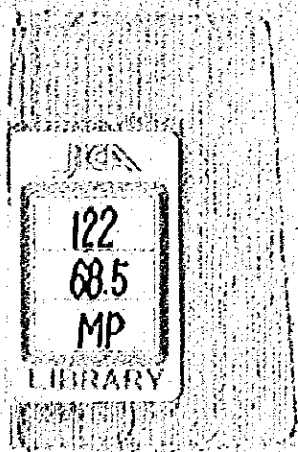


タイ 国
バンコック首都圏都市ガス供給計画調査団報告書

(附 属 書)

昭和50年12月

国際協力事業団



タイ国
バンコック首都圏都市ガス供給計画調査団報告書

(附属書)

昭和50年12月

国際協力事業団

JICA LIBRARY



1050144[3]

日本
国際協力事業団

()

国際協力事業団	
受入 月日 '84. 3. 19	122
登録No. 00776	68.5
	MP

国際協力事業団

目 次

附 屬 書

A	REPORT ON SOIL AND FOUNDATION INVESTIGATION.....	1
B	INFERENCE FOR UNBVEN SETTLEMENT IN THE BANGKOK AREA	41
C	STRESS COMPUTATION OF UNDERGROUND LAYING PIPB.....	47
D	調查團行程表.....	51

附 属 書 A

REPORT ON SOIL AND FOUNDATION INVESTIGATION

INTRODUCTION

1. Purpose

The investigation described in this report was performed to obtain typical soil profiles and soil properties at selected locations to use in a preliminary study of the geotechnical aspects of the feasibility of a town gas supply system for the city of Bangkok.

2. Authorization

This investigation was conducted under a grant to the Asian Institute of Technology by the Japan International Cooperation Agency.

3. Scope

The scope of this investigation was as outlined in the proposal from the Asian Institute of Technology to the Japan International Cooperation Agency in October 1974 and modified in a letter from A.I.T. to J.I.C.A. dated November 5, 1974.

TEST BORINGS

1. Number and Depth

Ten (10) test borings were drilled at location selected in the field by Mr. K. Okamoto of the Japan International Cooperation Agency. The locations of the bore holes are indicated on Figs. 1, 2 and 3.

Four of the test borings were drilled to depths exceeding 30 meters using rotary drilling equipment. Six test borings were drilled to a depth of 5.3 meters below the existing ground surface using a manually operated auger. A summary of the test borings is given as follows:

Table 1 - Test Borings Performed

Boring No.	Location	Type	Depth
2	Plant Site	Rotary	31.5 m.
3	Plant Site	Rotary	30.4 m.
4	Transmission Line	Manual	5.3 m.
5	Transmission Line	Manual	5.3 m.
6	Transmission Line	Manual	5.3 m.
7	Transmission Line	Manual	5.3 m.
8	Transmission Line	Manual	5.3 m.
9	Gas Holder	Rotary	30.4 m.
11	Transmission Line	Manual	5.3 m.
12	Klong Crossing	Rotary	30.4 m.

2. Boring Logs

Logs of the deeper test borings, Boring Nos. 2, 3, 9 and 12 are presented in Figs. 4 through 7. Logs of the shallower test borings, Boring Nos. 4, 5, 6, 7, 8 and 11 are presented in Figs. 8 and 9.

3. Samples Obtained

In each of Test Boring Nos. 2, 3, 9 and 12, 7.6 cm. diameter undisturbed thin walled tube samples (Shelby Tubes) and 0.5 meter in length were obtained at three depths, two (2) spaced in the soft clay and one (1) in the stiff clay. In addition, in each of these Test Borings, several split spoon samples were obtained at depth intervals throughout the stiff clay.

The Standard Penetration Test was performed as each of the split spoon samples was obtained and the N value was recorded on the Boring Log. N is the number of blows of a 63.6 kg. (140 lb.) hammer falling 76.2 cm. (30 in.) required to drive a standard 5.1 cm. (2 in.) diameter sampler a distance of 30.5 cm. (12 inches).

One (1) undisturbed tube sample was obtained from the bottom of each of Test Boring Nos. 4, 5, 6, 7, 8 and 11.

LABORATORY TESTS PERFORMED

1. Identification Tests

All samples were identified visually. The liquid limit and plastic limit of a sample of the soil

Table 2 - Soil Properties

Bore Hole No.	Sample No.	Depth, m.	PL %	W %	LL %	Y_t $\frac{t}{m^2}$	G	Q_u $\frac{t}{m^2}$
2	2-1	40-47	39.1	110.4	111.0	1.40	2.77	2.9
2	2-2	120-126	30.8	63.7	7.9	1.59	2.73	6.8
2	2-3	180-186	27.8	28.1	7.87	1.95	2.73	1.35
3	3-1	40-47	40.8	103.8	102.0	1.41	2.67	3.1
3	3-2	120-127	30.9	74.7	69.0	1.52	2.72	6.0
3	3-3	180-185	22.0	35.2	63.2	1.82	2.76	2.25
4	4-1	47-53	23.7	59.5	57.9	1.64	2.71	-
5	5-1	47-53	32.7	95.6	87.5	1.51	2.74	-
6	6-1	47-53	26.4	58.1	57.6	1.66	2.71	-
7	7-1	47-53	28.1	78.1	63.7	1.59	2.76	-
8	8-1	47-53	28.4	77.0	74.1	1.58	2.73	-
9	9-1	43-46	25.9	76.8	53.1	1.55	2.72	2.2
9	9-2	100-106	32.1	76.6	81.5	1.55	2.63	4.8
9	9-3	190-196	23.0	43.8	63.2	1.79	2.69	1.45
11	11-1	47-53	26.0	72.9	66.5	1.62	2.75	-
12	12-1	46-52	23.9	58.9	70.8	1.57	2.67	1.3
12	12-2	120-126	33.5	75.6	84.8	1.55	2.73	8.0
12	12-3	202-206	19.5	26.3	49.7	1.93	2.74	1.25

Notes: PL = Plastic limit, W = Natural water content,
 LL = Liquid limit, Y_t = Total unit weight,
 G = Specific gravity, Q_u = Unconfined compressive strength

from each undisturbed tube were obtained. These determinations were performed in accordance with ASTM Designation D423-66 and D424-59 (1971) respectively.

The grain size distribution of a sample of soil from each undisturbed tube sample was determined in accordance with ASTM Designation D422-63 (1972) and the results of these determinations are presented in Figs. 28 through 33.

The Specific Gravity of the soil solids in a sample of soil from each undisturbed tube sample was determined in accordance with ASTM Designation D854-58 (1972) and the natural water content and total unit weight of a sample from each undisturbed tube were determined.

The results of all of these identification tests are included in Table 2.

2. Unconfined Compression Tests

The unconfined compressive strength of a sample of soil from each undisturbed tube sample in Boring Nos. 2, 3, 9 and 12 was determined according to ASTM Designation D2166-66 (1972). Samples 3.5 cm. in diameter by 7.1 cm. high were shear at a constant strain rate of 1% min. The unconfined compressive stress plotted against axial strain are presented in Figs. 10 through 21. One-half of the unconfined compressive strength is often used as an estimate of the undrained shear strength of soils.

3. Consolidation Tests

Six (6) one dimensional consolidation tests were performed on the undisturbed samples from Borings 2 and 3. These tests were performed on samples 6.5 cm. in diameter and 2.00 cm. original height, drained from both the top and the bottom in accordance with ASTM Designation D2435-70 using pressure increments as specified by the J.I.C.A.

Compression vs. time readings were taken and the coefficient of consolidation (C_v) estimated by both the log of time and the squareroot of time fitting method for each loading increment. The results of consolidation tests are presented in Figs. 22 through 27. The compression index (C_c) values reported are based on the compression between successive load increments.

CONCLUSIONS

1. Soil Profile

Based on the Boring Logs obtained, the soil profile at all locations is typical of the Bangkok area and consists of from 0.5 to 2.0 m. of miscellaneous fill or medium clay with root holes

over a dark grey soft clay deposit. The soft clay overlies a deposit of stiff clay encountered at a depth of from 14.5 to 17 meters in Boring Nos. 2, 3, 9 and 12. A dense sand deposit was reported below the stiff clay, in these borings and the stiff clay varied in thickness from 4 meters in Boring No. 3 to 16½ meters in Boring No. 2. A typical soil profile in the Bangkok area would consist of a stiff surface crust of weathered clay up to 4 meters in thickness overlying a deposit of soft, highly compressible, dark grey clay extending to a depth of approximately 10 to 15 meters below the ground surface. The soft clay overlies a deposit of stiff of varying thickness. Below the stiff clay, a dense fine sand and gravel stratum is typically encountered.

2. Soft Clay

The soft clay at a depth of about 5 meters in all borings except No. 12 and at 12 meters in Boring No. 3 was found to have a natural water content in excess of the liquid limit. This indicates that the soil would have a very low shear strength and would approach the consistency of viscous liquid if remolded. The natural water content became less than the liquid limit as the depth into the soft clay increased.

The consolidation tests on the soft clay samples from Boring Nos. 2 and 3 indicate that the material is highly compressible at pressures much in excess of the existing overburden pressure.

3. Stiff Clay

The clay underlying the soft clay is medium stiff to stiff in consistency. The consolidation tests on samples from Boring Nos. 2 and 3 indicate that the material has low to moderate compressibility and is over-consolidated.

FACTORS RELATED TO TOWN GAS PROJECT

1. Pipe Line

(a) Trenches

All but very shallow trenches should be thoroughly braced for safety. The bottom of trenches which penetrate through the upper weather zone may be unstable. Trench bottoms in the soft clay will probably become very muddy and will be difficult to work in. Proper compaction of material excavated from trenches used as back fill will be difficult at natural moisture contents. It should be assumed that the ground water level is at or above the upper clay surface and provisions for dewatering the trenches must be made.

(b) Settlement

Settlement of a pipe line could result from at least the following three causes: (1) General surface subsidence from deep well pumping, (2) Addition of loads over or adjacent of the pipe line and (3) Back-filling the trench with heavier material.

Surface subsidence due to deep well pumping is known to be occurring in Bangkok and while resulting settlements will generally be uniform the effect of subsidence should be considered.

The most severe danger of detrimental settlement of a pipe line would result from the placement of surface loads adjacent to or on top of the back filled ditch. Loads resulting from fill placed over or adjacent to the pipe line, roadway embankments crossing the pipe line and other superimposed loads could cause large settlements and detrimental differential settlements at critical locations.

Settlements of the pipe line could result if the trench would be back-filled with material considerably denser than the natural soil (e.g. compacted sand). Such settlement would be uniform and probably not large, but this should be further investigated for cases of deep trenches.

2. Foundations

Medium weight structures and pipe line along crossing would probably be founded on piles (e.g. pre-cast concrete) driven into the stiff clay. Heavy structures would probably be founded on piles driven through the stiff clay into the underlying sand. The pile design loads should be estimated based on further more detailed test borings at exact locations of structures and laboratory tests. Final design pile loads should be based on pile load tests on selected piles driven in the field.

Small light structures (valve boxes, gage houses, etc.) could possibly be founded on spread footings based in the upper weathered zone or on short friction piles.

The use of fill to raise the level of any site should be considered carefully in relation to possible large resulting settlements and downdrag or negative skin friction loads on piles through the fill.

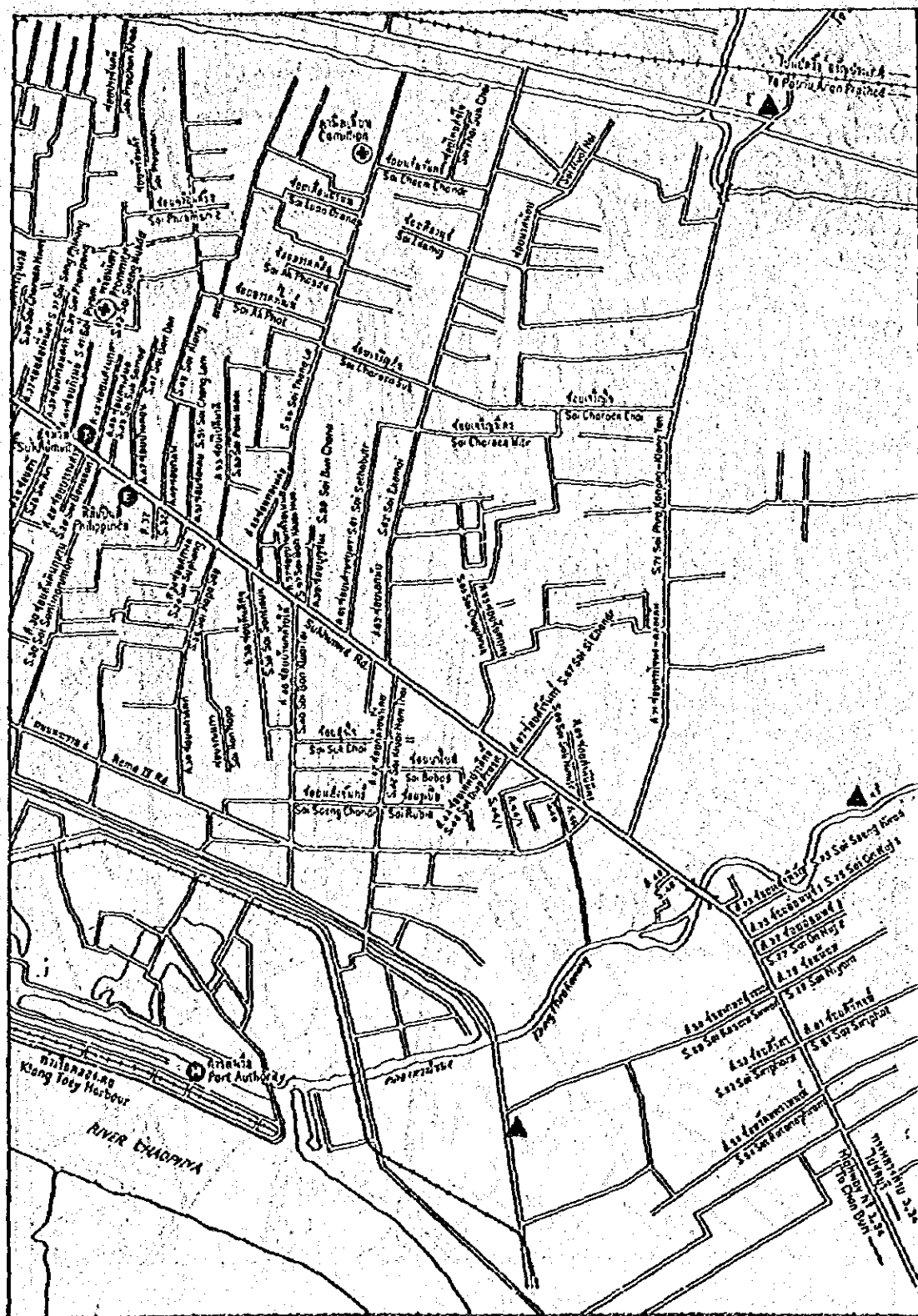


Fig: 1 -7-

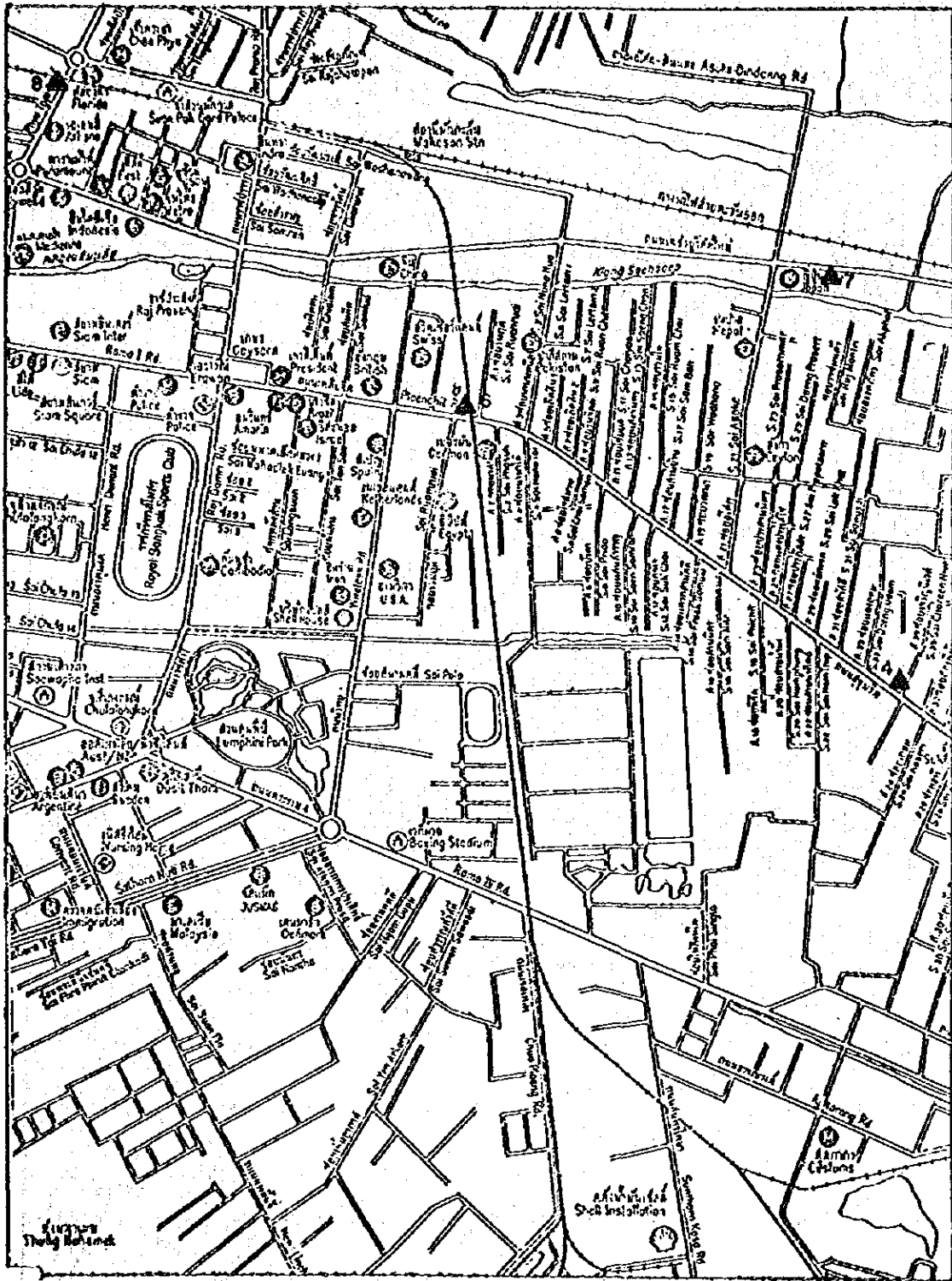


Fig. 2

ASIAN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

LOG BORING NO. 2

PROJECT : Town Gas

DATE COMMENCED Nov. 11, 1974

LOCATION : Soi 50 Sukhumvit Rd., Klong Tuay

DATE FINISHED Nov. 12, 1974

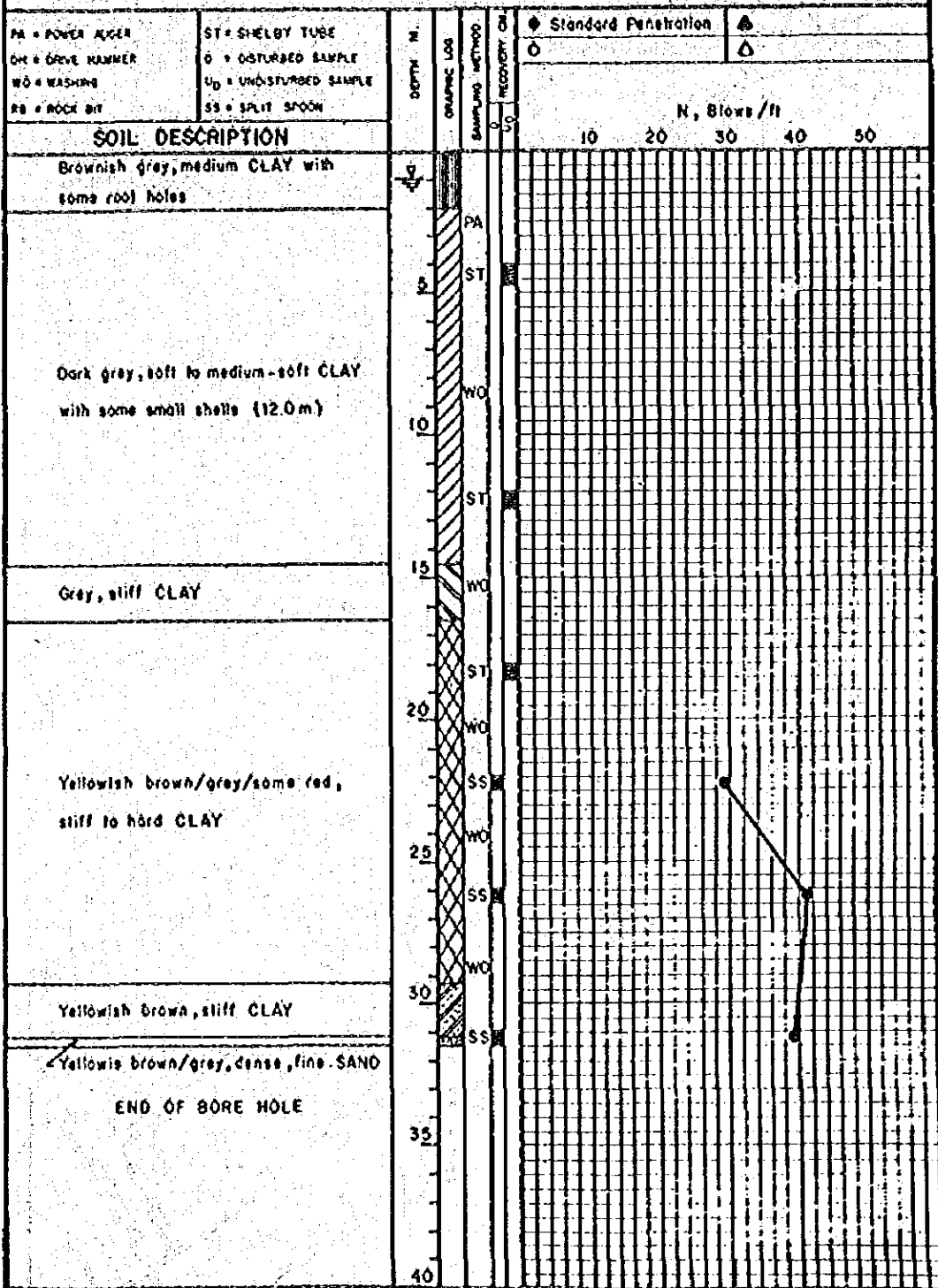


Fig. 4

ASIAN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

LOG BORING NO. 3

PROJECT : Town 081

DATE COMMENCED Nov. 8, 1974

LOCATION : Soil Measurement 3, Klong Ton

DATE FINISHED Nov. 9, 1974

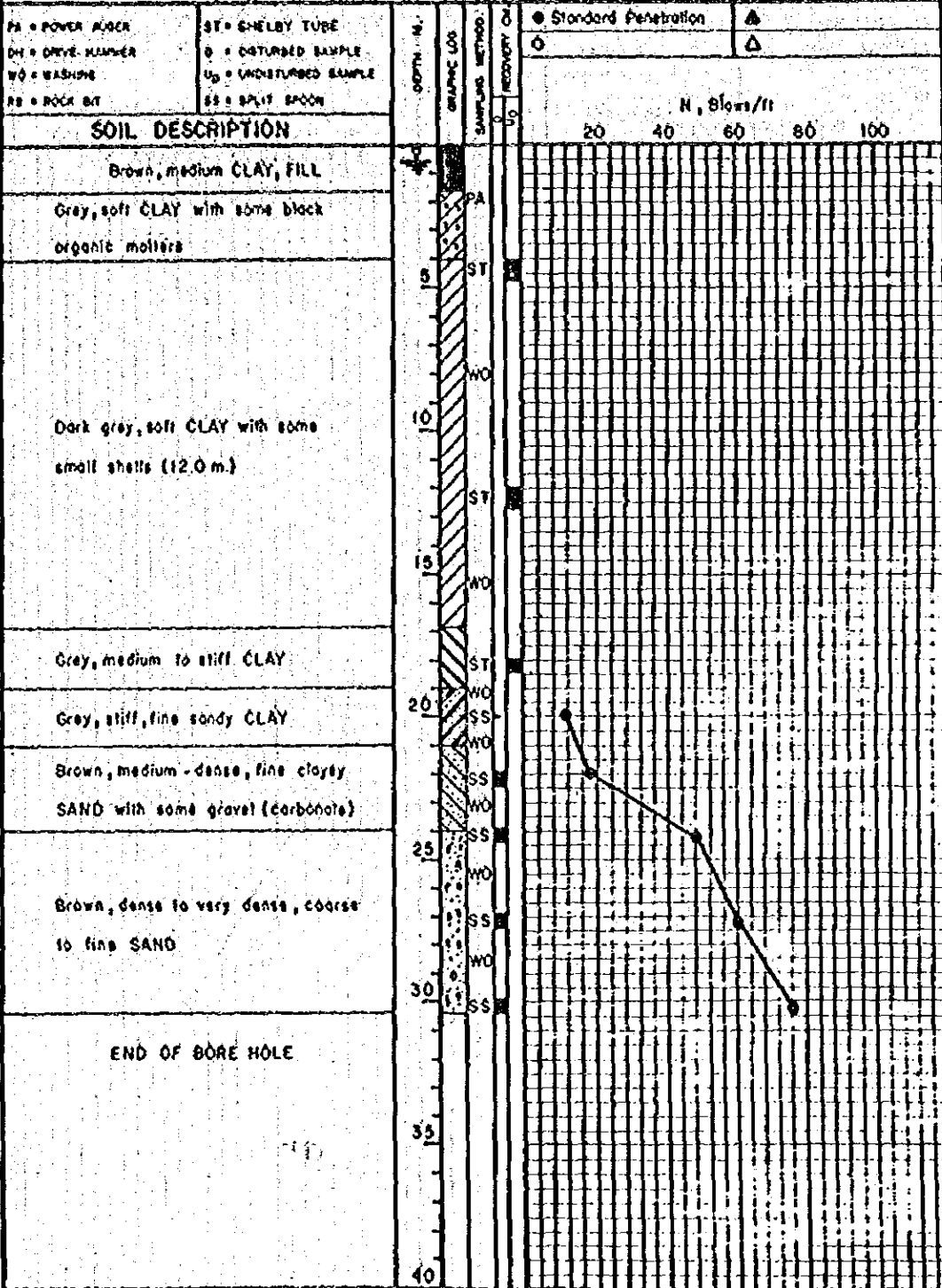


Fig. 5

ASIAN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

LOG BORING NO. 9

PROJECT : Towa Gas

DATE COMMENCED Nov. 16, 1974

LOCATION : Sulthorn Flyover

DATE FINISHED Nov. 17, 1974

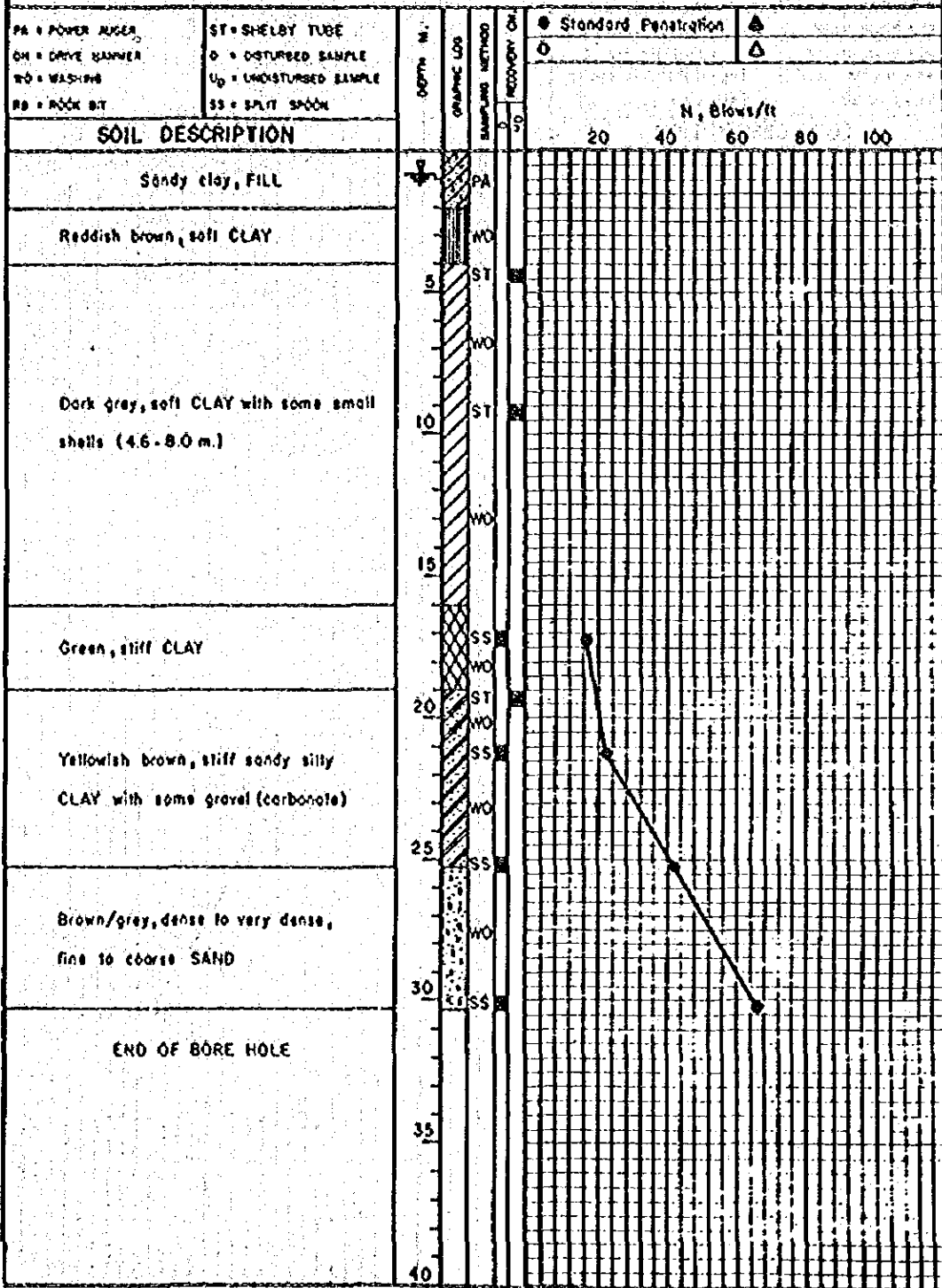


Fig. 6

ASIAN INSTITUTE OF TECHNOLOGY
LOG BORING NO. 12

PROJECT: Toxin Gas

DATE COMMENCED Nov. 14, 1974

LOCATION: Kiak Kot, Pibulsongkarm Bridge

DATE FINISHED Nov. 15, 1974

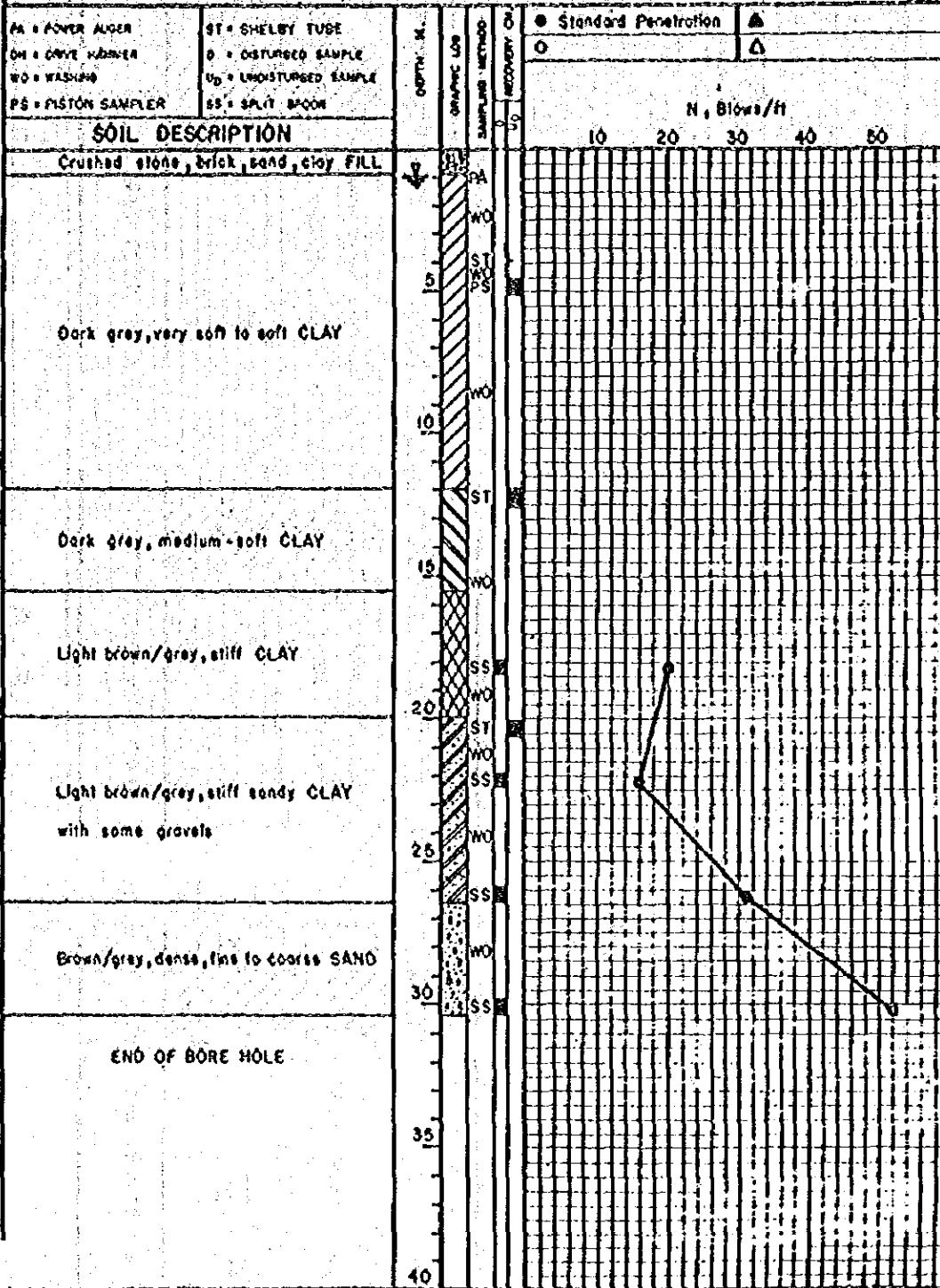


Fig. 7

LOG BORING NO. 4

HA - HAND AUGER ST - SHELBY TUBE	DEPTH M	GRAPHIC LOG	SAMPLING METHOD
SOIL DESCRIPTION	0-1	Broken brick, crushed stone, sand, clay, FILL	HA
	1-2	Grey/brown/red, medium - soft CLAY	HA
SOIL DESCRIPTION	2-3	Dark grey, soft CLAY	HA
	3-4		HA
SOIL DESCRIPTION	4-5	Dark grey, soft CLAY	HA
	5-6		ST
END OF BORE HOLE			

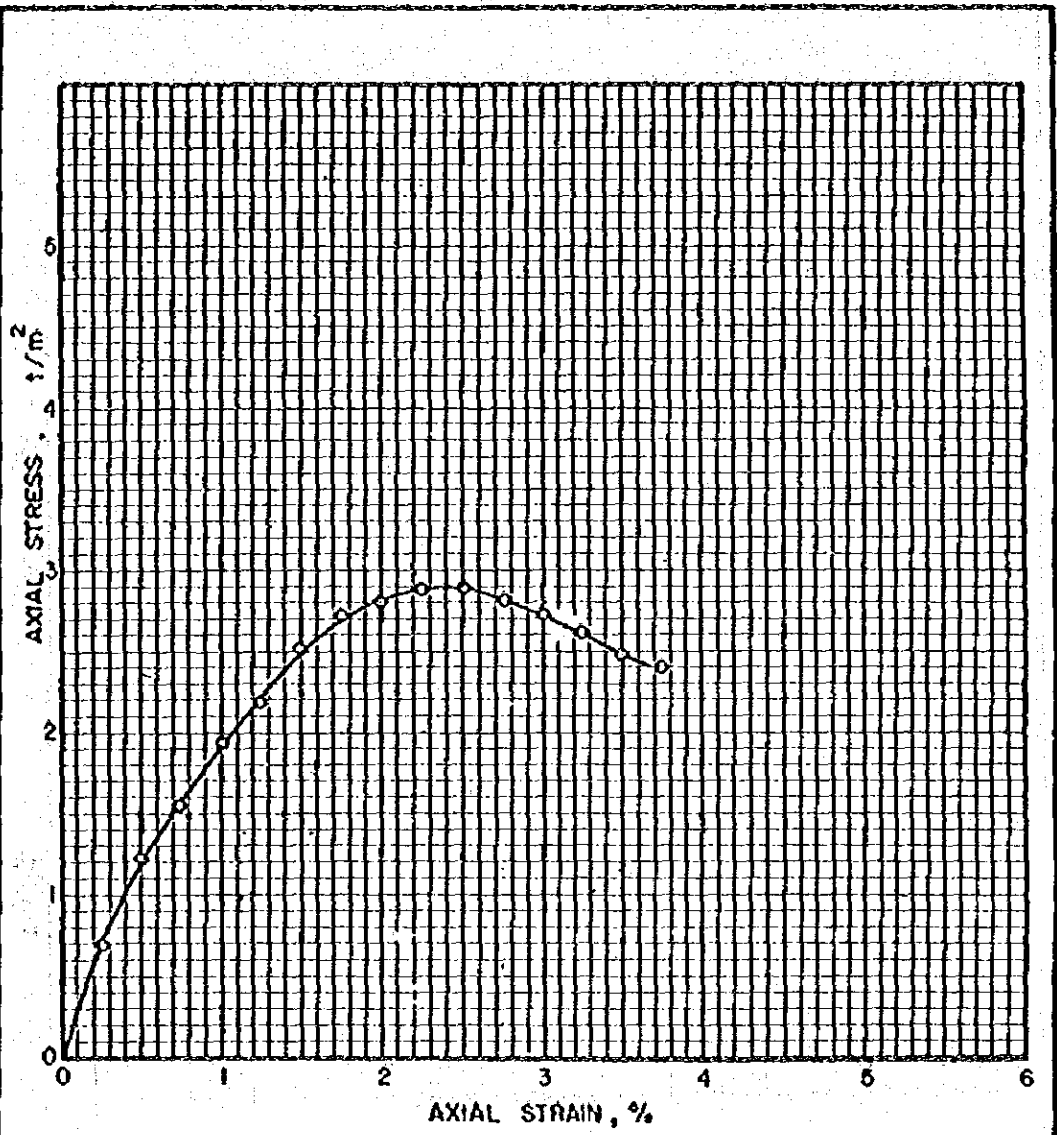
LOG BORING NO. 5

HA - HAND AUGER ST - SHELBY TUBE	DEPTH M	GRAPHIC LOG	SAMPLING METHOD
SOIL DESCRIPTION	0-1	Crushed stone, sand, clay, FILL	HA
	1-2	Dark grey/brown, medium - soft CLAY	HA
SOIL DESCRIPTION	2-3	Dark grey/greenish grey, soft CLAY with some silt	HA
	3-4		HA
SOIL DESCRIPTION	4-5	Dark grey/greenish grey, soft CLAY	HA
	5-6		ST
END OF BORE HOLE			

LOG BORING NO. 6

HA - HAND AUGER ST - SHELBY TUBE	DEPTH M	GRAPHIC LOG	SAMPLING METHOD
SOIL DESCRIPTION	0-1	Crushed stone, dark grey clay, FILL	HA
	1-2	Grey/brown, soft CLAY with some oxide	HA
SOIL DESCRIPTION	2-3	Dark grey/greenish grey, soft CLAY	HA
	3-4		HA
SOIL DESCRIPTION	4-5	Dark grey/greenish grey, soft CLAY	HA
	5-6		ST
END OF BORE HOLE			

Fig. 8



TYPE OF SPECIMEN	
BORING NO.	2
SAMPLE DEPTH, m	4.3
SAMPLE NO.	2-1
CLASSIFICATION	



INITIAL CONDITION	
DIAMETER, cm	3.5
HEIGHT, cm	7.1
WATER CONTENT, %	110.4
DRY UNIT WT., t/m ³	0.66
SATURATION, %	96

SAMPLE DESCRIPTION _____

AIT		PROJECT: TOWN GAS	
TEST NO. U2-1	TESTED BY: C.K.F.	DATE: 1/12/74	UNCONFINED COMPRESSION TEST RESULTS
	DWG: P.P.	CHECKED: S.W.	

Fig. 10

LOG BORING NO. 11

HA = HAND AUGER ST = SHELBY TUBE	DEPTH #	GRAPHIC LOG	SAMPLING METHOD
SOIL DESCRIPTION	1	Broken brick, crushed stone, brown/dark grey soil, FILL	HA
	2	Dark grey/grey/red, medium-soft CLAY	HA
	3		HA
	4		HA
	5		HA
	6	END OF BORE HOLE	ST

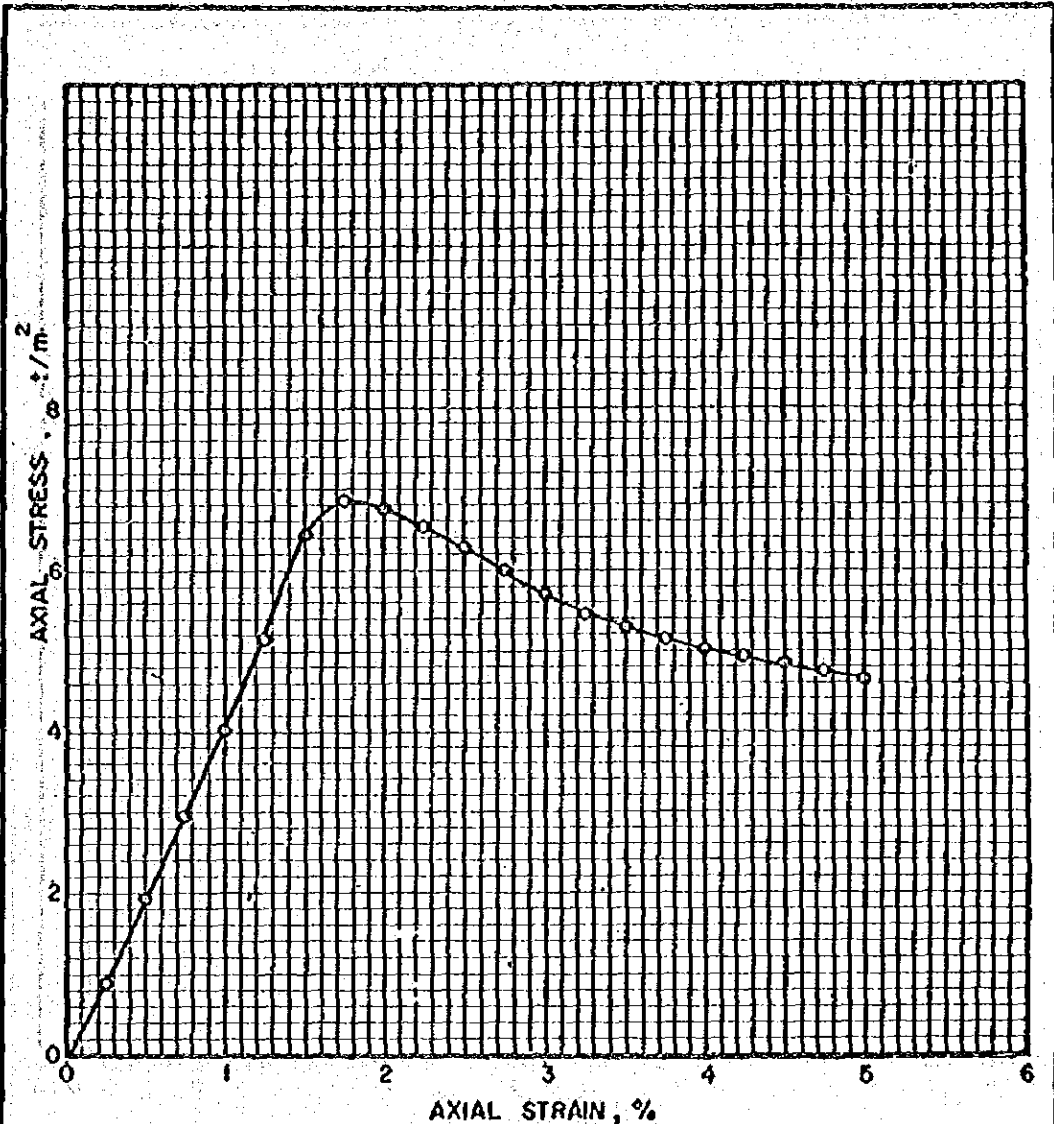
LOG BORING NO. 8

HA = HAND AUGER ST = SHELBY TUBE	DEPTH #	GRAPHIC LOG	SAMPLING METHOD
SOIL DESCRIPTION	1	Crushed stone, brown clay, FILL	HA
	2	Grey/brown, medium to soft CLAY with some sand and oxide	HA
	3		HA
	4		HA
	5	Dark grey, soft CLAY with trace of silt	HA
	6	END OF BORE HOLE	ST

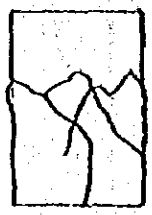
LOG BORING NO. 7

HA = HAND AUGER ST = SHELBY TUBE	DEPTH #	GRAPHIC LOG	SAMPLING METHOD
SOIL DESCRIPTION	1	Crushed stone, broken brick, sand, laterite, FILL	HA
	2	Dark grey/brown/red, medium-soft CLAY	HA
	3		HA
	4		HA
	5	Greenish grey, soft CLAY	HA
	6	END OF BORE HOLE	ST

Fig. 9



TYPE OF SPECIMEN	
BORING NO.	2
SAMPLE DEPTH, m	12.5
SAMPLE NO.	2-2
CLASSIFICATION	

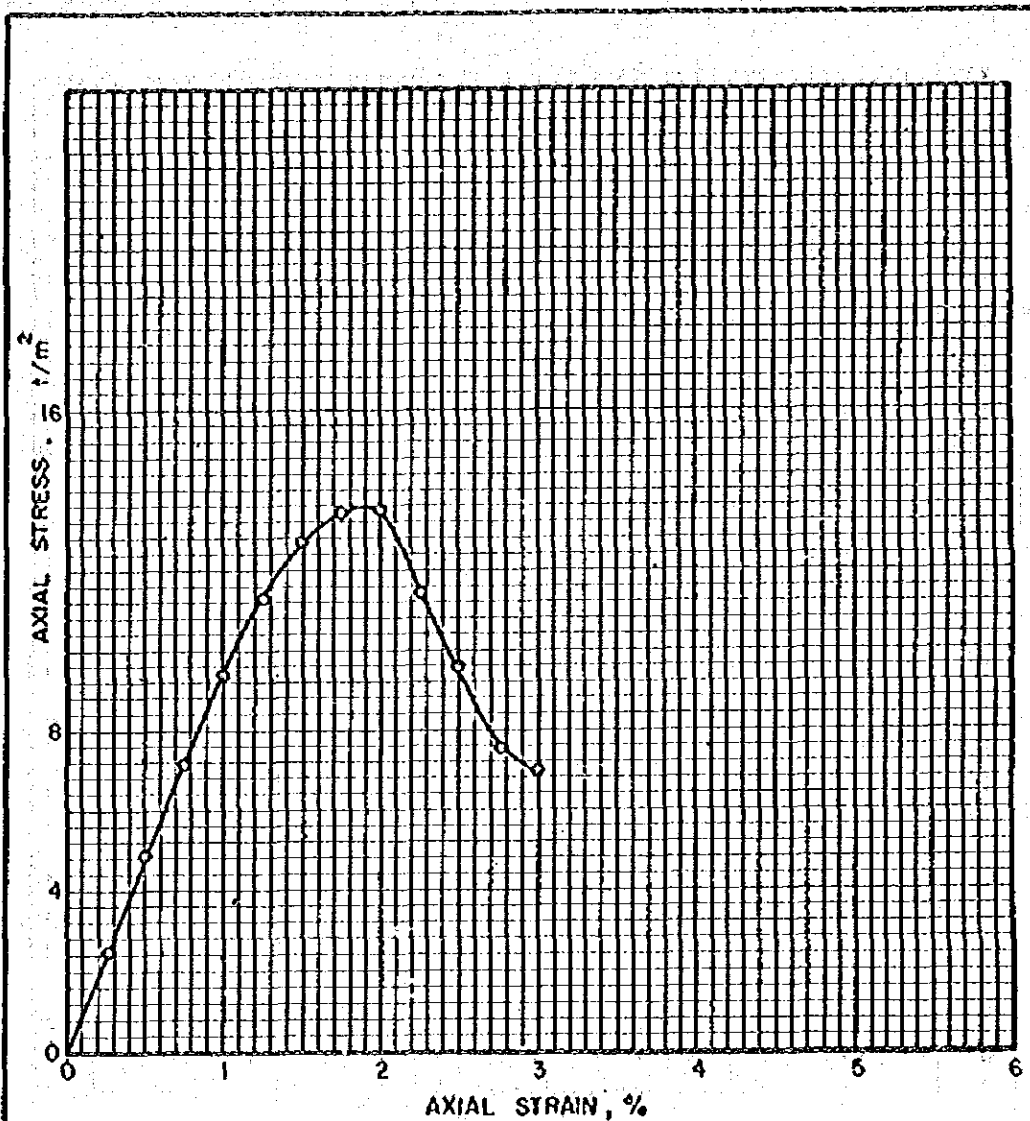


INITIAL CONDITION	
DIAMETER, cm	3.5
HEIGHT, cm	7.1
WATER CONTENT, %	63.7
DRY UNIT WT., 1/m ³	0.97
SATURATION, %	96

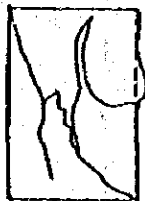
SAMPLE DESCRIPTION

AIT		PROJECT: TOWN GAS	
TEST NO. U2-2	TESTED BY: C.K.F.	DATE: 1/12/74	UNCONFINED COMPRESSION TEST RESULTS
	OWO: PP.	CHECKED: Sv	

Flg. II



TYPE OF SPECIMEN	
BORING NO.	2
SAMPLE DEPTH, m	18.2
SAMPLE NO.	2-3
CLASSIFICATION	

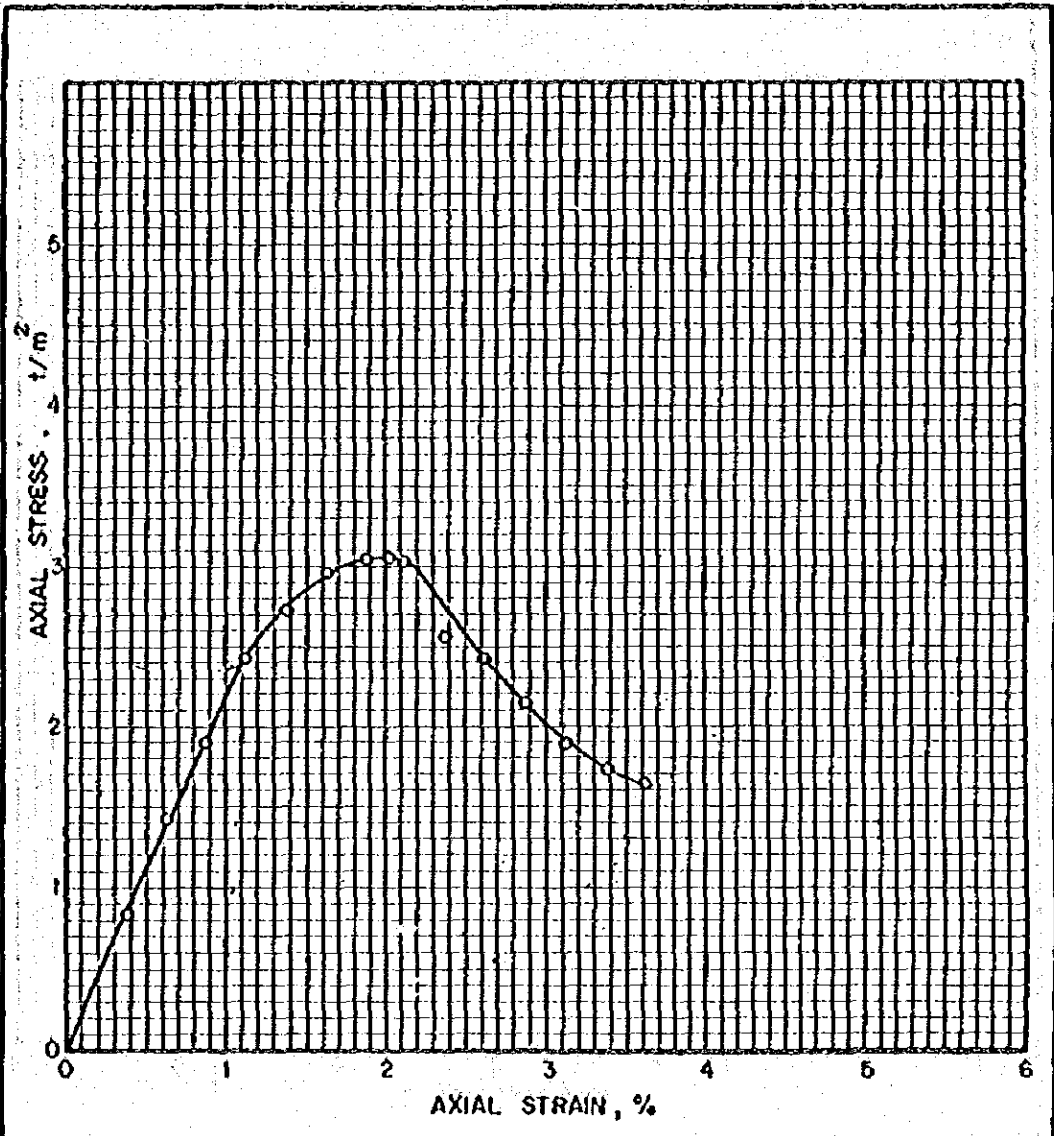


INITIAL CONDITION	
DIAMETER, cm	3.5
HEIGHT, cm	7.1
WATER CONTENT, %	27.5
DRY UNIT WT., 1/m ³	1.53
SATURATION, %	98

SAMPLE DESCRIPTION _____

AIT		PROJECT: TOWN GAS	
TEST NO. U2-3	TESTED BY: C.K.F.	DATE: 5/12/74	UNCONFINED COMPRESSION TEST RESULTS
	DWG: PP.	CHECKED: <i>Sr.</i>	

Fig. 12



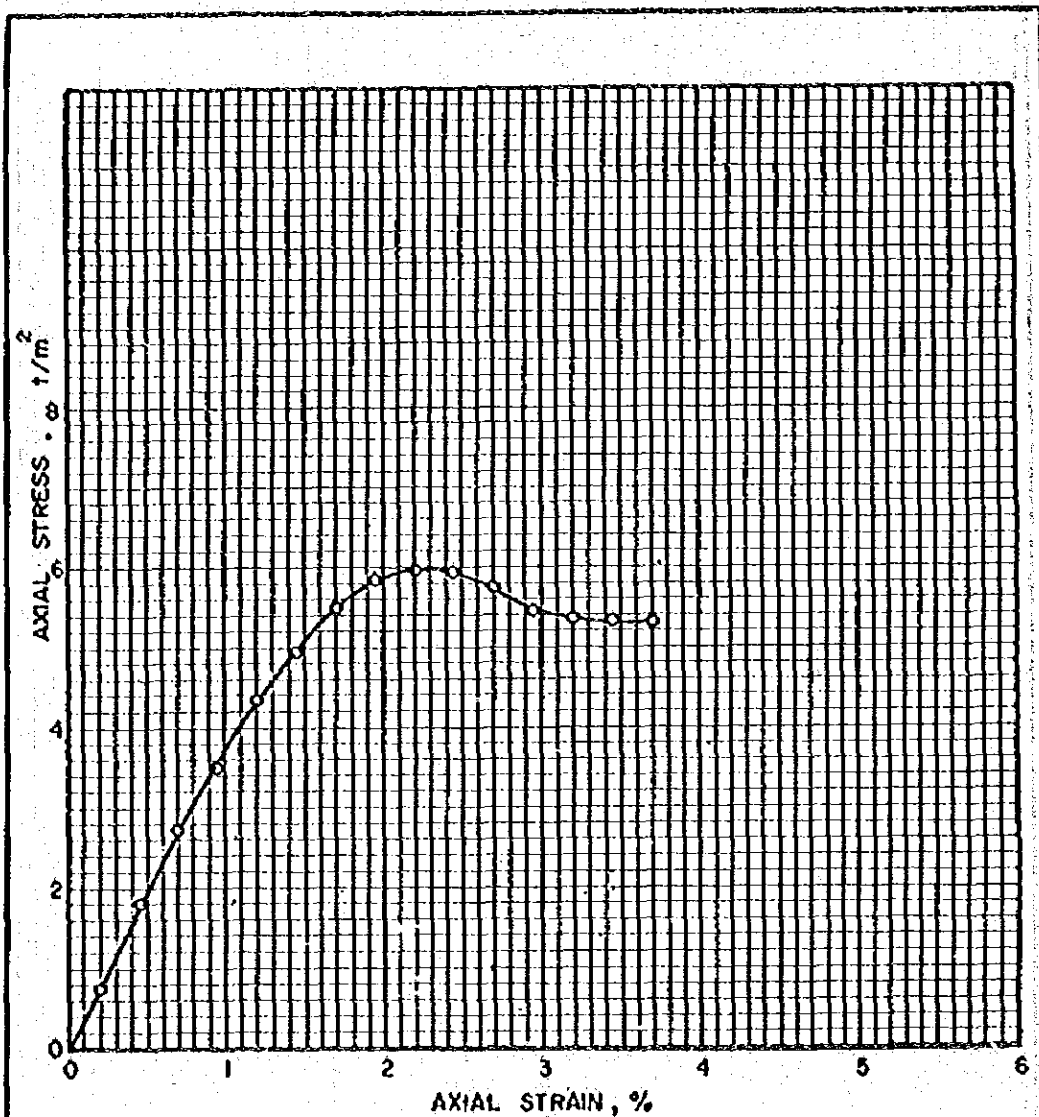
TYPE OF SPECIMEN	
BORING NO.	3
SAMPLE DEPTH, m	4.1
SAMPLE NO.	3-1
CLASSIFICATION	
SAMPLE DESCRIPTION	



INITIAL CONDITION	
DIAMETER, cm	3.5
HEIGHT, cm	7.1
WATER CONTENT, %	103.8
DRY UNIT WT., 1/m ³	0.70
SATURATION, %	98

AIT		PROJECT: TOWN GAS	
TEST NO. U3-1	TESTED BY: CKF	DATE: 1/12/74	UNCONFINED COMPRESSION TEST RESULTS
	DWG: PP.	CHECKED: Sv.	

Fig. 13



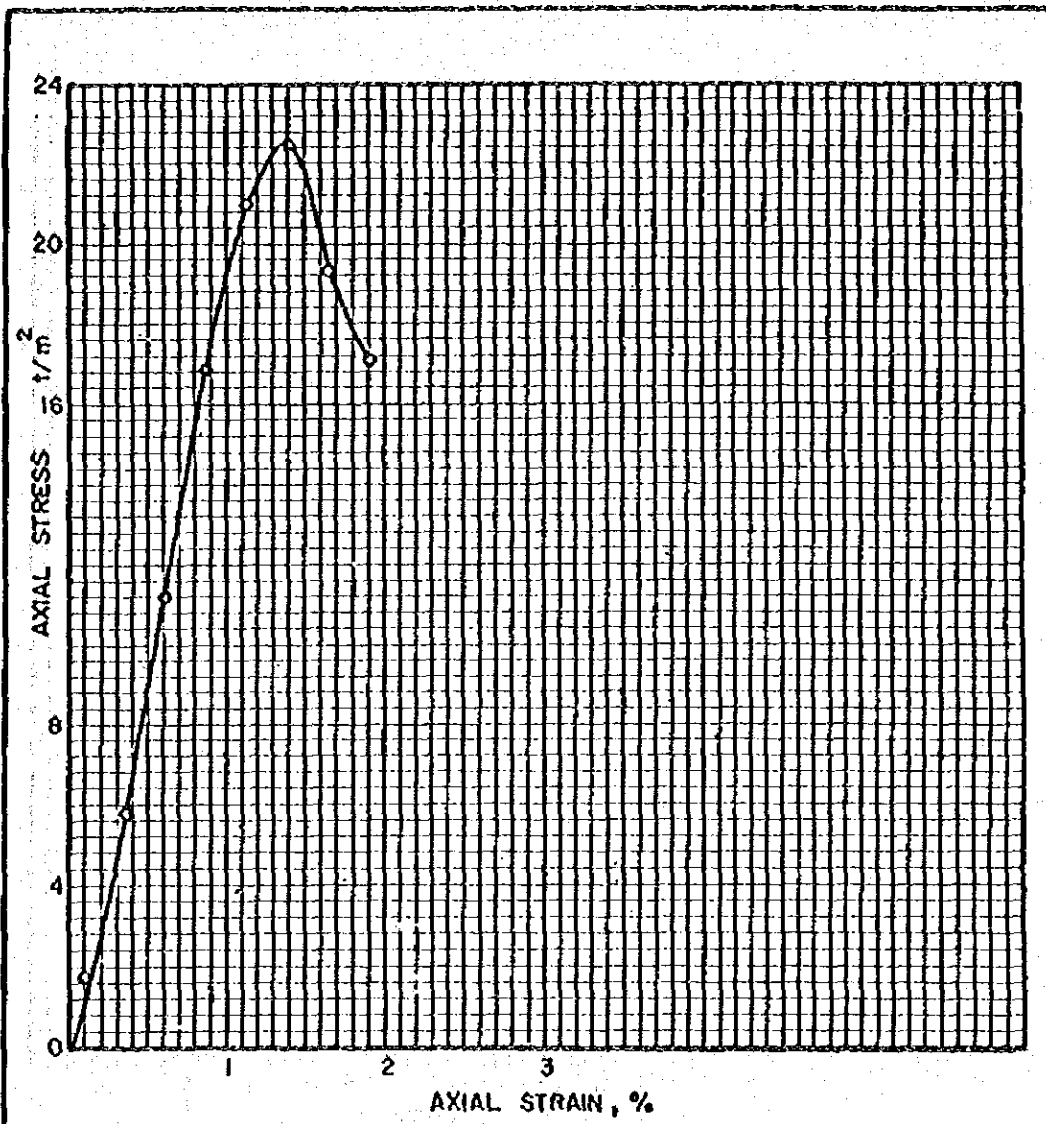
TYPE OF SPECIMEN	
BORING NO.	3
SAMPLE DEPTH, m	12.5
SAMPLE NO.	3-2
CLASSIFICATION	
SAMPLE DESCRIPTION	



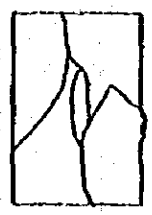
INITIAL CONDITION		
DIAMETER	cm	3.5
HEIGHT	cm	7.1
WATER CONTENT, %		74.7
DRY UNIT WT., t/m ³		0.87
SATURATION, %		96

AIT		PROJECT: TOWN GAS	
TEST NO. U3-2	TESTED BY: C.K.F.	DATE: 5/12/74	UNCONFINED COMPRESSION TEST RESULTS
	DWG: P.P.	CHECKED: Sv.	

Fig. 14



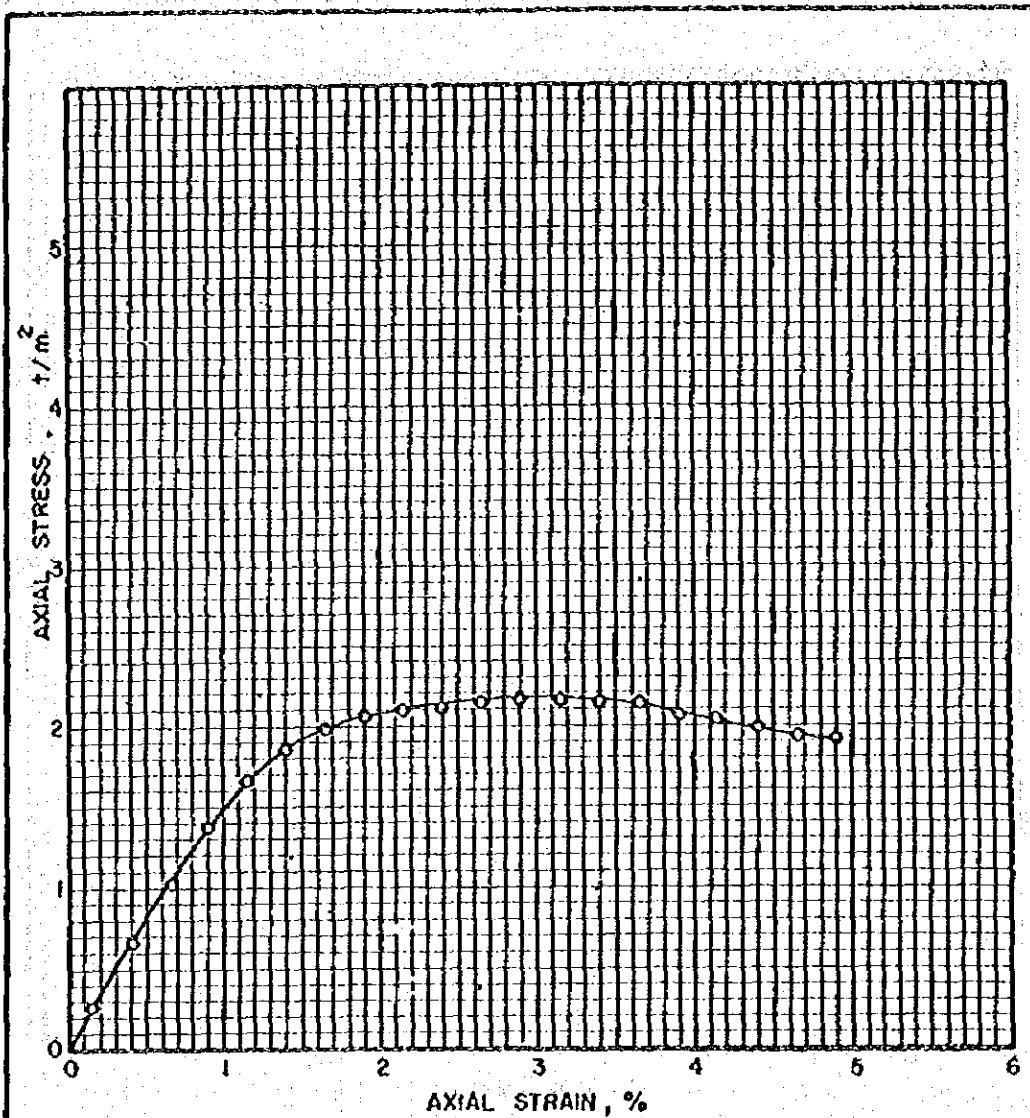
TYPE OF SPECIMEN	
BORING NO.	3
SAMPLE DEPTH, m	18.5
SAMPLE NO.	3-3
CLASSIFICATION	
SAMPLE DESCRIPTION	



INITIAL CONDITION	
DIAMETER, cm	3.5
HEIGHT, cm	7.1
WATER CONTENT, %	35.5
DRY UNIT WT., 1/m ³	1.35
SATURATION, %	94

AIT		PROJECT: TOWN GAS	
TEST NO U3-3	TESTED BY: Ng.	DATE: 5/12/74	UNCONFINED COMPRESSION TEST RESULTS
	DRG: PP.	CHECKED: Sv.	

Fig 15



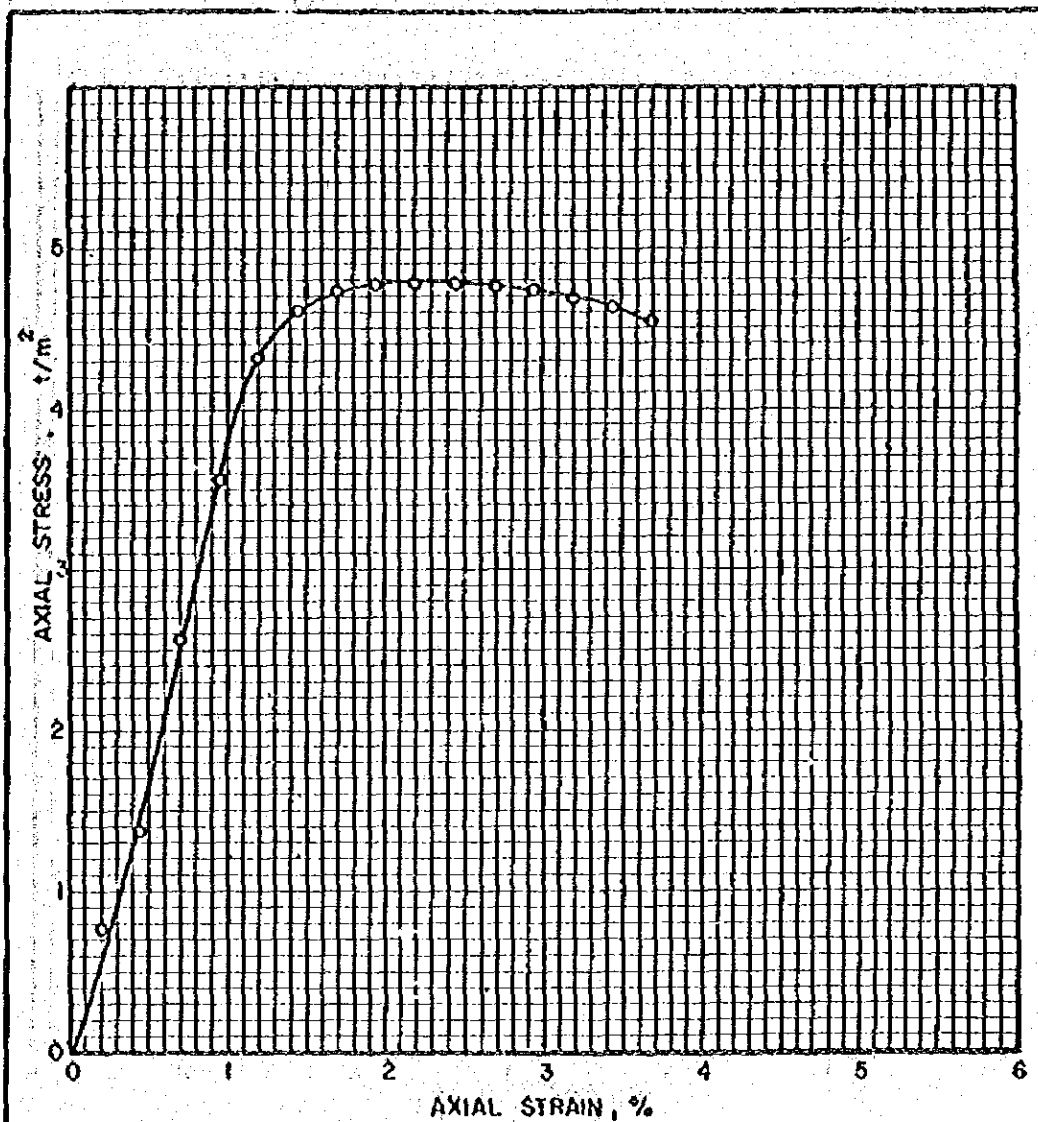
TYPE OF SPECIMEN	
BORING NO.	9
SAMPLE DEPTH, m	4.4
SAMPLE NO.	9-1
CLASSIFICATION	
SAMPLE DESCRIPTION	



INITIAL CONDITION	
DIAMETER, cm	3.5
HEIGHT, cm	7.1
WATER CONTENT, %	76.3
DRY UNIT WT., t/m ³	0.88
SATURATION, %	99

AIT		PROJECT: TOWN GAS	
TEST NO. U9-1	TESTED BY: CKF.	DATE: 5/12/74	UNCONFINED COMPRESSION TEST RESULTS
	OWG:	PP.	

Fig. 16



TYPE OF SPECIMEN	
BORINGS NO.	9
SAMPLE DEPTH, m	10.5
SAMPLE NO.	9-2
CLASSIFICATION	

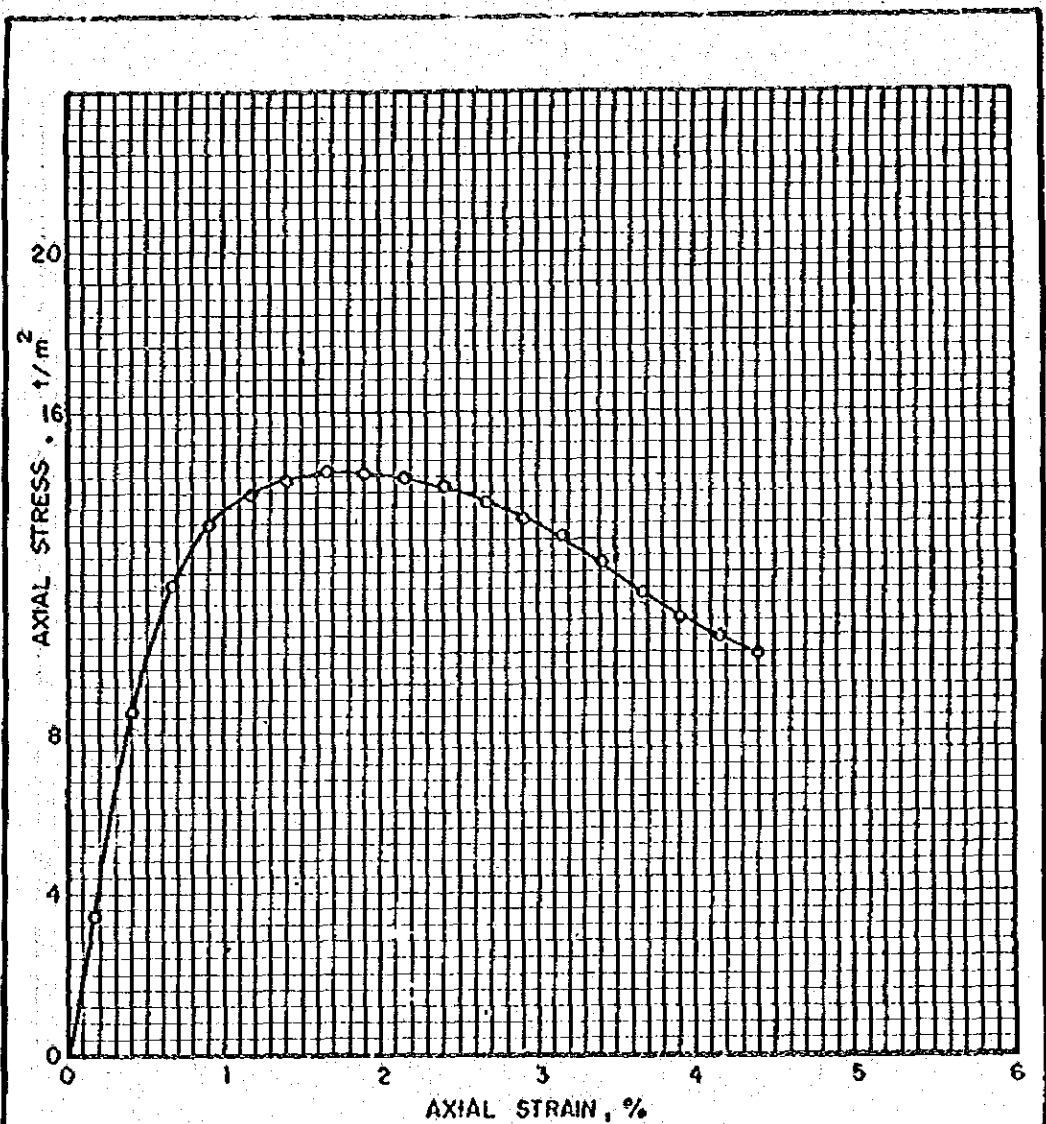


INITIAL CONDITION	
DIAMETER, cm	3.5
HEIGHT, cm	7.1
WATER CONTENT, %	74.6
DRY UNIT WT., t/m ³	0.88
SATURATION, %	99

SAMPLE DESCRIPTION

AIT		PROJECT: TOWN GAS	
TEST NO. U9-2	TESTED BY C.K.F.	DATE: 5/12/74	UNCONFINED COMPRESSION TEST RESULTS
	DWG PP.	CHECKED: Sv.	

Fig. 17



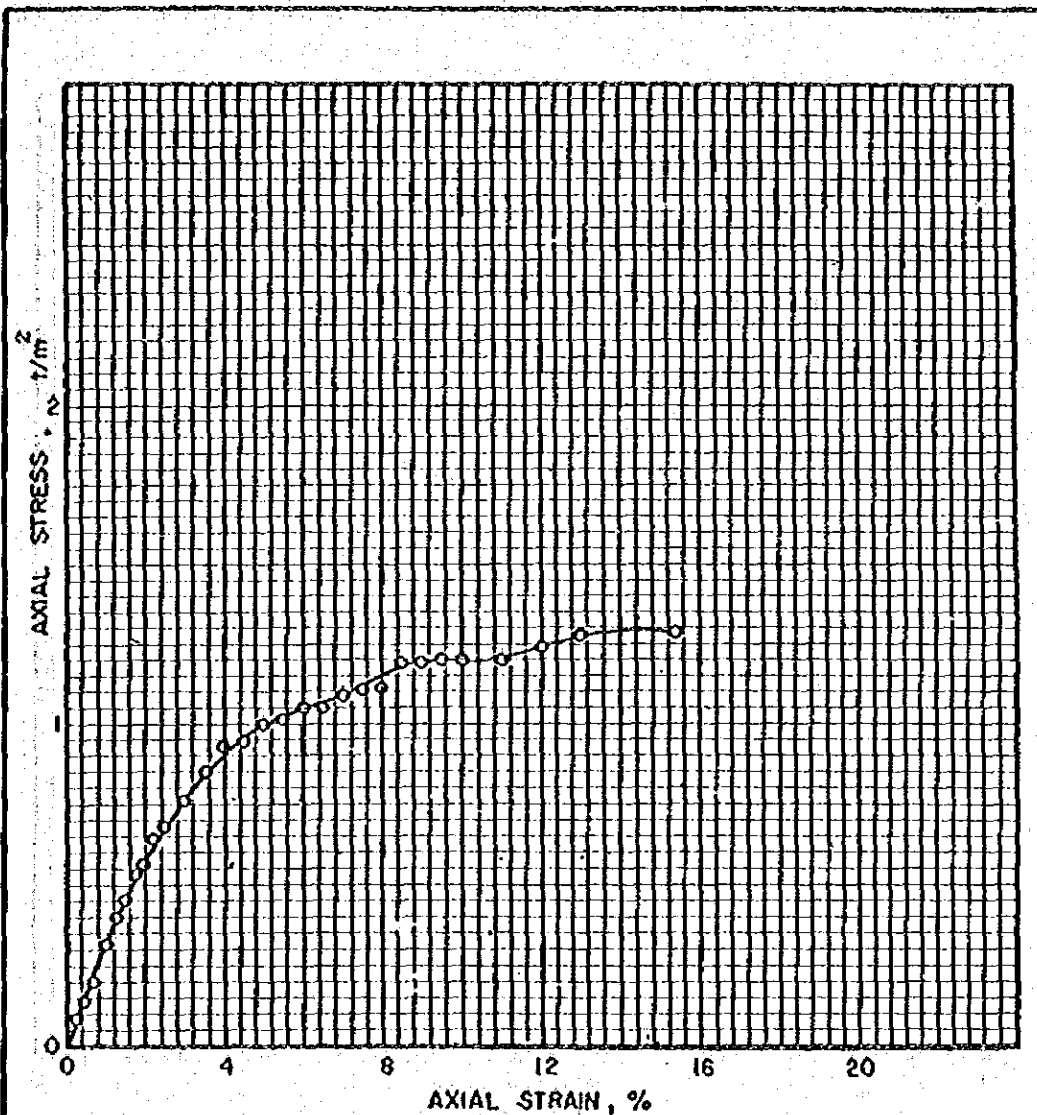
TYPE OF SPECIMEN	
BORING NO.	9
SAMPLE DEPTH, m	19.5
SAMPLE NO.	9-3
CLASSIFICATION	
SAMPLE DESCRIPTION	



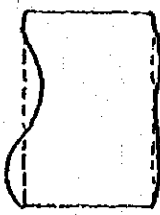
INITIAL CONDITION	
DIAMETER, cm	3.5
HEIGHT, cm	7.1
WATER CONTENT, %	44.1
DRY UNIT WT., 1/m ³	1.24
SATURATION, %	100

AIT		PROJECT: TOWN GAS	
TEST NO. U9-3	TESTED BY: C.K.F.	DATE: 6/12/74	UNCONFINED COMPRESSION TEST RESULTS
	DWG: PP.	CHECKED: Sv.	

Fig. 18



TYPE OF SPECIMEN	
BORING NO.	12
SAMPLE DEPTH, m	5.0
SAMPLE NO.	12-1
CLASSIFICATION	

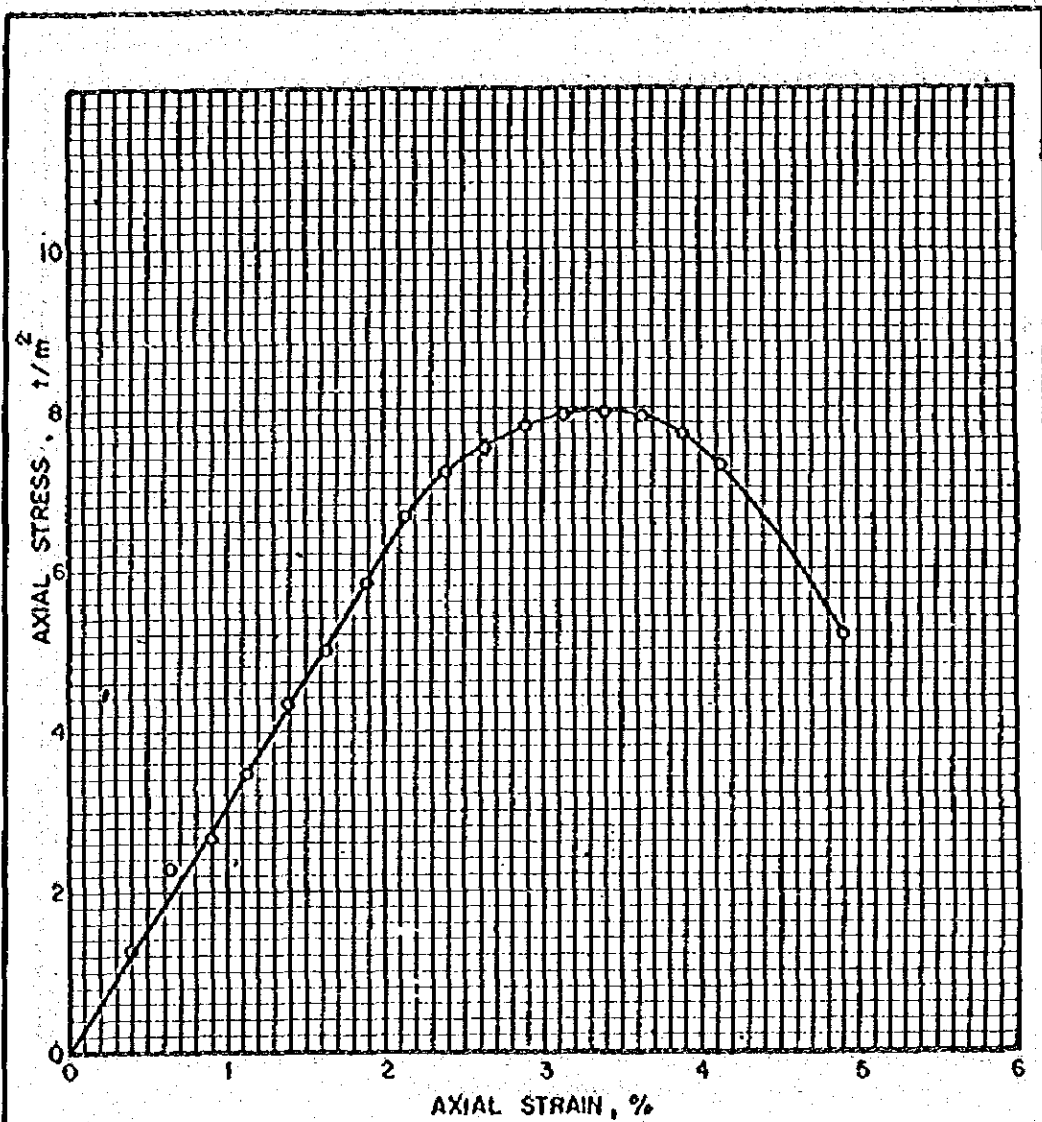


INITIAL CONDITION	
DIAMETER, cm	3.5
HEIGHT, cm	7.1
WATER CONTENT, %	56.8
DRY UNIT WT., 1/m ³	1.00
SATURATION, %	96

SAMPLE DESCRIPTION

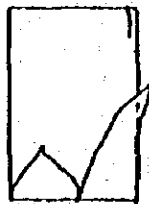
AIT		PROJECT: TOWN GAS	
TEST NO. U12-1	TESTED BY: C.K.F.	DATE: 5/12/74	UNCONFINED COMPRESSION TEST RESULTS
	DWG: P.P.	CHECKED: Sv.	

Fig. 19



TYPE OF SPECIMEN	
BORING NO.	12
SAMPLE DEPTH, m	12.1
SAMPLE NO.	12-2
CLASSIFICATION	

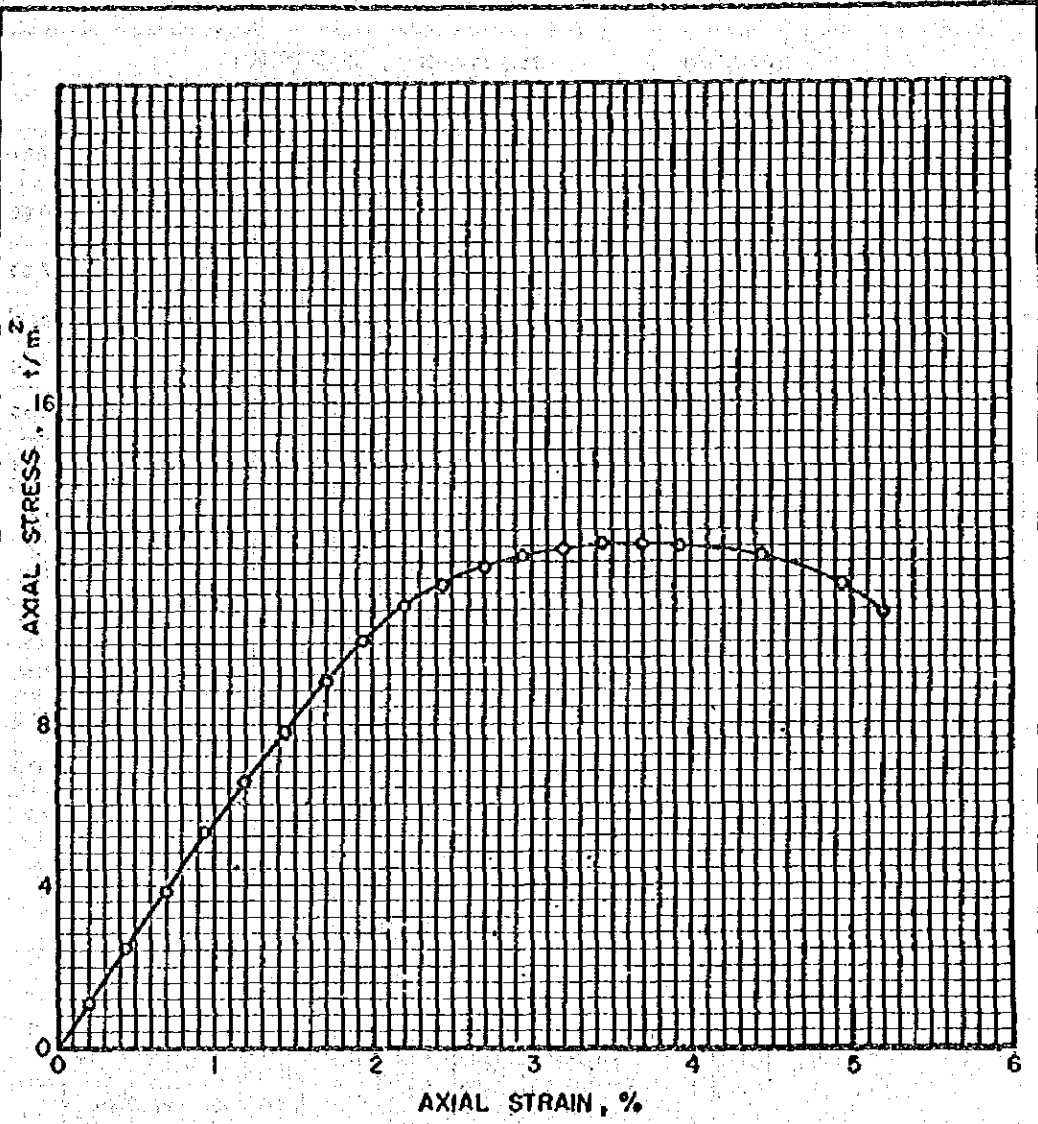
SAMPLE DESCRIPTION _____



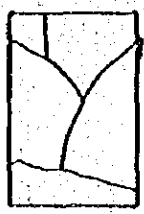
INITIAL CONDITION	
DIAMETER, cm	3.5
HEIGHT, cm	7.1
WATER CONTENT, %	73.9
DRY UNIT WT., 1/m ³	0.89
SATURATION, %	97

AIT		PROJECT: TOWN GAS	
TEST NO. U12-2	TESTED BY: C.K.F.	DATE: 1/12/74	UNCONFINED COMPRESSION TEST RESULTS
	DWG: PP.	CHECKED: Sy.	

Fig. 20



TYPE OF SPECIMEN	
BORING NO.	12
SAMPLE DEPTH, m	20.5
SAMPLE NO.	12-3
CLASSIFICATION	
SAMPLE DESCRIPTION	



INITIAL CONDITION	
DIAMETER, cm	3.5
HEIGHT, cm	7.1
WATER CONTENT, %	26.8
DRY UNIT WT., t/m ³	1.52
SATURATION, %	91

AIT		PROJECT: TOWN GAS	
TEST NO. U12-3	TESTED BY: C.K.F.	DATE: 5/12/74	UNCONFINED COMPRESSION TEST RESULTS
	DWG: PP.	CHECKED: Sv.	

Fig. 21

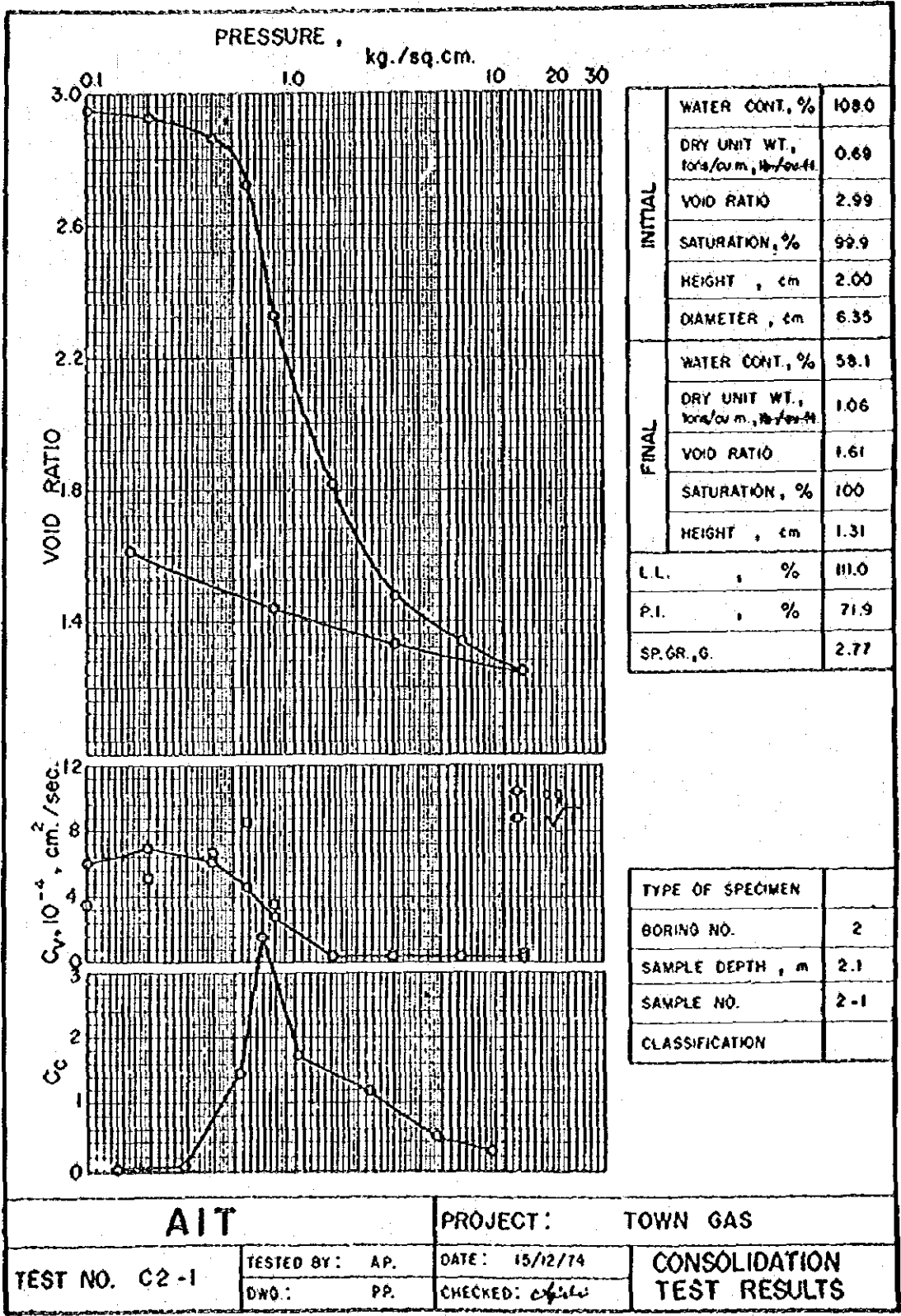


Fig. 22

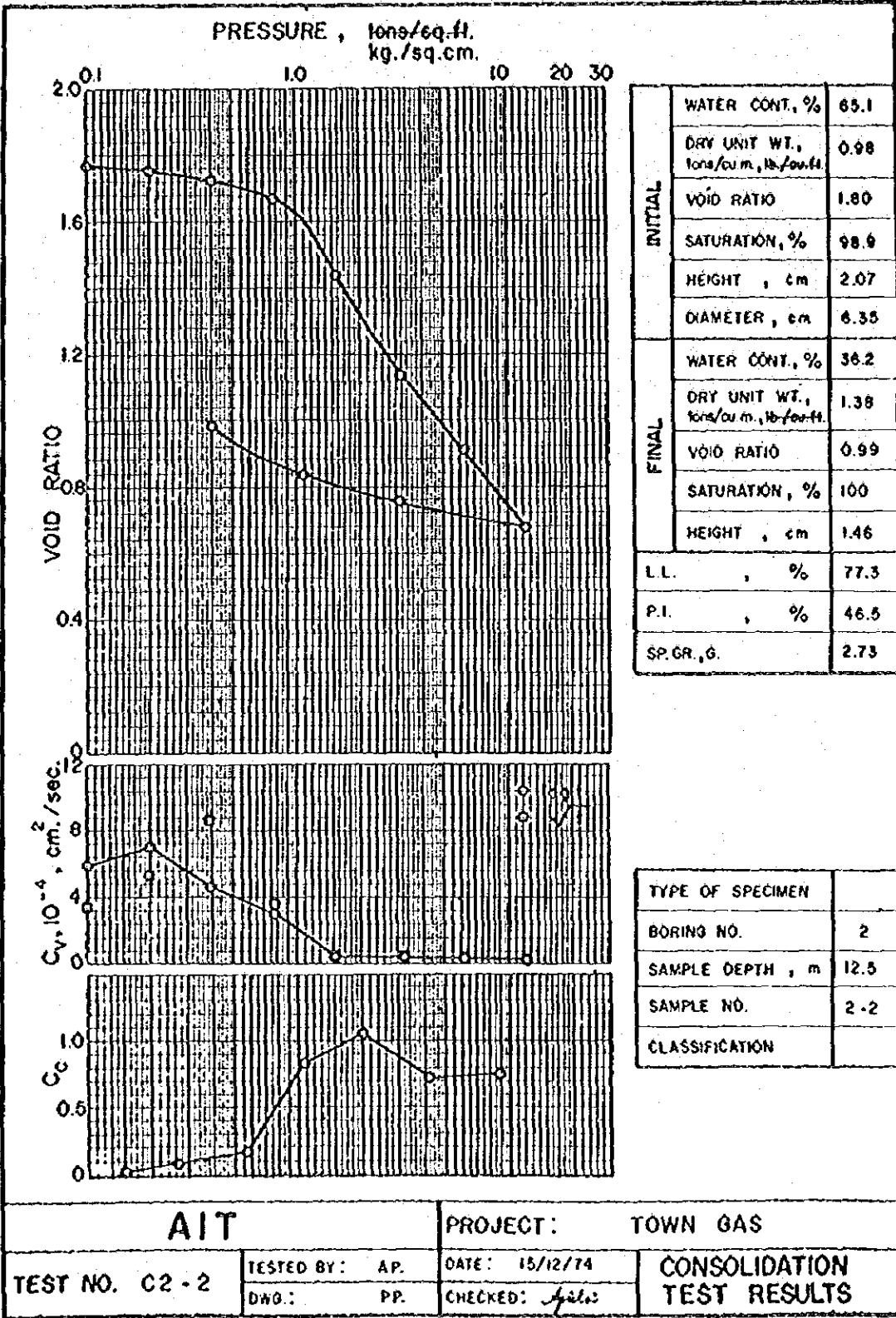


Fig. 23

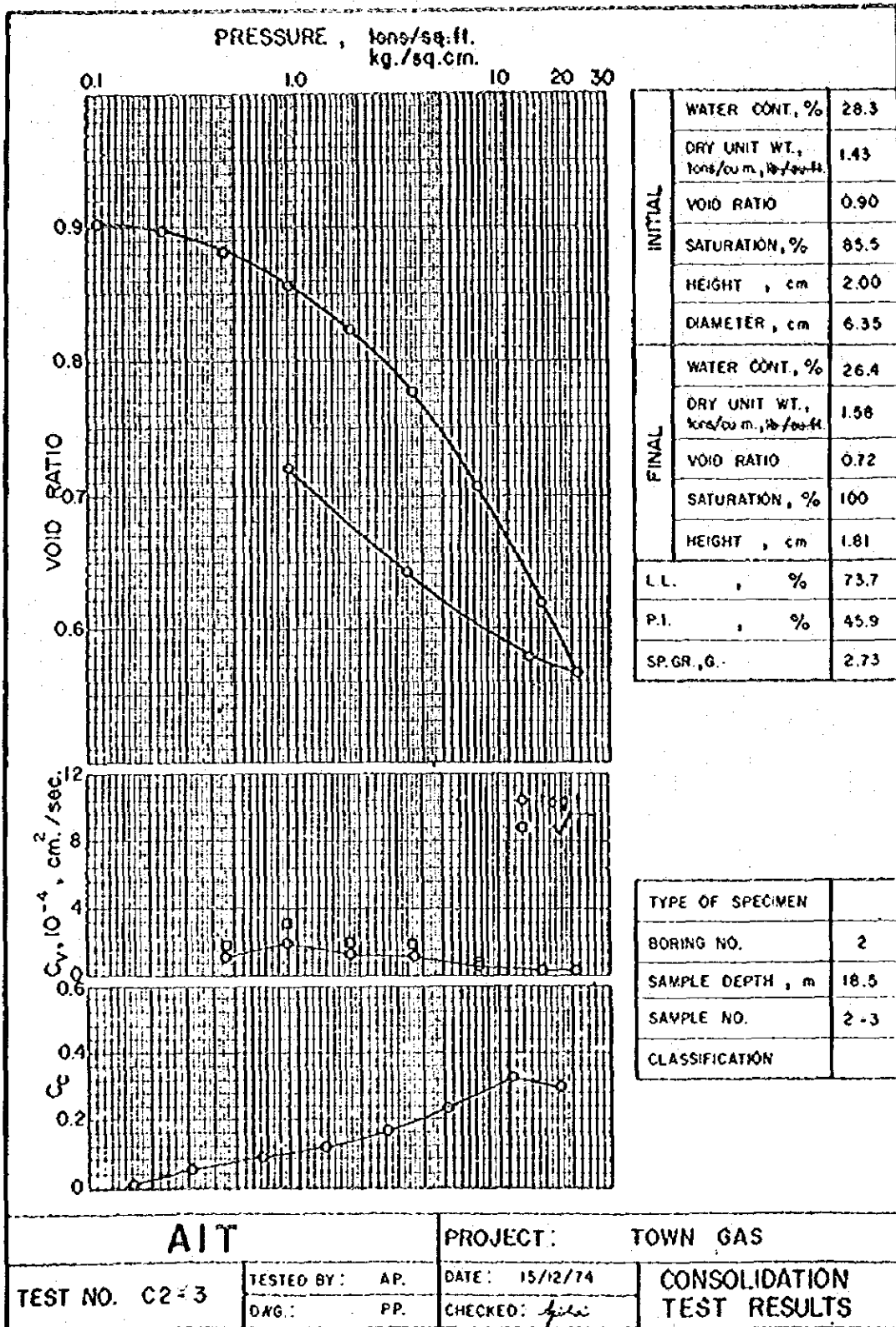


Fig. 24

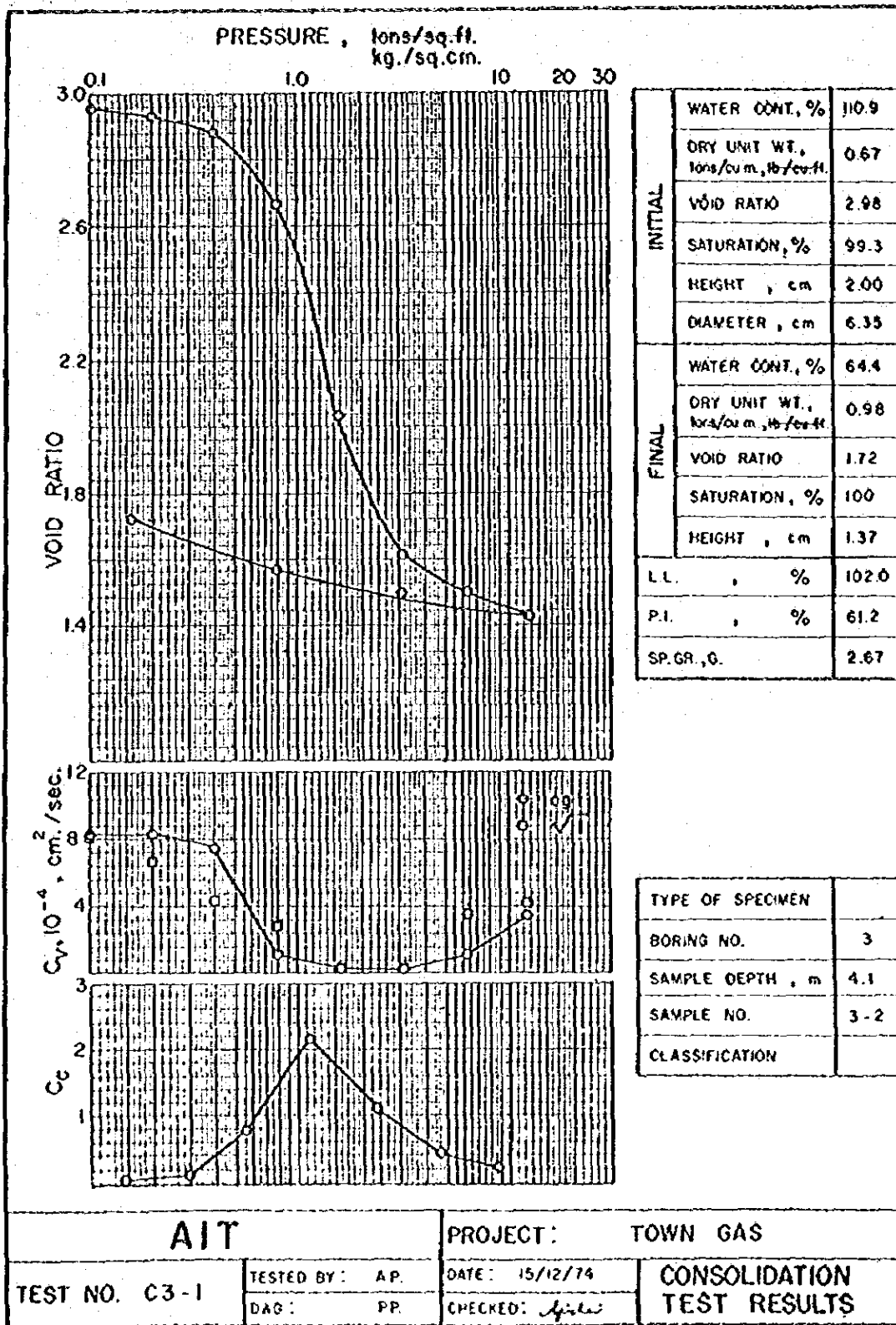


Fig. 25

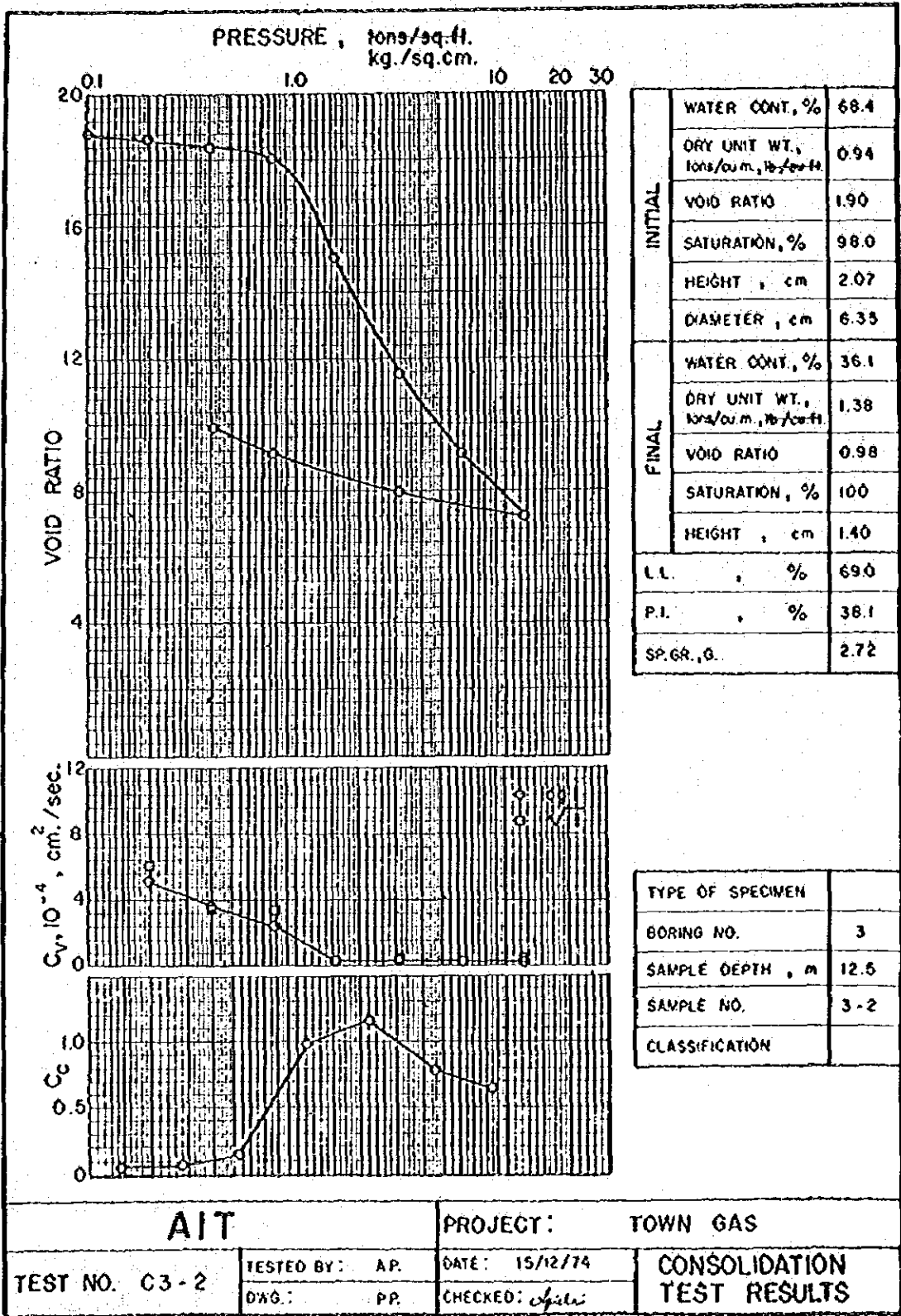


Fig. 26

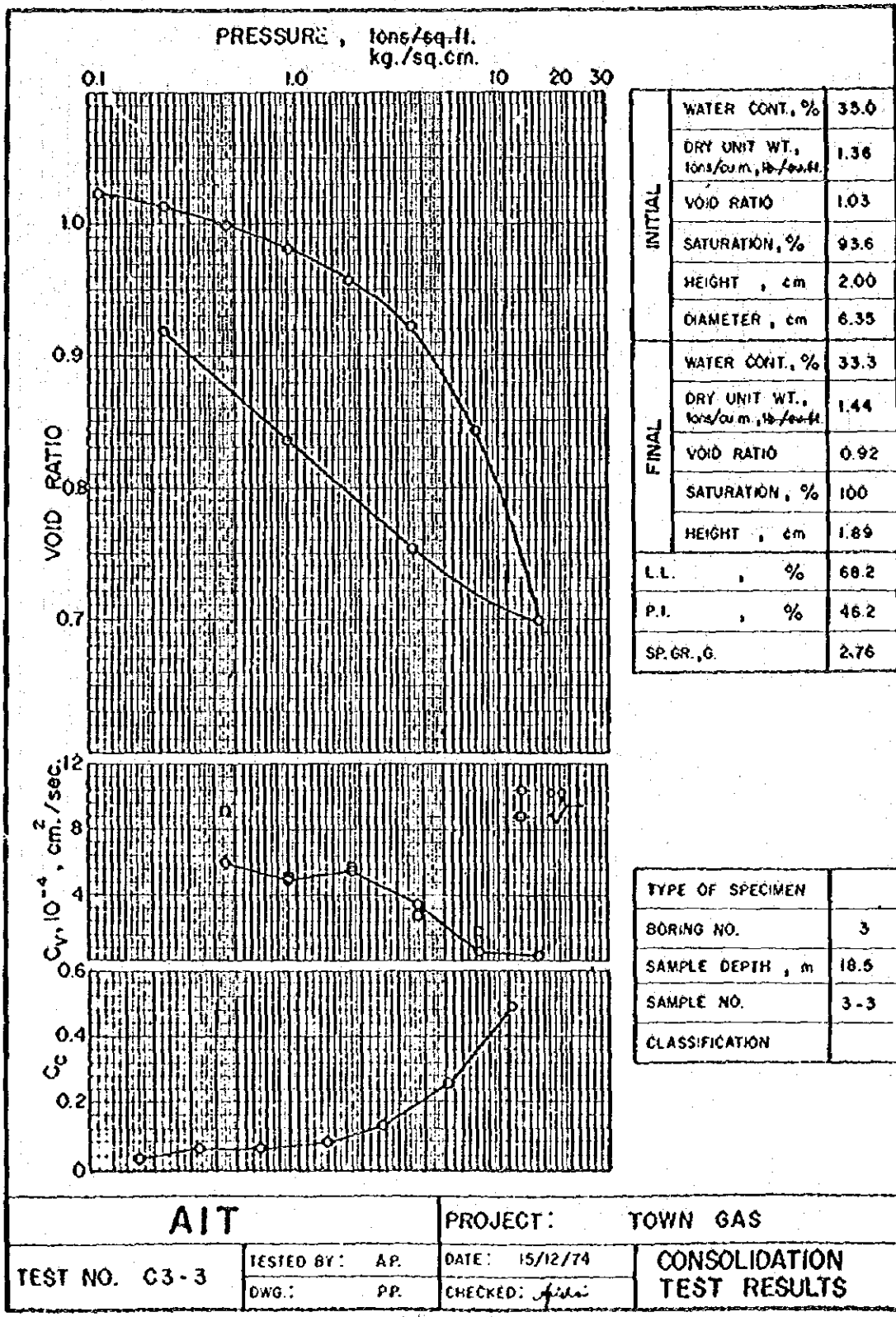


Fig. 27

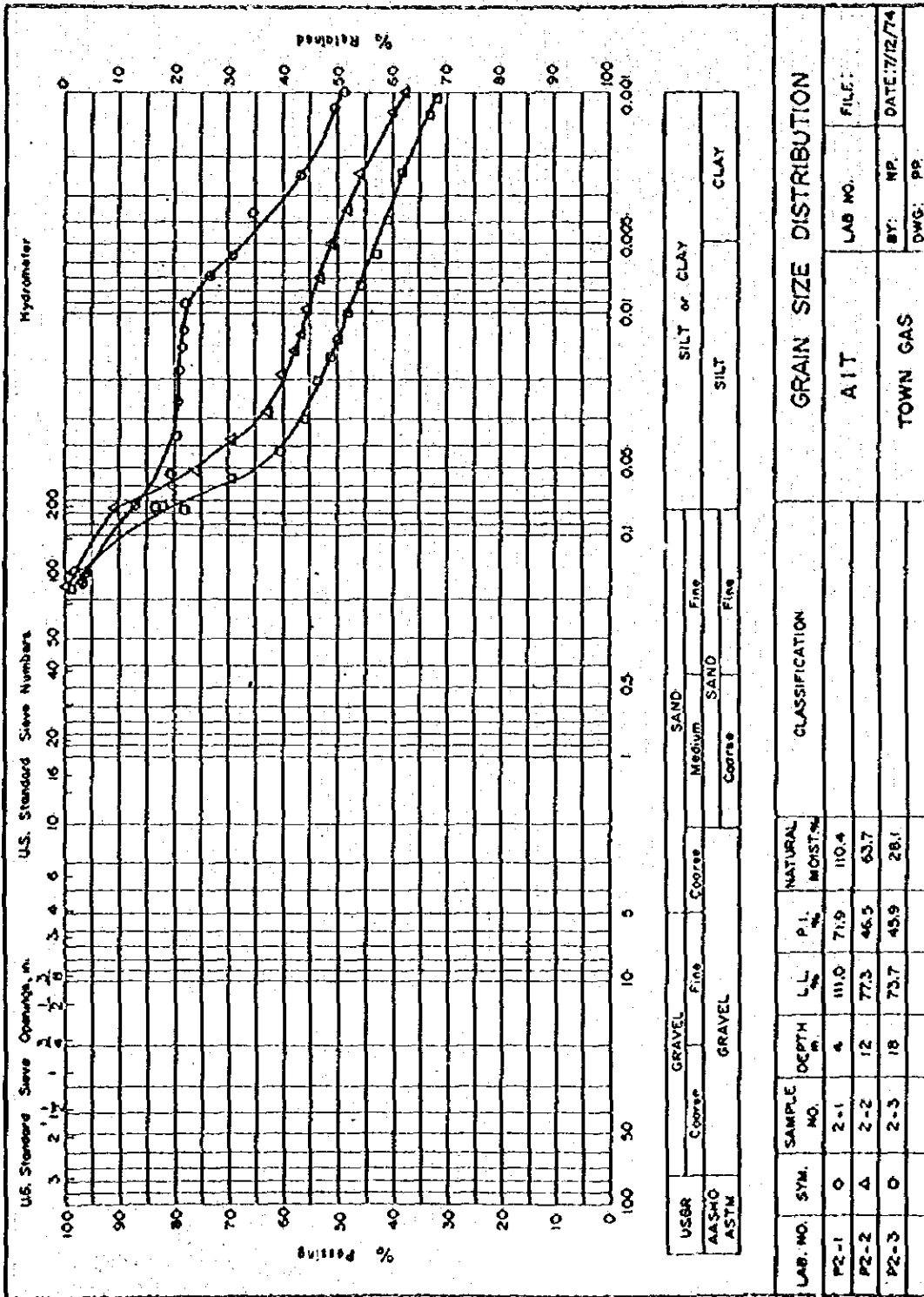


Fig. 28

FORM 58 1-68

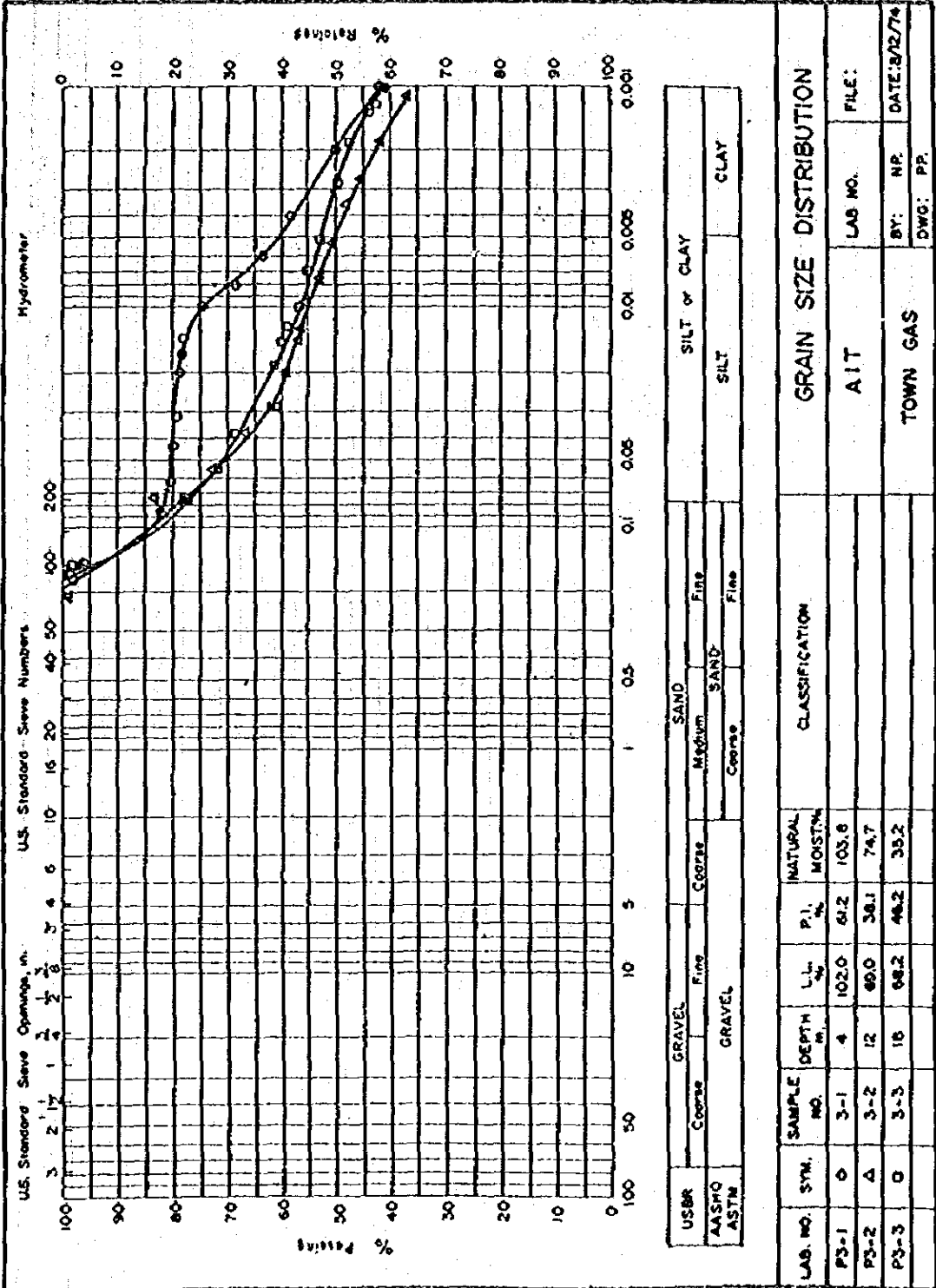
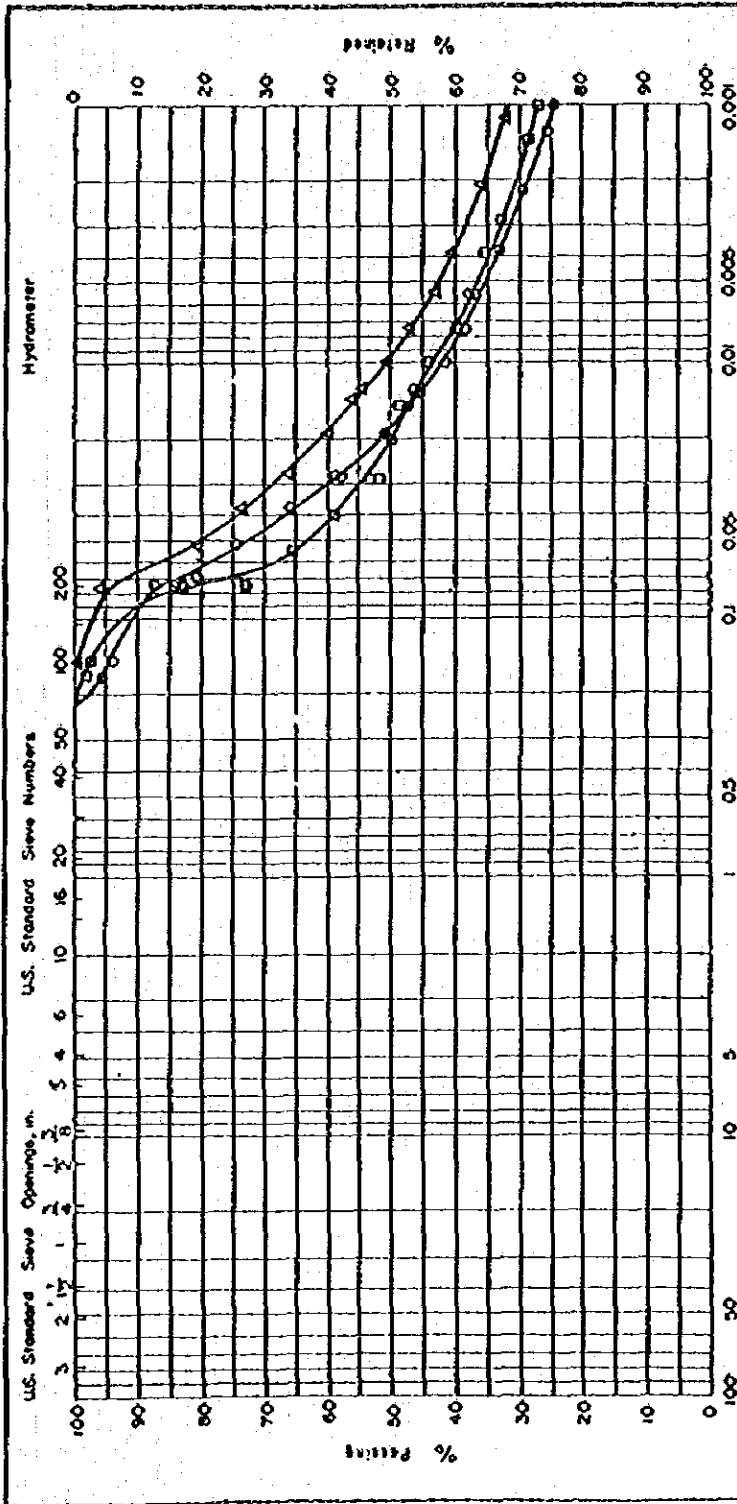


Fig. 29

FORM 58 1-68

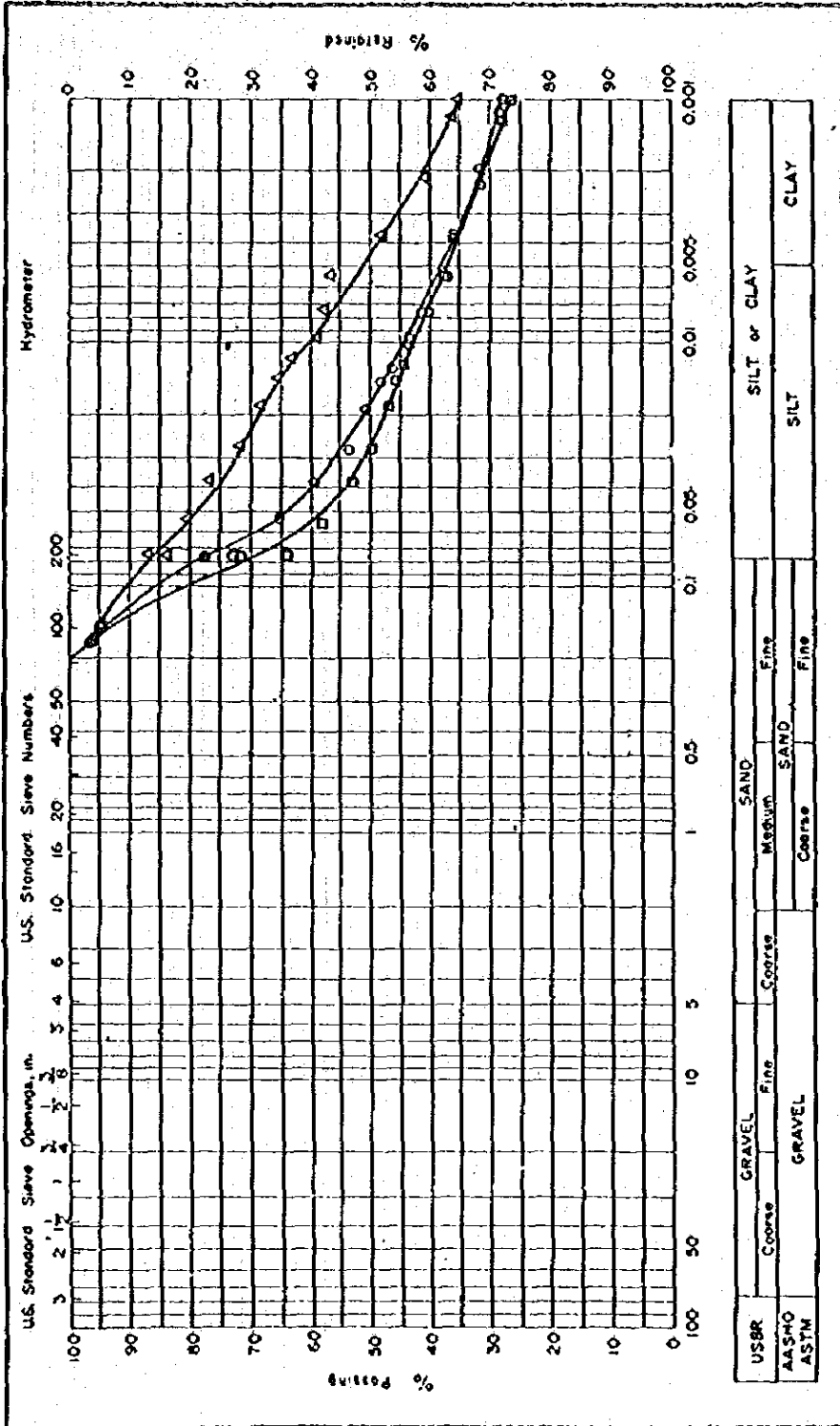


USBR	GRAVEL		SAND		SILT or CLAY	
	Coarse	Fine	Coarse	Fine	SILT	CLAY
AASHTO	GRAVEL		SAND			
	Coarse	Fine	Coarse	Fine		

LAB. NO. SYM.		SAMPLE NO.	DEPTH (m.)	L.L. (%)	P.L. (%)	NATURAL MOISTURE (%)	CLASSIFICATION		
PG-1	○	4-1	5	57.9	34.2	59.5	A I T		
PG-2	△	5-1	5	67.5	54.8	95.6	T O W N G A S		
PG-3	○	6-1	5	57.6	34.2	58.1			

FORM 50 1-68

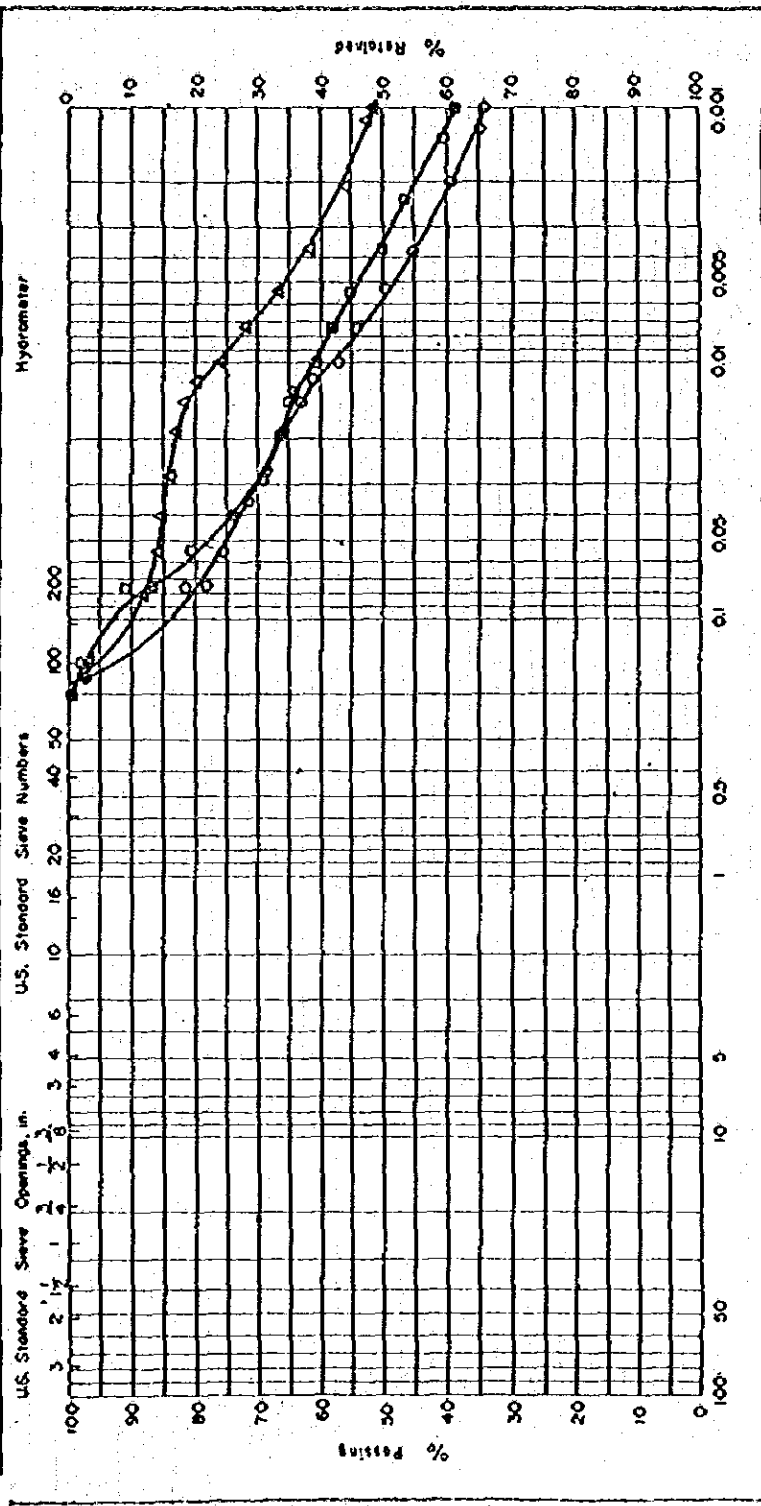
Fig. 30



LAB. NO. SYM.		SAMPLE NO.		DEPTH	LL	P.I.	NATURAL MOISTURE	CLASSIFICATION		GRAIN SIZE DISTRIBUTION	
P7-1	○	7-1	3	3	63.7	35.6	78.1	A I T		LAB NO.	FILE:
P8-1	△	8-1	5	5	74.1	43.7	77.0	TOWN GAS		BY: RP	DATE: 5/2/74
P11-1	□	11-1	5	5	66.5	40.5	72.9			DWG: RP	

Fig. 31

FORM 56 1-68



USBR AASHTO ASTM	GRAVEL		SAND		SILT or CLAY	
	Coarse	Fine	Coarse	Fine	SILT	CLAY

LAB. NO.	SYM.	SAMPLE NO.	DEPTH m.	LL %	P.L. %	NATURAL MOIST. %	CLASSIFICATION	GRAIN SIZE DISTRIBUTION	LAB NO.	FILE:
P9-1	○	9-1	4	53.1	27.2	76.3		A I T		
P9-2	△	9-2	10	81.5	49.4	76.6		TOWN GAS		
P9-3	○	9-3	19	63.2	40.2	43.6				

FORM 58 1-68

Fig. 32

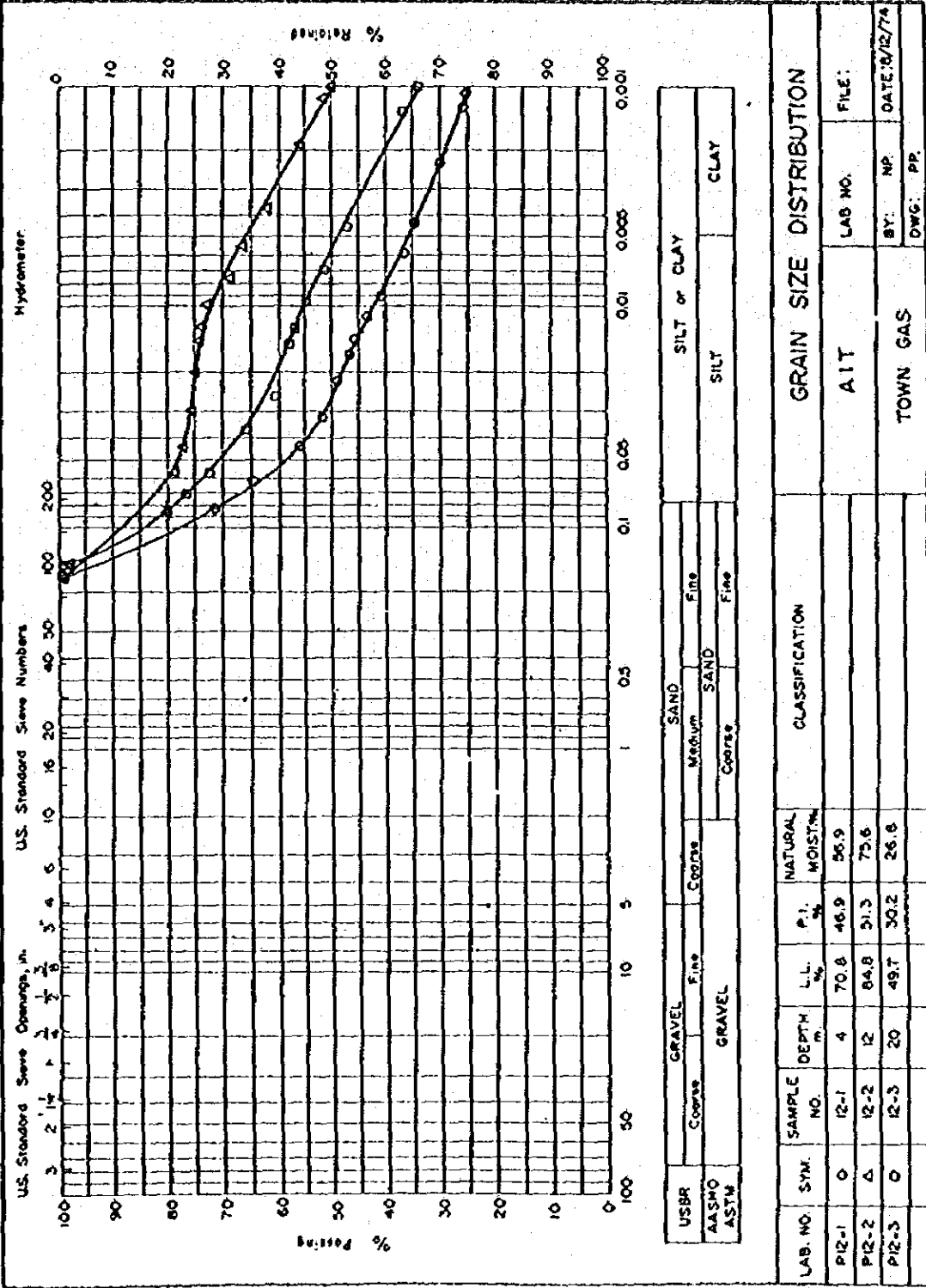


Fig. 33

FORM 58 1-68

附 属 书 B

INFERENCE FOR UNEVEN SETTLEMENT IN THE BANGKOK AREA

不等沈下量の推定

不等沈下を発生させる要因として次のことが考えられる。

- 1) 埋設管の直上に盛土等による増荷重が加わり地盤に不等沈下が発生する。
- 2) バンコック市内のある一部では深井戸の設置により地下水位が低下し地盤に不等沈下が発生している。

以上この2つの要因によって地盤に不等沈下が生じ、埋設管に大きな影響をおよぼすと思われる。そこでおのおの場合について沈下量を推定してみる事にする。

1. 盛土等による地盤の沈下量

ガスパイプラインはそのほとんどが既設道路下に埋設される計画であるが、新設道路又はその取付部分として2.0 m程度の盛土が行なわれた場合を考える。

Terzaghi の圧密理論によると沈下量は次式で計算される。

$$S = \frac{Cc}{1 + e_0} H \log \frac{P_0 + \Delta P}{P_0}$$

ここで S	: 沈下量	cm
Cc	: 圧縮指数	1.73
e ₀	: 初期間隙比	2.42
H	: 層厚	1.300 m
P ₀	: 先行荷重	0.84 t/m ²
ΔP	: 地中増加応力	0.109 t/m ²

$$S = \frac{1.73}{1 + 2.42} \times 1.300 \log \frac{0.84 + 0.109}{0.84} \div 35 \text{ cm}$$

2. 地下水位の低下による沈下量

近年バンコック市内においてはこの地下水位の Pump UP による地盤の沈下が大変問題になってきている。

しかしこの問題について現段階では明確な解が得られる状態ではなく今後の調査に期待する所が大いにある。そこで本検討では過去の調査結果や諸文献を参考にして推定する事にする。

バンコック周辺の地質は図-A-1のように200 m以上におよぶ堆積層からなっており、6つの滞水層が約35, 65, 85, 115, 150, 200 mの深さに存在する。

(Camp Dresser & McKee 1969), これらの滞水層はほぼ水平に堆積していて厚さは

平均20m程度である。これら6つの滞水層から現在バンコック市内で約600,000 m³/dayの地下水がPump upされている。(Camp Dresser & McKee 1969)

Pump upによる地下水位の低下と地盤の最終沈下量の関係は3つの仮定条件により計算すると図-A-2, A-3のようになる。この時の最大可能沈下量はCase Iで水位がSoft Clayの最下部までさがった時、Case IIでは水位がStiff Clayの最下部までさがった時の状態で起こる。つまり、

Case I: 地下水位は低下する粘土が飽和状態のままであり、鉛直有効応力が増加する。

Case II: 基礎の砂層の間隙水圧がその上の深さに比例した分だけ減少する間は地下水位は低下しない。

これらの仮定のもとに計算した結果が図-A-2, A-3である。これらの図からもわかるように最大最終沈下量は約1.0m程度であるが、これはあくまでも地下水位が基礎近くまで低下傾向をみると図-A-4のような状態である。従って地下水位の低下量としては過去10年間の平均をとって1.0mとすると地盤の沈下量としては約60cmである。

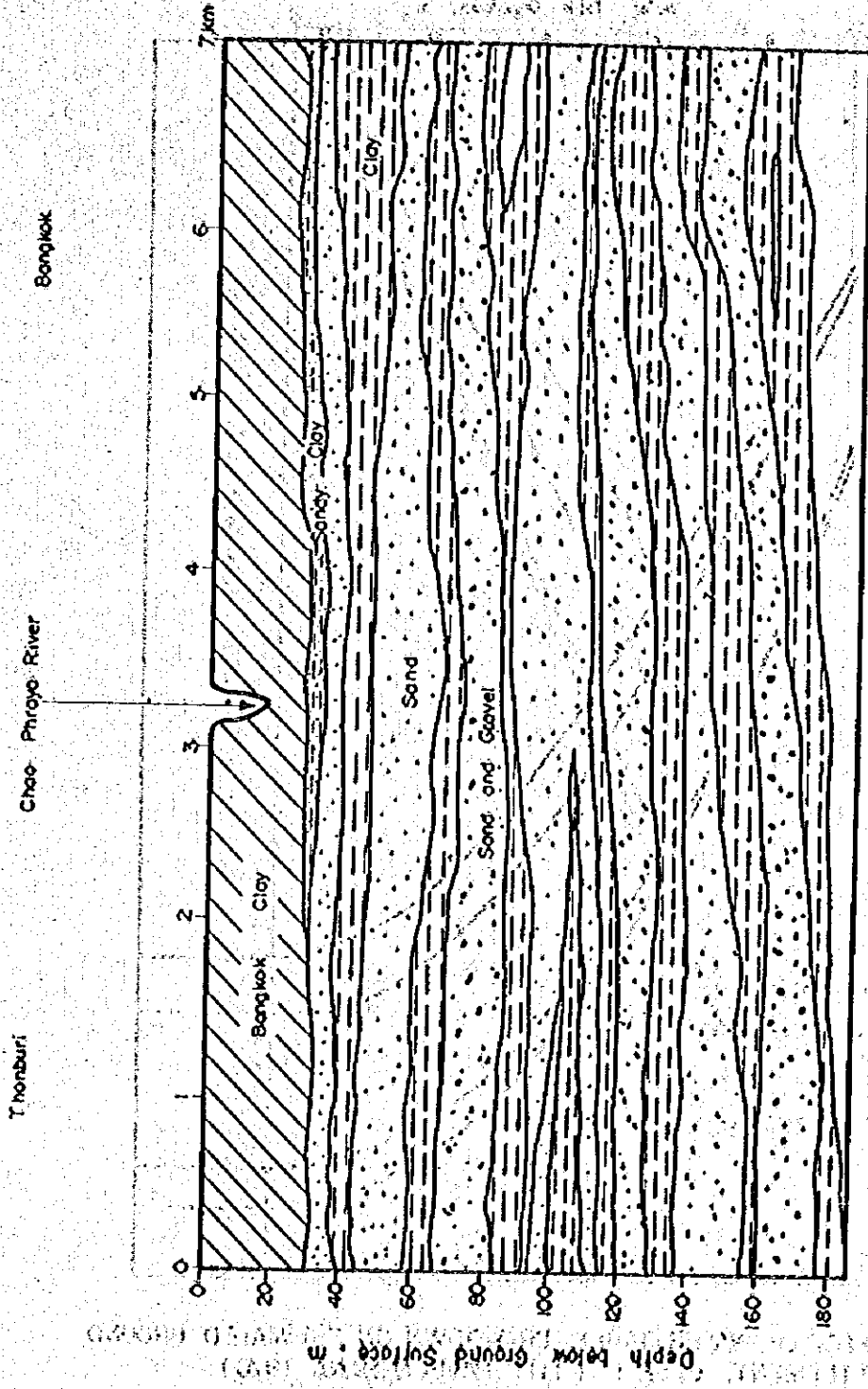
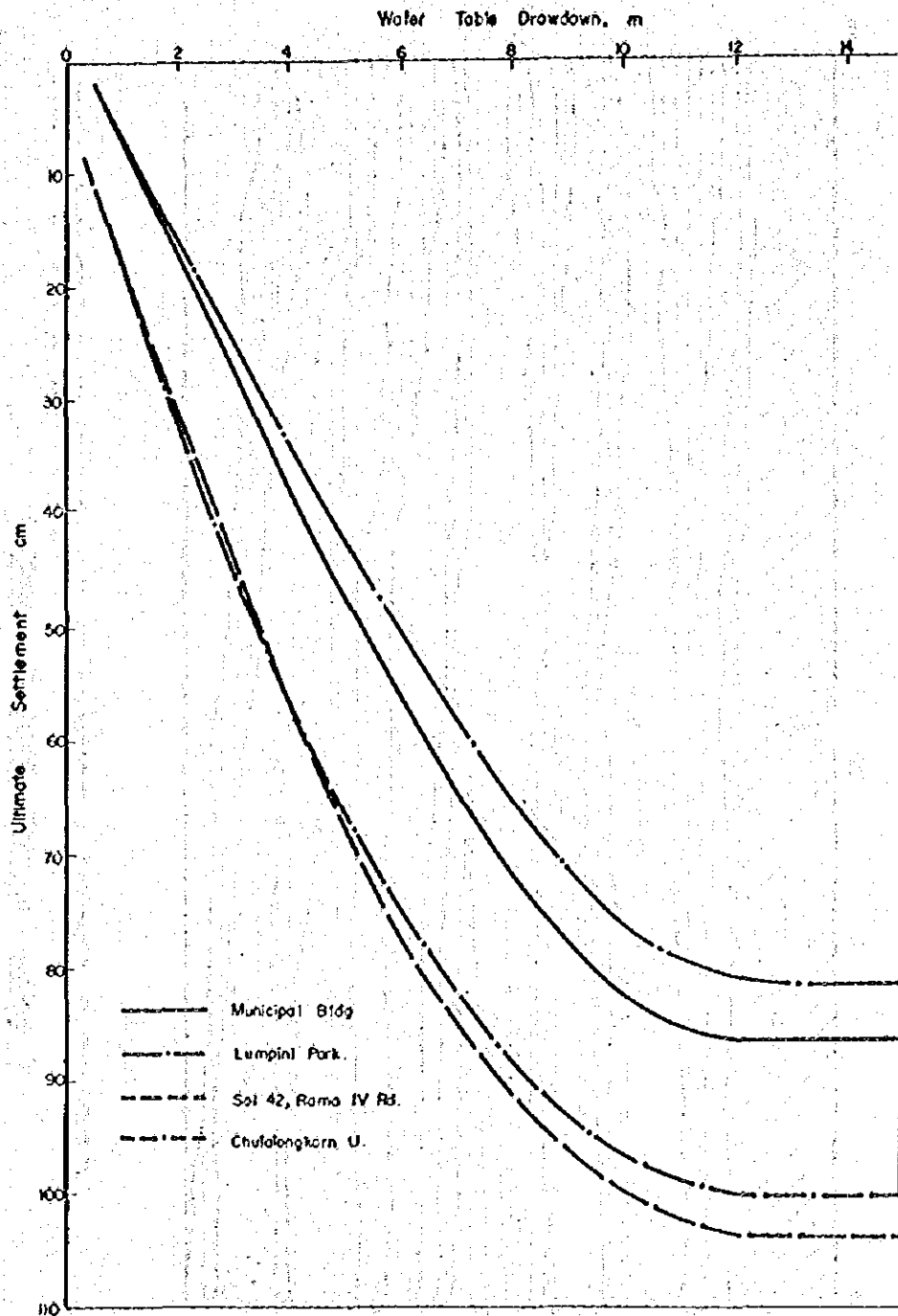


FIG. A-1. GEOLOGIC CROSS-SECTION THROUGH THE BANGKOK AREA
(after MUKTABHANT, 1963)



EFFECT OF WATER TABLE DRAWDOWN ON ESTIMATED GROUND SETTLEMENT, CASE I (TITI PAVEENCHANA 1970)

FIG. A-2

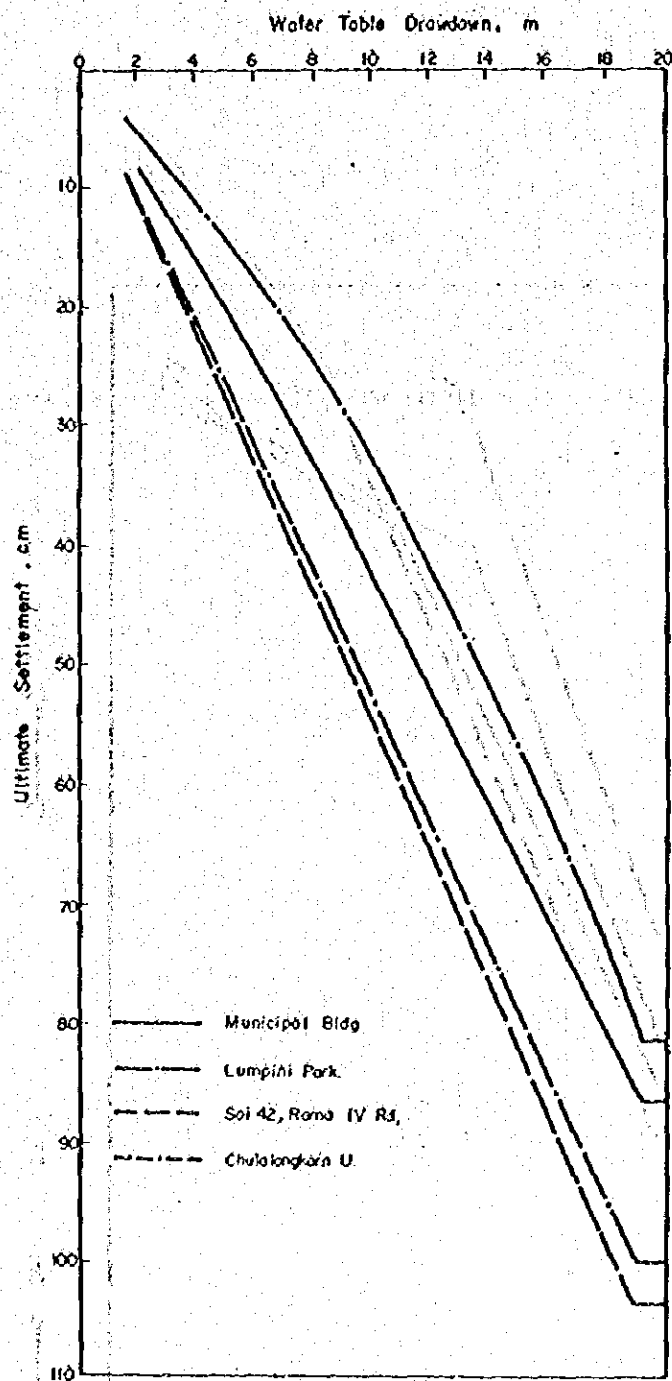


FIG. A-3 EFFECT OF WATER TABLE DRAWDOWN ON ESTIMATED GROUND SETTLEMENT, CASE II (TITI PAVEENCHANA 1970)

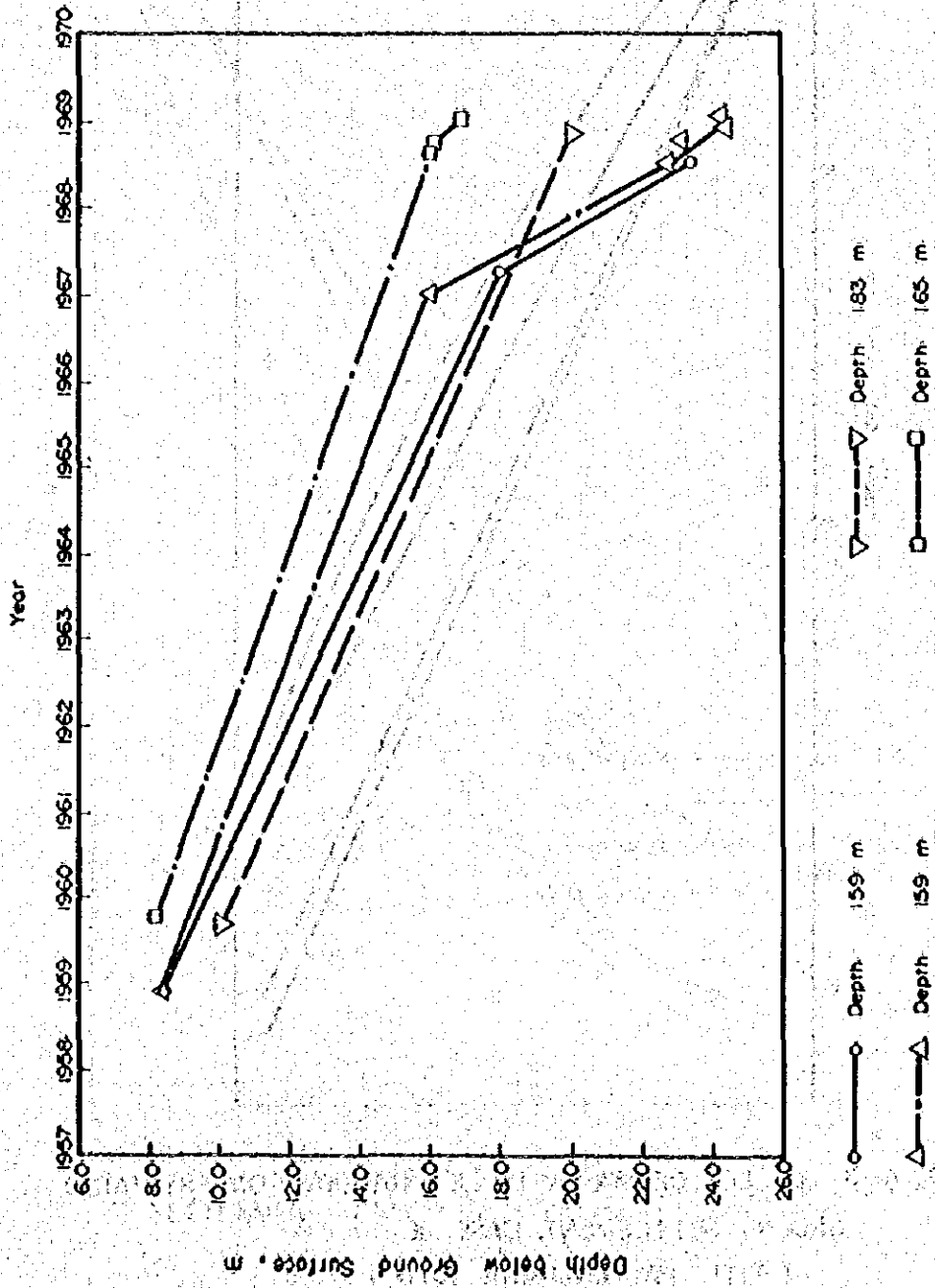


FIG A-4
 VARIATIONS IN STATIC WATER LEVELS FROM 1958 TO 1969 IN WELLS TOPPING
 THE 150 METERS AQUIFER (TITI PAVEENCHANA 1970)

附 属 书 0

STRESS COMPUTATION OF UNDERGROUND LAYING PIPE

埋設管の応力計算例

埋設管の応力計算例として次の諸元のもとに計算をする。なお埋設管の応力としては内圧土荷重、車輪荷重、温度および不等沈下による応力が考えられる。

1) 諸元

パイプ外径	$D = 457.2 \text{ mm}$
パイプ肉厚	$t = 7.9 \text{ mm}$ (内面腐食代 1.0 mm)
パイプ材質	API 5LX-X42
降伏点応力	$\delta_P = 2940 \text{ MPa}$
許容応力	$\delta_{sa} = 1764 \text{ MPa}$
内圧	$P = 8.0 \text{ MPa}$
土の単位体積重量	$\gamma_t = 1.6 \text{ t/m}^3$
温度	$\Delta t = 10^\circ\text{C}$
土被り	$H = 1.5 \text{ m}$

2) 円周方向応力

2-1) 内圧による円周方向応力 δ_{PI}

$$\delta_{PI} = \frac{PD_i}{2t} = \frac{8.0 \times 450}{2 \times 6.9} = 261 \text{ MPa}$$

2-2) 上載荷重による円周方向応力 δ_{CH}

a) 上載土荷重 W_d

$$W_d = \gamma_t \cdot H \cdot D$$

$$= 1.6 \times 1.5 \times 0.457 = 1.092 \text{ t/m}$$

b) 自動車荷重 W_t

$$W_t = \frac{29.1 \cdot D \cdot (1+i)}{10 + H \tan \theta}$$

ここで, i : 衝撃係数 0.5

θ : 荷重分散角 45°

$$= \frac{29.1 \times 0.457 \times 1.5}{10 + 1.5 \times 1.0} = 1.735 \text{ t/m}$$

c) 上載荷重 W

$$W = W_d + W_t = 2.832 \text{ t/m}$$

ここで上載荷重による円周方向応力 δ_{CH} は

$$\delta_{CH} = \frac{D_e \cdot K_b \cdot W \cdot R \cdot E \cdot I_t \cdot 1/zt}{E I_t + 0.061 K_n R^4 + 2P \cdot D_e \cdot R^3 \cdot K_x}$$

De : たわみ時間係数	1.0
Kb・Kx : パイプ支持係数	0.125, 0.083
Kn : 水平方向地盤反力係数	0.5 kg/cm
R : パイプ半径	22.86 cm
I _t : 管壁の断面2次モーメント	0.0274 cm ⁴ /cm
Z _t : 断面係数	0.0794 cm ³ /cm
E : ヤング係数	2.1 × 10 ⁶ ㊦

$$\delta_{cu} = \frac{1.0 \times 0.125 \times 2832 \times 10 \times 2286 \times 21 \times 10^6 \times 0.0274 \times 1/0.0794}{21 \times 10^6 \times 0.0274 + 0.061 \times 0.5 \times 2286^4 + 2 \times 80 \times 10 \times 2286^3 \times 0.083}$$

$$= 916 \text{ ㊦}$$

3) 軸方向応力

3-1) 内圧による軸方向応力

$$\delta_{PL} = \frac{P D_i}{4 t} = \frac{8.0 \times 450}{4 \times 6.9} = 130 \text{ ㊦}$$

3-2) 自動車荷重による軸方向応力

$$\delta_{cl} = \frac{0.322 W_t}{Z_p} \sqrt{\frac{E \cdot I_p}{K_v \cdot D}}$$

ここで K _v : 垂直方向地盤反力係数	0.5 ㊦
I _p : パイプの断面2次モーメント	24746 cm ⁴
Z _p : 断面係数	1082 cm ³
E : ヤング係数	2.1 × 10 ⁶ ㊦
D : パイプ外径	45.72 cm

$$\delta_{cl} = \frac{0.322 \times 1.935 \times 10}{1082} \sqrt{\frac{2.1 \times 10^6 \times 24746}{0.5 \times 45.72}} = 246 \text{ ㊦}$$

3-3) 温度変化による軸方向応力 δ_{tl}

$$\delta_{tl} = \alpha \cdot E \cdot \Delta t$$

ここで α : 線膨張係数	12 × 10 ⁻⁶
E : ヤング係数	2.1 × 10 ⁶ ㊦

$$= 12 \times 10^{-6} \times 2.1 \times 10^6 \times 10 = 252 \text{ ㊦}$$

3-4) 不等沈下による軸方向応力 δ_{sl}

第3章で述べた如く不等沈下応力が発生する条件は2, 3考えられるが, パンコックの現状検討した結果, Pump-up などによる地下水位低下によって起る地盤の不等沈

下に対して計算を進めるとにする。

バンコック市内は一樣に軟弱な粘土の堆積した地質であり普通の状態では不等沈下は考えられない。しかし Pump up などによって地下水水位が低下し部分的に地盤が沈下し不等沈下が発生することが考えられる。

ここで埋設管は軟弱層の最も深い所の圧密沈下量と同じだけ変形を生じるものとするれば、最大軸方向曲げ応力 δ_{SL} は、

$$\delta_{SL} = \frac{1}{4} E \cdot D \cdot \beta \cdot \theta$$

ここで E : ヤング係数 $2.1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$

D : パイプ外径 45.72 cm

$$\beta = 4 \sqrt{\frac{K_v \cdot D}{4EI}} \quad 0.00316 \text{ cm}^{-1}$$

K_v : 鉛直方向地盤反力係数 0.5 kg/cm^2

θ : 地盤沈下角度 $S/L = 60/5000$

S : 不等沈下量 60 cm

L : (不等沈下区間距離) / 2 5000 cm

$$\delta_{SL} = \frac{1}{4} \times 2.1 \times 10^6 \times 45.72 \times 0.00316 \times 60/5000 = 910 \text{ kg}$$

4) 全 応 力

4-1) 円周方向応力

$$\begin{aligned} \delta_H &= \delta_{PH} + \delta_{CH} \\ &= 261 + 716 = 977 \text{ kg} < \delta_{Sa} = 1764 \text{ kg} \end{aligned}$$

4-2) 軸方向応力

$$\begin{aligned} \delta_L &= \delta_{PL} \pm \delta_{CL} \pm \delta_{TL} + \delta_{SL} \\ &= 130 \pm 246 \pm 252 + 910 \\ &= \begin{cases} 1538 \\ 542 \end{cases} \text{ kg} < \delta_{Sa} = 1764 \text{ kg} \end{aligned}$$

4-3) 合成応力

せん断ひずみエネルギー破損説にて合成すると

$$\delta = \sqrt{\delta_H^2 + \delta_L^2 - \delta_L \cdot \delta_H + 3\tau^2}$$

δ_H : 円周方向応力 977 kg

δ_L : 軸方向応力 $\begin{cases} 1538 \\ 542 \end{cases} \text{ kg}$

τ : せん断力

$$\delta = 1348, 848 \text{ kg} < \delta_{Sa} = 1764 \text{ kg}$$

附 属 書 D

調 査 団 行 程 表

月	日	曜日	行 程	調 査 内 容
9	20	金	田辺団長, 自羅, 牧, 大塚 山口団員 羽田→バンコック (ZA-989)	バンコック着, 14:45
	21	土		今度のスケジュール検討
	22	日		スケジュール検討
	23	月		日本大使館, JICA海外事務所表敬。 NEA表敬。
	24	火		NESDB・Mr.Krit(Deputy Secretary General)表敬。 日本大使館, JICA海外事務所訪問, 工程打ち合せ。 NEAと調査方法打ち合せ。
	25	水		EGAT・Mr.Kamthon(Deputy Chairman)表敬, MWVA・ Mr.Prathai(Assist. Deputy General Manager for Engineering)表敬。 OECF・海外事務所, JETRO・トレードセンター表敬。 NEA と調査方法打ち合せ。
	26	木		DTEC・Mr.Wanchai(Director, Division of External Co-operation office II)表敬。 OFO・Mr.Pailulya (Chemical Engineer)表敬。 タイ矢崎本社表敬。 NEAと調査方法打ち合せ。
	27	金	金瀬, 大塚, 桜井, 小柴 岡本団員 羽田→バンコック (JL-461)	第二陣バンコック着, 16:05 日・タイ調査チーム, イントロダクション・ミーティング。
	28	土		NEAと工程打ち合せ。資料整理
	29	日		資料収集, 整理。
	30	月		第二陣・日本大使館, JICA海外事務所表敬。団員ミーティング。
10	1	火		日・タイ調査チーム合同連絡会議。タイ東レ本社表敬
	2	水		タイ・商工会議所・Mr.ob(Chairman)表敬。バンコック市内パ トロール。
	3	木		バンコック市内パトロール。
	4	金	自羅, 山口団員 バンコック→羽田 (TL-714)	バンコック市役所・Mr.Kongsag (Secretary to the Gove- nor of Bangkok Metropolitan)表敬。 TOT・Dr.Adisal (Engineer Incharge of Outside Town Dielgr)及びDr. Piboon(Chief Engineer of Metropolitan Telecommu- nication Center)表敬。 NEAと調査方法打ち合せ。

月	日	曜日	行 程	調 査 内 容
10	5	土		資料整理
	6	日		資料整理
	7	月		MWWA・Mr. Somchai(Chief Construction Supervision Division)及びMr. Vilas(Director of Revenue Department)訪問、各種資料入手。 日・タイ調査団員個別ミーティング。
	8	火		NEA・Mr. Nitipat(Secretary General)米国より帰国、同氏を囲んでのミーティング。MWWA・Mr. Somchai 訪問。資料入手及び質疑応答。
	9	水		ガス需要調査のアルバイト学生雇入、目的・内容・方法を説明。各種質問書の作成。
	10	木	牧団員 バンコック→羽田 (TG-600)	Bangchak 製油所・Mr. P.Y. Chang(Refinery Manager) 及びMr. S.Y. Lu(Engineering Department, Chief) 訪問、調査協力要請。道路調査(クローン横断ク所)。需要調査標本抽出。
	11	金		EGAT・Mr. Piasan(Efficiency Control Division, Engineer) 訪問、質問に対する解答入手。需要調査開始。道路調査続行。
	12	土		資料整理。
	13	日		日・タイ調査チームによる市内パトロール。
	14	月		水道局トンプリ支社・Mr. Kamthorn(Chief of Revenue, Division I) 訪問、検針、集金業務調査。R. I. D.・Dr. Boonyok(The Center of Chief of the Analysis) 訪問、クローン管理方法聴取。需要調査続行。
	15	火	杉山、高乗団員 羽田→バンコック (KL-862)	第三陣バンコック着 19:00 Office of the Under-Secretary of the Prime Minister・Mr. Boonruen(Under Secretary) 訪問、調査協力要請。Harfor Department 訪問、質疑応答。工場予定地調査。需要調査、道路調査続行。
	16	水		バンコック市役所・Mr. Chalitpakorn(chief of planning Division) 訪問、都市計画との関連について質疑応答。市内パトロール。団員ミーティング。
	17	木		第三陣、日本大使館、JICA・海外事務所、表敬。 A. I. T. Dr. Richardcon (Division of Geotechnical Engineering, Associate Professor) 訪問、土質調査につき打ち合せ。

月	日	曜日	行 程	調 査 内 容
				Royal State Railway-Mr.Thuen(General Manages) 訪問, 調査協力要請, ロード・サーベイ・メーター取付準備。
10	18	金		Labor Department 訪問, 質疑応答。T.O.T訪問, 質疑応答。ロード・サーベイ・メーター取付準備。日・タイ調査チームミーティング。
	19	土		資料整理。
	20	日		資料整理。
	21	月		ロード・サーベイメーター取付。鉄道敷地調査。関係資料収集。
	22	火		ロード・サーベイメーター取付。L.P.G事故統計調査。資料作成, 整理。
	23	水		Chulalongkorn Day (祭日)。資料整理。
	24	木		需要家調査。ガス原料及び工場ユーティリティ調査。A.I.Tと土質調査打ち合せ。団員ミーティング。
	25	金		M.E.A.と地下埋設物の状況及びメンテナンスについて打ち合せ。ホルダー用地調査。幹線ルート(9カ所)選定。土質調査立ち合い。日・タイ調査チームミーティング。
	26	土		資料整理。
	27	日		資料整理。
	28	月		ロード・サーベイ・メーター取付, 取外。幹線ルート, 主要道路の水道管埋設調査。標準地域選定作業。OECF訪問, 各種資料収集。
	29	火		ロード・サーベイ・メーター取付, 取外。A.I.T.と土質調査方法打ち合せ及び資料収集。標準地域選定作業。
	30	水		ロード・サーベイ・メーター取付, 取外。道路調査のための学生アルバイト採用, 作業内容説明。日本企業の法律・財務関係資料入手, 実務処理法聴取。
	31	木		Shell 本社及びLPG小売店訪問, 資料入手。標準地域№1, 2, 3踏査。MWWA訪問, 財務, 借款, 税務関係調査。道路調査開始。
11	1	金		O.F.O訪問, LPG価格調査。Essó本社及びLPG小売店訪問, 資料入手。標準地域№7, 8踏査。日・タイ調査チーム・ミーティング。

月	日	曜日	行 程	調 査 内 容
11	2	土		資料整理。
	3	日		資料整理。
	4	月		ロード・サーベイ・メーター取付、取外。平板測量地域選定調査。GV用地検分。タイ・大林組訪問、建設コスト打合せ。三井銀行・バンコック支店訪問、タイ国経済関係資料入手。NEAに対しバンコックの航空写真入手依頼。
	5	火		ロード・サーベイ・メーター取付、取外。平板測量地域踏査。北部ニュータウン見学。
	6	水		ロード・サーベイ・メーター取付、取外。№2ホルダー用地踏査。Kallanis Engineering Co 訪問、建設コスト打ち合せ。A.I.T.訪問、土質調査に関する契約調印。
	7	木		イタリアン・タイ社訪問、建設費見積依頼。土質調査作業現場検分。ガス器具メーカー調査。
	8	金		Bangchack 製油所訪問、追加調査。工場需要家及び集中供給方式高級アパート見学。主要道路及び工場用地検分。日・タイ調査チーム・ミーティング。
	9	土		資料整理。
	10	日		資料整理。
	11	月		ロード・サーベイ・メーター取外作業及び使用ガス器具調査。団員ミーティング。
	12	火		ロード・サーベイ・メーター取付、取外。灯内配管工事費調査。
	13	水		ロード・サーベイ・メーター取付、取外。土質腐蝕調査準備。住宅公社及びRoyal State Railway 訪問、関係資料入手。
	14	木		MEA訪問、関係資料入手。タイ大林組訪問、配管工事費見積依頼。ガス器具メーカー調査。防蝕調査現場検分。
	15	金		EGAT訪問、経済計算資料入手。ガス器具メーカー調査。土質調査現場検分。日・タイ調査チーム・ミーティング。
	16	土		資料整理。
	17	日		資料整理。
	18	月		ロード・サーベイ・メーター取付、取外。バンコック市役所訪問、都市計画概要調査。O.F.O.及びBangchack 製油所訪問、各種石油製品の現況調査。JETRO・トレードセンター訪問、タイ国エネルギー現況調査。

月	日	曜日	行 程	調 査 内 容
11	19	火		ロード・サーベイ・メーター取付、取外。Highway Department 訪問、関係資料入手。管材料卸売価格調査。主要道路及び橋梁調査。
	20	水		NEAに対する中間報告案作成。
	21	木		団員ミーティング、中間報告に対するディスカッション。
	22	金		Metropolitan Traffic Planning 訪問、交通関係資料入手。ガス器具メーカー調査。タイ国・国会訪問。中間報告書案の訂正。
	23	土		資料整理。
	24	日		資料整理。
	25	月		タイ大林組訪問、工事見積依頼。M.T.P.及びN.S.O.訪問、都市開発問題についての事情聴取。市内ホテルのLPG使用状況調査。中間報告の英訳。
	26	火		MWWA訪問、既設水道管の断面図記入依頼。ガス器具メーカー調査。中間報告書の英訳。
	27	水		NEAに対し中間報告を行う。
	28	木		資料整理。
	29	金		日・タイ調査チーム・ミーティング。
	30	土	金瀬、大野、桜井、小柴団員 バンコック→羽田 (JL-464)	資料整理
12	1	日		資料整理
	2	月		主要道路、家屋調査。標準地域No 7調査。
	3	火		日本大使館訪問、今後のケース・スタディーの経過につき説明。タイ大林組訪問、建設用機械のレンタルについて打ち合せ。主要道路調査。標準地域No 4調査。
	4	水		主要道路調査、標準地域No 8調査。NESDBへ事務連絡。
	5	木		Kings Birthday (祭日)。資料収集、整理
	6	金		MWWA訪問、資料入手、主要道路調査。標準地域No 1, No 3, 調査。

月	日	曜日	行 程	調 査 内 容
12	7	土	通産省・岩崎事務官, 山口 団員 羽田→バンコック (KL-864)	バンコック着 19:00 資料収集, 整理。
	8	日		バンコック市役所より下水管詳細ルートについての説明聴取。
	9	月		岩崎事務官, 山口団員, 日本大使館・JICA海外事務所・JET RO・トレードセンター表敬。 Bangchsch製油所訪問, 財務関係調査。バンコック市役所訪問, 下水道の現況調査。イタリアン・タイ社訪問工事見積につき打ち合 せ。Valve Fitting調査。
	10	火		Constitution Day (祭日)。資料収集, 整理。
	11	水		バンコック市役所訪問, 下水道図面調査。
	12	木		工事見積につきNEAと打ち合せ。
	13	金	杉山, 高乗団員 バンコック→羽田 (LH-642)	タイ大林組訪問, 工事見積につき打ち合せ。
	14	土		資料整理。
	15	日		資料整理。
	16	月		NEA・Mr.Nitipat (Secretary General) 会見 ① タイ側技術者の日本におけるTrainingについて。 ② ロード・サーベに使用したガスメーターの処理について ③ 本プロジェクトのタイ側としての今後の進め方について。 MWWA訪問, 水道管断面図入手, クーロンの横断面調査。
	17	火		各種資料検討, 整理。
	18	水	岡本団員 バンコック→羽田 (TG-600)	各種資料検討, 整理。
	19	木		NEA・Mr.Nitipat (Secretary General) と最終ディス カッション。
	20	金	田辺団長 バンコック→羽田 (JL-452)	NEAと打ち合せ。資料整理
	21	土		資料整理。残務整理

月	日	曜日	行 程	調 査 内 容
12	22	日		残務整理。
	23	月	大塚団員 バンコック→羽田 (SR-304)	残務整理。
	24	火	通産省・岩崎事務官, 山口 団員 バンコック→羽田 (JL-762)	

