

III - 63

クラストを有する軟弱地盤の支持力・変形に及ぼすクラスト強度の影響

宇都宮大学 正員 萩原 敏行
 東京工業大学 正員 斉藤 邦夫
 東京工業大学 正員 木村 孟
 東京工業大学 正員 中瀬 明男

1. まえがき

軟弱地盤の表層部が、乾燥や地下水位の低下などの影響により固いクラスト状態となっていることが少なくない。また、近年地盤改良などにより表層を固化することが行われ、固化部の支持力の影響を評価することが必要となって来ている。筆者らは、表層部にクラストを有する地盤を遠心力場において作製する手法を開発し、帯基礎の支持力実験を行った。地盤の作製方法、実験結果の一部については別報¹⁾²⁾に譲り、本報告文では、支持力・変形に及ぼすクラスト強度の影響について上界値計算の結果を述べる。

2. 実験結果

地盤の深さ方向の強度分布は図-1に示すようなものを想定した。実験は、遠心加速度が100gの条件下で行い、その結果クラスト下端以深の非排水強度増加率 k は0.323kN/m²となる。フーチング幅 B は50mm、クラスト部の厚さ D は40mmとし、またクラスト下端の非排水強度 Cu_2 は14kPaで一定となるようにして、クラスト表面の非排水強度 Cu_1 を変化させて表-1に示すように計6ケースについて実験を行った。

実験より得られた極限支持力 q_u 、初期接線弾性係数 E_i を表-1に示す。 q_u の値は、強度比 Cu_1/Cu_2 の増大につれて順次増大する傾向を示している。一方、 E_i の値は Cu_1/Cu_2 が4程度までは増加しているが、強度比が4と6の場合では変化は認められない。また、写真-1、2は、それぞれケースA、ケースB1についての破壊時の状況を示したものである。ケースAでは、すべりが地表面下20mm付近の浅い位置において生じている。これに対してケースB1では、地盤変形はクラスト下端部の強度の最弱な領域において集中している。

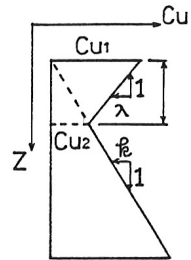


図-1 地盤の強度分布

表-1 実験条件及び結果

実験ケース	実験条件			実験結果	
	D/B	Cu1(kPa)	Cu1/Cu2	q_u (kPa)	E_i (kN/m ²)
ケースA	0.8	14	1	43.0	3360
ケースB1	0.8	28	2	109.0	4560
ケースB2	0.8	28	2	104.0	4880
ケースC1	0.8	56	4	156.0	7680
ケースC2	0.8	56	4	146.0	6400
ケースD	0.8	86	6	189.0	7720

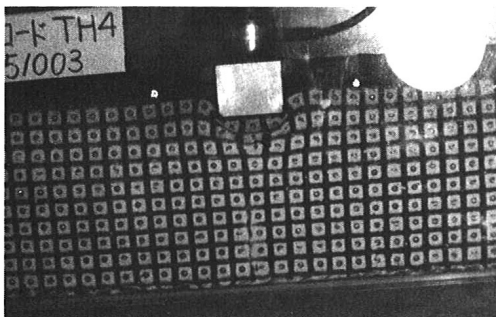


写真-1 破壊時の状況（ケースA）

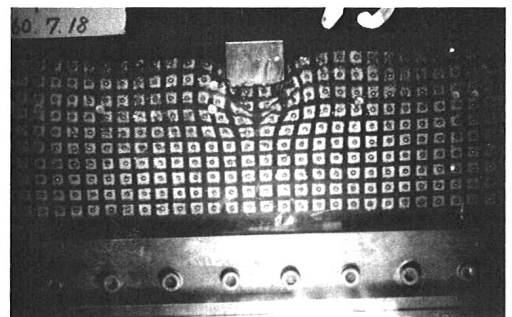


写真-2 破壊時の状況（ケースB1）

3. 上界値計算

実験より観察された破壊形状を参考にして、図-2のように破壊メカニズム仮定し上界値計算を行った。地盤強度の分布は図-1のように考えた。 α 、 β は、メカニズムを最適化するためのパラメータである。 $0 < B \tan \alpha / 2 < D$ の場合について q_u を与える式を示すと次式ようになる。

$$\frac{q_u}{C_{U1}} \leq \frac{1}{\cos \alpha \sin \alpha} + \frac{1}{\cos \beta \sin \beta} - \frac{\lambda B}{4 C_{U1}} \left(\frac{\tan \alpha}{\cos \beta \sin \beta} + \frac{1}{\cos^2 \alpha} \right) + \frac{C_{U2}}{C_{U1}} \left(\frac{1}{\tan \alpha} + \frac{1}{\tan \beta} \right)$$

上界値は、 $0 < B \tan \alpha / 2 < D$ の場合と、図-3におけるcd線がクラスト厚さDよりも深い位置にくる場合 ($D < B \tan \alpha / 2$) に分けて計算し、その中の最小値をもって上界値とした。いずれの場合にもcd線が強度最弱部の深さDの部分をやこぎる時に上界値となる結果を得た。

4. クラスト強度の影響

図-4は、横軸に強度比 C_{U1}/C_{U2} をとり、縦軸に計算並びに実験より得られた支持力値を示したものである。ただし、縦軸は $C_u = k z$ の強度分布を有する地盤についての Davis & Booker³⁾により求められた厳密解で支持力値を割って基準化している。また、図中にはクラスト下の強度が深さ方向に一定であるとして二層地盤の円弧すべり法により解いた Button⁴⁾の結果もあわせて示している。強度比 C_{U1}/C_{U2} が4程度までは、実験値は上界値にほぼ一致した値を示しているが、 C_{U1}/C_{U2} が6前後では実験値は上界値と Button の解の間にあり、上界値は支持力値を過大に評価する傾向がある。これは、 C_{U1}/C_{U2} が4以上になると4以内のものとは破壊の形状が異なるためと考えられる。

5. まとめ

今回の結果より得られた結果をまとめると次のようになる。クラストを有する軟弱地盤の場合、その変形はクラスト下端の強度の最弱な部分に集中することが、実験結果より認められた。観察にもとづく破壊メカニズムにより得られた上界値は、強度比 C_{U1}/C_{U2} が4程度までは実験結果と一致し、上界値の結果を使うことが有効であることがわかった。

また、今回は D/B を一定として C_{U1}/C_{U2} の影響についてのみ考えたが、今後更に D/B の違いによる支持力の変化についての検討が望まれる。

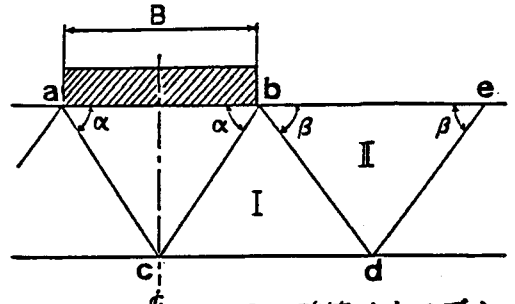
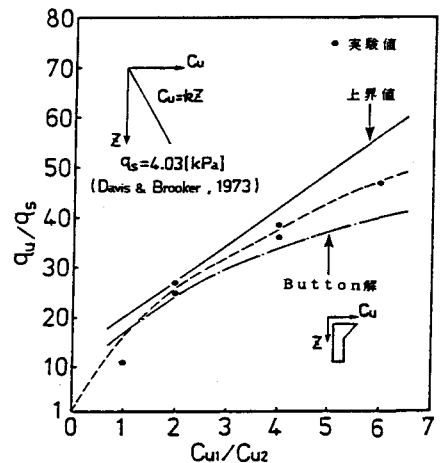


図-2 破壊メカニズム

<参考文献>

- 1) 池田、萩原、斉藤、木村：クラストを有する正規圧密地盤の作製、第21回土質工学研究発表会
- 2) 萩原、竹村、斉藤、中瀬：クラストを有する正規圧密地盤の支持力ならびに変形特性、第21回土質工学研究発表会
- 3) Davis & Booker(1973): "The effect of increasing strength with depth on the bearing capacity of clays", Geotechnique, vol.23.
- 4) Button, S.J. (1953): "The bearing capacity of Footings on a Two-Layer Cohesive Subsoil", Proc. 3rd I.C.S.M.F.E. vol.1.

図-3 $q_u/q_s - C_{U1}/C_{U2}$ 関係