

東京工業大学大学院

竹村 次朗

東京工業大学

木村 孟

同 上

中瀬 明男

同 上

斎藤 邦夫

1. 序

サンドコンパクションパイル等の柱体による補強されたいわゆる複合地盤の力学性状は極めて複雑であり、各方面でさまざまな研究が行われているにもかかわらず、主として実験上の困難さのために、その全貌が明らかにされるに至っていない。本研究は砂柱で補強された軟弱粘土層の力学性状と応力に関する相似則を満足させ得る遠心載荷装置を用いて実験的に調べ、最適改良中等に関する工学的に有用な情報を得ることを試みたものである。

2. 試料および実験方法

i). 試料 ; 本実験に使用した試料は塑性指数30の川崎粘土で、その物理的、力学的特性を表-1に示す。

ii). 模型地盤の作製 ; 遠心載荷用土槽(内寸法:長 $\times$ 深 $\times$ 巾 $400 \times 400 \times 145$ mm)底部に汚泥砂を撒き出し、締め固めて排水層とし、ここに十分脱気したスラリー状粘土を投入して 19.6 kN/m^2 の圧力で予圧密を行なった。1回当りの投入量は最初の一層を除き、圧密圧力 39.2 kN/m^2 の下で層厚が 20 mm となるような量である。予圧密終了後、粘土層上に変位測定用マーカーを 20 mm 間隔に配置した。これは6層にわたって繰返した後、圧密圧力を 39.2 kN/m^2 に上げて最終圧密を行なった。なと圧密終了時間は時間 $\sim$ 圧密沈下量関係よりいわゆる3 σ 法により定めた。このようにして層厚 110 mm の模型粘土地盤を作製した。

川崎粘土	
土粒子比重 G_s	2.69
液性限界 w_L %	55.3
塑性限界 w_p %	25.9
塑性指数 I_p	29.4
強度増加率 C_u/p	0.385
有効内部摩擦角 ϕ	38.0

表-1

一方砂柱は水と張り、試験管(内寸法: $\phi = 14 \text{ mm}$, $l = 150 \text{ mm}$)内に気乾状態の豊浦砂を注ぎ込み、バイブレーターで加振し気泡の除去と密度調整($\gamma_d = 16 \text{ kN/m}^3$)を行ない、その後凍結させて作製した。

複合地盤は砂柱の配置が格子状になるよう先に述べた模型粘土地盤上に前以て打設位置を定め、ハンドオーガー($\phi = 13 \text{ mm}$)で排水層に通ずるように孔をうがち、凍結した砂柱を押し込んで作製した。なお今回の実験では砂置換率 A_s を23%, 36%の二種とし、改良中については図-1に示す如く $W/B = 1, 2, 3$ の三通りに変化させた。砂柱の融解を確認した後、模型地盤上にフーリングとセットし遠心載荷装置に取り付け遠心加速度 $50g$ の下で油圧ジャッキを用いて載荷試験を行なった。

載荷速度は約 1 mm/分 である。また載荷中、1分毎に写真撮影を行ない地盤内変位の経時変化についても観測した。

3. 実験結果及び考察

粘土のみ未改良地盤と砂柱による改良を行なった複合地盤の荷重 $\sim$ 沈下曲線を図-2に示す。いずれの曲線においても明瞭な折点を得られなかつたので、改良の度合を知るため、表-2に示す如く2.5, 5, 10%の三種の沈下量に対する荷重強度と $A_s = 23, 36\%$ の両地盤について比較した。改良地盤の剛性は未改良地盤

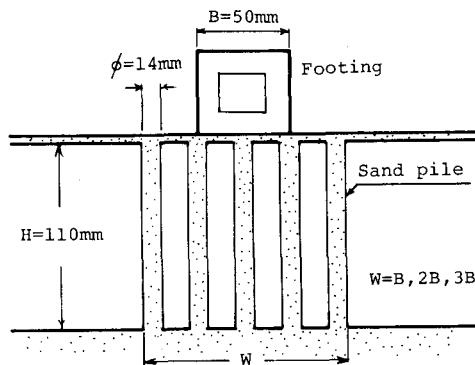


図-1

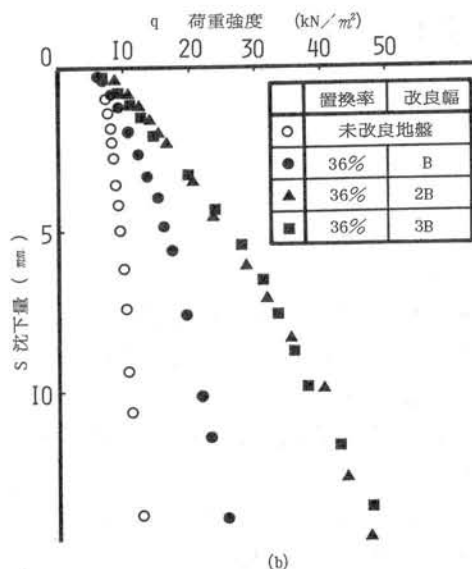
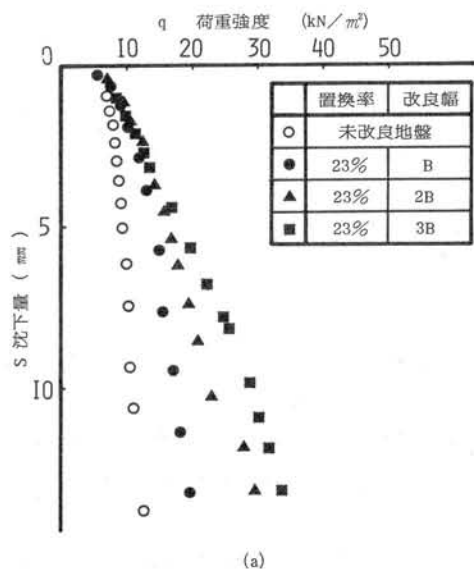


図 - 2

のそれに比してかなり大きく、砂柱による改良がとくに沈下阻止効果の面で効果的であることがわかる。改良中1Bでは置換率の差が殆ど認められないのに対し2Bを超える改良では高置換率の場合に改良効果が大きくなっている。またいずれの置換率においても、改良中も2Bから3Bへと増加させたときの改良効果の増大はとてはなく、経済性と考慮すると1Bと2Bの間に最適改良中が存在するものと推察できる。写真-1

沈下量 (mm)	未改良 地 盤	複合地盤 $A_s=23\%$			複合地盤 $A_s=36\%$		
		W/B			W/B		
		1	2	3	1	2	3
2.5	81	110	122	117	119	165	160
5	93	145	157	178	162	245	256
10	108	171	225	282	213	380	400

(単位 : kN/m^2)

表-2

、2は地盤内に打設した砂柱の破壊後の状況は1Bと2Bの改良について示したものである。1Bの改良では明瞭なすべり面が発生し、この面に沿って砂柱がせん断されている。これに対し2Bではこのような現象は観察されず、載荷板端に近い砂柱は外側に傾斜し、中心付近の砂柱は断面積が倍近くになる程の大きな圧縮を受けている。荷重～沈下曲線と1B改良の方が2Bよりもやや全般せん断的様相を呈しているように見える。

これにより、砂柱と同じように改良した地盤でも改良中比 W/B の違いによってその破壊に至る機構が大きく異なる可能性のあることが示唆された。

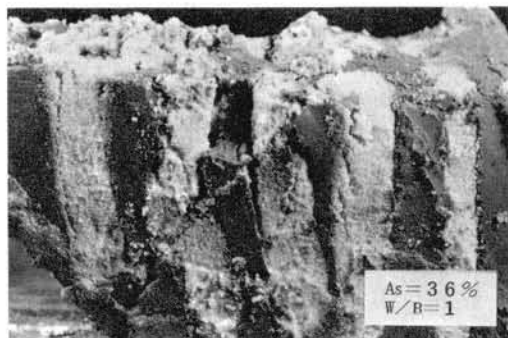


写真- 1

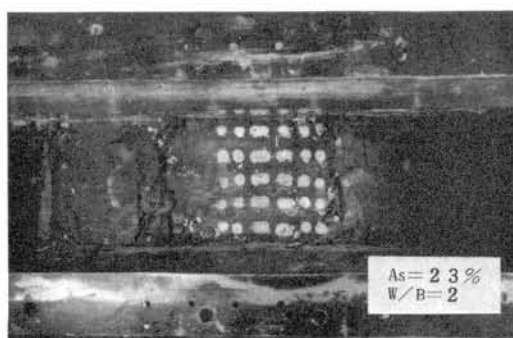


写真- 2