

正員 日本大学理工学部 浅川美利

まえがき ネガティブスキンフリクションの影響によってクイに荷重負担が増れ、基礎グイが壊れるといったトラブルが多くなり、話題となっている。

その種のトラブルは、圧密未終了粘土層を貫通しクイ先が支持層にある場合、すなわち支持グイが多い。それはクイ周囲の粘土層が圧密により大きい変位を起すのに対しクイの変位は少なく、変位に相対的な差が生じ、周辺土がクイに比べて下った状態になり荷重負担が大きくなることによるとされている。

ネガティブフリクションの影響を少なくするためには、(1) グイと周辺土との摩擦を少なくすること、(2) 支持グイに直接負担をかけないこと、(3) クイと周辺土との相対変位の差を少なくすることなどがあげられる。

それらの原理に基づく対策として、(1)に関して摩擦を少なくする潤滑剤をクイ周囲に塗布する。(2)に関してはクイに二重管とし、外管にスキンフリクションを負担させる。(3)に関して支持グイとれないで摩擦グイ型式をとるなどの方法が考えられている。

しかしいづれの方法もクイを新設しようとする場合の対策で、既設グイの安全対策にはなり得ない。

本報告でのべるものは、原理としては(1)に属するものであり、既設グイの安全対策としても利用する方法である。クイと周辺土との摩擦抵抗を電気浸透と電解との作用を利用して軽減しようとするものである。

1. スキンフリクション軽減の原理

問題としている支持グイを陰極とし、別に設けた金属グイを陽極として直流電流を印課すると、支持グイ周辺では、図-1のように集水と泡立ち現象が同時に起り、そのことによってスキンフリクションは急速に低下する。これは土中水の電気浸透的流動と水の電解によるガスの発生によるものである。

過去に行った実験²⁾から次のようなことがわかってい

- (1) 通電によって初期フリクションの70~90%の軽減が可能。
- (2) 電圧傾度を上げることによって軽減速度が増し、通電直後に急速な軽減が起り、数10分以内で終了する。($i_e = \frac{E}{L} = 0.5 \sim 1.5 \text{ cm}$)
- (3) 粘土の種類、電解質の種類と濃度、初期フリクションの大きさなどによって軽減効果に差があるが、大抵の土で軽減効果が期待できる。一般に塩分の多い土では泡立ち作用による効果が優先し、通常の地下水条件の土では集水作用による効果が主でスキンフリクションの軽減が起る。(後者でも泡立ち作用が分担する)。

(4) 鋼管パイルのように金属壁面のクイに対して効果が高いことはもちろんであるが、RCパイルのようなコンクリート壁面のクイに対しても軽減は可能である。その場合効果はかなり低下する。

2. 模型実験

図-2は、単一支持グイが圧密未終了の粘土層に囲まれている模型地盤を示す。粘土層は地表から加わる静水圧によって圧密され、圧密の進行に伴って増加するネガティブフリクションは先端荷重の増分で計測するようにしてある。

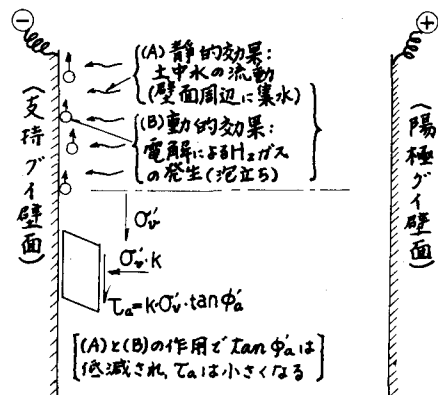


図-1 スキンフリクションの軽減機構の原理図

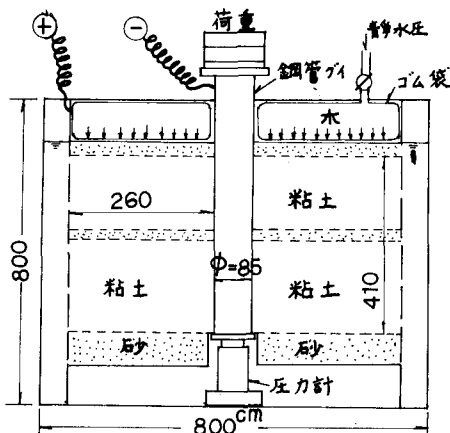


図-2 模型実験槽と装置

粘土層の圧密を促進させるため上下および中間(薄層)に砂層を設けてある。クイ先端に初期荷重を整えるためにクイ頭を40 kgの荷重で載せてある。粘土層は、東京セウ積粘土を用い、水道水を加え、初期の含水比と液性限界に近い($w=83.50\%$)軟いものを図-2の厚さで詰めた。

装置の構造上粘土の圧密沈下量は測定できないので、今回の実験ではクイ先端荷重の変化だけをかり、反密中軽減操作中、および増加操作中のスキンフリクションの増減傾向をレビューした。

電源は、セレン全波整流方式のもので、容量は20V, 40Aである。

実験は次の手順で行なった；(1) 反密の進行に伴うネガティブフリクションの増加傾向：地表より静水圧($p=0.5\text{ kg/cm}^2$)を加え、粘土層の圧密が進むに従って増加するネガティブフリクションを、4日有を目標として指定した時間ごとに計測。(反密が終了するまでフリクションの増加を計測すべきであったが、次回実験では反密途中)。

(2) ネガティブフリクションの軽減傾向：4日有の反密が終了するまで(1)の計測を継続し、次に支持グイを陰極、槽を陽極として電流を印課し、10分間の通電を目標としてネガティブフリクションがどの位の速度でどの程度の軽減が起きるかをレビューした。この場合の通電条件は、平均電位傾度、 $i_e=0.4\sim0.6\text{ V/cm}$ 、電流密度、 $5\sim9\text{ mA/cm}^2$ 。

(3) ネガティブフリクションの回復：電流を遮断した後、ネガティブフリクションがどの程度回復するかをレビューした。

(4) ネガティブフリクションの増加： $G_h (=K \cdot G_v)$ 測頭が土圧を増大させてネガティブフリクションの増加をばらばらに $\tan\phi'$ 相当を増加させてネガティブフリクションを増加する方法をとってみた。電気回路を逆転し、支持グイを陽極とすると、周辺土は電気浸透脱水利によって硬くなり、そのことによりクイと土との摩擦が増し、結果としてネガティブフリクションの増加をみる。

3. 実験結果

一連の実験がら次のようなこ

とがいえる；

(1) 上載荷重 0.5 kg/cm^2 のあとで、4日有の反密後、ネガティブフリクションは約185 kgの増加($i_e=0.17\text{ V/cm}$)を示した。(反密はなお漸増中であるので反密が終了するまではさらにその量は増加するはずである。)

(2) 電位傾度、 $i_e=0.4\text{ V/cm}$ を増加するとクイ先端荷重は200 kgまで(10分有以内)軽減された。これはネガティブフリクション増分の22%の軽減率に相当する。

(3) 上載荷重を 0.5 kg/cm^2 から 0.16 kg/cm^2 まで下げ(クイ先端荷重では240 kgから172 kgへ33%下)、 $i_e=0.6\text{ V/cm}$ の電流を印課すると、ネガティブフリクションは42 kgの軽減となり、これはネガティブフリクション増分の36%の軽減率となる。

(4) 今回の実験では電位傾度が $i_e=0.4\text{ V/cm}$ と 0.6 V/cm と一般に低い電位であったため、フリクション軽減量が少なかったように思える。 i_e を 1.5 V/cm まで増すと、軽減速度が増すだけでなく、軽減量も大きくなること、過去の実験がらわかっている。通電によるフリクションの軽減は、きわめて短時間に行ないうる。

模型実験の条件と現場条件とはいささか異なるので、すぐこれに現場で応用できるというわけではないが、ネガティブスキンフリクションの軽減法の一つと考えることはできる。

卒業研究として本実験に協力された本学4年生 江村澄明、菅谷博道の両君に感謝する。

1) 小林、井上：“地盤沈下地域での基ク基礎の設計と施工”(後)、施工技術(日刊工業)、Vol.7, No.4, P89, 1974

2) 浅川：“電気浸透と電解の原理による土と壁体間の摩擦軽減に関する実験”，土木学会論文集，No.64, pp.55~65, 1959

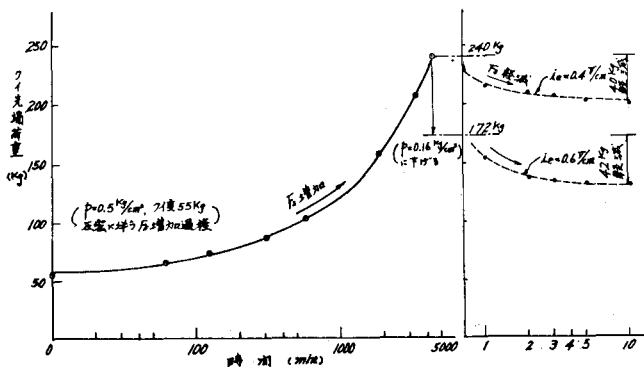


図-3 ネガティブスキンフリクションの増・減傾向