このことは、地盤条件、橋台の構造によっては現行の設計法の外力の加え方、地盤反力の評価に問題があることを示している。

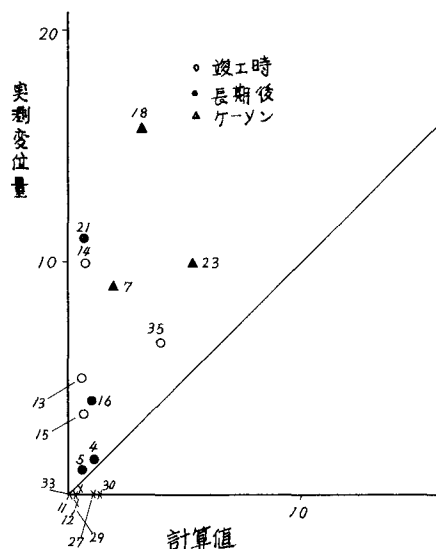


図-1 実測変位量と計算値の比較

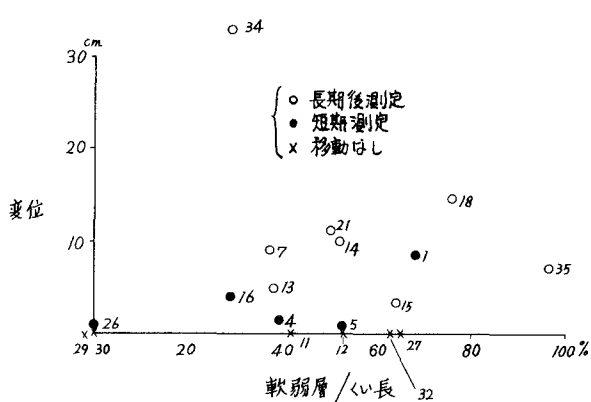


図-2 実測変位量と軟弱層長/くい長の比較

図-2は、実測変位量と軟弱層/くい長の比較を行なったものである。図-3は、実測変位量と杭の列数、図-4は、実測変位量と軟弱地盤の始まる深さの比較を示したものである。これらを要約すると次の事がいえる。

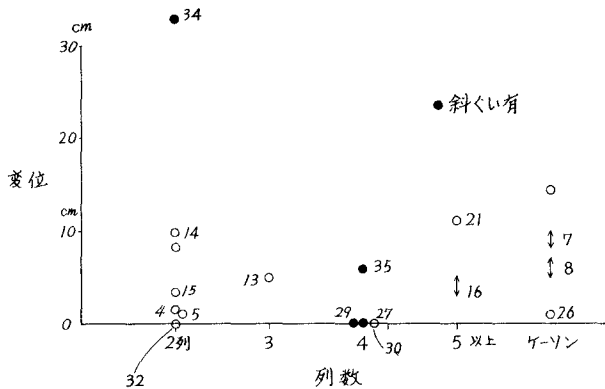


図-3 実測変位量とくいの列数の比較

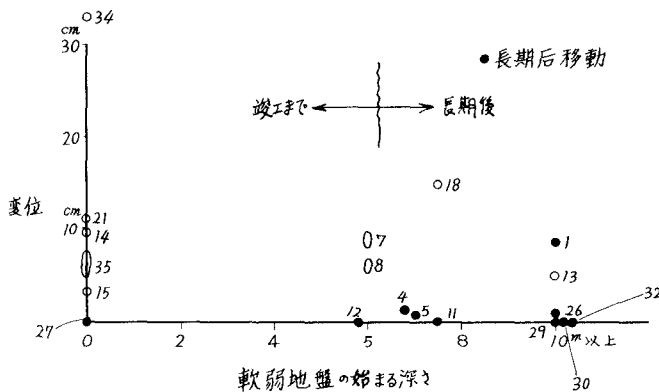


図-4 実測変位量と軟弱地盤の始まる深さ

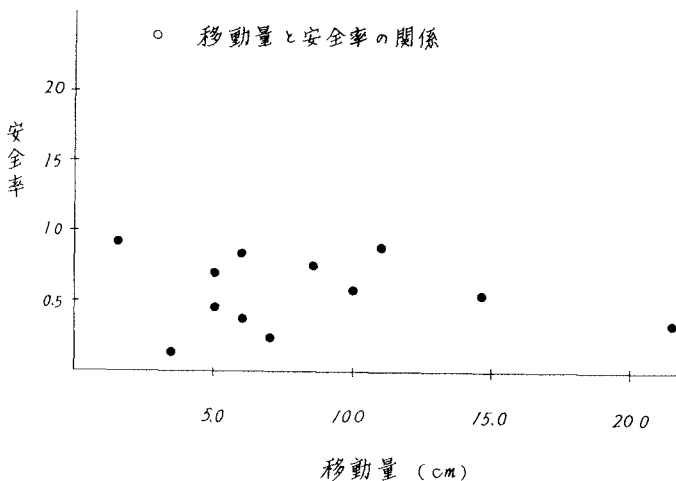


図-5 実測変位量と安全率の比較

- 1) 軟弱比(軟弱層厚/くい長)が30%以上のものに移動したものが多い。
 - 2) くい列2列のものは移動しやすい。
 - 3) 軟弱層がフーチング底面より現われる地盤は盛土の施工時に移動しやすい。
 - 4) 施工後長期にわたる移動はその量としては少ない。
- 以上のことから、調査例を通して移動しやすい橋台のイメージとしては軟弱地盤が杭の上部に位置し、その層厚がくい長の30%以上程度はあり、くいの列数が2列のものが浮び上、てくる。

このように移動を起す構造物の安定は上述のような形態的な検討によるほか、次の力学的検討が考えられる。この方法では構造物が移動を生じる限界定が力学的に表示され、これによって構造物の形式選定、対策工法の必要性の有無が判定されることになる。

今回は軟弱層の性質、厚さを含めて総合的に検討できる円弧すべり面法によりすべりに対する安全率を算定し、結果が図5である(構造物の基礎杭等は無視する)。これは実測変位量と安全率の比較である。この場合にN値と地盤のセン断算定に用いているので安全率は大きくバラついたが、詳細な土質調査結果の適用によって安全率にある傾向がみられると考えられる。

3 模型実験

1) 模型実験の概要

- 軟弱地盤上にあって、このような偏載荷重をうける構造物は設計基準面上の土圧や水圧によってのみならず設計基準面下に発生する杭自体に作用する水平方向土圧による移動にあたえる影響は大きいと考えられる。したがって通常の橋台等の設計においてフーチングに作用する土圧のみを考えて設計を行なっているが軟弱地盤においては、杭自体にも外力が作用し移動を起

すわけである。この杭自体に作用する外力の影響の度合を知る段階として簡単な模型を作って実験を行なった。

2) 実験の方法

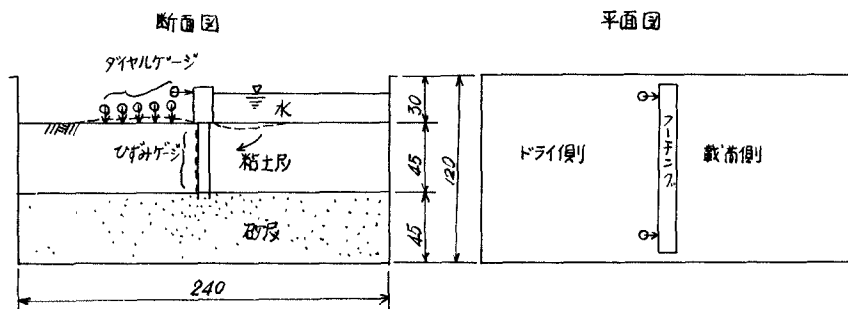


図-6 実験槽概要図

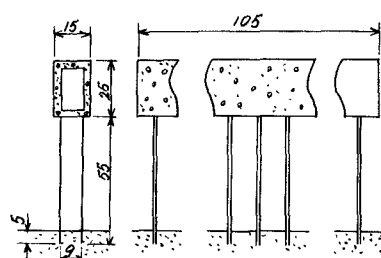


図-7 剛体フーチングのある模型(杭2列9本)

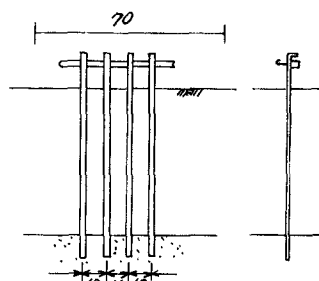


図-8 剛体フーチングのない模型(杭1列8本)

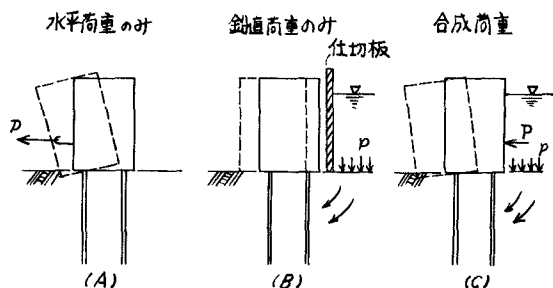


図-9 荷重の加え方

よる模型の2種類である。載荷は図-9のよう水平荷重のみ、鉛直荷重のみ、合成荷重で行なった。載荷物は管理のしやすい水を用いた。行程は水深5cmで水平荷重もその水平方向水压を用いて、測定時間は各サイクルとも10分間5/100mmになるまで測定した。最大荷重としては水深25cmである。測定項目はフーチング、杭頭の変位量、回転角(ダイヤルゲージ測定可)、杭のひずみ(ヒズミゲージ)、地盤の隆起(ダイヤルゲージ可)である。

3) 実験の結果

測定の結果は杭頭変位とヒズミより次の差分方程式を用いて計算を行ない、変位図、モーメント図、せん断力図、反力図を得た。

差分方程式を以下に示す。

$$\theta_m \doteq \frac{y_{m+1} - y_{m-1}}{2\lambda}$$

$$M_m \doteq \frac{y_{m+1} - 2y_m + y_{m-1}}{\lambda^2} \cdot E \cdot I$$

$$S_m \doteq \frac{y_{m+2} - 4y_{m+1} + 6y_m - 4y_{m-1} + y_{m-2}}{2\lambda^3} \cdot E \cdot I$$

$$P_m \doteq \frac{y_{m+2} - 4y_{m+1} + 6y_m - 4y_{m-1} + y_{m-2}}{\lambda^4} \cdot E \cdot I$$

y_m : m 点の変位

θ_m : m 点のタワミ角

S_m : m 点のせん断力

P_m : m 点の反力

λ : 測定間隔

結果を 7-7 をつけたもので 荷重高さ 15^{cm} で鉛直荷重と合成荷重のものを比較すると図-10を得る。

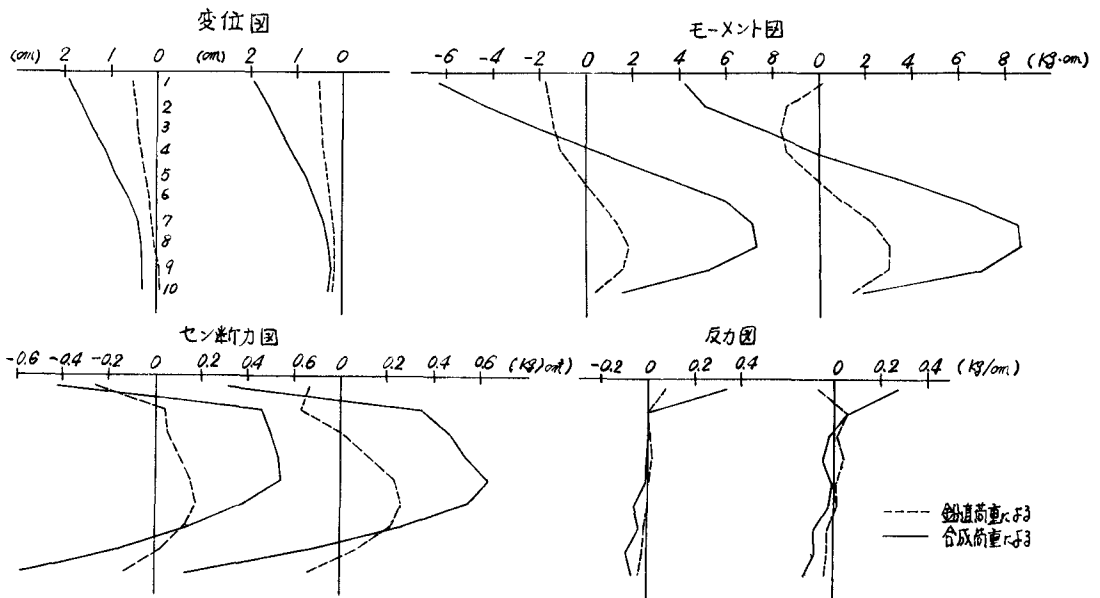


図-10 実験結果

図-10において頭部の変位は合成荷重のものが2^{cm}程度、鉛直荷重のものが0.5^{cm}程度で鉛直荷重のものと合成荷重のものの約1/4の変位を起している。これは軟弱地盤上に土圧係数の小さな良質土の盛土を行なっても重量が加わる限りは、このような変位は起り得るということになる。このことは、実際の設計にもいえる。

4 あとがき

軟弱地盤上において、常時偏載荷重をうける橋台、埋柱などの構造物は、軟弱地盤の存在を十分に設計に反映させる必要があると考える。7-7基礎の設計のさいには、盛土の水平力のみではなく根入部分にも水平力を作用させてきているが杭基礎においては、そのような考慮はされていなかった。しかし、この杭自体に作用する水平力の影響は上述のように無視できなくなっている。この現象のメカニズムの解明をすすめる、軟弱地盤の存在も考慮した設計を行ない、対策工法の樹立が必要である。