

II-32 粘土とコンクリートの滑り抵抗に関する実験的研究

大阪市立大学 正 員 三 笠 正 人
竹中工務店 特別員 中 出 定 夫
〃 〃 〃 久保田浩典

粘土とコンクリートの滑り抵抗は、擁壁に働く土圧力や摩擦杭の支持力、また逆に先端支持杭に働く負摩擦力の計算等で問題になるものであるが、特に井筒や潜函体等を沈下させる時の抵抗は工事の死命を制するほどのものであって、この滑り抵抗がいかなる法則に支配されるか、また、抵抗の軽減はいかなる原理に基づくべきかを明らかにすることが望まれる。筆者等は、この問題をまず一連の室内実験によって調べ大体の傾向を明らかにすることができたのでその大要を報告する。

I 準備的考察

まずいかなる因子が滑り抵抗に関係するかを考察し、次の諸量を選んだした。

- 1) 粘土そのものの性質……粘土の種類、含水量、構造度(鋭敏比)
 - 2) 接触する物体の性質……粘土に対する附着力 イオンの発生および移動、接触物の強さ、面の透水性または吸水性、面の形状および粗さ
 - 3) 両者の相互関係……接触面の直圧力、接触放置時間、滑り変位速度
- これらの因子のうち、主としてアンダーラインのものの影響を調べた。

II 実験装置および方法

- a) 実験装置(写真-1および2)…… $30\text{cm} \times 20\text{cm} \times 5\text{cm}$ の内容積を持つ試料土箱の底部にゴム袋をおき、これに空気を圧入して滑り止め金網を介して試料土をコンクリート板($80\text{cm} \times 20\text{cm} \times 25\text{cm}$)に押しつける。反力は滑車で受ける。滑り変位は油圧ピストンで与え、ブルーベニングリングとダイヤルゲージで抵抗と変位を読みとる。
- b) 試料土(写真-2)……かなり大きな試験体であるから不攪乱土を用いることは望めない。そこで、下の表のような2つの粘土を充分こねかえし、液性限界測定器の打撃数7の状態にしてホ

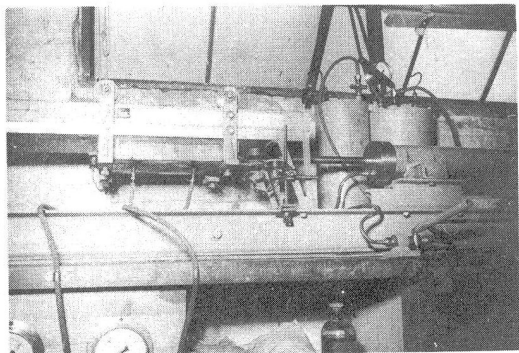


写真-1

試料土 の記号	分 類	粒 度 分 布(%)			土粒子 の比重	アンダーベルグ限界		
		粘 土 (5μ)	シルト (0.05mm)	砂		w_L	w_p	I_p
A	灰色粘土ローム	26	41	33	2.66	55.00	25.73	29.27
B	暗灰色粘土	42	41	17	2.66	102.50	29.03	63.47

リエチレンシートで包み型枠に入れて19日～76日程度徐々に乾燥させながら養生したものを用いた。この方法により種々の含水比の試験体を得たが構造度(鋭敏比)は殆んど一致して2となった。

- c) コンクリート板……鉄線で補強した配合1:2、 $w/c = 63\%$ のモルタル板を用いた。板面の粗度を平滑(ガラス板上で成型)、平坦(鉄板上で成型)(写真-3)やや粗(稀硫酸で表面処理)(写真-4)、粗(表面かき落とし)の4種をつくり、その他ガラス板、パラフィン塗布板も準備した。

- d) 実験方法……原則として試料土を試験機に入れて直ちに直圧力 0.2 kg/cm^2 、 0.6 kg/cm^2 、 1.2 kg/cm^2 の順にかけ、それぞれについて滑り抵抗がピークを越すまでセン断滑りを行なった。滑り変位速度は 2 mm/min とした。

特殊実験として直圧を連続的に上げる試験や、接触放置時間の影響をみる試験等も行なった。

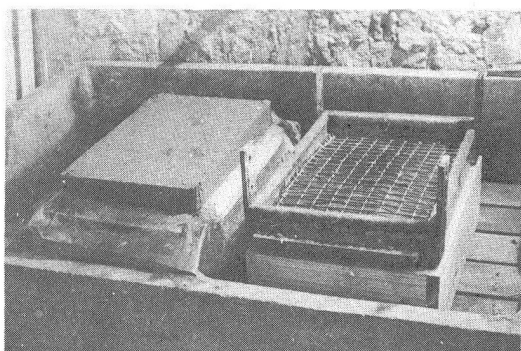


写真 - 2

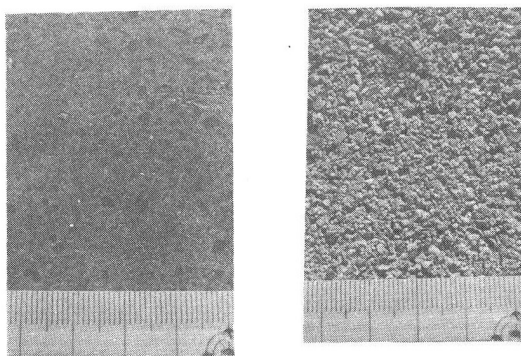


写真 - 3, 4

III 実験結果の概要

主なもののみあげると次のようになる。

- a) 直圧力の影響……ある含水量以下では、滑り抵抗は直圧の影響を受け大体クーロンの強度式の形をとる。

$$\tau_f = C_f + \sigma \tan \psi_f$$

ただし、もうろん、この値が粘土自身のセン断強度を越えることはない。

- b) 含水量の影響……含水比と滑り抵抗の関係はかなり複雑であるが、試料土、接触面の状態を変えても定性的には一定の傾向がみられる。図-1にその1例を示す。 σ が増すと、 τ_f が $80/2$ に合致する含水量が下ってくる。 C_f は図-1に ψ_f は図-2に示す。ある含水量以下では ψ_f 一定で固体摩擦的な抵抗となる。

- c) 構造の影響……鋭敏比を以て土の構造の強度的 index とみなし、これを構造度 S_t と仮称してその影響をしらべた。養生して得られた試料はすべて $S_t = 2$ であったので、同一試料を繰返し試験してその構造度を漸次1に近づけるという方法で試験した。得られた結果は図-3のようである。これにより τ_f の値は構造度に比例して増し全く同じ形をとることが分った。このことは S_t の大きな実際の不攪乱粘土に対してこの研究

d) コンクリート板その他の面の種類の影響……板面の粗度を変えて比較した例を図-4に示す、粗な面では $\delta \sim \tau_f$ が曲線となるが構造の乱れのため試験を行なえば直線となると推定される。平滑面は平坦面と、またガラス板はバラフィン塗布面とほぼ同じになる。板面の吸水状態は抵抗に全く影響しなかった。

Exp NO 46

Y-axis: η_{sp}/c (kg/cm²)

X-axis: δ^- (g/cm²)

Curves for $St = 2.5, 2.0, 1.5, 1.0$

試料土 A. エアロット面平坦

cf	w	Tc	cf	4w/2	cf	4w/2
(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
49.42	0.030	0.030	0.030	0.020	dry	-
47.77	0.043	0.043	0.105	0.030	-	-
16.36	0.043	0.075	0.113	0.027	-	-
15.33	0.043	0.075	0.113	0.025	-	-
17.33	0.043	0.084	0.149	0.025	wet	-
60.31	0.072	0.141	0.204	0.037	-	-
10.31	0.084	0.133	0.134	0.040	dry	-
11.30	0.094	0.151	0.218	0.045	-	-
14.29	0.097	0.164	0.219	0.063	-	-
53.29	0.113	0.206	0.240	0.076	wet	-
18.29	0.076	0.166	0.270	0.061	-	-
32.27	0.116	0.244	*	0.057	dry	-
41.25	0.111	0.268	*	0.029	wet	-
71.21	0.072	0.228	*	0.008	dry	-
42.17	0.083	0.247	*	0	-	-
52.12	0.076	0.234	*	0.001	-	-

試料土 A, コンクリート面平坦

Exp No.	w (%)	$\tan. \phi$
49	42.50	0.020
47	37.50	0.023
16	36.00	0.080
15	33.88	0.088
17	33.00	0.098
60	31.40	0.175
70	31.00	0.173
11	30.50	0.143
14	29.85	0.168
53	29.82	0.139
18	29.20	0.175
38	27.85	0.320
41	25.01	0.443
71	24.65	0.390
42	17.55	0.412
52	12.54	0.388

$w_{or} = 25.4\%$

图-5

Ⅳ 考察

滑り抵抗の生ずる基本的な機構はつぎの3つであると考えられる。イ) 粘土自身の破壊、ロ) 接触界面の牽引ポテンシャル、ハ) 粘土自身の塑性変形。こゝうが総合されて粘着力、摩擦力に類似の抵抗を生じる、与えられた粘土では、それぞれの含水量において抵抗が粘土のせん断強度に等しくなる一定直圧がある。

以上概略ながら粘土とコンクリートの間の滑り抵抗現象と支配する法則を掴むことができたので、これによって潜水体の沈下時の抵抗を与えられたデータに基づいて推算することが可能となりあわせて現場データを解析する際の指針を得ることができた。

この研究は大阪市立大学の竹中講師、竹中工務店の木曾、永津両氏の援助を受け、実験は竹中工務店の小木曾、分部、阪口君とゆずらわした、ここに記して謝意を表する。