

側方土圧を受ける橋台基礎杭の安定解析について

大阪大学工学部 正員 松井 保
同 学生員 梁 元 均
同 同 〇井 関 泰 文

① まえがき

軟弱地盤上に設置された橋台が背面盛土などの偏載荷重のために水平移動を起し、多くのトラブルが生じている。これは、主に、橋台基礎が地盤の側方変形により側方土圧を受ける現象に対処する設計が行われていないことに起因している。本研究では、上記のような側方土圧を受ける橋台基礎杭の設計法の確立を目的としているが、ここでは、橋台基礎杭と受働杭と考えるとその斜面及び杭の安定解析法を検討し、それに影響を及ぼす杭に関する種々の要因について考察した結果を報告する。

② 安定解析法

側方変形地盤中の橋台基礎杭と杭周辺土との相互作用は3次元であるので、厳密には、3次元的なフロッチにより橋台基礎杭の安定解析が行われるべきであろう。しかし、このようなフロッチは解析法を複雑にし、種々の困難な点も生じるので、必ずしも良好な結果が得られない。そこで、列杭と杭周辺土との相互作用を考慮しつつ、一般に行われている解析法にできるだけ近い形の安定解析法を検討する。そのためには、橋台の安定問題を斜面の安定と基礎杭の安定の2種類の安定問題に分け、既に提案されている列杭に作用する側方土圧算定式¹⁾を用いることにし、²⁾上記両安定問題を系統的に取扱う。

すなわち、斜面の安定については、通常の斜面安定解析法を基本とし、斜面安定に対する列杭による抵抗力として基礎杭によって発揮される側方反力を付加することによって行う。一方、杭の安定については、杭に分布して作用する側方土圧をすべり面以下の地盤によって支持するものと考えれば、主働杭に対する解析とほぼ同様にして検討できる。

ここでは、各杭列の杭頭変位が等しくなりかつ斜面全体の所要安全率が得られるよう、各列杭の側圧付加係数を変化させた。但し、この係数は1を越えないものとした。又、杭の安定は杭の曲げ応力及び杭頭変位によって検討した。

③ 解析例及び考察

図-1は、橋台基礎杭と受働杭とを考えたときの解析手順をフロー図で示したものである。以下では、図-2に示す橋台例を上記解析法に従って解析し、杭径、杭間隔比及び杭の肉厚

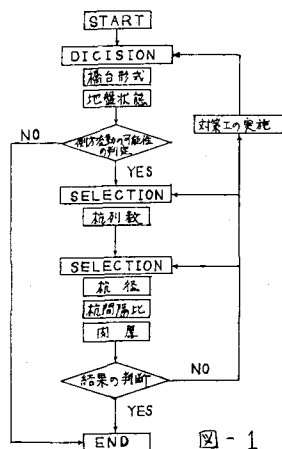


図-1

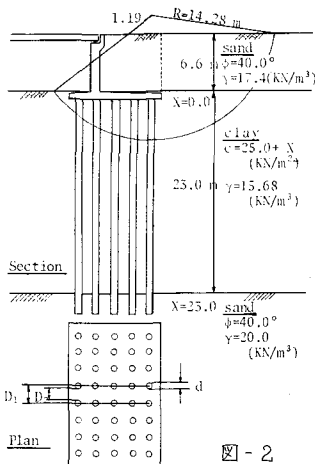


図-2

の影響について検討する。図-2は解析に用いた橋台、基礎及び地盤の断面図及び平面図である。地盤状態は図中に記した通りであり、橋台形式は並丁型、杭は鋼管杭とし、杭列数は5列、杭本数は40本である。杭列を無視した場合の斜面の最小安全率は図中のすべり円弧に対し2.1.9の値とする。地盤の側方変形がほとんど生じない場合の安全率を1.40⁵⁾とすれば、この橋台基礎杭は側方土圧を受け、橋台が水平移動を起こす可能性がある。尚、解析時の杭頭条件は回転拘束とした。

図-3は、肉厚 t を12mm、杭径 d をパラメーターとして、杭の安全率 $(F_s)_{Pile}$ と杭間隔比 D_2/d_1 の関係を示し、図-4は斜面の安全率 $(F_s)_{Slope}$ に関する同様の関係を示す。図-3より分かるように、一定の杭径に対して杭間隔比の増加とともに杭の安全率は低下し、一方、一定の杭間隔比に対して、杭径の増加とともに杭の安全率が増加し、杭の所要安全率を確保するための最大杭間隔比も大きくなる。又、図-4から分かるように、ある杭間隔比以上になると、斜面の安全率が所要安全率(1.40)以下になり、その値は杭間隔比の増加とともに減少し、又、杭径の増加とともに斜面の所要安全率を確保するための最大杭間隔比は増加している。

図-5は杭及び斜面の安定に関する上記最大杭間隔比を各杭径に対してプロットしたものである。両者の安定が確保されるためには斜線の範囲内の列杭を用いなければならぬ。又、図-6は、杭径一定のちと肉厚を变化させた図-5と同様の関係を示したものであり、斜線の意味は図-5と同様である。図中の○印がほぼ水平に近いことから、斜面安定には杭の肉厚の変化がほとんど影響しないことがわかる。

<参考文献>

- 1) Ito T. and Matsui T.; "Methods to estimate lateral force acting on stabilizing piles," Soils and Foundations, Vol.15, No.4, 1975, pp.43-59
- 2) Ito T. and Matsui T.; "The effects of piles in a row on the slope stability," Proc. 9th ICSMFE, Specialty Session 10, Tokyo, 1977, pp. 81-86
- 3) Ito T., Matsui T. and Hong W.P., "Design method for the stability analysis of the slope with landing pier," Soils and Foundations, Vol.19, No.4, 1979, pp.21-35
- 4) 松井 保; "列杭のすべり防止効果考慮した斜面安定解析", 土木学会関西支部研究発表会, 1980
- 5) De Beer E.E.; "Piles subjected to static lateral loads," State-of-the-Art Report, Proc. 9th ICSMFE, Specialty Session 10, Tokyo, 1977, pp. 1-14

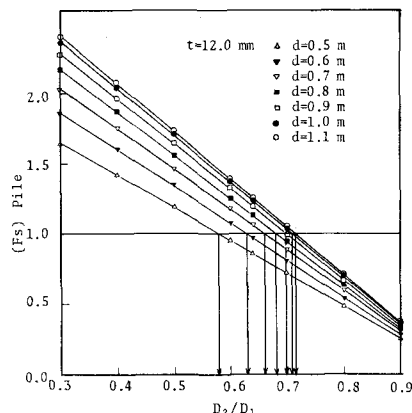


図-3

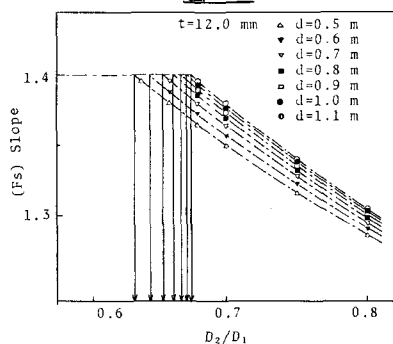


図-4

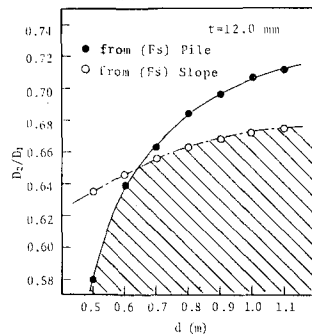


図-5

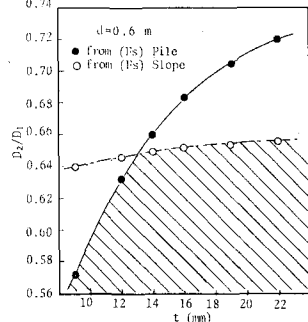


図-6