

西日本工業大学 ○玉田 文吾

谷崎 光

九州工業大学 加藤 九州男

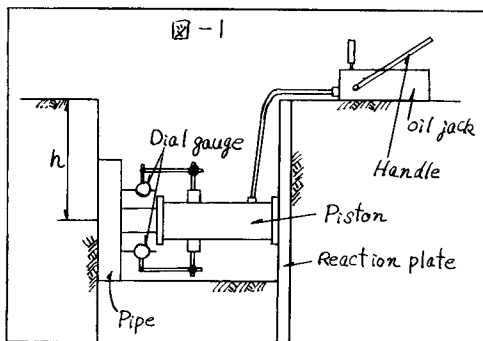
1. ま え が き

地中に打設された地すべり防止グイ自体の破壊、またはグイ周面土の破壊によつて、グイの効果はいちじるしく減少する。前者についてはグイの応力分布に関係する問題として現場または室内実験によつて数値解析がなされている。¹⁾²⁾ 後者の問題は、現場においては、グイの中抜け現象といわれており、グイ周辺の土の隆起、およびグイの埋没現象などが現われ、すべり面上の地層は、グイを残したまま移動する。もちろん、これによつて地層は抵抗を受けるので、抑止効果はあるわけであるが防止の見地からすれば、好ましい現象ではない。このため現地においてグイ周面土の破壊強度を測定し、そのときの状態を観察すれば、実用的な数値が得られるのではないかと考えて、今般、長崎県口之津地域を対象に現地測定を行なつた結果をまとめたものである。

2. 試験装置と測定方法

試験目的はグイに作用する推力によつておこる周面土の破壊状況を知ることにある。したがつて原理的には平板載荷試験と同様であり、荷重(グイの推力)と周面土の変位との関係から、周面土の強さを推定する。

試験装置は図-1のようなものを用いた。載荷板の役目をするものとして直径8~15cm、長さ40~60cmの鋼製パイプ(以下、載荷用パイプという)を使用し、これを容量10tのオイルジャッキによつて地表面に対して水平の方向に貫入させる。このときパイプの貫入量は1/100mm、ストローク40mmのダイヤルゲージによつて測定し、貫入荷重Pと貫入量SおよびSの時間的変化を記録する。



3. 試験結果の解析

図-1の装置(以下、水平載荷試験という)で試験した結果と実際に現地で打設したグイの水平方向載荷試験結果とを対比するために、口之津地域富士山地すべり地区において現地に打設した直径30cm、全長6.0mのRCグイ(H鋼を鉄筋としたもの)の頭部を図-2のように2mに互つて水平載荷した。(これを打設グイ水平載荷試験という)図-3はこの結果を示したもので、両対数方眼紙の縦軸に荷重 $P(t)$ と横軸に貫入量 S (cm)をプロットしたものである。これによると二つの折点が見いだされるので、荷重が小さい方の数値を周辺土の下限降伏値 P_L 、大きい方の数値を上限降伏値 P_U ということにする。上限降伏値をすぎると、グイ周辺の地表面に亀裂が入つて隆起し、貫入量の増加にもかかわらず荷重はほとんど増加しない。これがグイの中抜け現象といわれるものである。

この場合、PとSとの間には近似的に

$$P = A \cdot S^n \quad \dots \dots \dots (1)$$

なる関係が見いだされる。ここにA、nは係数である。図-4は打設グイの近くで行なつた水平載荷試験の結果から得られたP-S関係である。この場合、図-3と同様 $\log P - \log S$ として表示してもよいが、 $\log P -$

S 関係の方が折点のはつきりし、上限、下限降伏値に相当する数値がわかりやすい。
 ここで上限降伏値 P_u と水平載荷試験グイの貫入投影面積を A_p とすれば、両者の比

$$C_p = \frac{P_u}{A_p} \dots\dots\dots (2)$$

は、試験グイ自体が剛性で周面土塊の変形範囲を考慮すると、単グイにおけるグイ周面土の平均の見かけ上限降伏応力（以下上限降伏値という）を示すことになる。富士山地区における水平載荷試験の結果から、図-4と式(2)によつて C_p を求めると 2.41 Kg/cm^2 が得られた。一方現地の打設グイ水平載荷試験からは、同一場所にて $C'_p = 3.33 \text{ Kg/cm}^2$ が得られ、 C_p と C'_p との間には $C_p = K C'_p$ ($K \geq 1.0$) $\dots\dots (3)$

の関係があることが判明したが、両者ともに P と S との相互関係については、同じような傾向が見受けられる。この差違は、打設グイと載荷用パイプとの縮尺関係にもよるが、グイ根入れ部分周面土の拘束抵抗（図-2の bc 部分）、および打設グイ自身の曲げ抵抗が入るためである。試験終了後、グイを引抜いて見ると $bc = 1.3 \text{ m}$ 付近が 10° 程度湾曲していた。このような抵抗を除外して考えると、 C'_p と C_p とには大きな差違はみられない。口之津地域のように薄い擦過粘土層をすべり面として、上部の崩積土が一体となつて滑動するような地すべりの場合、水平載荷試験によつて、崩積土の破壊強度を求めるだけならば、平板載荷試験と同様に実用的である。表-1は口之津地区において水平載荷試験によつて得られた C_p の値を示したものである。

4. 上限降伏値について

打設されたグイに平均して C_p 以上、または P_u 以上の水平荷重が作用すると、地表面にはグイ頭部を中心に $30^\circ \sim 50^\circ$ の亀裂が放射状に入り、周面土の方が破壊して、このときグイがせん断または曲げ破壊していなければ、すべり面上の地層はグイの抵抗を受けつつ滑動する。そこで口之津地域において降伏値に関する要因を検討してみる。まず載荷位置であるが、載荷用パイプ中心と地表面との距離 h と上限降伏値との関係は図-5のようになり、深度が大きくなると P_u が増加する傾向がある。

$$\text{これらの間には、 } C_p = \alpha + \beta h \dots\dots\dots (4)$$

の関係がある。いま C_p を受働土圧強度的なものとして

$$P_p = 2C \tan\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right) + \gamma h \tan^2\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right) \dots\dots (5)$$

で表わす。測定範囲の崩積土の、 γ 、 C 、 ϕ を一定として

$$\alpha = 2C \tan\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right) \quad \beta = \gamma \tan^2\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right)$$

とおけば、式(4)がえられる。しかし、これは深度が浅い間における傾向であり、これがグイの地中における応力分布を示すものではない。深度が大きくなつた場合、式(4)がどのように変化するかについては現在測定中である。つぎに、周面土の含水比と上限降

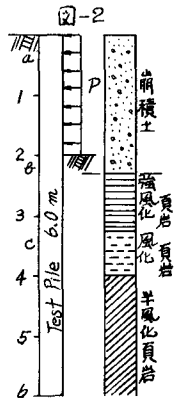
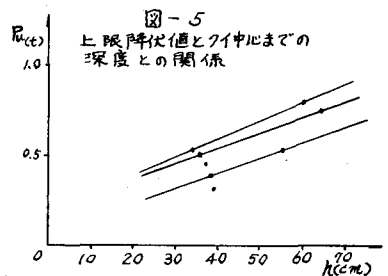
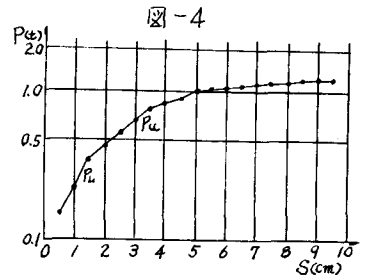
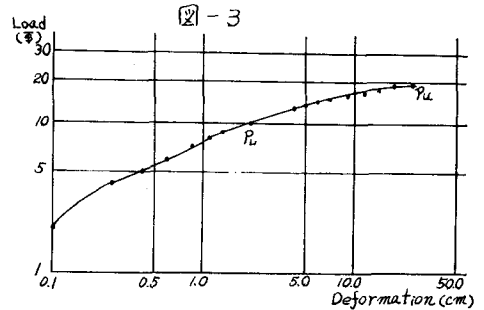


表-1

地区名	C_p (kg/cm ²)	W (%)
富士山1号	1.4071	43.02
2号-1	1.6573	35.41
2号-2	2.4078	34.36
新切1号-1	1.5947	21.84
1号-2	2.3452	26.20
大抜1号-1	0.9694	38.76
1号-2	1.6573	36.69
下宮1号	1.3133	31.85



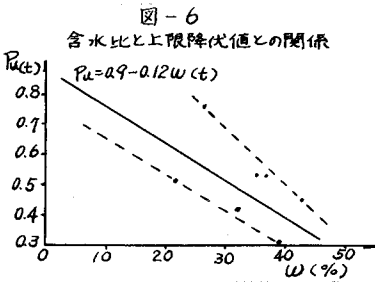
伏値との関係については、図-6の関係が得られ同一深度では含水比の増加にともなつて、 P_u が低下する傾向があり、口之津崩積土では、

$$P_u = 0.9 - 0.12 w \quad (t) \quad \cdots \cdots (6)$$

の関係式が見いだされる。したがつて $w \geq 70$ % においては $P_u \div 0$ になることが推定される。さきに室内実験においてほぼ同じような実験を行ない、クイ周面土の変形範囲 a_i と含水比 w との関係を

$$a_i = 40 \exp(-0.098 w) (D_i - 3.43) + (40.2 \sim 47.0) \quad \cdots \cdots (7)$$

として示したことがあるが、 $w \geq 70$ % になると載荷用パイプだけが貫入する状態になり、周面土の含水比の影響は大きい。



5. 周面土の上限降伏荷重の推定

水平載荷試験結果をまとめると、クイ周面土の上限降伏荷重 P_u は単グイの場合として、

$$P_u = C_p \cdot h \cdot D \quad \cdots \cdots (8)$$

となる。ここに h はすべり面までの深度、 D は打設グイの直径である。ここで C_p が式(4)にしたがつて深度に比例して増加すると仮定すれば、 h の長さをもつ打設グイの場合には

$$P_u = \left(\frac{2\alpha + \beta h}{2} \right) h^2 \cdot D \quad \cdots \cdots (9)$$

の形式になるものと思われる。

6. あ と が き

現地において簡単にクイ周面土の破壊強度が測定でき、クイに作用する最大推力を推定することによつて中抜け現象を防止する意味で、水平載荷試験を行ない、周面土の上限降伏値を求める方法を検討した。しかし載荷パイプおよび崩積土内の応力分布を測定しなかつたので応力集中による破壊機構が不明であり、打設されたくい周面土の破壊形式とズレているので、上限降伏値を実際に使用する場合に考慮しなければならない二、三の点が残された。これについては今後検討してゆきたい。

本報文は、親和興産株式会社、津田薫平君の現地実験に負うところが大きい。ここに記して謝意を表する。

参 考 文 献

1) 福本安正：地すべり防止グイの挙動に関する研究，土質工学会論文報告集，VO1 12，№2，1972，
 2) 渡 正亮，中村浩之：地すべり抑止工法の設計について，地すべり，VO1 5，№1，1968，
 3) 玉田，林，津田，藤沢：地すべり斜面におけるクイの安定効果，第7回土質工学研究発表概要集，1972，