

建設省土木研究所

正会員

堀部 正文

“

“

塩井 幸武

“

“

浅沼 秀弥

1. はじめに

軟弱地盤上に橋台を設けようとする場合、橋台が背面盛土による偏荷重の影響で有害な水平移動を生じるといふ、いわゆる側方移動なる現象について検討する必要がある。しかし、軟弱地盤上の橋台すべてが側方移動を生じるわけではなく、まず最初にその橋台が側方移動を生じるかどうかの判定を行ない、その結果移動の可能性ありとなった場合は何らかの対策を講じなければならない。この側方移動発生の可能性の判定方法としては現在いくつか提案されているが、その適用性についてはそれぞれ問題点がありいずれも十分なものとは言い難い。本文はこの判定方法を新たに提案するとともに、軟弱地盤上の橋台の設計法について検討したものである。

2. 橋台の側方移動現象の判定方法

側方移動は基礎構造物と地盤の相互作用によって生じるものであるため、軟弱地盤上の盛土などの土構造物の挙動と異なりその移動の要因は複雑に組み合っているものと考えられる。しかし、側方移動の原因は図-1に示すように橋台背面盛土の重量により軟弱地盤の安定が崩れ、橋台周辺の地盤の塑性流動を起こすことによっていることから、基本的には土構造物の安定問題と同じく盛土の高さや軟弱層の構成、強度などが要因となることは明らかである。これまでの研究によれば橋台の移動と比較的相関が良いと思われる要因としては、①盛土高、②軟弱層の始まる深さ、③軟弱層厚、④軟弱層の強度、⑤くい打数、⑥軟弱層比(軟弱層厚/基礎根入れ長)などが挙げられる。これらの要因と橋台の移動量との相関をみると、必ずしも単独では明確な傾向は得られていないが、本質的にこれらの要因が側方移動に大きな影響を及ぼしていることは十分予測できる。

ここでは、橋台の側方移動が土構造物の安定問題と深く関連しているということより、側方移動の判定基準として盛土の安定係数を基本とし、いくつかの要因を組み合わせて3つの係数で補正したものである。すなわち、橋台の側方移動判定数(I)は次式で表わされる。

$$I = \mu_1 / \mu_2 / \mu_3 \frac{\gamma H}{C} \quad \text{----- (1)}$$

この判定数Iと実際の構造物での変状の実測結果との関係を示したのが図-3である。

(1)式で、 $\gamma H / C$ は一般に粘性土地盤の支持力に関する安定係数と呼ばれるもので、この値が3.14以上になると塑性域が拡がり始め、5.14に達すると破壊に至るといわれているものである。なお、Cは軟弱層の粘着力であるが図-3においてN値しかわかつ

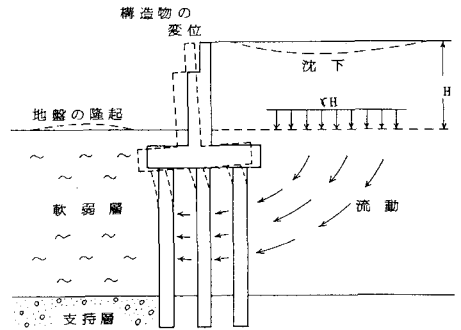


図-1 橋台の側方移動

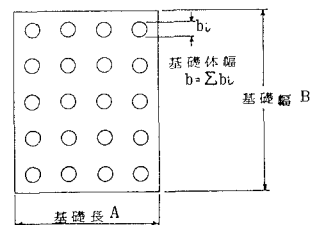
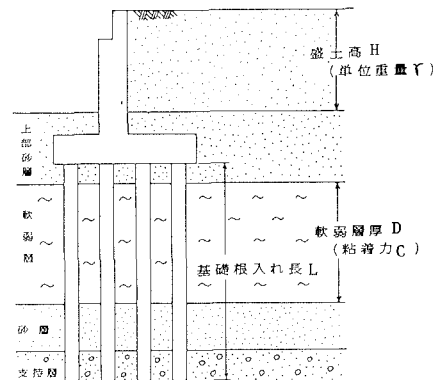


図-2 記号の説明

ていない場合は $C = N/16 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$ として整理した。3つの補正係数のうち、 μ_1 は軟弱層比に関する係数で、 $\mu_1 = D/L$ で表わされる。地表面からあるいは中間にある程度の幅を有する砂層が存在する場合は、盛土の軟弱地盤に及ぼす荷重の大きさを低減する効果や基礎の横抵抗力が期待されることから側方移動に対する抵抗力が増加する。また、 μ_2 は基礎体抵抗に関する補正係数で、 $\mu_2 = b/B$ で表わされる。地盤の側方流動に伴って基礎構造には側方流動圧が作用するが、基礎は一般には壁のような連続体ではないため地盤の一部は基礎の周をすり抜けることが予想される。このすり抜け効果を考慮して、基礎の間隔(くい基礎の場合はくい間隔)が密なほど構造物の受ける側方流動圧は大きいという仮定のもとに、橋軸直角方向のフーチング幅と基礎体幅の比として μ_3 を表わした。 μ_3 は軟弱層厚および橋軸方向のフーチング長に関する補正係数で、 $\mu_3 = D/A$ で表わされる。側方移動に対して軟弱層厚の影響が大きいことは既往の研究から明らかである。また、橋軸方向(荷重方向)のくい数が多いほど移動も少ないという傾向がある。ここではこれを橋軸方向のフーチング長で表わし、軟弱層厚との比をとって μ_3 とした。ただし、軟弱層厚がかなり大きい場合には μ_3 という係数の値そのものが大きくなり、基本となる安定係数を越えることが考えられるので $\mu_3 \leq 3.0$ とする。図-3から明らかなように、 $I = 1.5$ を境界として変状するものとそうでないものに区分けできる。したがって、側方移動の可能性の判定として、 $I = 1.5$ を判定基準とし、これを越えるものは側方移動の可能性ありと判断できると考えられる。

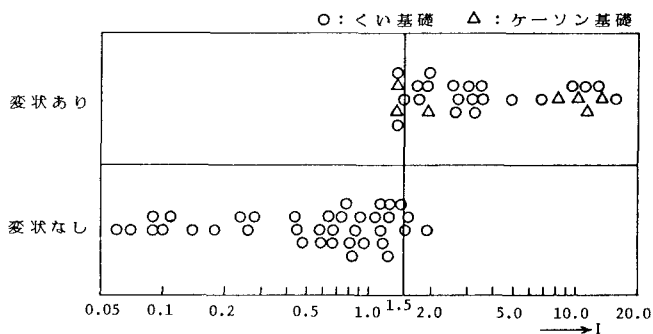


図-3 判定数Iと変状の関係

3. 軟弱地盤上の橋台の設計手順
この判定数を用いて軟弱地盤上の橋台を設計する場合の手順を示すと図-4のようになる。すなわち、最初に判定数Iを用いて移動の可能性があるかどうかの判定を行なう。その結果移動の可能性がなければそのまま通常の設計を行なってよいが、移動の可能性のある場合は何らかの対策が必要となる。対策としては、Cを増加させる地盤改良法とあるいはHを減少させる荷重軽減法があるが、これらはその効果を判定数Iでチェックする。もう一つの対策として、増しぐい等を行なうことによって側方移動に対する抵抗力を高めるといふ基礎体抵抗法が考えられるが、これはその効果をくい体応力あるいはくい頭変位でチェックすることになる。

3. 軟弱地盤上の橋台の設計手順

この判定数を用いて軟弱地盤上の橋台を設計する場合の手順を示すと図-4のようになる。すなわち、最初に判定数Iを用いて移動の可能性があるかどうかの判定を行なう。その結果移動の可能性がなければそのまま通常の設計を行なってよいが、移動の可能性のある場合は何らかの対策が必要となる。対策としては、Cを増加させる地盤改良法とあるいはHを減少させる荷重軽減法があるが、これらはその効果を判定数Iでチェックする。もう一つの対策として、増しぐい等を行なうことによって側方移動に対する抵抗力を高めるといふ基礎体抵抗法が考えられるが、これはその効果をくい体応力あるいはくい頭変位でチェックすることになる。

4. おわりに

ここで提案した橋台の側方移動判定数Iは、移動と相関の良い要因をいくつか組み合わせで作ったもので、実際の構造物の変状の実測例(65例)に適合させてみたものであり、かなりの精度で移動の可能性を判定できるものと考えられるが、各位の御批判をいただきたい。

〔参考文献〕 1) 矢作、岡山、堀部；荷載荷重による構造物の水平移動に関する調査、土木研究所資料第1150号、昭和51年7月、2) 高速道路調査会；軟弱地盤上の橋台基礎に関する調査研究報告書、昭和54年2月

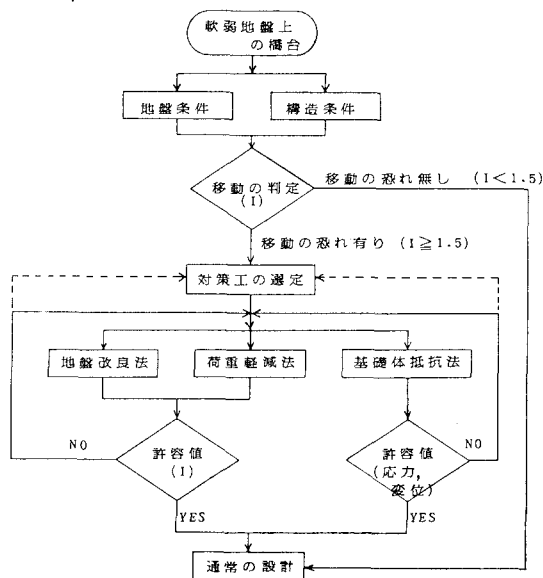


図-4 設計手順