

11. 全自動圧密試験機の紹介

浅 田 毅
溝 口 義 弘

要 旨

近年、話題の高まっているウォーターフロント、ジオフロントでの開発を行っていくにあたって、地盤の沈下を予測するために必要な高圧圧密試験を行うことができる試験機が必要とされている。本報告書はこのたび、技術研究所の開設にともない、土質試験室内に新しく51.2 kgf/cm²まで載荷できる全自動高圧圧密試験機を設置したので、その機器の内容を紹介するものである。

キーワード

高圧圧密試験機／試験機の構造／制御、集録・処理システム

目 次

1. はじめに
2. 試験機の構造および制御、集録・処理システム
3. 出力例
4. あとがき

11. INTRODUCTION TO A FULL-AUTOMATIC CONSOLIDATION APPARATUS

Tsuyoshi Asada
Yoshihiro Mizoguchi

Abstract

To successfully develop the water front and geo-front, which have recently attracted high interest, an apparatus is needed to execute the high-pressure consolidation test necessary to obtain settlement of subsoils. Recently, we installed a full-automatic high-pressure consolidation apparatus capable of loading up to 51.2kgf/cm² in our laboratory. We prepared this report for your knowing the details of this apparatus.

1. はじめに

ウォーターフロント開発工事などで埋立てによる土地造成が大規模になると、高盛土および長大な構造物の上載荷重による影響が基礎地盤の深部まで及ぶことになる。したがって、沖積粘土地盤はもちろんのこと、地下100～200mの洪積粘土地盤の沈下を考慮する必要がある。このような洪積粘土では圧密降伏応力（ R_c ）が15～25kgf/cm²にもなり、標準の圧密試験機では圧密降伏応力を求めることができない。この度、技術研究所に設置した圧密試験機は、25.6, 51.2kgf/cm²の高荷重段階まで載荷できる試験機であり、この目的にこたえてくれるものと思っている。以下、この試験機の構造、制御およびデータの集録・処理システムについて述べる。

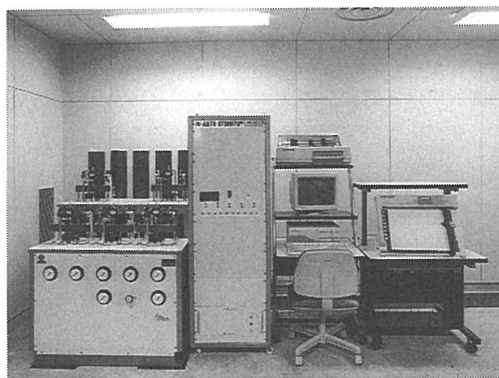


写真-1 試験装置

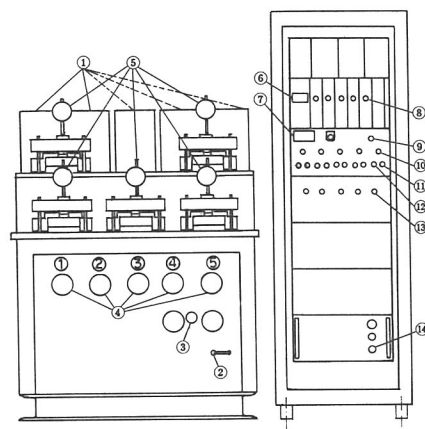
2. 試験機の構造および制御・処理システム

本試験機は、パーソナルコンピュータによって試験の開始から終了まで荷重の載荷、計測を自動に行うとともに、計測データの集録、計算および結果まで自動的に出力するシステムを有している。

2.1 試験機の構造

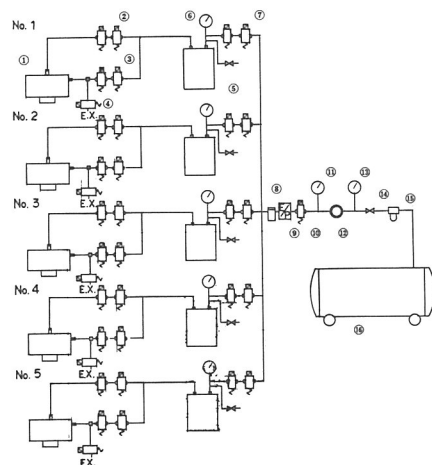
低荷重（ここでは0.1～3.2kgf/cm²）から高荷重（ここでは6.4～51.2kgf/cm²）までの自動載荷を制御しやすいように、空気圧による載荷装置を採用している。図-1は試験装置の模式図であり、載荷装置本体と制御ボックス各部の名称を示している。

図-2は圧力制御ブロック図であるが、コンプレッサで作られた圧縮空気は開閉弁②、レギュレータ③、一次圧力電磁弁⑩を通り、所定の圧力になるようにE/P弁⑨が開かれ、二次圧力電磁弁⑦を通して蓄圧タンク⑤に供給される。タンク内の圧力が設定された値



- | | |
|--------------|-------------|
| ①蓄圧タンク | ②開閉弁 |
| ③レギュレータ | ④圧力計 |
| ⑤変位計 | ⑥温度計 |
| ⑦空圧計 | ⑧リセットボタン |
| ⑨一次圧力弁 SW. | ⑩二次圧力弁 SW. |
| ⑪低圧用圧力弁 SW. | ⑫高圧用圧力弁 SW. |
| ⑬高圧圧力排気弁 SW. | ⑭電源 SW. |

図-1 試験装置の模式図



- | | |
|---------|----------|
| ①負荷シリンダ | ②低圧用圧力弁 |
| ③高圧用圧力弁 | ④高圧圧力排気弁 |
| ⑤蓄圧タンク | ⑥圧力計 |
| ⑦二次圧力弁 | ⑧ブースタ |
| ⑨E/P弁 | ⑩一次圧力弁 |
| ⑪圧力計 | ⑫レギュレータ |
| ⑬圧力計 | ⑭開閉弁 |
| ⑮エアクリーナ | ⑯コンプレッサ |

図-2 圧力制御ブロック線

になると、低圧部の場合は電磁弁②，高圧部では電磁弁③が開いて、負荷シリンダに圧縮空気ははいり、加圧板を介して試料に加圧される。载荷は各圧密箱毎，各荷重段階毎個々に可能な構造となっている。

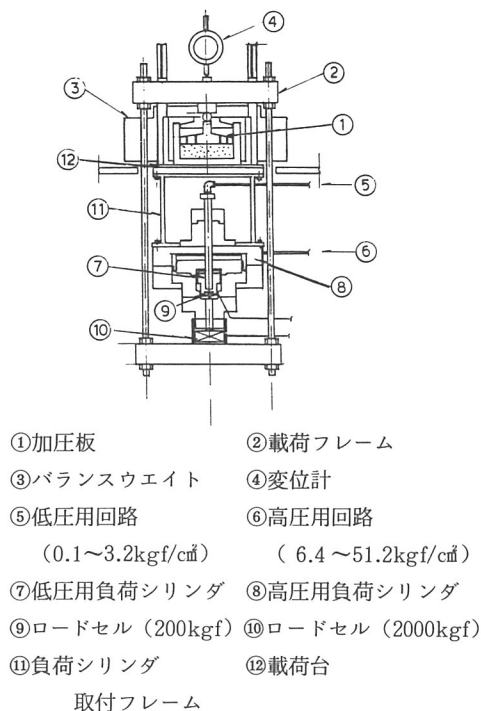


図-3 载荷装置の構造

図-3は载荷装置の構造を示したものであるが、低圧部では低圧用回路⑤を通して低圧用負荷シリンダ⑦に圧縮空気が供給され、ロードセル⑨（最大200kgf）で载荷荷重が測定される。低圧部から高圧部に荷重段階が移る場合は、低圧用回路は電磁弁によって閉じられ、高圧用回路⑥が開かれて高圧用負荷シリンダ⑧に圧縮空気が供給され、荷重の測定はロードセル⑩（最大2tf）によって行なわれる。

空圧式の場合、各接合部等からの空気漏れや、実験室の温湿度（当社では恒温恒湿室に設置）が一定していないと、空気の体積変化等が起こり载荷荷重が一定せず、不安定な状態になる。そのため本装置では、図-4に示すようにロードセル①、ロードセル③、CPU、E/P弁、蓄圧タンクを結ぶフィードバック回路を設け、荷重が一定になるような载荷システムとなっている。写真②は、図-4に示した負荷シリンダの実物写真である。

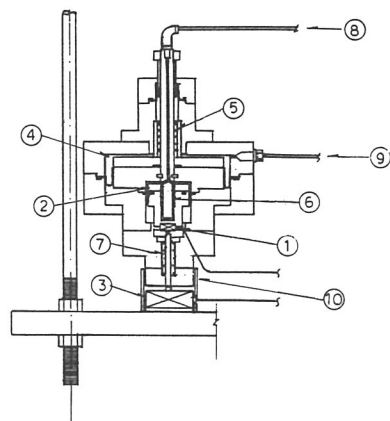


図-4 負荷シリンダの構造

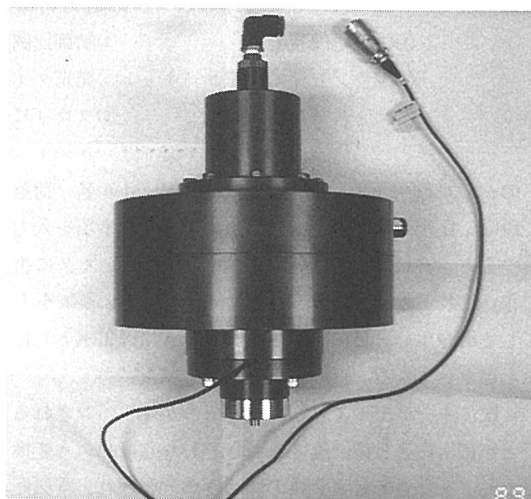


写真-2 負荷シリンダ

2.2 試験機の制御・処理システム

前述したように、本試験機はパーソナルコンピュータによって試験の開始から終了までの制御・データの集録・計算および結果の出力までの処理を自動的に行うとともに、試験の载荷状況をディスプレイ上でモニターすることができる。

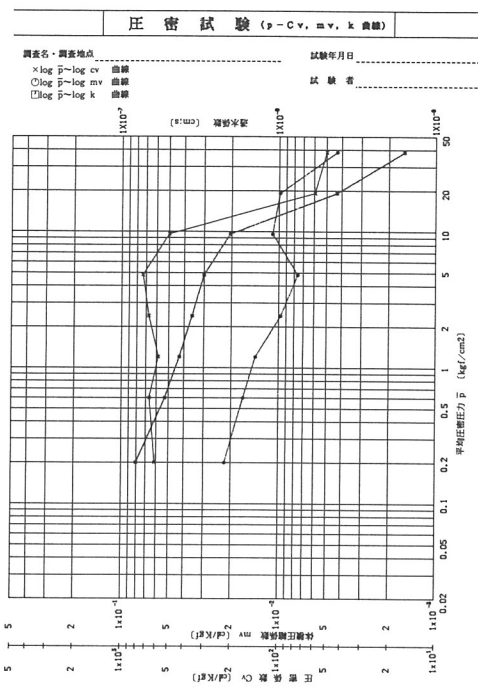
図-5はシステムの機器構成と接続系統図を示している。パーソナルコンピュータ（PC -9801 R X 4）

出力例①

圧密試験 (計算書)

JIS A 1217		圧密試験 (計算書)				報告用紙	
調査名・調査地点		試験年月日				年 月 日	
試験番号・深さ: No. R-1		(92.7m ~ 93.5m)				試験者	
試験の状況		直径		φ		試験機番号	
土質名称		高 さ		A, mm		含水比 w, %	
土質の記号		間 隙		e, mm		体 積 比 f, %	
原 状 含 水 率 w ₀ , %		乾 燥 質 量 m _s , g		58.19		間 隙 比 e _v	
液 性 界 限 w _L , %		質量部の高さ A _s , cm		0.7351		飽 和 度 S _r , %	
塑 性 指 数 I _p , %		圧縮率 Δe		28.27		計算式	
圧 力 P, kgf/cm ²		試験高さ h, cm		平均試験高さ $\bar{h}$, cm		体 積 比 f	
圧 縮 率 Δe		圧縮率 Δe		圧縮率 Δe		間 隙 比 e	
0.00		0.40		2.000		1.8888	
1.00		0.40		2.4		1.888	
2.00		0.40		2.8		1.985	
3.00		0.80		7.9		1.885	
4.00		1.60		14.9		1.877	
5.00		3.20		25.9		1.857	
6.00		5.40		128.8		1.888	
7.00		12.80		315.4		1.818	
8.00		25.80		884.2		1.503	
9.00		31.20		184.2		1.410	
10.00		31.20		184.2		1.319	
11.00		31.20		184.2		1.319	
12.00		31.20		184.2		1.319	
13.00		31.20		184.2		1.319	
14.00		31.20		184.2		1.319	
15.00		31.20		184.2		1.319	
16.00		31.20		184.2		1.319	
17.00		31.20		184.2		1.319	
18.00		31.20		184.2		1.319	
19.00		31.20		184.2		1.319	
20.00		31.20		184.2		1.319	
21.00		31.20		184.2		1.319	
22.00		31.20		184.2		1.319	
23.00		31.20		184.2		1.319	
24.00		31.20		184.2		1.319	
25.00		31.20		184.2		1.319	
26.00		31.20		184.2		1.319	
27.00		31.20		184.2		1.319	
28.00		31.20		184.2		1.319	
29.00		31.20		184.2		1.319	
30.00		31.20		184.2		1.319	
31.00		31.20		184.2		1.319	
32.00		31.20		184.2		1.319	
33.00		31.20		184.2		1.319	
34.00		31.20		184.2		1.319	
35.00		31.20		184.2		1.319	
36.00		31.20		184.2		1.319	
37.00		31.20		184.2		1.319	
38.00		31.20		184.2		1.319	
39.00		31.20		184.2		1.319	
40.00		31.20		184.2		1.319	
41.00		31.20		184.2		1.319	
42.00		31.20		184.2		1.319	
43.00		31.20		184.2		1.319	
44.00		31.20		184.2		1.319	
45.00		31.20		184.2		1.319	
46.00		31.20		184.2		1.319	
47.00		31.20		184.2		1.319	
48.00		31.20		184.2		1.319	
49.00		31.20		184.2		1.319	
50.00		31.20		184.2		1.319	
51.00		31.20		184.2		1.319	
52.00		31.20		184.2		1.319	
53.00		31.20		184.2		1.319	
54.00		31.20		184.2		1.319	
55.00		31.20		184.2		1.319	
56.00		31.20		184.2		1.319	
57.00		31.20		184.2		1.319	
58.00		31.20		184.2		1.319	
59.00		31.20		184.2		1.319	
60.00		31.20		184.2		1.319	
61.00		31.20		184.2		1.319	
62.00		31.20		184.2		1.319	
63.00		31.20		184.2		1.319	
64.00		31.20		184.2		1.319	
65.00		31.20		184.2		1.319	
66.00		31.20		184.2		1.319	
67.00		31.20		184.2		1.319	
68.00		31.20		184.2		1.319	
69.00		31.20		184.2		1.319	
70.00		31.20		184.2		1.319	
71.00		31.20		184.2		1.319	
72.00		31.20		184.2		1.319	
73.00		31.20		184.2		1.319	
74.00		31.20		184.2		1.319	
75.00		31.20		184.2		1.319	
76.00		31.20		184.2		1.319	
77.00		31.20		184.2		1.319	
78.00		31.20		184.2		1.319	
79.00		31.20		184.2		1.319	
80.00		31.20		184.2		1.319	
81.00		31.20		184.2		1.319	
82.00		31.20		184.2		1.319	
83.00		31.20		184.2		1.319	
84.00		31.20		184.2		1.319	
85.00		31.20		184.2		1.319	
86.00		31.20		184.2		1.319	
87.00		31.20		184.2		1.319	
88.00		31.20		184.2		1.319	
89.00		31.20		184.2		1.319	
90.00		31.20		184.2		1.319	
91.00		31.20		184.2		1.319	
92.00		31.20		184.2		1.319	
93.00		31.20		184.2		1.319	
94.00		31.20		184.2		1.319	
95.00		31.20		184.2		1.319	
96.00		31.20		184.2		1.319	
97.00		31.20		184.2		1.319	
98.00		31.20		184.2		1.319	
99.00		31.20		184.2		1.319	
100.00		31.20		184.2		1.319	
101.00		31.20		184.2		1.319	
102.00		31.20		184.2		1.319	
103.00		31.20		184.2		1.319	
104.00		31.20		184.2		1.319	
105.00		31.20		184.2		1.319	
106.00		31.20		184.2		1.319	
107.00		31.20		184.2		1.319	
108.00		31.20		184.2		1.319	
109.00		31.20		184.2		1.319	
110.00		31.20		184.2		1.319	
111.00		31.20		184.2		1.319	
112.00		31.20		184.2		1.319	
113.00		31.20		184.2		1.319	
114.00		31.20		184.2		1.319	
115.00		31.20		184.2		1.319	
116.00		31.20		184.2		1.319	
117.00		31.20		184.2		1.319	
118.00		31.20		184.2		1.319	
119.00		31.20		184.2		1.319	
120.00		31.20		184.2		1.319	
121.00		31.20		184.2		1.319	
122.00		31.20		184.2		1.319	
123.00		31.20		184.2		1.319	
124.00		31.20		184.2		1.319	
125.00		31.20		184.2		1.319	
126.00		31.20		184.2		1.319	
127.00		31.20		184.2		1.319	
128.00		31.20		184.2		1.319	
129.00		31.20		184.2		1.319	
130.00		31.20		184.2		1.319	
131.00		31.20		184.2		1.319	
132.00		31.20		184.2		1.319	
133.00		31.20		184.2		1.319	
134.00		31.20		184.2		1.319	
135.00		31.20		184.2		1.319	
136.00		31.20		184.2		1.319	
137.00		31.20		184.2		1.319	
138.00		31.20		184.2		1.319	
139.00		31.20		184.2		1.319	
140.00		31.20		184.2		1.319	
141.00		31.20		184.2		1.319	
142.00		31.20		184.2		1.319	
143.00		31.20		184.2		1.319	
144.00		31.20		184.2		1.319	
145.00		31.20		184.2		1.319	
146.00		31.20		184.2		1.319	
147.00		31.20		184.2		1.319	
148.00		31.20		184.2		1.319	
149.00		31.20		184.2		1.319	
150.00		31.20		184.2		1.319	
151.00		31.20		184.2		1.319	
152.00		31.20		184.2		1.319	
153.00		31.20		184.2		1.319	
154.00		31.20		184.2		1.319	
155.00		31.20		184.2		1.319	
156.00		31.20		184.2		1.319	
157.00		31.20		184.2		1.319	
158.00		31.20		184.2		1.319	
159.00		31.20		184.2		1.319	
160.00		31.20		184.2		1.319	
161.00		31.20		184.2		1.319	
162.00		31.20		184.2		1.319	
163.00		31.20		184.2		1.319	
164.00		31.20		184.2		1.319	
165.00		31.20		184.2		1.319	
166.00		31.20		184.2		1.319	
167.00		31.20		184.2		1.319	
168.00		31.20		184.2		1.319	
169.00		31.20		184.2		1.319	
170.00		31.20		184.2		1.319	
171.00		31.20		184.2		1.319	
172.00		31.20		184.2		1.319	
173.00		31.20		184.2		1.319	
174.00		31.20		184.2		1.319	
175.00		31.20		184.2		1.319	
176.00		31.20		184.2		1.319	
177.00		31.20		184.2		1.319	
178.00		31.20		184.2		1.319	
179.00		31.20		184.2		1.319	
180.00		31.20		184.2		1.319	
181.00		31.20		184.2		1.319	
182.00		31.20		184.2		1.319	
183.00		31.20		184.2		1.319	
184.00		31.20		184.2		1.319	
185.00		31.20		184.2		1.319	
186.00		31.20		184.2		1.319	
187.00		31.20		184.2		1.319	
188.00		31.20		184.2		1.319	
189.00		31.20		184.2		1.319	
190.00		31.20		184.2		1.319	
191.00		31.20		184.2		1.319	
192.00		31.20		184.2		1.319	
193.00		31.20		184.2		1.319	
194.00		31.20		184.2		1.319	
195.00		31.20		184.2		1.319	
196.00		31.20		184.2		1.319	
197.00		31.20		184.2		1.319	
198.00		31.20		184.2		1.319	
199.00		31.20		184.2		1.319	
200.00		31.20		184.2		1.319	
201.00		31.20		184.2		1.319	
202.00		31.20		184.2		1.319	
203.00		31.20		184.2		1.319	
204.00		31.20		184.2		1.319	
205.00		31.20		184.2		1.319	
206.00		31.20		184.2		1.319	
207.00		31.20		184.2		1.319	

圧密試験（e-LogP曲線）



4. あとがき

Ma.12～Ma. 9（地下100～200 mの海成粘土）のような洪積粘土の場合、過圧密比（OCR）が1.1～1.3であっても上載荷重によって2次圧密がおこり、期間も比較的長期にわたる場合がある。また出力例でも示しているように、圧密沈下曲線の作成方法により圧密降伏応力の値に大きなバラツキがみられるという指摘がなされている。したがって今後この試験機を使って長期の圧密試験を行い、洪積粘土のクリープ的な挙動を研究するとともに、荷重増加率 $\Delta P / P = 1$ （標準荷重）での圧密試験で求めた圧密降伏応力 P_c 、 $\Delta P / P < 1$ の小載荷巾での圧密試験で求めた P_c 、定ひずみ試験で求めた P_c の各値を比較検討してその整合性を研究していきたいと考えている。