

大阪大学工学部 正員 伊藤 富雄
同 同 松井 保
同 大学院 学生員 〇洪 元杓

1 まえがき

筆者らは、いままで、とくに杭列の間隔および地盤の塑性状態を考慮することの重要をおいた塑性変形地盤中の列杭に作用する外力の算定理論式を誘導し、杭列を含む斜面の安定解析法を用い、港湾における横棧橋基礎杭の斜面安定効果を検討してきた。²⁾⁴⁾ その結果、杭の安全性が十分である場合、杭列による斜面安定効果は比較的大きく無視できるものではなく、³⁾⁴⁾ また、杭列の位置および杭間隔によりかなり大きい影響を受けることが明らかになった。⁴⁾ 本報告においては、列杭を含む斜面の安定解析法を確立するため、前報告で例にとりあげた横棧橋を対象として、杭列の設置場所、杭頭拘束条件、杭間隔、杭径および肉厚をパラメーターに選び、杭列の斜面安定効果を検討したので、その結果を報告する。

2 横棧橋基礎杭の斜面安定効果の検討

(1) 概要

図-1に示す実在の横棧橋を例として、列杭の斜面安定効果を検討する。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て1.17である。

いま、列杭の斜面安定効果を検討するため、斜面の勾配を1:1.5にすると、斜面安全率のコンターは図-2に示すようになり、最小安全率は図中のすべり円弧に対して得られ0.89になり、この斜面は不安定となる。

そこで、この斜面に鋼管杭を一定の間隔で一列に配置した場合、すべり面上の土塊により杭に作用する外力を算定理論式によって求め、杭列を含む斜面安定解析法を用い、斜面の安全率を求める。この際、まず斜面の安定を検討し、杭に生じる応力が許容応力以下の場合には上述通り斜面安定解析を行うが、杭に生じる応力が許容応力以上の場合には杭が許容安全率をもつように外力を比例的に減らしてから斜面安定解析を行う。

(2) 杭頭拘束条件による影響

図-2の斜面に杭径812.8 mm、肉厚12 mmの鋼管杭を5.4 m間隔で一列に配置する。図-3は横軸に杭列の設置場所X/L

(斜面の水平距離をL(図-2参照)、のり尻から杭列の設置場所までの水平距離をXとする)、縦軸に斜面の最小安全率をとり、杭頭拘束条件による杭列の斜面安定効果の影響を示したものである。図中の1/4鎖線は杭列のない場合の、また、実線は杭列の効果を考慮した場合の斜面の最小安全率を示している。したがって、杭列の斜面安定効果は実線と1/4鎖線の差で表現されることになる。この際、杭頭の拘束条件として、ヒンジ、固定(杭頭変位なし)、回転拘束(杭頭変位あり)、自由の4ケースを考えている。この図によると、杭頭自由の場合が最も効果が少なく、また、杭頭ヒンジ、固定、回転拘束の場合には最小安全率の最大値はこの順で小さくなるが杭列の設置場所によってその効果の大小関係はかわる。しかし、いずれも、杭頭自由の場合より相当大きな効果を示している。したがって、杭頭を拘束する方が杭の効果をより有効に発揮させるものと考えられる。

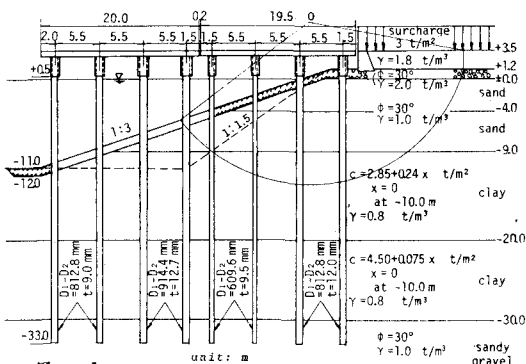


図-1

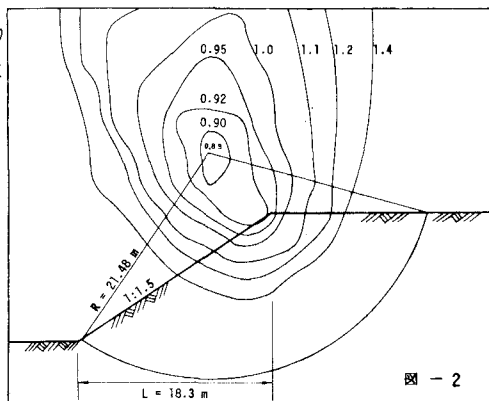


図-2

(3) 杭間隔による影響

図-4は、杭間隔の影響を検討するため、 D_2/D_1 (D_1 は杭中心間隔、 D_2 は正味の杭間隔)をパラメーターとして同様に図示したものである。この際、杭頭拘束条件は回転拘束としている。この図から D_2/D_1 が減少するとともに、すなわち杭間隔が狭くなるとともに、杭の効果が大きくなることが判る。ただし、杭の間隔が非常に狭くなると最小安全率をもつ円弧には杭列が含まなくなり、いくら杭間隔を狭くしても杭の効果は増加しなくなると思われる。

(4) 杭径による影響

図-5は、杭径の影響を検討するため、杭径(D_1-D_2)をパラメーターとして同様に図示したものである。この図は、杭径が増加するとともに、杭列の効果が増加することを示している。この図より、杭列を設置する場所が決まっている場合、斜面の所要安全率を得るために使用する杭径の寸法が決定できる。例えば、この計算例において $X/L=0.7$ の位置に杭列を設置する場合、斜面の最小安全率を1.2以上にするためには、杭径が600.0 mm程度の鋼管杭を使う必要があることを示している。

(5) 肉厚による影響

図-6は肉厚の影響を検討するため、肉厚(t)をパラメーターとして同様に図示したものである。この図によると、肉厚が厚くなるにしたがい、杭列の効果が増加することが判る。この計算例において、 $X/L=0.6$ の位置に一の杭を使って斜面の所要の安全率を得るためには、肉厚が12 mm以上の鋼管杭が必要であることを示している。

③ わすび

以上の計算結果によって、杭列の設置場所、杭頭拘束条件、杭間隔、杭径および肉厚は列杭の斜面安定効果にかなり大きい影響を及ぼすことが判り、ここに示したような図を利用することにより杭列の効果を適確に考慮した斜面安定解析法が確立される。ただし、杭列の設置場所において、杭頭拘束条件、杭間隔、杭径および肉厚などをかえて列杭の斜面安定効果を検討する時、斜面の最小安全率のすべり円弧が杭列を含まない所に移動すると、それ以上工夫しても杭列の効果は増加しないことが生じる点に注意しなければならない。

〈参考文献〉

- 1) ITO T. and T. Matsui; Methods to estimate lateral force acting on stabilizing piles, Soils and Foundations, Vol 15, No 4, 1975
- 2) 伊藤 松井; 斜面安定における力のすべり防止効果について, 第9回土質工学研究発表会, 1974
- 3) 伊藤 松井 洪; 横撓橋基礎杭の斜面安定効果について, 昭和52年度土木学会関西支部年報, 1977
- 4) 伊藤 松井 洪; 横撓橋基礎杭の斜面安定効果, 第12回土質工学研究発表会, 1977

