

III-245 密なスコリアの不攪乱と攪乱試料を用いた遠心支持力実験の比較

群馬大学工学部 正会員 ○ 萩原 敏行
 広島大学工学部 正会員 日下部 治
 日本道路公団 正会員 前田 良刀
 株式会社 白石 正会員 大内 正敏

1. はじめに

筆者らは、密なスコリア地盤で実施された現場大型載荷試験¹⁾を、遠心装置内で不攪乱試料を用いてできるだけ忠実に再現した支持力実験を行い、荷重-沈下挙動、破壊メカニズムについて直接比較を行った結果の一部を既に報告した²⁾。本研究は、引続き不攪乱試料から再調整して作成した攪乱地盤について支持力実験を行い、支持力・変形特性、粒子破碎の観点から不攪乱地盤との比較を行ったものである。

2. 試料

実験試料のスコリアはN値70以上を示し、力学試験の結果から内部摩擦角に拘束圧依存性があり、100 kPa 程度の粘着力を有している¹⁾。写真-1は、不攪乱状態のスコリアの堆積状況を示したものであるが、非常に密な状態で堆積しており、またアンギュラリティも大きくせん断履歴により粒子破碎を示す特徴を有する。

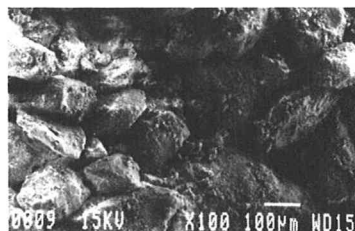


写真-1 スコリアの自然堆積状態

3. 遠心模型実験

遠心実験は宇都宮大学工学部に設置されている遠心実験装置(有効半径1.18 m)³⁾を用いて行った。試料容器は鋼製の直方体容器(299 × 498 × 262 mm)であり、載荷システムは、最大載荷能力5 tfの交流モーター(0.1 kW)と載荷ジャッキを直接容器上部に固定する方式とした。

攪乱地盤は、不攪乱地盤作成の残りの試料を使用し、攪乱操作は要素試験で用いた方法⁴⁾を採用した。攪乱地盤の作成手順は、まず木製箱(200 × 200 × 400 mm)の中で一層30 mmで5層に分けて締固める。締固め方法は、木製の板を試料表面に置き、その上からハンドバイブレーターで一層当たり10分間の振動を加える方法で行なった。その結果、攪乱試料平均の乾燥単位体積重量 γ_d は13.50 kN/m³となり、不攪乱地盤の平均値13.70 kN/m³に比較的近い密度を有する攪乱地盤を作成することができた。

模型フーチングは、鋼製で地盤剛性に比べ十分剛性が高く、底面にはセメントペーストを薄く敷き十分粗くなるようにした。荷重伝達方式は、フーチングの回転を許すヒンジ結合とした。実験手順は、不攪乱・攪乱地盤とも、まず、試料容器の下部から2時間通水を行い、地盤の飽和状態を高めた後、載荷システムをセットし、模型地盤表面を水で満たす。そして約4 分間で13.3 Gまで加速し、15分間同一Gを保持し、模型地盤内が平衡状態に達するのを待って載荷試験を開始した。その際、水深は模型地盤中央で地表面に一致するように保持した。載荷速度は4.0 mm/min、載荷保持時間 5 sec、除荷速度4.0 mm/minとした。

実験は、表

表-1 実験ケースおよび結果

実験ケース	L/B	γ^d (kN/m ³)	D50 (mm)	レキ分 (%)	降伏支持力 q _y (kPa)	q _y 時沈下 S _y /B	極限支持力 q _f (kPa)	q _f 時沈下 S _f /B	初期地盤反力係数 k _{vi} (kN/m ³)	
正方形 (L/B=1、B=3.0 cm)	US-1	3	12.80	2.90	59.2	4 606	0.240	5 989	0.335	67 568
および長方形 (L/B=3) 基礎 を不攪乱地盤 で7 ケース、 攪乱地盤で 4 ケースの計11	US-2	1	12.97	3.40	76.0	6 762	0.183	8 330	0.365	103 264
	US-3	3	13.80	2.20	53.0	4 802	0.213	6 968	0.450	59 722
	US-4	1	13.93	2.90	60.4	6 958	0.080	9 310	0.275	430 120
	US-5	3	12.10	1.17	33.3	4 704	0.210	5 586	0.375	61 488
	US-6	1	13.85	0.95	27.2	4 214	0.140	4 574	0.180	98 263
	US-7	3	13.80	0.95	17.3	4 655	0.180	6 006	0.300	68 843
	DS-1	3	13.23	1.20	26.7	2 303	0.300	2 646	0.400	20 800
DS-2	1	13.60	1.00	26.9	2 058	0.250	2 286	0.350	21 066	
DS-3	3	13.74	0.80	27.9	2 450	0.270	2 614	0.337	23 042	
DS-4	1	13.42	1.15	23.8	—	—	—	—	12 291	

注) US: 不攪乱 DS: 攪乱

4. 実験結果および考察

攪乱地盤で得られた荷重強度－沈下曲線を不攪乱地盤と比較したものが図－1である。攪乱地盤の結果は、正方形、長方形基礎とも不攪乱地盤に比べ、初期地盤反力係数、極限支持力とも小さいことがわかる。定量的な比較は、表－1の通りであるが、ここで特徴的なことは、地盤反力係数が1/3～1/5と小さいこと、再載荷時の地盤反力係数および降伏時の沈下量がほぼ同じであること、支持力値が1/2～1/4と大きく違うことである。この差異の原因は、攪乱による土の構造変化と考えられる。

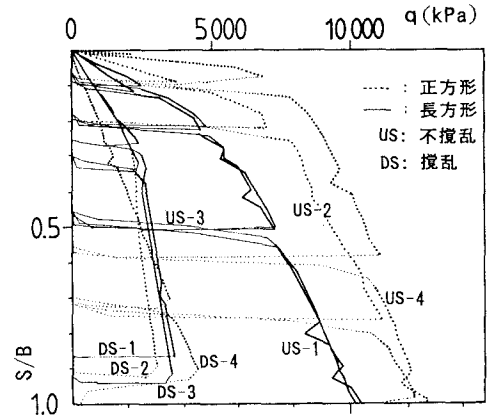
図－2は、三軸圧縮試験、平面ひずみ圧縮試験の応力－ひずみ曲線⁴⁾から得られた変形係数（ E_{50} 、初期変形係数 E_i ）を不攪乱試料と攪乱試料の比として各拘束圧レベルでプロットしたものである。図内には、遠心実験の荷重強度－沈下曲線から求めた不攪乱の初期地盤反力係数 k_{iU} と攪乱の結果（ k_{iD} ）との比のデータも示してある。攪乱試料に対する不攪乱試料の変形係数比は、拘束圧の増加につれて減少しているが、拘束圧1000 kPa付近では、その比は約 2.7で長方形基礎の遠心実験の地盤反力係数比の下限値にほぼ等しい。すなわち、遠心実験での初期地盤反力係数の劣化は、要素試験での変形係数の劣化とほぼ同程度となっている。

スコリアの載荷による粒子破碎の程度を調べるために、フーチング直下と十分離れた位置での試料の粒度分布を比較した。Marsalの方法で粒子破碎率 B_m を算出し、これと最大載荷重との関係をプロットしたものが図－3である。荷重レベルが増加すると粒子破碎率が増加する傾向は、図内に示してある現場試験結果と良く対応しており、遠心実験により現場試験のフーチング直下で生じた粒子破碎が再現されたものと考えられる。

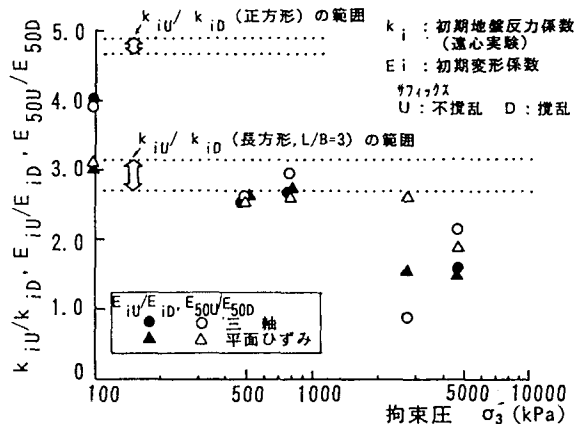
5. おわりに

今回行った遠心支持力実験結果より、攪乱により土のセメンテーションが破壊されること、粒子破碎の程度は不攪乱地盤と攪乱地盤とは異なることが確認された。

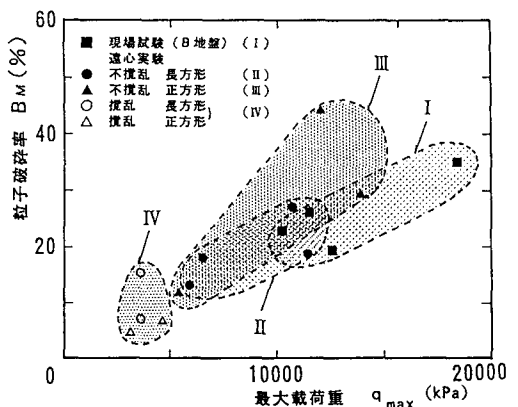
【参考文献】1) 前田・日下部・大内：密なスコリア層における大型三次元基礎の支持力特性、土木学会論文集、No.398/III-15, pp.97-106, 1991. 2) 日下部・萩原・前田・大内：不攪乱スコリアを用いた支持力遠心実験と現場載荷試験との比較、第27回土質工学研究発表会（投稿中） 3) Kusakabe, O., Yamaguchi, H. and Morikage, A.: Experimental and analysis on the scale effect of N for circular and rectangular footings, Centrifuge 91', pp.179-186, 1991. 4) 日下部・前田・大内・萩原：不攪乱スコリアの強度・変形特性と攪乱の影響、土木学会論文集、No.439/III-17, pp.69-78, 1991.



図－1 荷重－沈下曲線（不攪乱と攪乱の比較）



図－2 変形係数、地盤反力係数の比較



図－3 最大載荷重と粒子破碎率との関係