

APPENDIX
FIELD EXPLORATIONS AND
LABORATORY TESTING

A- FIELD EXPLORATIONS

The purpose of the field exploration for this preliminary phase of site selection study was to evaluate the general sub-surface soils conditions at the potential site locations.

A total of 9 boring locations were selected after a field reconnaissance trip to the Bushehr area. All borings were drilled to a depth of 30 meters using a Mayhew-500 rotary drilling rig. Standard penetration tests (SPT) were performed at one meter intervals and the recovered samples were collected for further laboratory testing. A standard split-spoon sampler was used for this investigation. The sampler was driven with a 63 kg hammer dropped from a 75-centimeter height and the number of blows required for 30 centimeters of penetration were recorded.

All drilling operations were supervised by one of our experienced soils engineers who maintained detailed log of each boring, classified recovered soils, recorded the penetration resistances, measured water levels in the borings and documented pertinent site information.

All recovered soil samples were classified in accordance with the Unified Soil Classification System, a description of which is presented on Plate A-4.

B- LABORATORY TESTING

For the purpose of this preliminary phase and per Japan International Cooperation Agency's request, laboratory testing consisted mainly of grain size analysis. However, a few natural moisture contents, Atterberg Limits, specific gravity and chemical tests were also performed in addition to our scope of work in order to have more data as a basis for this phase of the site selection study.

Details of each test method are briefly described in the following paragraphs:

Moisture Contents:

The natural moisture content of some of the samples were evaluated. The test was run in accordance with ASTM* Designation D-2216-66. The results are presented on Plates A-1A through A-1I.

Grain Size Analysis:

This test was the main test specified in the scope of work for this phase of the investigation. A total of 90 samples (10 from each boring) were selected and tested to evaluate their grain size distribution. The test was performed in accordance with ASTM Designation D-422-63. The test results are presented on Plates A-2A through A-2BB, Grain Size Distribution.

* American Society for Testing and Materials

Atterberg Limits:

The liquid limit, plastic limit and plasticity index of a few of the samples were evaluated in accordance with ASTM Designation D423-66 and D424-59. The results are presented on Plates A-1A through A-1I, Log of Boring.

Specific Gravity Tests:

The specific gravity of selected soil samples were evaluated in accordance with ASTM Designation D854-58. The results are presented on Plate A-3.

Soil Chemical Tests:

Chemical tests were performed on selected samples to evaluate their pH and soluble sulfate content (%SO₄). These tests were performed on a 1:10 soil:water extract. The results are presented on Plate A-3.

- * * * * -

The following Plates are attached and complete this Appendix:

Plates A-1A through A-1I

Plates A-2A through A-2Z

Plates A-2AA through A-2BB

Plate A-3

Plate A-4

Log of Boring

Grain Size Distribution

Grain Size Distribution

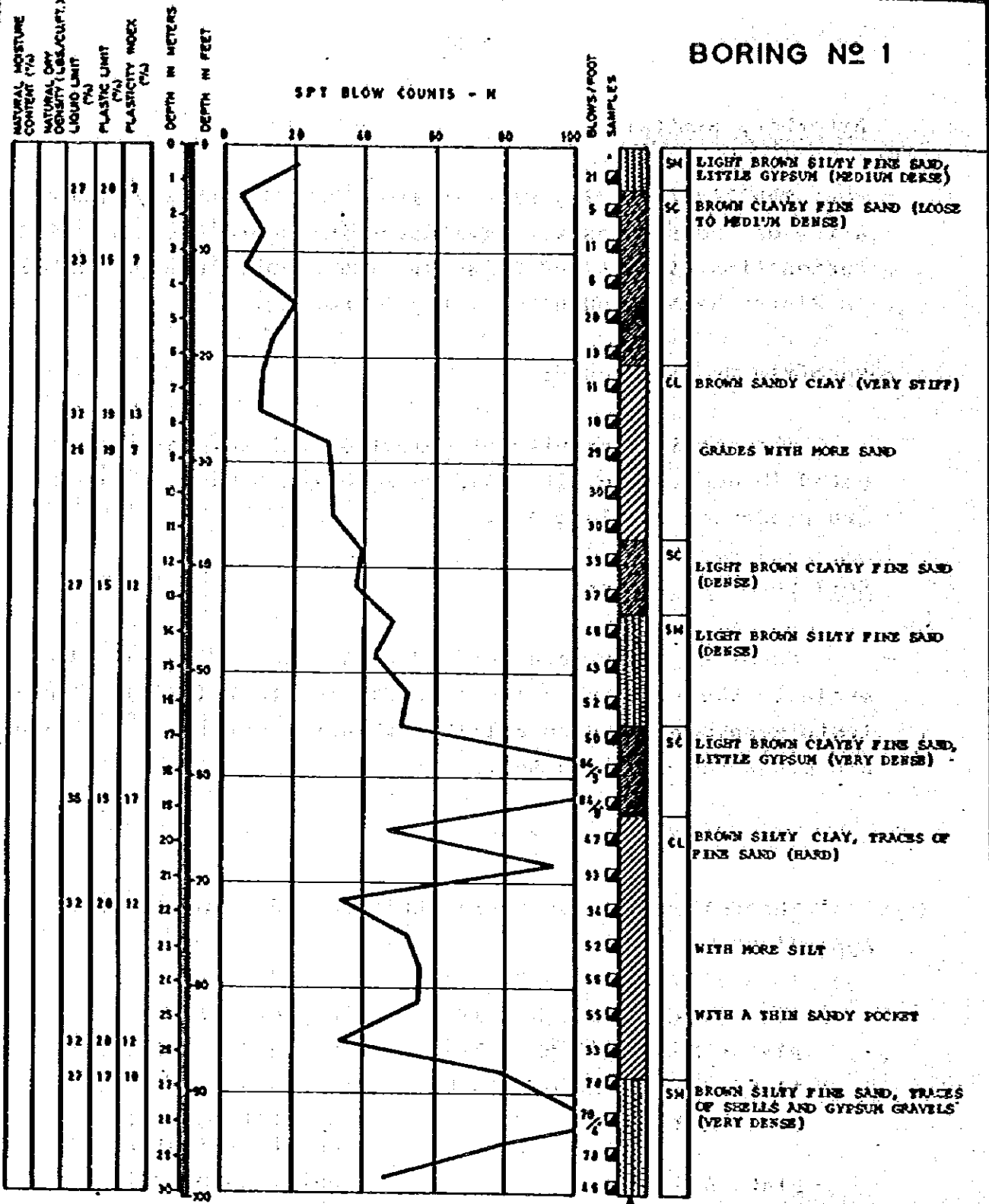
Specific Gravity &
Chemical Test Results

Unified Soil Classification
System.

BORING No 1

REVISIONS
 BY _____ DATE _____
 BY _____ DATE _____
 PLATE _____ OF _____

FILE NO. A.S. 651-172
 BY _____ DATE _____
 CHECKED BY _____ DATE _____



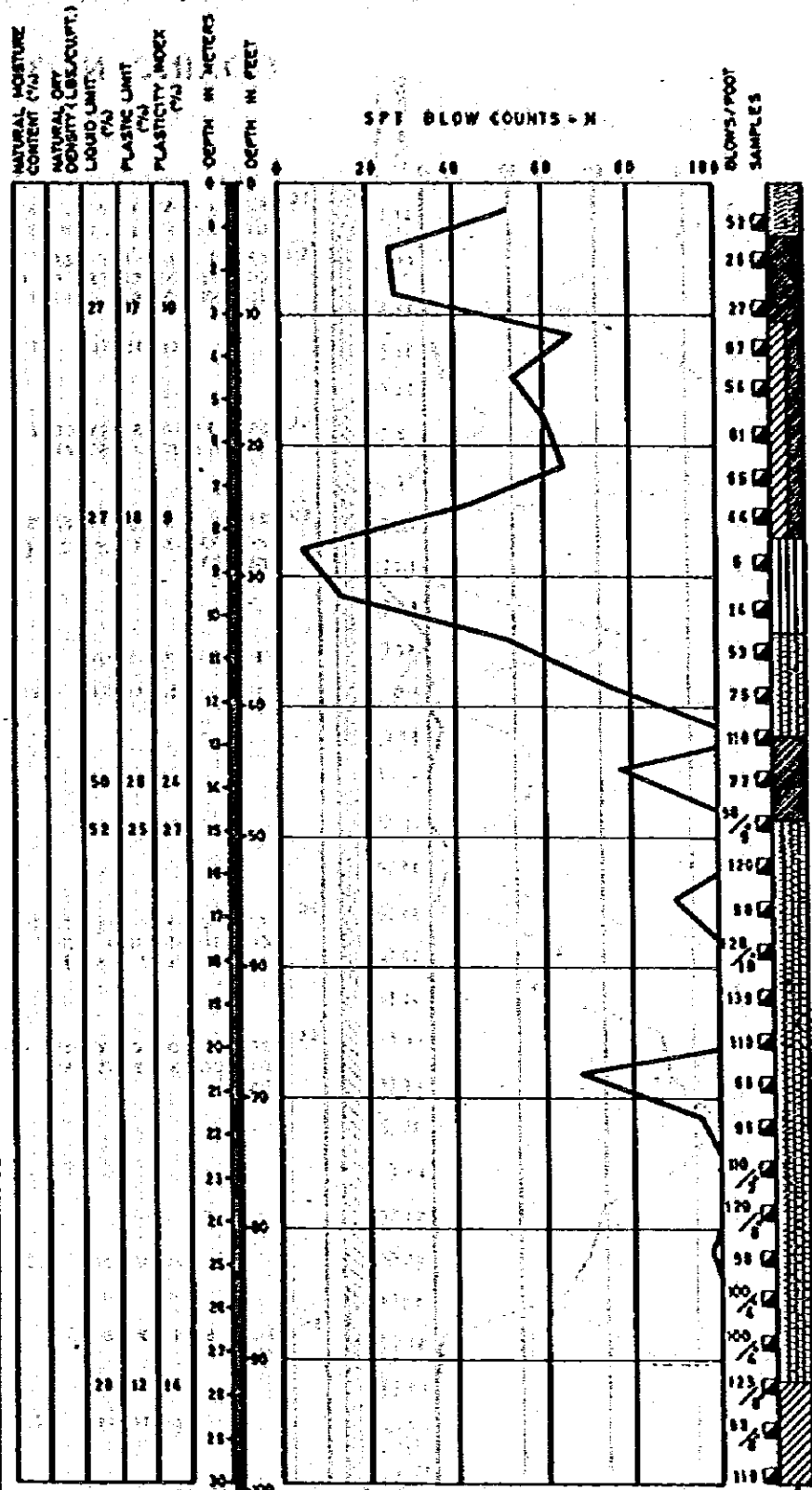
END OF BORING AT 30.0 METERS ON 6-29-78.
 WATER LEVEL AT 1.85 M. ON 7-6-78

LOG OF BORING

BORING NO 2

REVISIONS: _____
 BY _____ DATE _____
 BY _____ DATE _____
 CHECKED BY _____

FILE NO. _____
 BY _____ DATE _____
 CHECKED BY _____



51	SP	LIGHT BROWN FINE SAND, TRACES OF GYPSUM (VERY DENSE)
21	SC	BROWN CLAYEY FINE SAND, TRACES OF GYPSUM (MEDIUM DENSE)
27		
67	CL	BROWN SANDY CLAY AND CLAYEY FINE SAND (VERY DENSE)
56	SC	
61		
65		
44		(DENSE)
6	ML	BROWN SANDY AND CLAYEY SILT (MEDIUM STIFF TO STIFF)
14		
53	SM	BROWN SILTY FINE SAND (VERY DENSE)
75		
114		
71	CH	LIGHT BROWN CLAY, TRACES OF GYPSUM (HARD)
58		
120	SM	LIGHT BROWN SILTY FINE SAND, WITH OCCASIONAL THIN SANDY SILT POCKETS, TRACES OF GYPSUM (VERY DENSE)
88		
128		
119		
133		
110		
61		
91		
98		
170		
98		
100		
100		
123		
83		
119		
	CL	LIGHT BROWN SANDY CLAY (HARD)

END OF BORING AT 30.0 METERS ON 6-30-78.
 WATER LEVEL AT 3.60 M. ON 7-6-78.

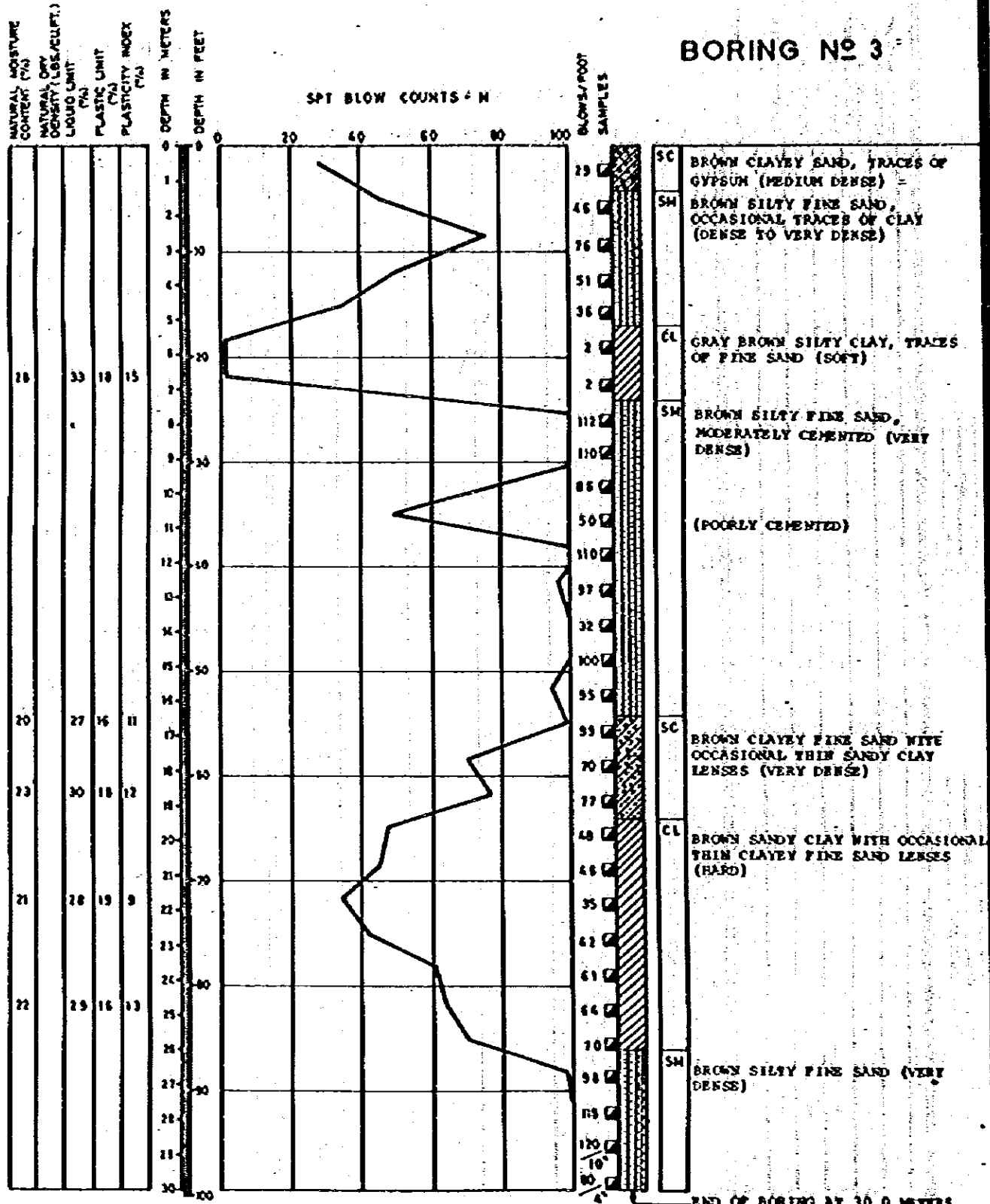
LOG OF BORING

DAMES & MOORE

PLATE A-18

BORING NO 3

SPT BLOW COUNTS - N



END OF BORING AT 30.0 METERS ON 7-2-79.
WATER LEVEL AT 1.50 M. ON 7-6-78

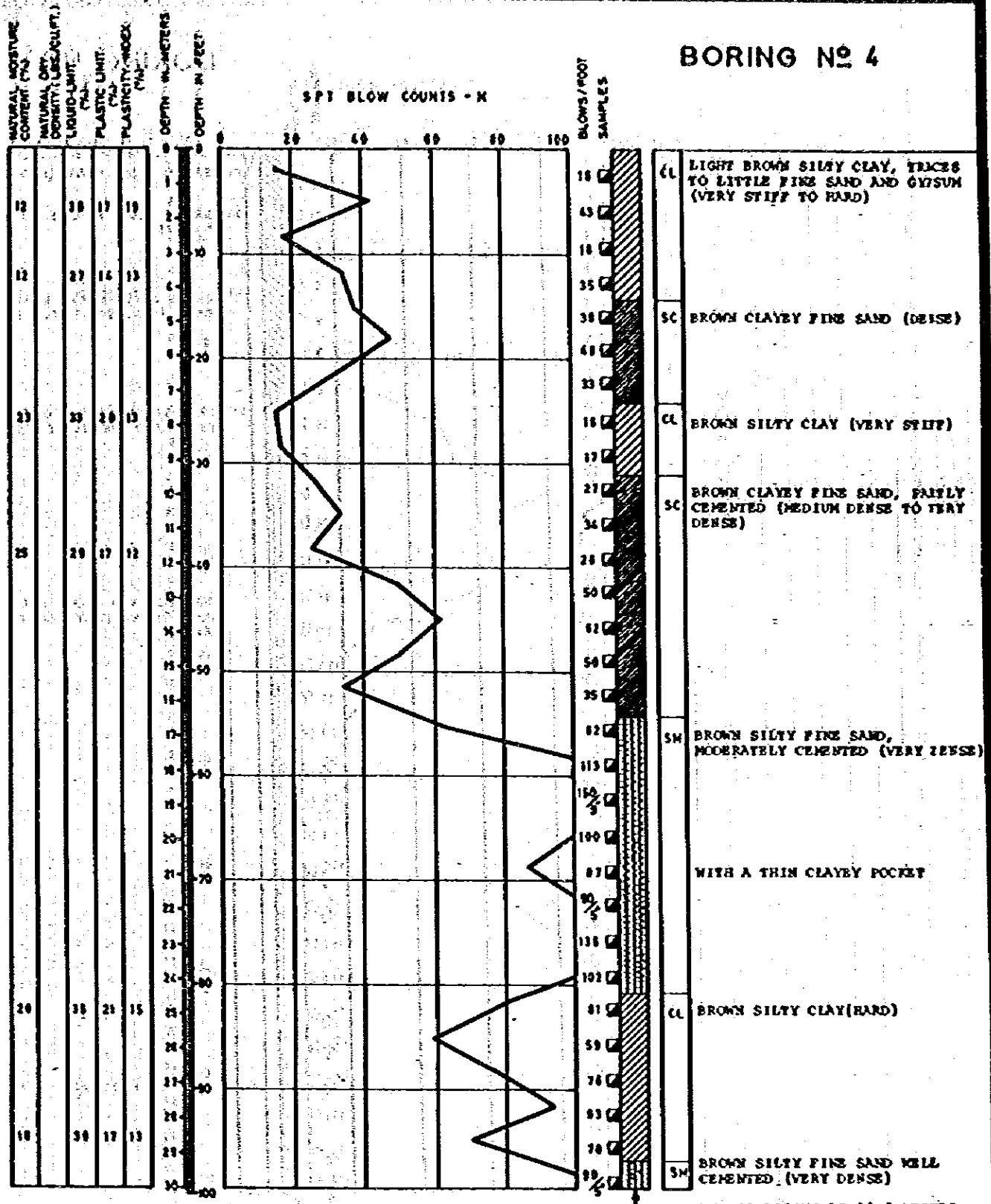
LOG OF BORING

REVISIONS:
BY _____ DATE _____
BY _____ DATE _____
PLATE _____ OF _____

FILE: 2555/117-79
BY: J. J. COOPER DATE: 7/2/79
CHECKED BY: _____ DATE _____

BORING No 4

REVISIONS:
 BY _____ DATE _____
 BY _____ DATE _____
 CHECKED BY _____ DATE _____

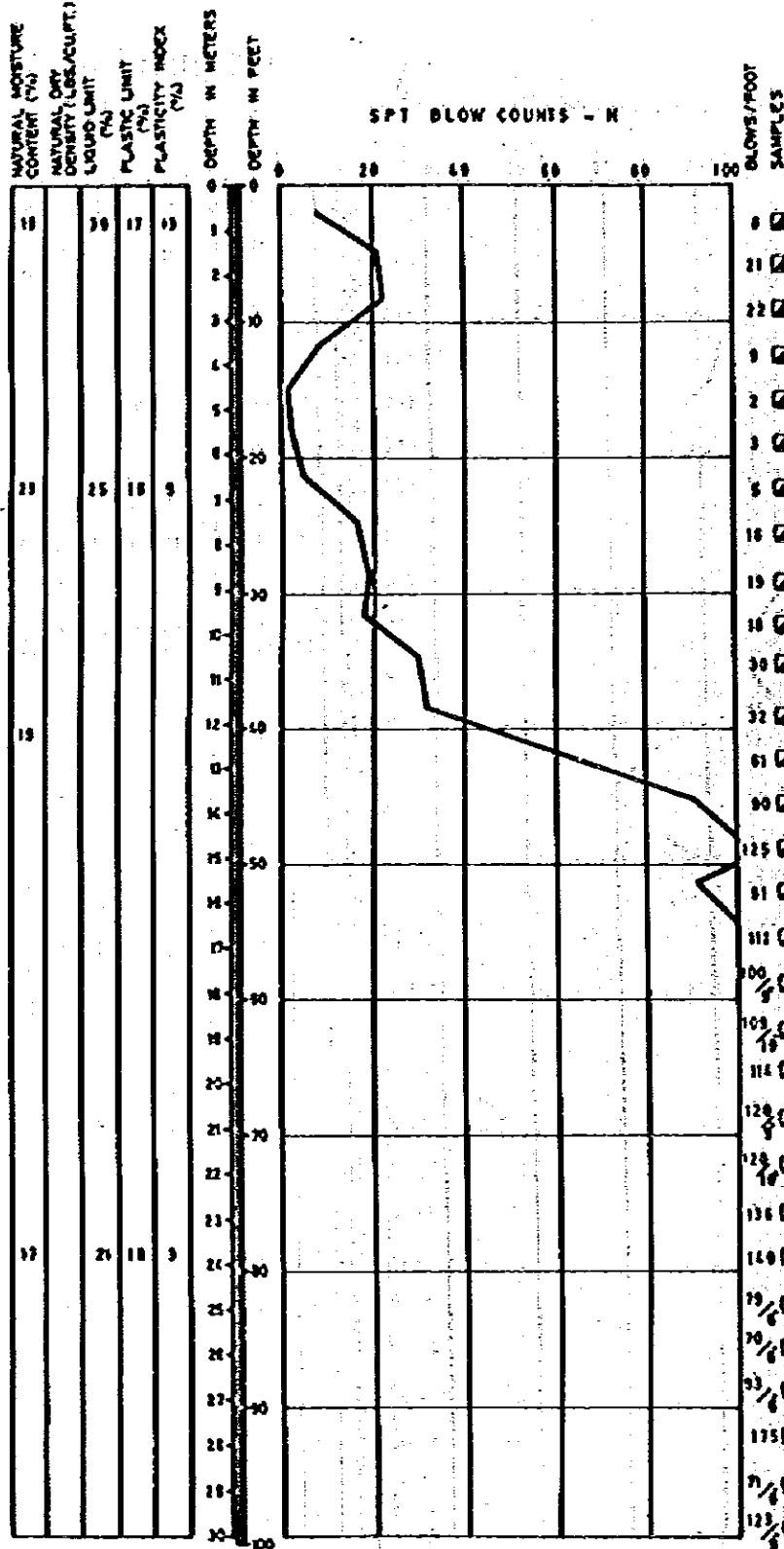


END OF BORING AT 30.0 METERS ON 7-1-78
 WATER LEVEL AT 7.50 M. ON 7-6-78

LOG OF BORING

BORING No 5

SPT BLOW COUNTS - N



CL	BROWN SILTY CLAY (MEDIUM STIFF)
SM	BROWN SILTY FINE SAND (MEDIUM DENSE)
CL	BROWN SILTY CLAY, TRACES OF FINE SAND (SOFT TO MEDIUM STIFF)
SM	GRAY TO GRAYISH BROWN SILTY FINE SAND (MEDIUM DENSE)
	CHANGES INTO BROWN SILTY FINE SAND, MODERATELY CEMENTED (VERY DENSE)

END OF BORING AT 30.0 METERS ON 7-3-78.
WATER LEVEL AT 1.10 M. ON 7-5-78

LOG OF BORING

DAMES & MOORE

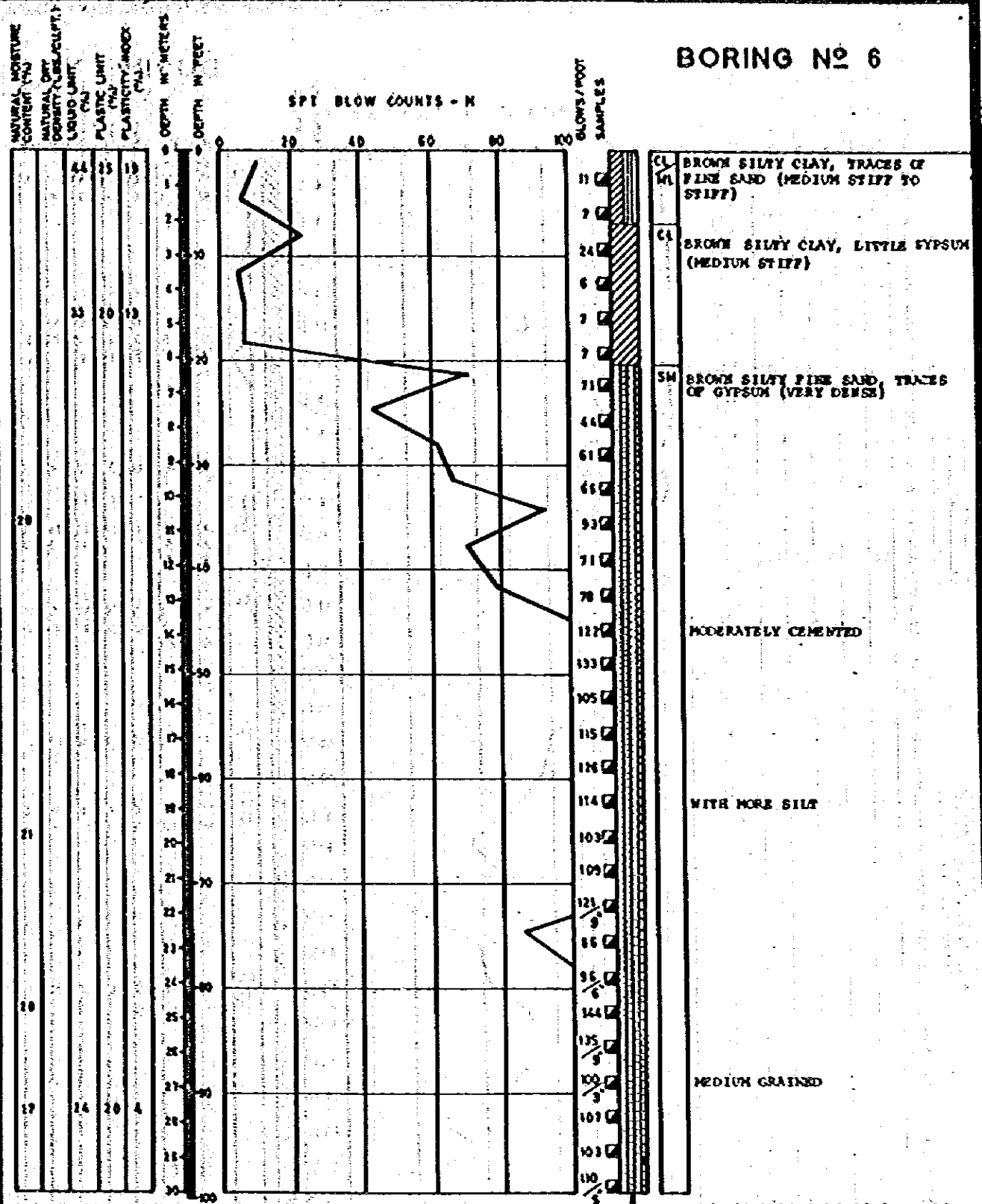
PLATE A-1E

REVISIONS
BY _____ DATE _____
BY _____ DATE _____
PLATE _____ OF _____

FILE NO. 072-172-370
BY _____ DATE _____
CHECKED BY _____ DATE _____

BORING NO 6

REVISIONS BY DATE
 FILE 2150-772-87
 BY DATE
 CHECKED BY DATE
 PLATE OF

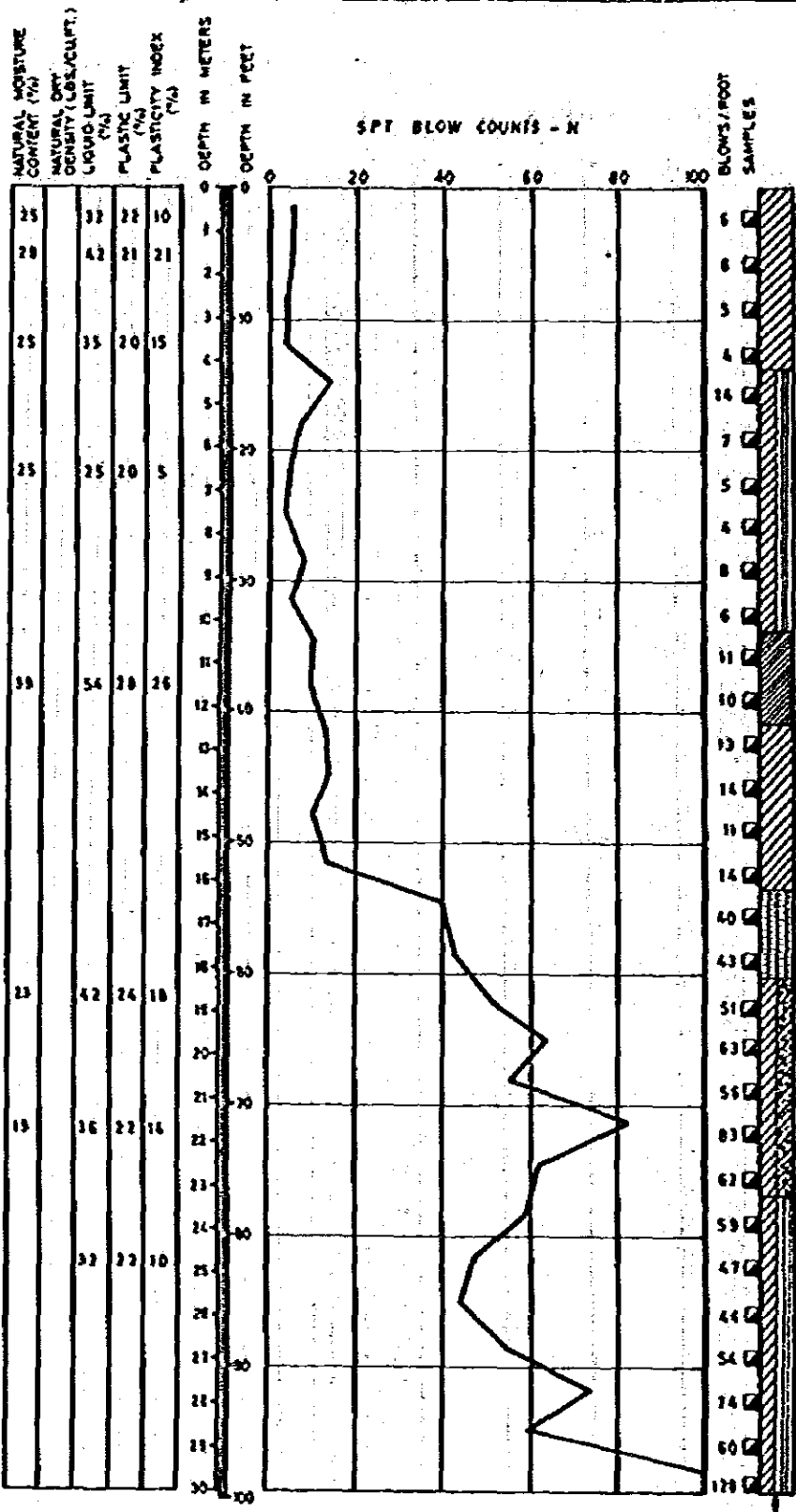


END OF BORING AT 30.0 METERS
 ON 7-4-78.
 WATER LEVEL AT 2.75 M. ON 7-6-78

LOG OF BORING

BORING NO 7

SPT BLOW COUNTS - N



6	CL	BROWN SILTY CLAY, TRACES OF FINE SAND (MEDIUM STIFF)
16	CL	BROWN SILTY CLAY AND CLAYEY SILT TRACES TO LITTLE FINE SAND (MEDIUM STIFF)
8		CHANGES INTO GRAY COLOR
11	CH	GRAY HIGH PLASTICITY CLAY, TRACES OF ORGANIC MATERIAL (STIFF)
13	CL	BROWN SILTY CLAY, TRACES OF SHELL FRAGMENTS AND GYPSUM (STIFF)
14		
40	SM	BROWN SILTY FINE SAND (DENSE)
51	CL	ALTERNATION OF BROWN SILTY CLAY AND CLAYEY FINE SAND (HARD)
62	SC	
59	CL	BROWN SILTY CLAY AND CLAYEY SILT (HARD)
47	ML	
44		
54		
74		
60		
78		

END OF BORING AT 30.0 METERS ON 7-5-78
 WATER LEVEL AT 1.20 M. ON 7-6-78

LOG OF BORING

DANES MOORE

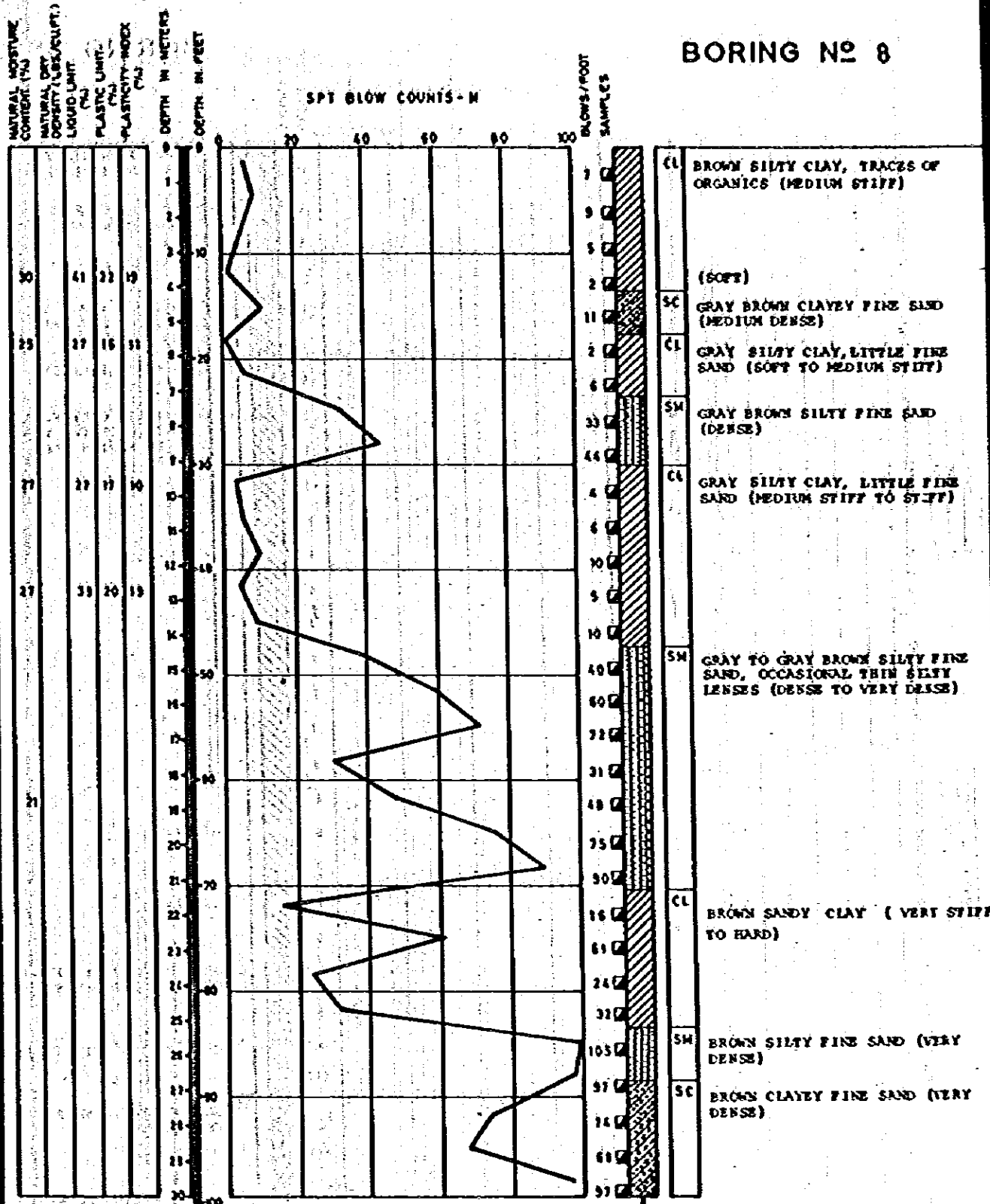
PLATE A-16

REVISIONS:
 BY _____ DATE _____
 BY _____ DATE _____
 PLATE _____ OF _____

FILE 255-177-50
 BY _____ DATE 1/17/72
 CHECKED BY _____ DATE _____

BORING NO 8

SPT BLOW COUNTS - N



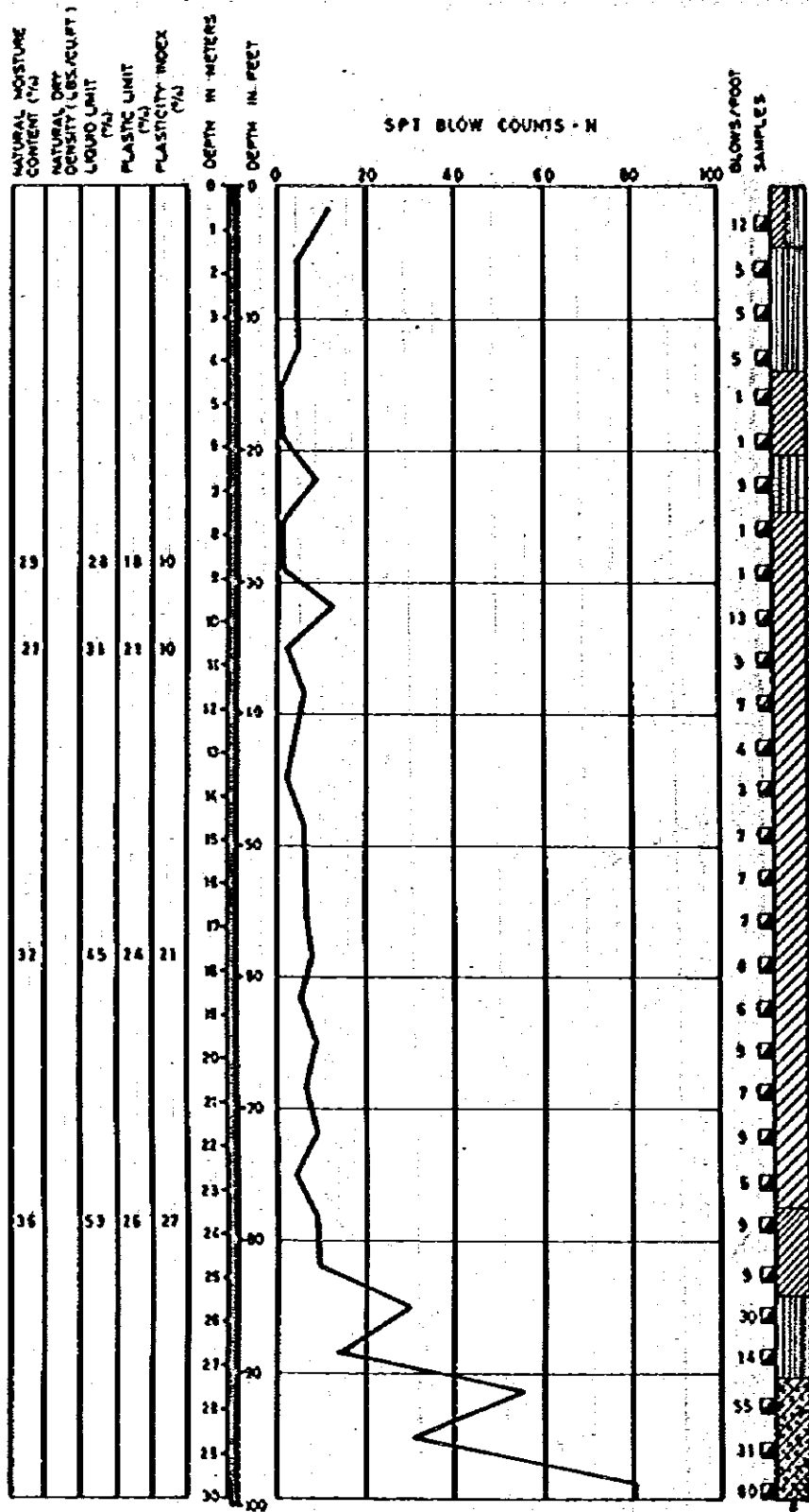
REVISIONS
BY _____ DATE _____
BY _____ DATE _____
PLATE _____ OF _____

FILE 2599-17250
BY _____ DATE 2/1/77
CHECKED BY _____ DATE _____

END OF BORING AT 30.0 METERS
ON 7-6-78.
WATER LEVEL AT 1.20 M. OF
7-6-78.

LOG OF BORING

BORING No 9



(A) LIGHT BROWN SILTY CLAY, LITTLE FINE SAND (STIFF)
 (M) BROWN CLAYEY SILT, TRACES TO LITTLE FINE SAND (MEDIUM STIFF)
 (C) GRAY SILTY CLAY, TRACES OF FINE SAND AND SHELL FRAGMENTS (VERY SOFT)
 (SM) GRAY SILTY FINE SAND (LOOSE)
 (CC) GRAY SILTY CLAY WITH STROBS, ORGANIC ODOOR (VERY SOFT AT TOP SOFT TO MEDIUM STIFF BELOW 9.2 METERS)
 (STIFF)
 (STIFF)
 (CH) GRAY HIGH PLASTICITY CLAY, TRACES OF SHELL FRAGMENTS (STIFF)
 (ML) GRAY CLAYEY SILT (VERY STIFF)
 (SC) GRAY CLAYEY FINE SAND (DENSE TO VERY DENSE)

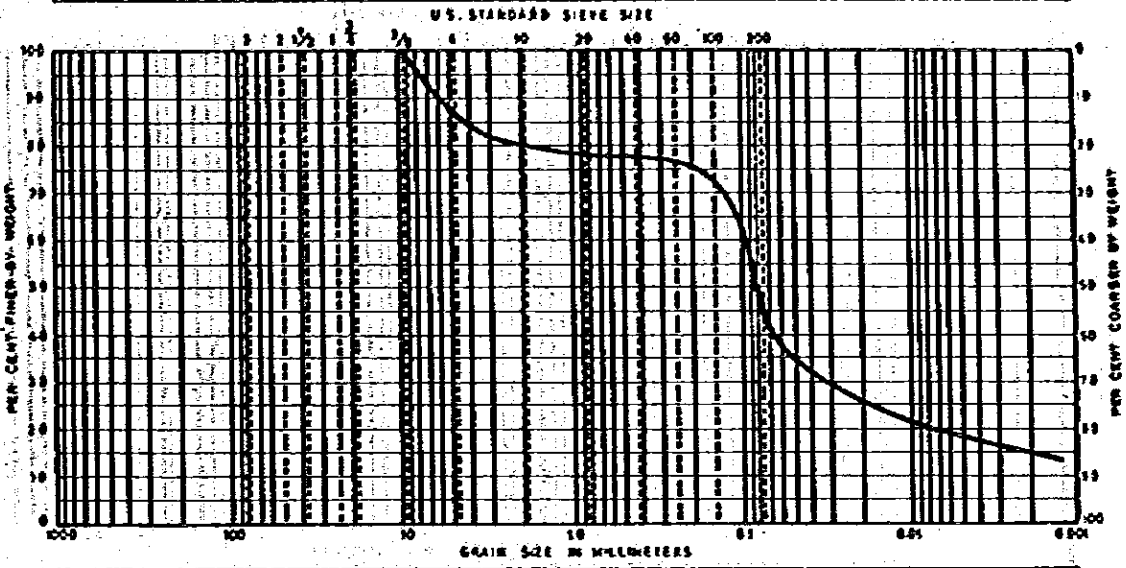
END OF BORING AT 30.0 METERS ON 7-7-78.
 WATER LEVEL AT 4.0 M. ON 7-7-78.

LOG OF BORING

REVISIONS
 BY _____ DATE _____
 BY _____ DATE _____
 PLATE _____ OF _____

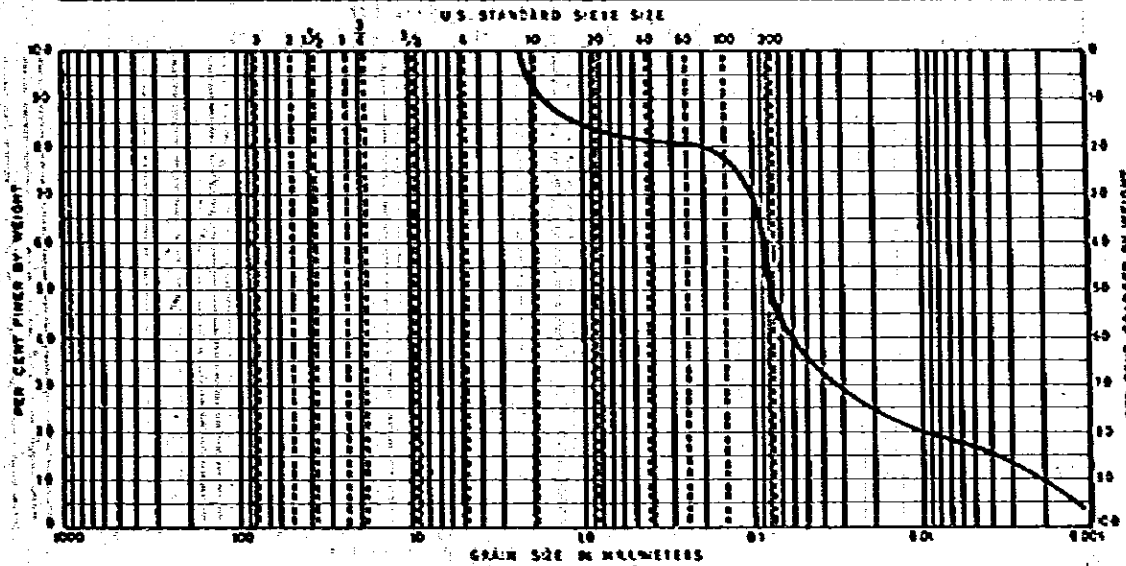
FILE 2000172-0-0
 BY S.H. HANCOCK DATE 7-7-78
 CHECKED BY _____ DATE _____

BORING	DEPTH M.	SAMPLE	LIQUID LIMIT	PLASTIC LIMIT	SYMBOL	SOIL DESCRIPTION	REF.
1	1.5	2	27	20	SC	CLAYEY SAND	



COBBLES	GRAVEL		SAND			SILT OR CLAY
	COARSE	FINE	COARSE	MEDIUM	FINE	

BORING	DEPTH M.	SAMPLE	LIQUID LIMIT	PLASTIC LIMIT	SYMBOL	SOIL DESCRIPTION	REF.
1	2.5	3			SC	CLAYEY SAND	



COBBLES	GRAVEL		SAND			SILT OR CLAY
	COARSE	FINE	COARSE	MEDIUM	FINE	

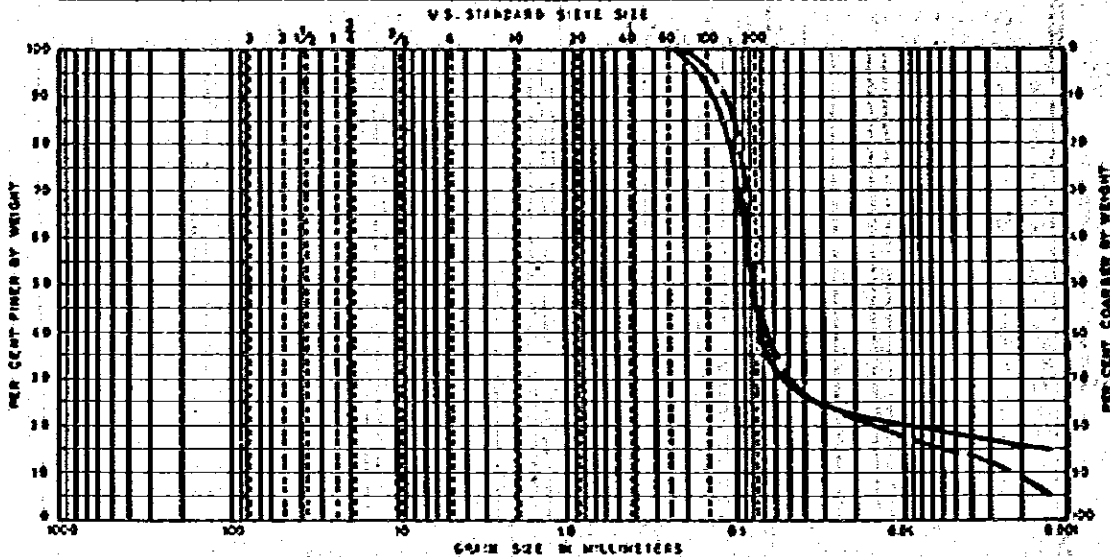
GRAIN-SIZE DISTRIBUTION
(UNIFIED SOIL CLASSIFICATION SYSTEM)

DANES & MOORE

REVISIONS BY DATE
BY DATE
PLATE OF

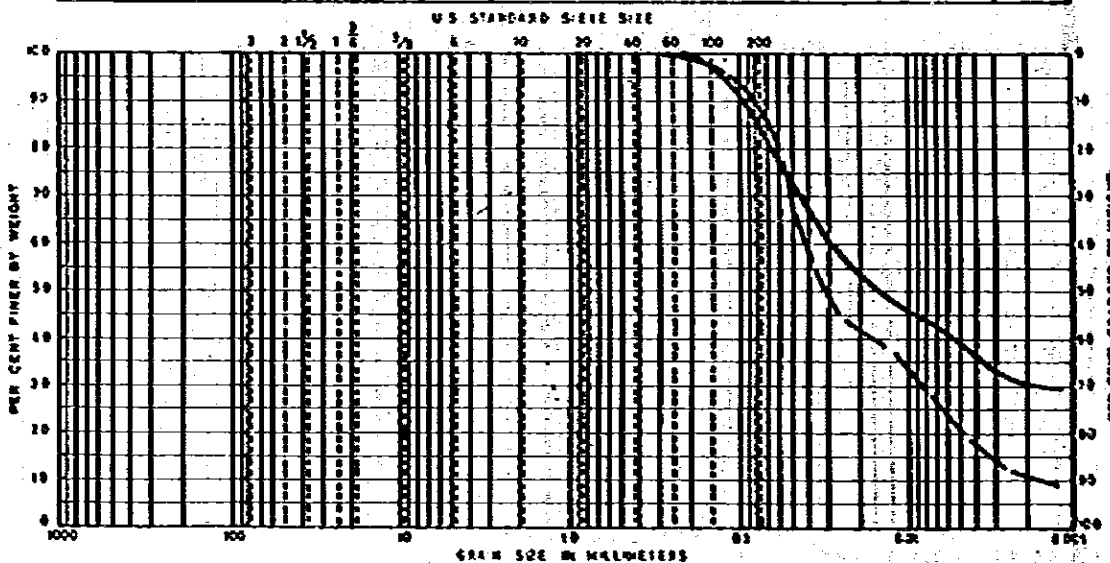
P.L. 2009-171-60
DATE 12-12-28
CHECKED BY DATE

BORING	DEPTH M	SAMPLE	LIQUID LIMIT	PLASTIC LIMIT	SYMBOL	SOIL DESCRIPTION	REV.
2	4.5	5			SC	CLAYEY FINE SAND	
3	5.5	6			SC	CLAYEY SAND	



COBBLES	GRAVEL		SAND			SILT OR CLAY
	COARSE	FINE	COARSE	MEDIUM	FINE	

BORING	DEPTH M	SAMPLE	LIQUID LIMIT	PLASTIC LIMIT	SYMBOL	SOIL DESCRIPTION	REV.
1	7.5	8	32	19	CL	SILTY CLAY	
1	9.5	10			CL	SILTY CLAY	



COBBLES	GRAVEL		SAND			SILT OR CLAY
	COARSE	FINE	COARSE	MED-OW	FINE	

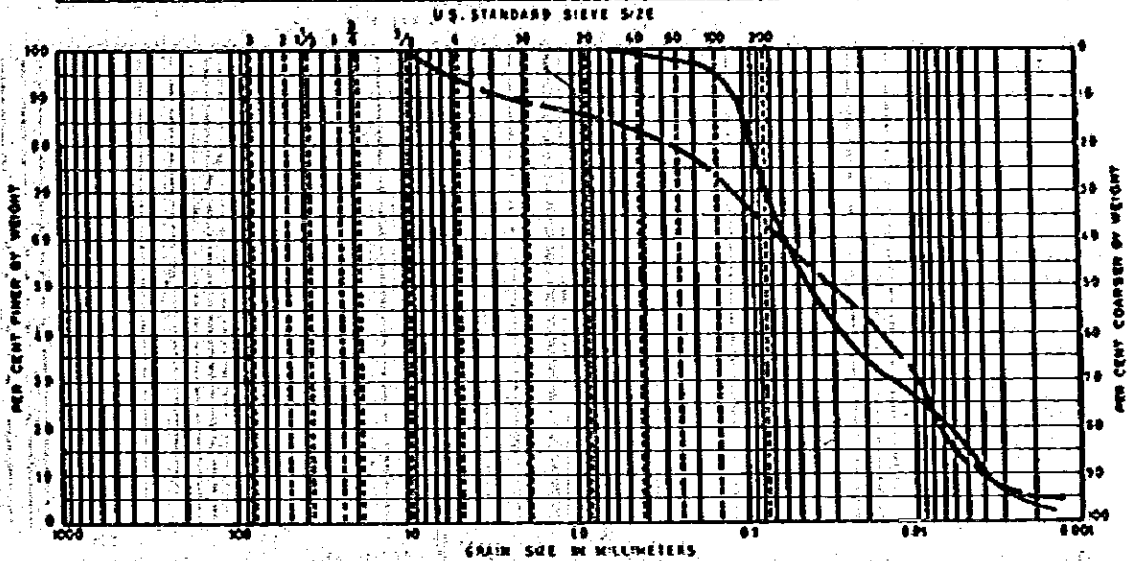
GRAIN-SIZE DISTRIBUTION (UNIFIED SOIL CLASSIFICATION SYSTEM)

DANES & MOORE

REVISIONS
BY _____ DATE _____
BY _____ DATE _____
PLATE _____

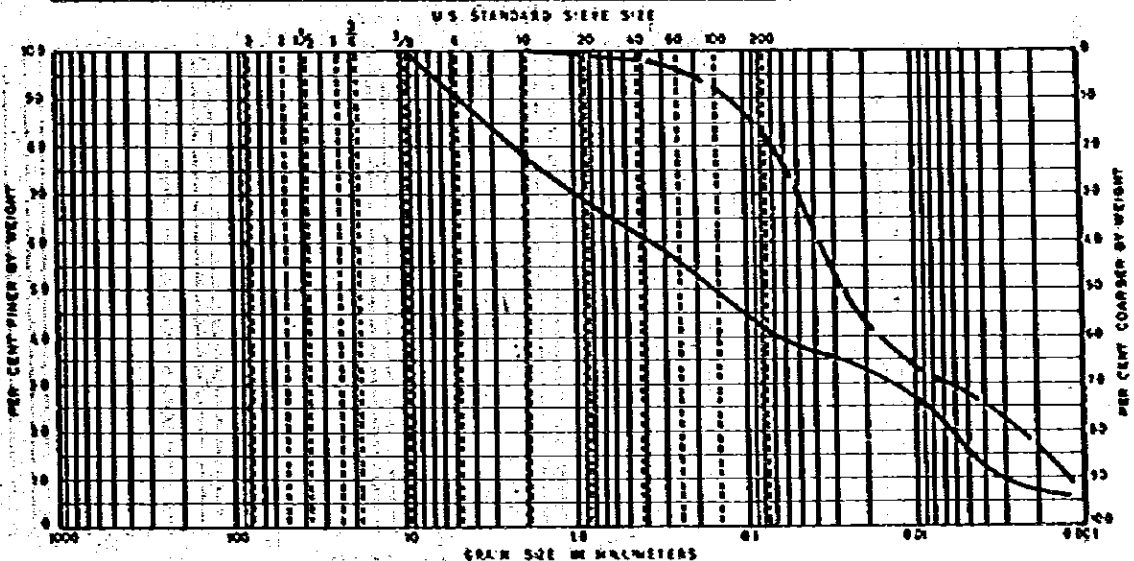
PL. 2265-122-00
BY: J. J. JONES/ML DATE: 7-27-58
CHECKED BY: _____ DATE _____

BORING	DEPTH M.	SAMPLE	LIQUID LIMIT	PLASTIC LIMIT	SYMBOL	SOIL DESCRIPTION	REV
1	11.5	12			CL	SILTY CLAY	
1	16.5	17			CL	SANDY CLAY	



COBBLES	GRAVEL		SAND			SILT OR CLAY
	COARSE	FINE	COARSE	MEDIUM	FINE	

BORING	DEPTH M.	SAMPLE	LIQUID LIMIT	PLASTIC LIMIT	SYMBOL	SOIL DESCRIPTION	REV
1	18.5	19	36	19	SC	CLAYEY SAND	
1	21.5	22	32	20	CL	SILTY CLAY	



COBBLES	GRAVEL		SAND			SILT OR CLAY
	COARSE	FINE	COARSE	MEDIUM	FINE	

GRAIN-SIZE DISTRIBUTION (UNIFIED SOIL CLASSIFICATION SYSTEM)

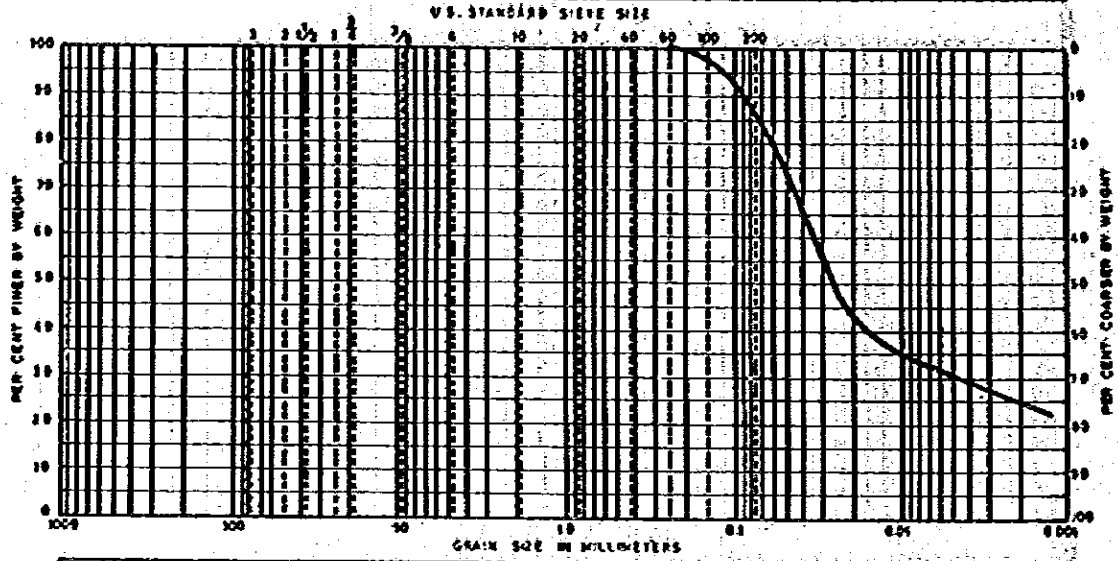
DAMES & MOORE

PREPARED BY: _____ DATE: _____
 CHECKED BY: _____ DATE: _____

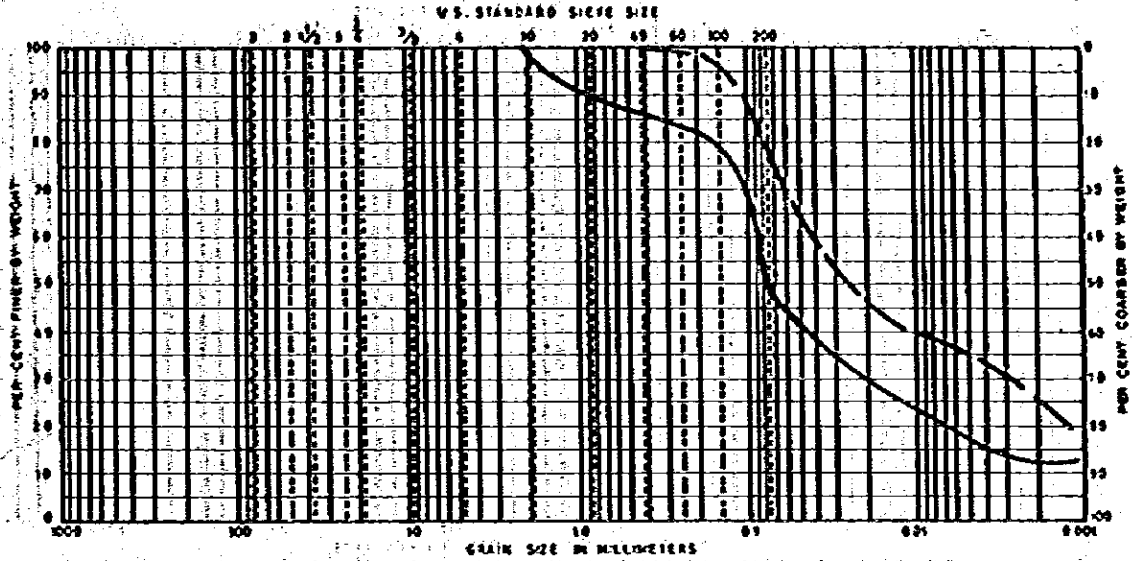
DRAWN BY: _____ DATE: _____
 CHECKED BY: _____ DATE: _____

RETURNED BY _____ DATE _____
 BY _____ DATE _____
 PLATE _____ OF _____

BORING	DEPTH M.	SAMPLE	LIQUID LIMIT	PLASTIC LIMIT	SYMBOL	SOIL DESCRIPTION	LEV
1	25.5	26	92	20	CL	SILTY CLAY	

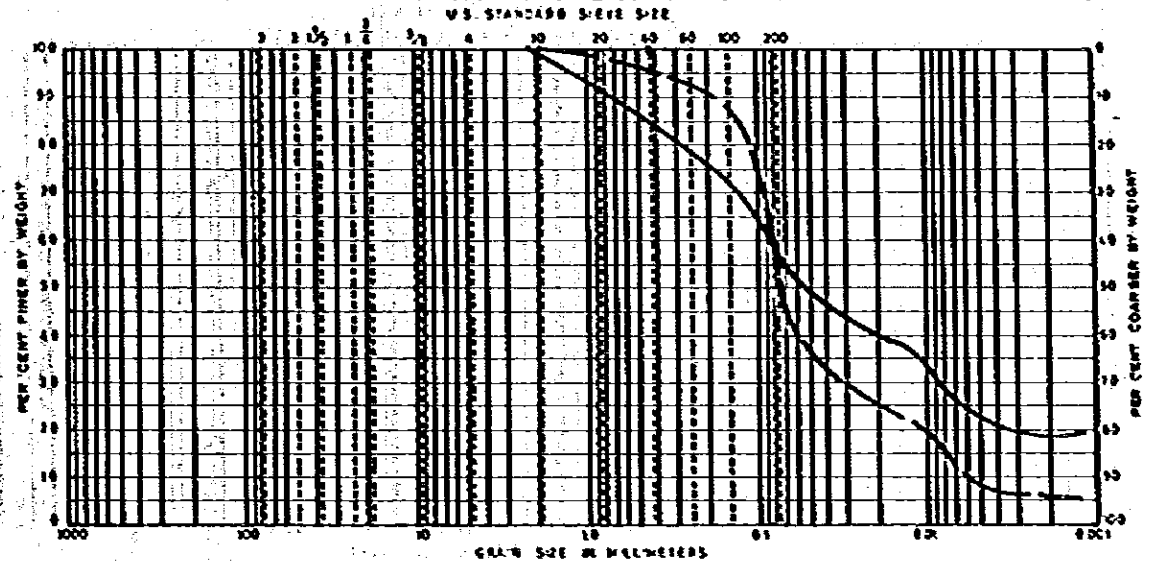


BOHRE	DEPTH M	SAMPLE	LIQUID LIMIT	PLASTIC LIMIT	SYMBOL	SOIL DESCRIPTION	REV
2	1.5	2			SC	CLAYEY SAND	
2	3.5	4	27	17	CL	SILTY CLAY	



COBBLES	GRAVEL		SAND			SILT OR CLAY
	COARSE	FINE	COARSE	MEDIUM	FINE	

BOHRE	DEPTH M	SAMPLE	LIQUID LIMIT	PLASTIC LIMIT	SYMBOL	SOIL DESCRIPTION	REV
2	4.5	5			CL	SANDY CLAY	
2	6.5	7			SC	CLAYEY FINE SAND	



COBBLES	GRAVEL		SAND			SILT OR CLAY
	COARSE	FINE	COARSE	MEDIUM	FINE	

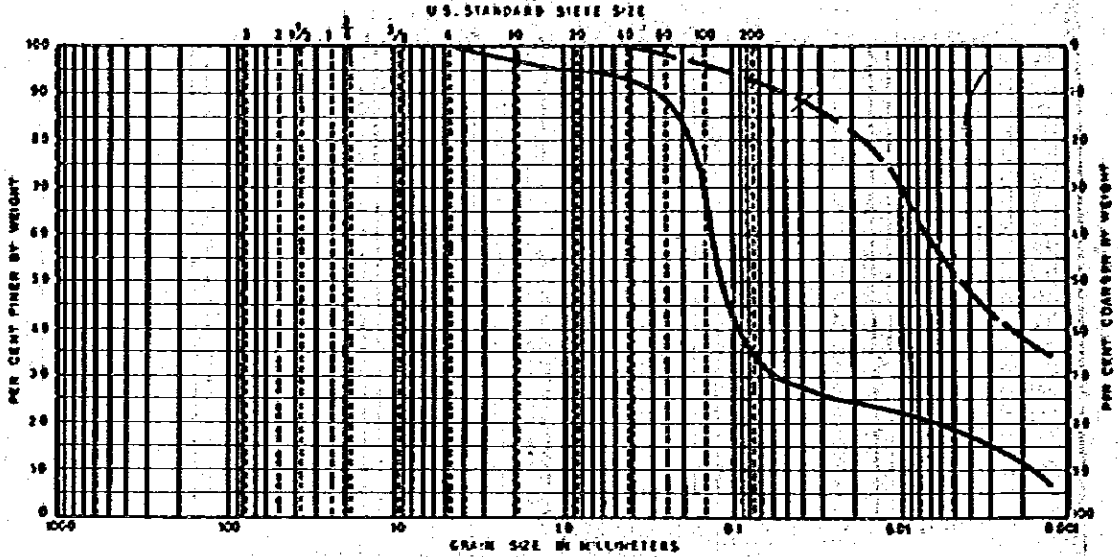
GRAIN-SIZE DISTRIBUTION
(UNIFIED SOIL CLASSIFICATION SYSTEM)

DAMES & MOORE

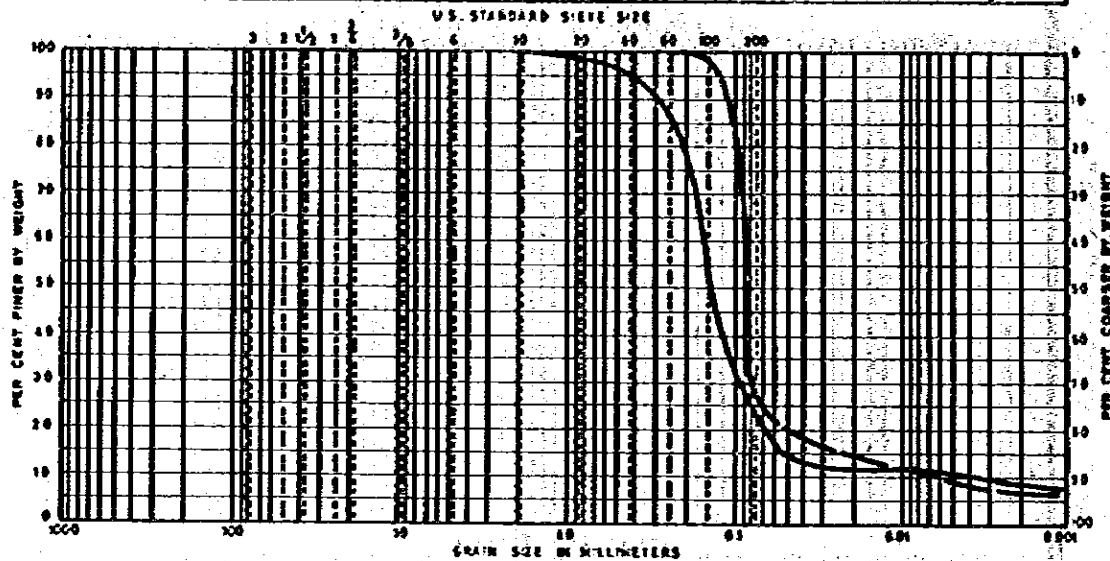
REVISIONS:
BY: _____ DATE: _____
BY: _____ DATE: _____
PLATE OF _____

FILE: 270-117-00
ON: 11/19/51 DATE: 2/1/52
CHECKED BY: _____ DATE: _____

BORING	DEPTH M.	SAMPLE	LIQUID LIMIT	PLASTIC LIMIT	SYMBOL	SOIL DESCRIPTION	SEE
2	10.5	13			SM	SILTY FINE SAND	
2	13.5	14	50	26	CH	HIGH PLASTICITY CLAY	

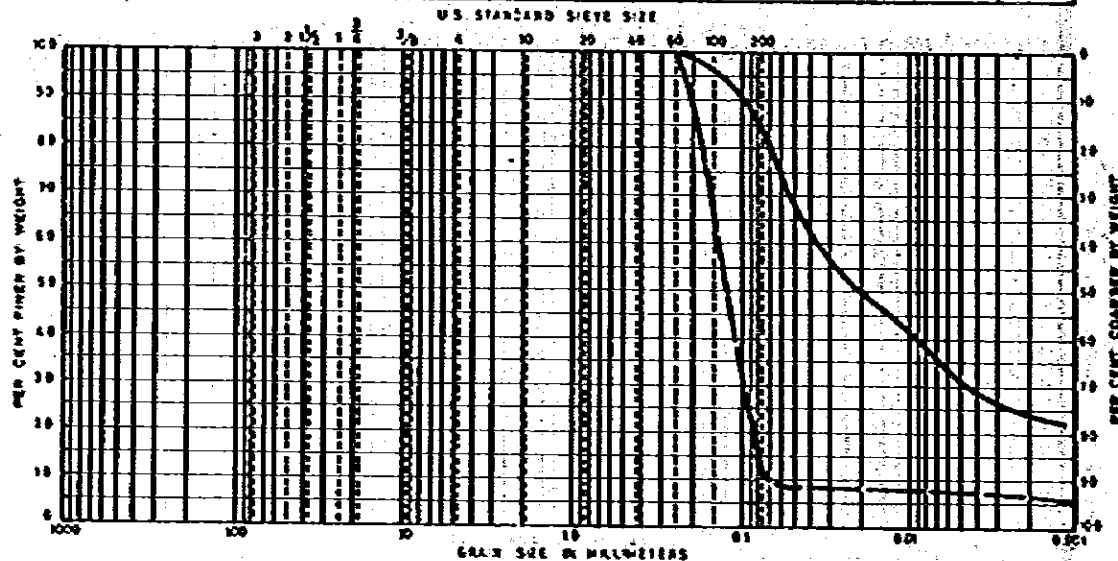


BORING	DEPTH IN	SAMPLE	LIQUID LIMIT	PLASTIC LIMIT	SYMBOL	SOIL DESCRIPTION	REF.
3	1.5	2			SM	SILTY FINE SAND	
3	8.5	5			SM	SILTY FINE SAND	



COBBLES	GRAVEL		SAND			SILT OR CLAY
	COARSE	FINE	COARSE	MEDIUM	FINE	

BORING	DEPTH IN	SAMPLE	LIQUID LIMIT	PLASTIC LIMIT	SYMBOL	SOIL DESCRIPTION	REF.
3	5.5	6	33	18	CL	SILTY CLAY	
3	9.5	10			SM	SILTY FINE SAND	



COBBLES	GRAVEL		SAND			SILT OR CLAY
	COARSE	FINE	COARSE	MEDIUM	FINE	

GRAIN-SIZE DISTRIBUTION

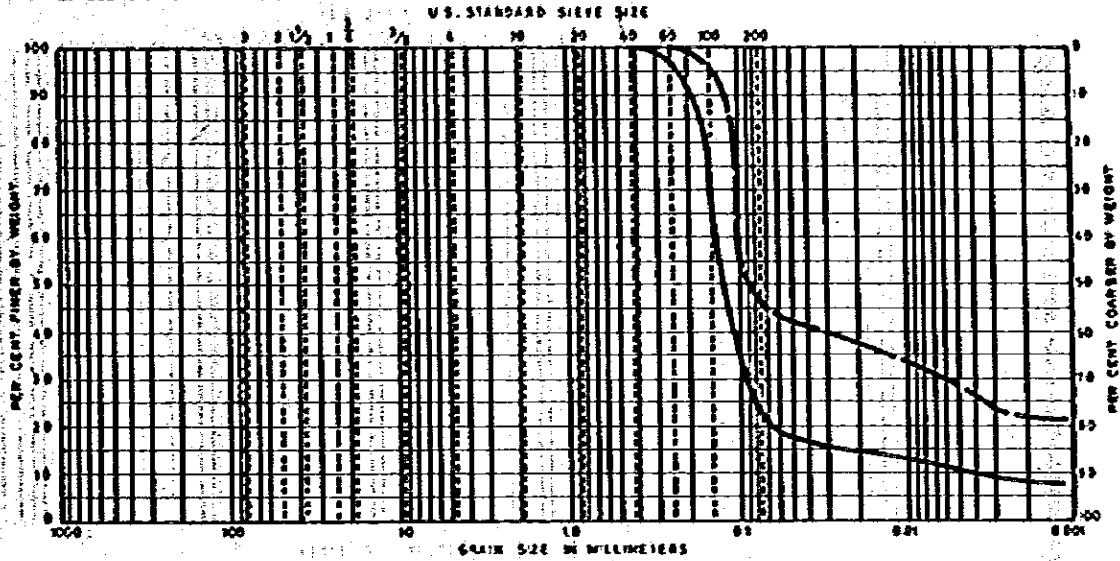
(UNIFIED SOIL CLASSIFICATION SYSTEM)

DANES MOORE

REVISIONS
 BY _____ DATE _____
 BY _____ DATE _____
 PLATE _____ OF _____

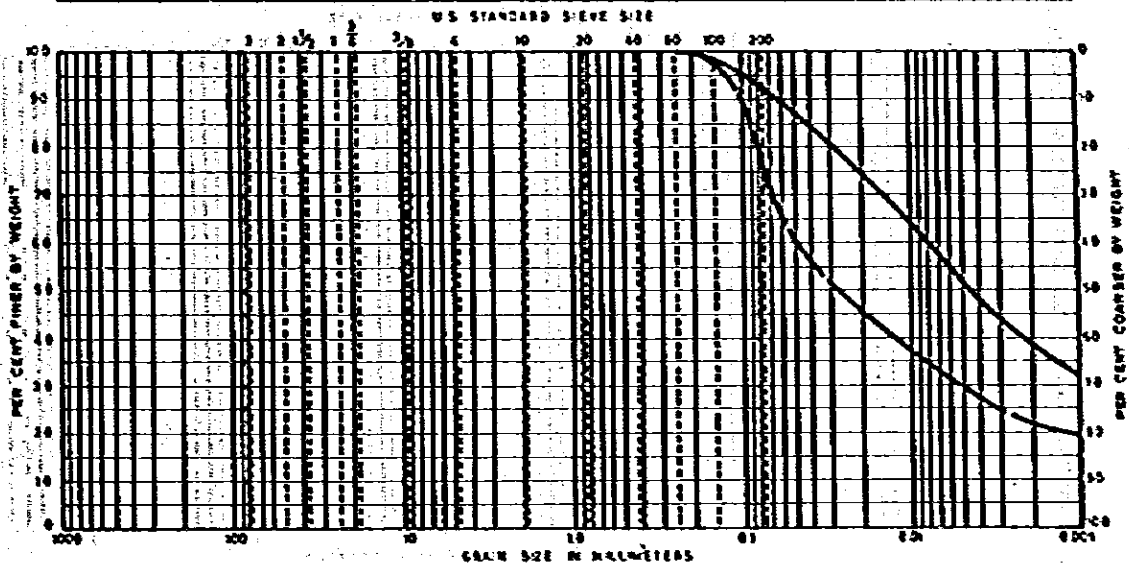
PLA _____
 BY _____ DATE _____
 CHECKED BY _____ DATE _____

BORING	DEPTH M	SAMPLE	LIQUID LIMIT	PLASTIC LIMIT	SYMBOL	SOIL DESCRIPTION	KEY
3	12.5	13			SM	SILTY FINE SAND	
3	15.5	16			SM	SILTY FINE SAND	



COBBLES	GRAVEL		SAND			SILT OR CLAY
	COARSE	FINE	COARSE	MEDIUM	FINE	

BORING	DEPTH M	SAMPLE	LIQUID LIMIT	PLASTIC LIMIT	SYMBOL	SOIL DESCRIPTION	KEY
3	18.5	19	30	18	CL	SILTY CLAY	
3	20.5	21	28	19	CL	SILTY CLAY	



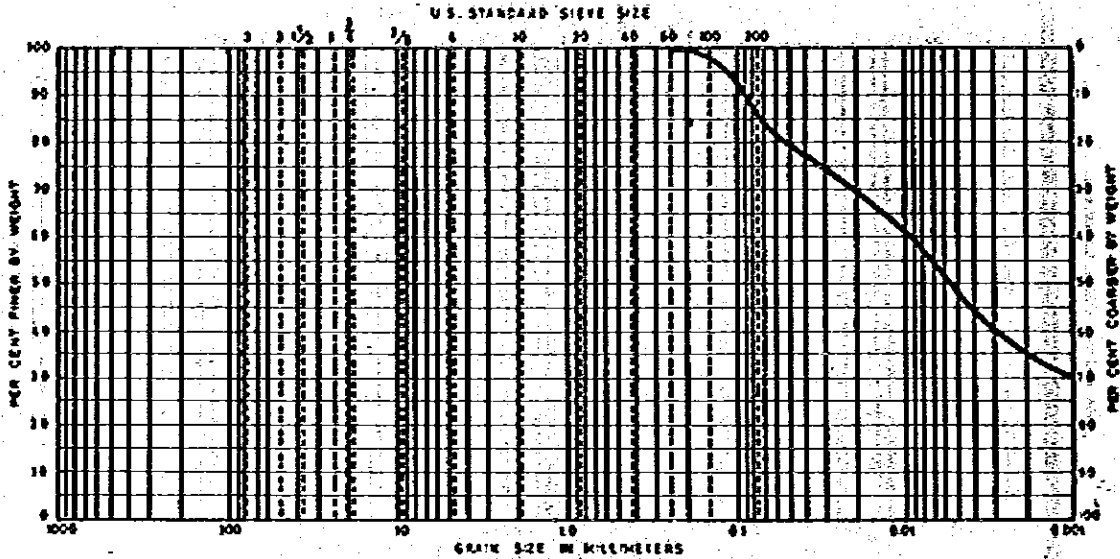
COBBLES	GRAVEL		SAND			SILT OR CLAY
	COARSE	FINE	COARSE	MEDIUM	FINE	

GRAIN SIZE DISTRIBUTION

(UNIFIED SOIL CLASSIFICATION SYSTEM)

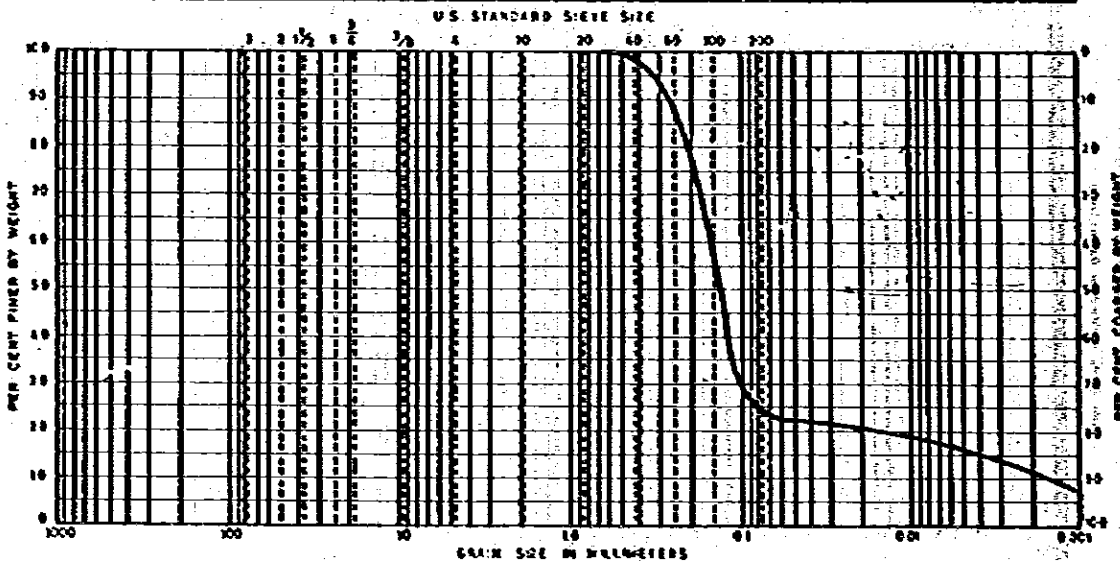
DANES & MOORE

BORING	DEPTH M	SAMPLE	LIQUID LIMIT	PLASTIC LIMIT	SYMBOL	SOIL DESCRIPTION	REV
3	23.5	24	29	16	CL	SILTY CLAY	



COBBLES	GRAVEL		SAND			SILT OR CLAY
	COARSE	FINE	COARSE	MEDIUM	FINE	

BORING	DEPTH M	SAMPLE	LIQUID LIMIT	PLASTIC LIMIT	SYMBOL	SOIL DESCRIPTION	REV
3	28.5	29			SM	SILTY FINE SAND	



COBBLES	GRAVEL		SAND			SILT OR CLAY
	COARSE	FINE	COARSE	MEDIUM	FINE	

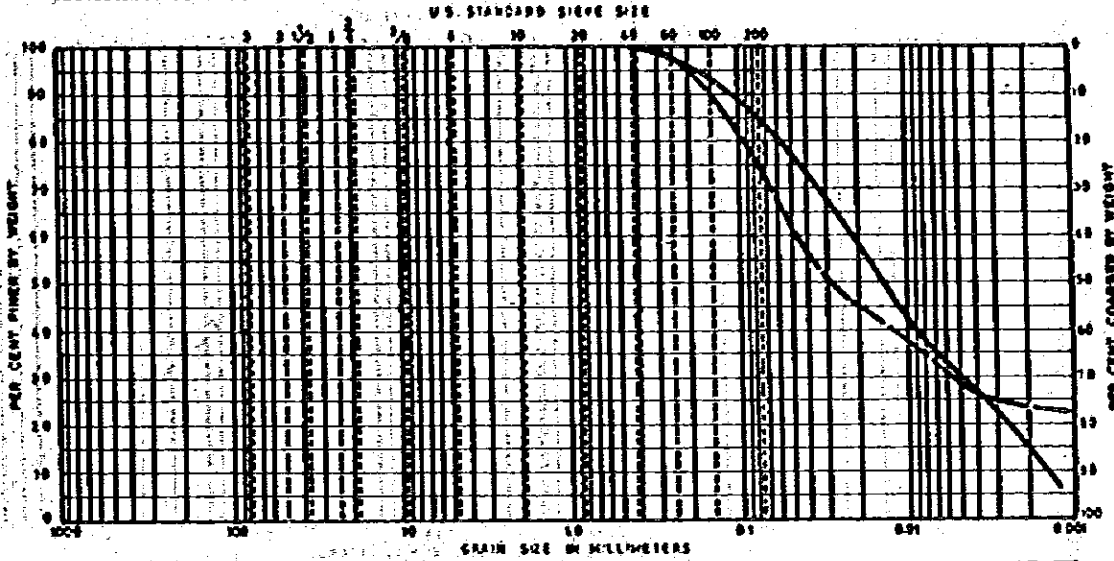
GRAIN-SIZE DISTRIBUTION (UNIFIED SOIL CLASSIFICATION SYSTEM)

DAMES & MOORE

REVISIONS
BY _____ DATE _____
BY _____ DATE _____
PLANNED BY _____

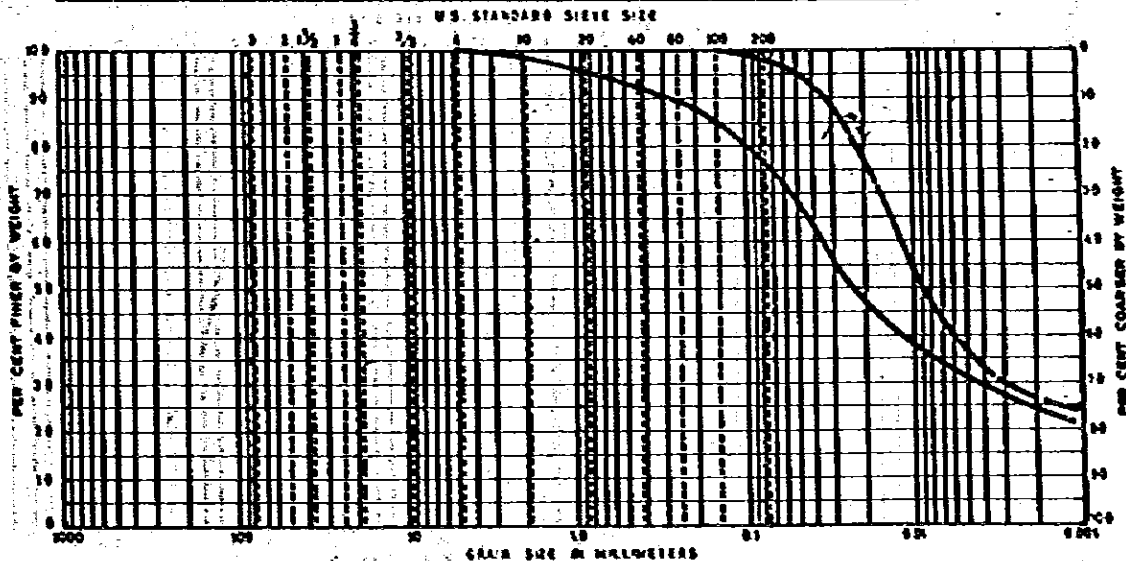
PLZ _____
BY _____ DATE _____
CHECKED BY _____

BORING	DEPTH M.	SAMPLE	LIQUID LIMIT	PLASTIC LIMIT	SYMBOL	SOIL DESCRIPTION	REV.
4	0.5	2	36	17	CL	SILTY CLAY	
4	2.5	3			CL	SILTY CLAY	



COBBLES	GRAVEL		SAND			SILT OR CLAY
	COARSE	FINE	COARSE	MEDIUM	FINE	

BORING	DEPTH M.	SAMPLE	LIQUID LIMIT	PLASTIC LIMIT	SYMBOL	SOIL DESCRIPTION	REV.
4	5.5	6			CL	SANDY CLAY	
4	8.5	9	33	20	CL	SILTY CLAY	



COBBLES	GRAVEL		SAND			SILT OR CLAY
	COARSE	FINE	COARSE	MEDIUM	FINE	

GRAIN-SIZE DISTRIBUTION

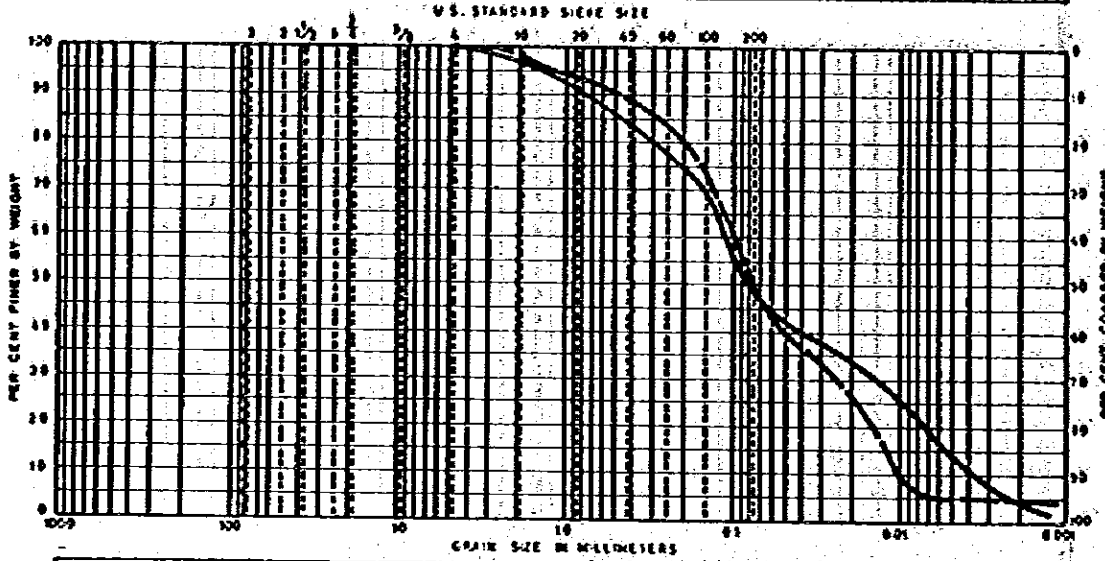
(UNIFIED SOIL CLASSIFICATION SYSTEM)

DAMES & MOORE

PREPARED BY: _____ DATE: _____
 CHECKED BY: _____ DATE: _____

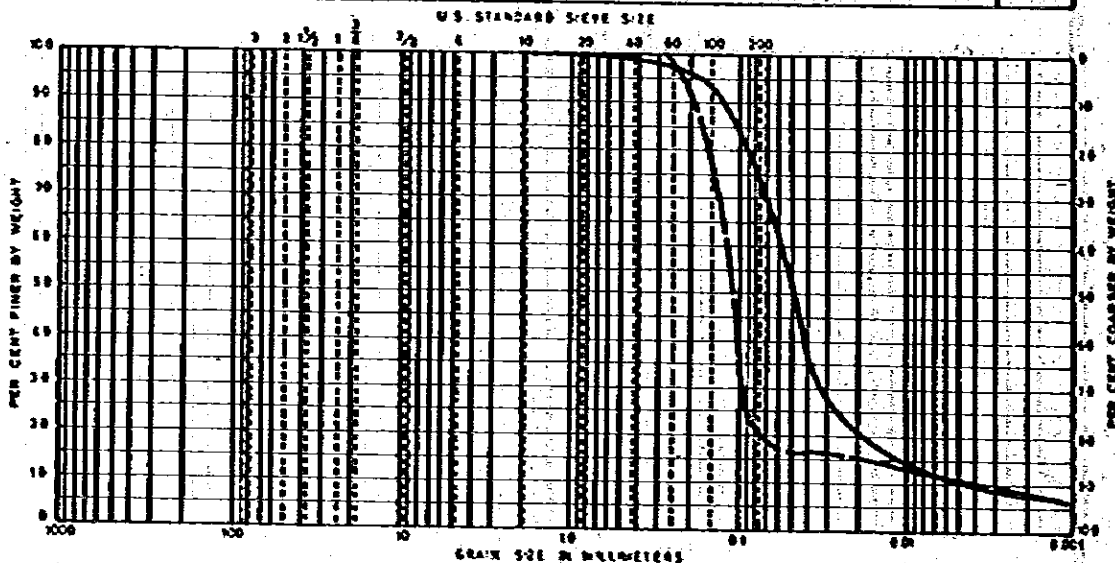
FILE NO.: _____
 DRAWING NO.: _____

BORING	DEPTH M	SAMPLE	LIQUID LIMIT	PLASTIC LIMIT	SYMBOL	SOIL DESCRIPTION	REV
4	9.5	10			SC	CLAYEY SAND	—
4	13.5	14			SC	CLAYEY FINE SAND	—



COBBLES	GRAVEL		SAND			SILT OR CLAY
	COARSE	FINE	COARSE	MEDIUM	FINE	

BORING	DEPTH M	SAMPLE	LIQUID LIMIT	PLASTIC LIMIT	SYMBOL	SOIL DESCRIPTION	REV
4	17.5	18			ML	SANDY SILT	—
4	22.5	23			SM	SILTY FINE SAND	—



COBBLES	GRAVEL		SAND			SILT OR CLAY
	COARSE	FINE	COARSE	MEDIUM	FINE	

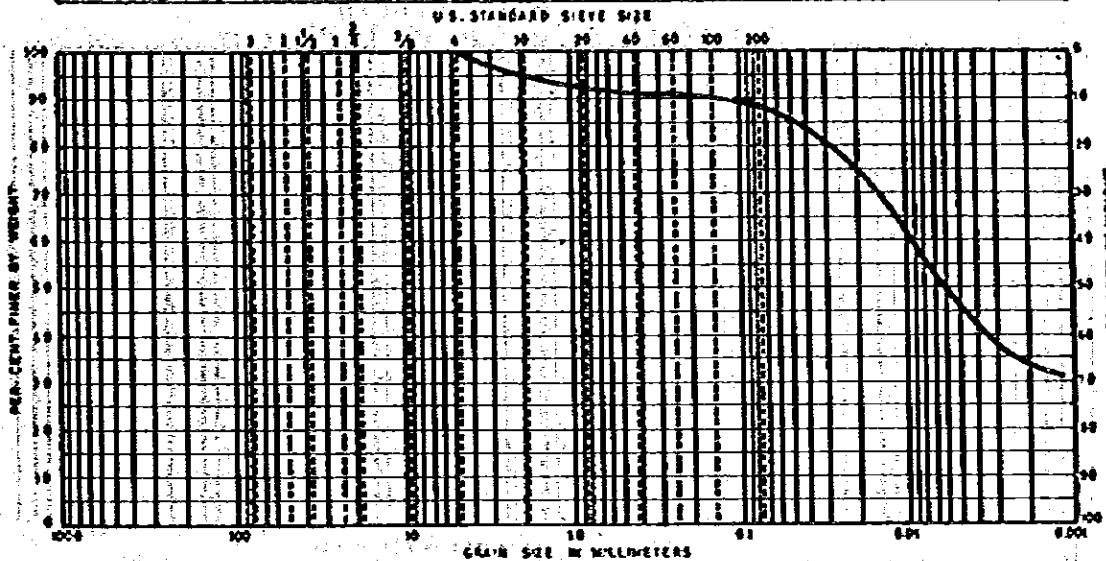
GRAIN-SIZE DISTRIBUTION (UNIFIED SOIL CLASSIFICATION SYSTEM)

DANES & MOORE

REVISIONS
BY _____ DATE _____
BY _____ DATE _____
PLATE _____

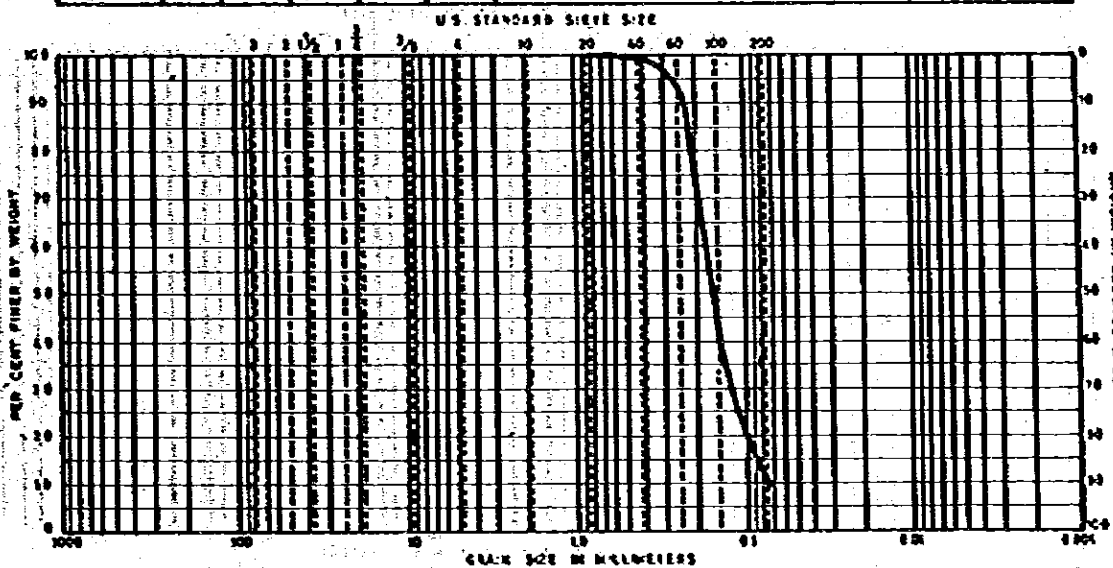
FILE _____
BY _____ DATE _____
CHECKED BY _____

BORING	DEPTH M	SAMPLE	LIQUID LIMIT	PLASTIC LIMIT	SYMBOL	SOIL DESCRIPTION	REF
4	25.5	26	36	21	CL	SILTY CLAY	



COBBLES	GRAVEL		SAND			SILT OR CLAY
	COARSE	FINE	COARSE	MED-UM	FINE	

BORING	DEPTH M	SAMPLE	LIQUID LIMIT	PLASTIC LIMIT	SYMBOL	SOIL DESCRIPTION	REF
4	29.5	30			SM	SILTY FINE SAND	



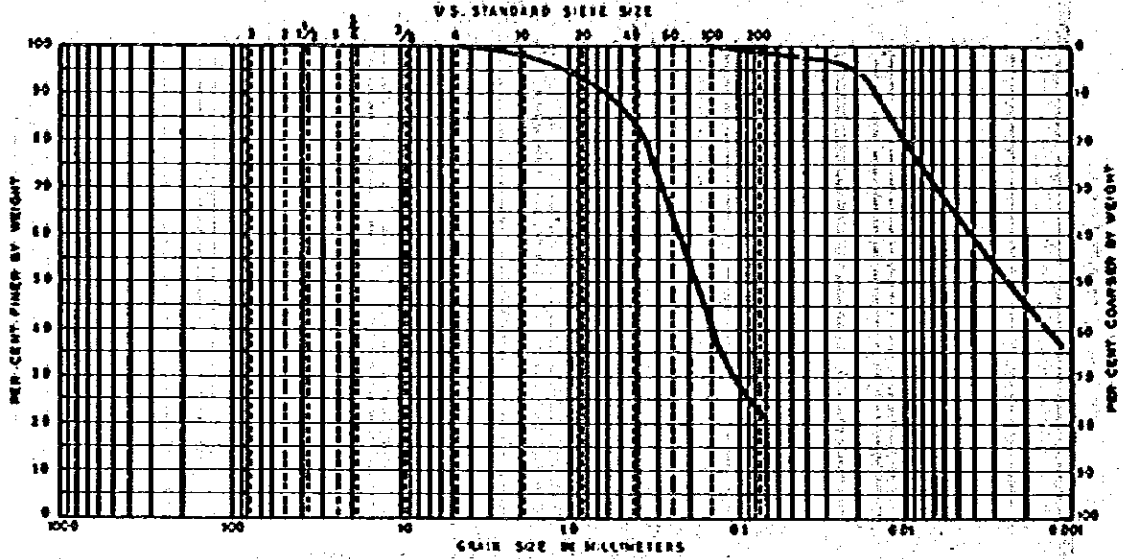
COBBLES	GRAVEL		SAND			SILT OR CLAY
	COARSE	FINE	COARSE	MED-UM	FINE	

UNIFIED GRAIN-SIZE DISTRIBUTION

(UNIFIED SOIL CLASSIFICATION SYSTEM)

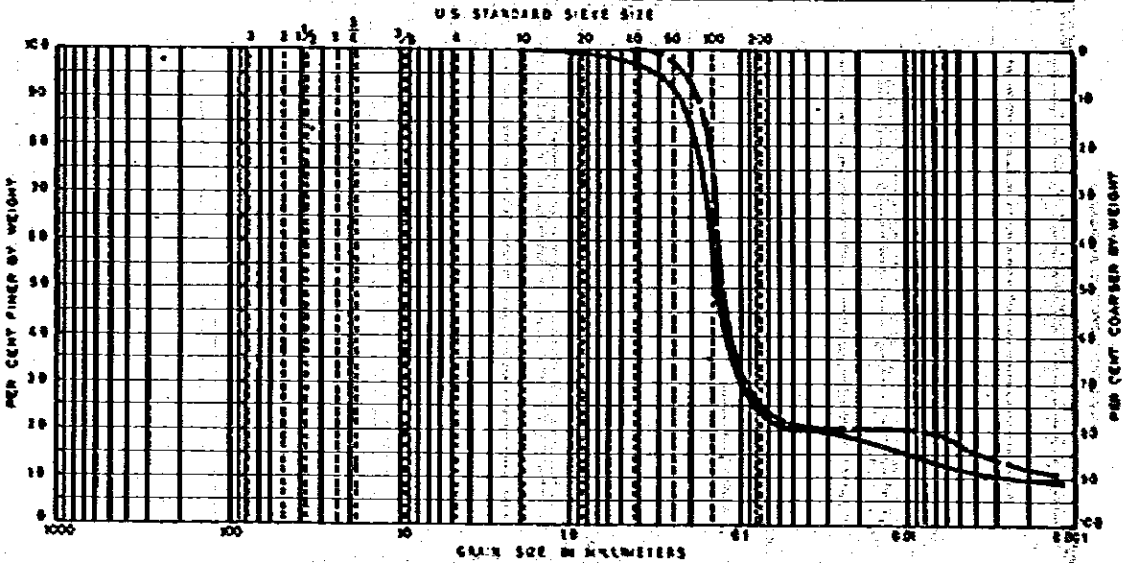
DAMES & MOORE

BORING	DEPTH M.	SAMPLE	LIQUID LIMIT	PLASTIC LIMIT	SYMBOL	SOIL DESCRIPTION	REF.
5	2.5	3			SM	SILTY FINE SAND	
5	4.5	5			CL	SILTY CLAY	



COBBLES	GRAVEL		SAND			SILT OR CLAY
	COARSE	FINE	COARSE	MEDIUM	FINE	

BORING	DEPTH M.	SAMPLE	LIQUID LIMIT	PLASTIC LIMIT	SYMBOL	SOIL DESCRIPTION	REF.
5	7.5	8			SM	SILTY FINE SAND	
5	10.5	11			SM	SILTY FINE SAND	



COBBLES	GRAVEL		SAND			SILT OR CLAY
	COARSE	FINE	COARSE	MEDIUM	FINE	

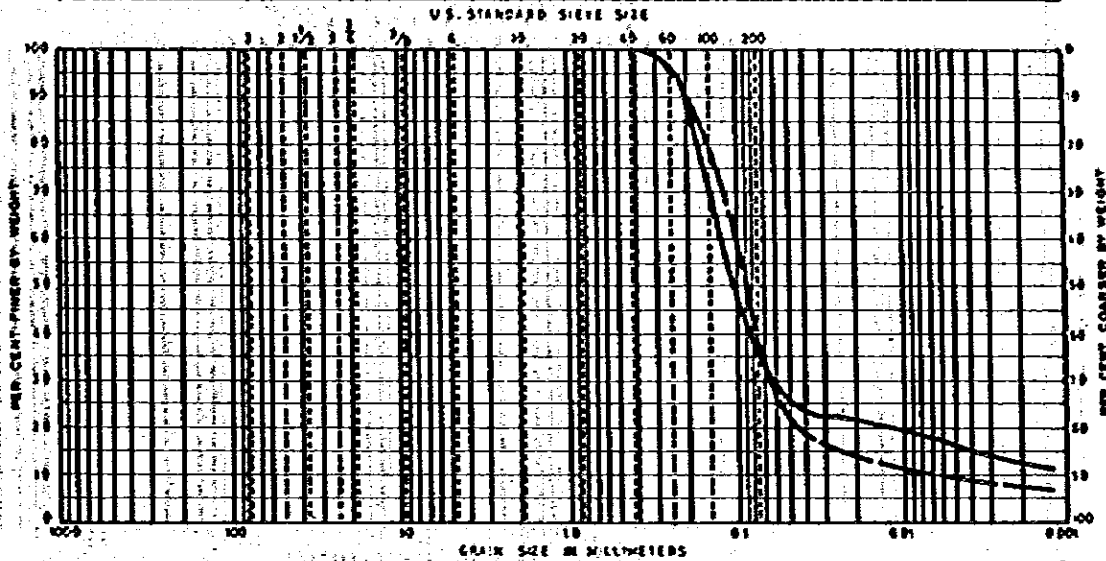
GRAIN-SIZE DISTRIBUTION (UNIFIED SOIL CLASSIFICATION SYSTEM)

DAMES & MOORE

REVISIONS
 BY _____ DATE _____
 BY _____ DATE _____
 PLATE OF _____

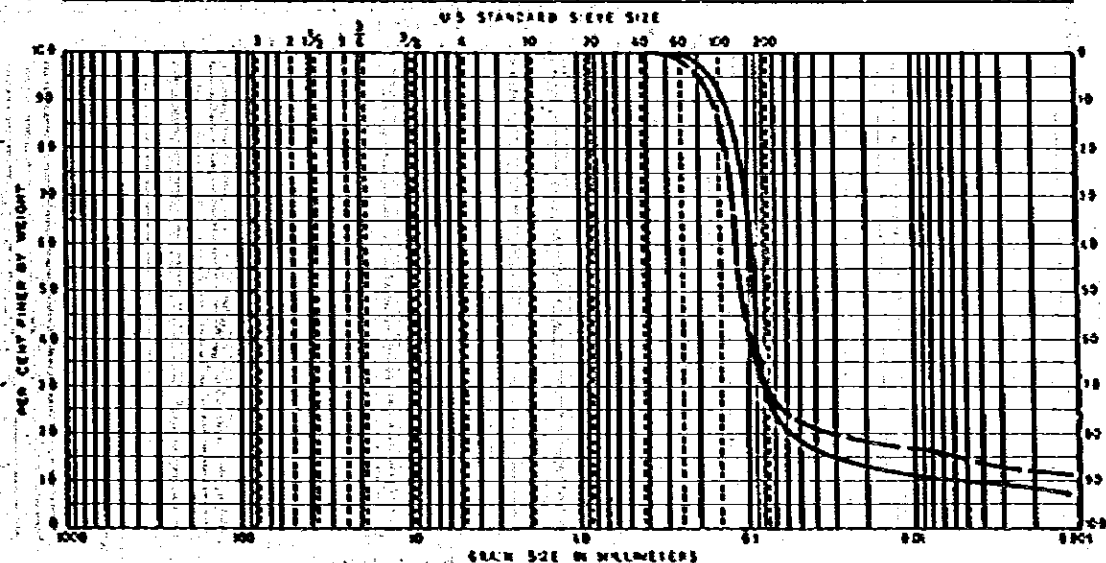
CHECKED BY _____ DATE _____
 BY _____ DATE _____

BORING	DEPTH M.	SAMPLE	LIQUID LIMIT	PLASTIC LIMIT	SYMBOL	SOIL DESCRIPTION	REF.
5	13.5	14			SM	SILTY FINE SAND	
5	16.5	17			SM	SILTY FINE SAND	



COBBLES	GRAVEL		SAND			SILT OR CLAY
	COARSE	FINE	COARSE	MEDIUM	FINE	

BORING	DEPTH M.	SAMPLE	LIQUID LIMIT	PLASTIC LIMIT	SYMBOL	SOIL DESCRIPTION	REF.
5	19.5	20			SM	SILTY FINE SAND	
5	25.5	26			SM	SILTY FINE SAND	



COBBLES	GRAVEL		SAND			SILT OR CLAY
	COARSE	FINE	COARSE	MEDIUM	FINE	

GRAIN-SIZE DISTRIBUTION

(UNIFIED SOIL CLASSIFICATION SYSTEM)

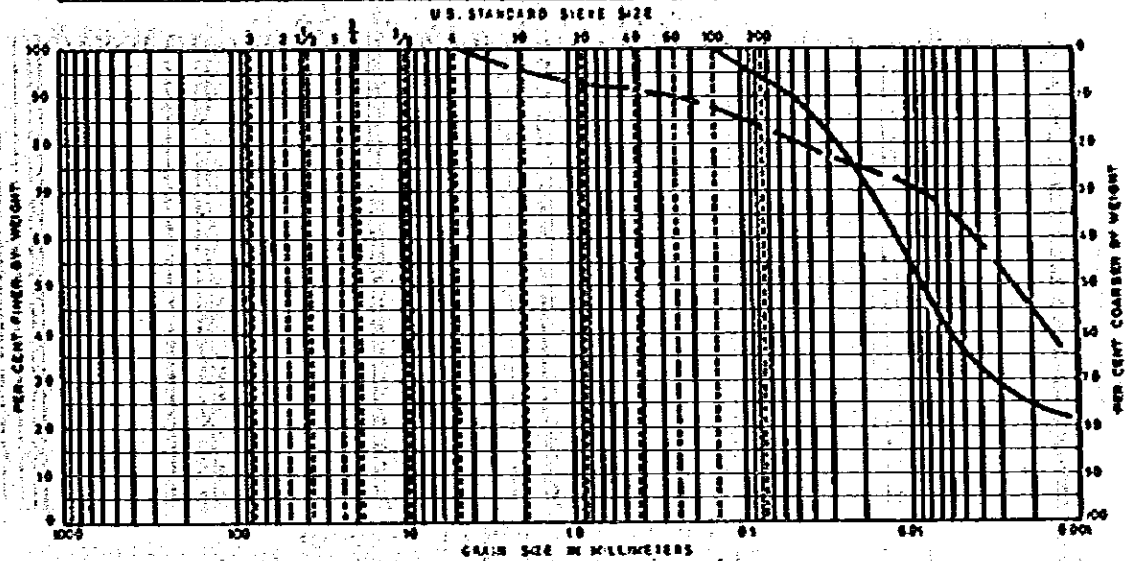
DAMES & MOORE

PREPARED BY: _____ DATE: _____
 BY: _____ DATE: _____
 PLATE: _____ NO. _____

FILE: _____
 BY: _____ DATE: _____
 CHECKED BY: _____ DATE: _____

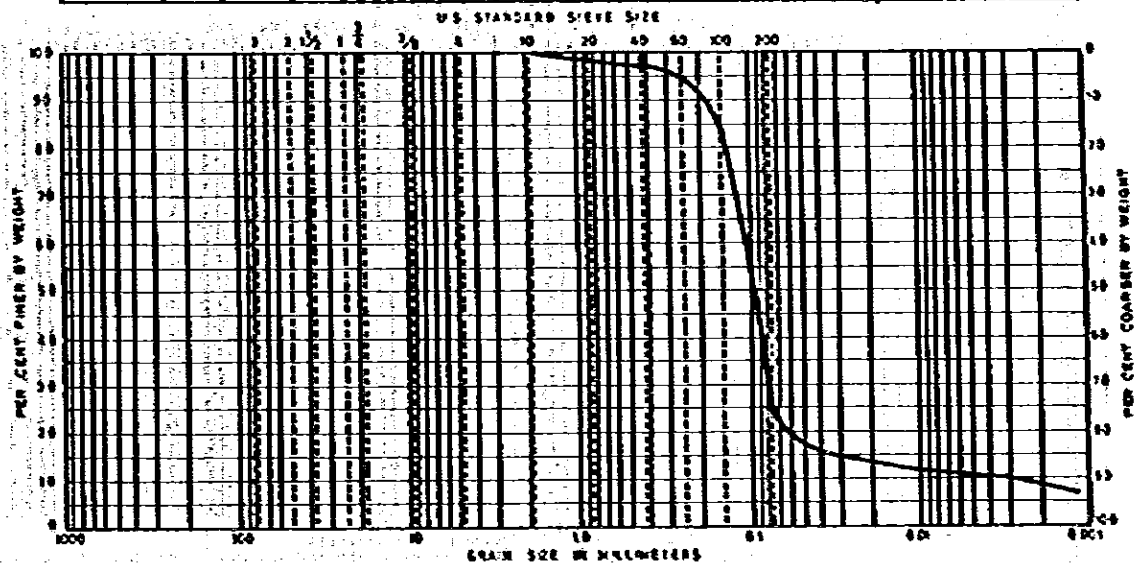
REVISIONS _____ DATE _____
 BY _____ DATE _____
 PLATE _____

BORING	DEPTH M.	SAMPLE	LIQUID LIMIT	PLASTIC LIMIT	SYMBOL	SOIL DESCRIPTION	REV
6	1.5	2			CL	SILTY CLAY	
6	5.5	6	33	20	CL	SILTY CLAY	



COBBLES	GRAVEL		SAND			SILT OR CLAY
	COARSE	FINE	COARSE	MEDIUM	FINE	

BORING	DEPTH M.	SAMPLE	LIQUID LIMIT	PLASTIC LIMIT	SYMBOL	SOIL DESCRIPTION	REV
6	7.5	8			SM	SILTY FINE SAND	



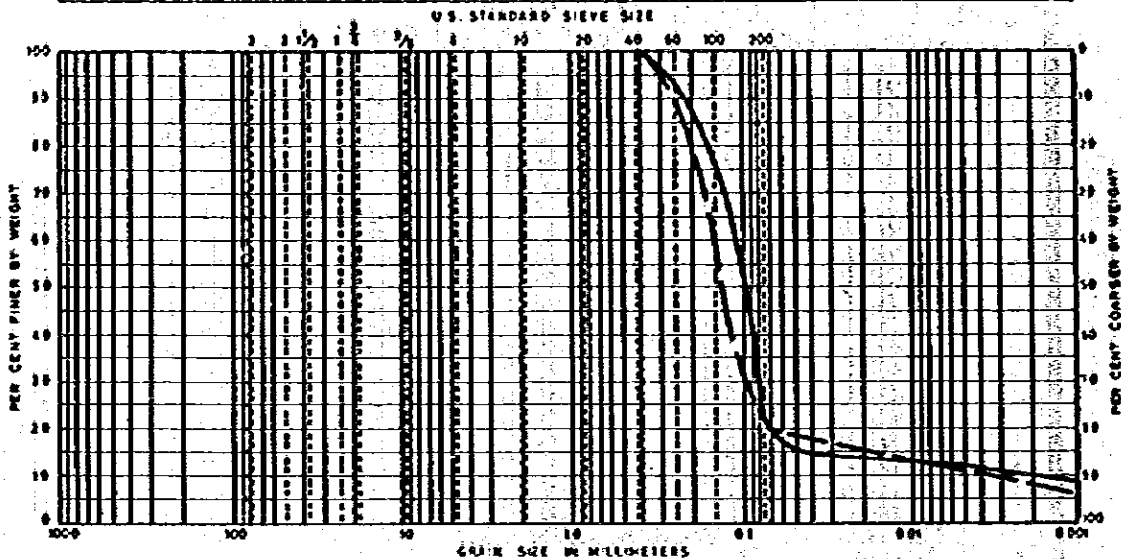
COBBLES	GRAVEL		SAND			SILT OR CLAY
	COARSE	FINE	COARSE	MEDIUM	FINE	

GRAIN-SIZE DISTRIBUTION

(UNIFIED SOIL CLASSIFICATION SYSTEM)

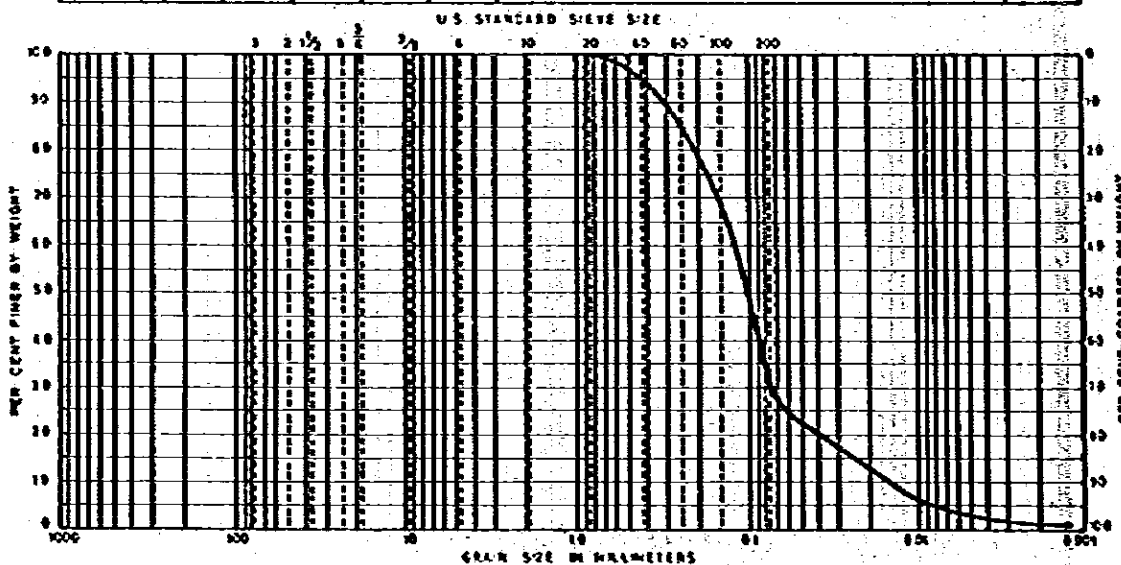
DANES MOORE

BORING	DEPTH M.	SAMPLE	LIQUID LIMIT	PLASTIC LIMIT	SYMBOL	SOIL DESCRIPTION	REF.
6	11.5	12			SM	SILTY FINE SAND	
6	14.5	15			SM	SILTY FINE SAND	



COBBLES	GRAVEL		SAND			SILT OR CLAY
	COARSE	FINE	COARSE	MEDIUM	FINE	

BORING	DEPTH M.	SAMPLE	LIQUID LIMIT	PLASTIC LIMIT	SYMBOL	SOIL DESCRIPTION	REF.
6	17.5	18			SM	SILTY FINE SAND	



COBBLES	GRAVEL		SAND			SILT OR CLAY
	COARSE	FINE	COARSE	MEDIUM	FINE	

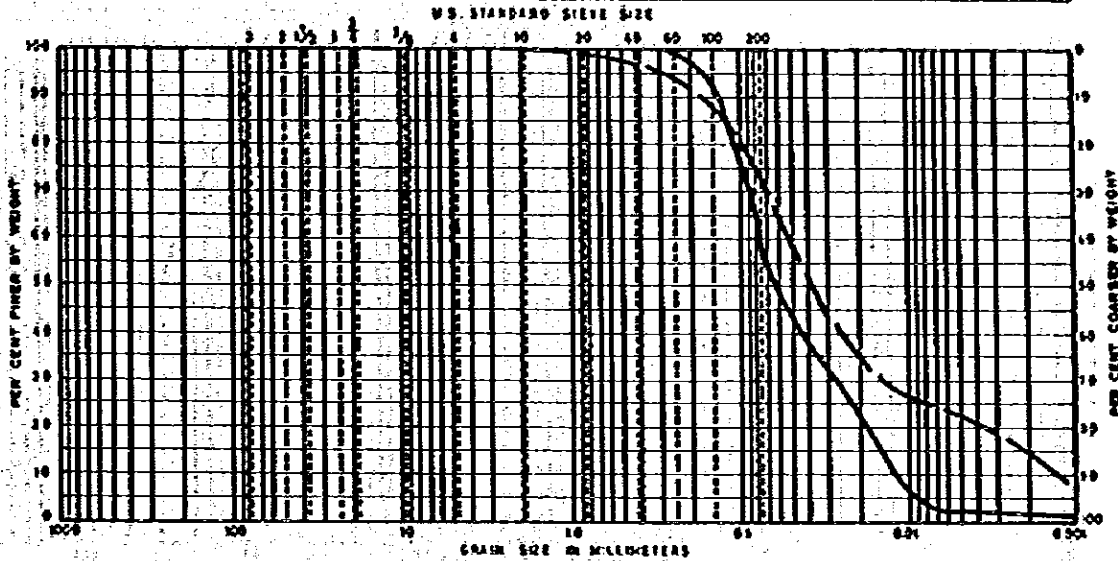
GRAIN-SIZE DISTRIBUTION (UNIFIED SOIL CLASSIFICATION SYSTEM)

DAMES & MOORE

REVISIONS
BY _____ DATE _____
BY _____ DATE _____
PLATE _____

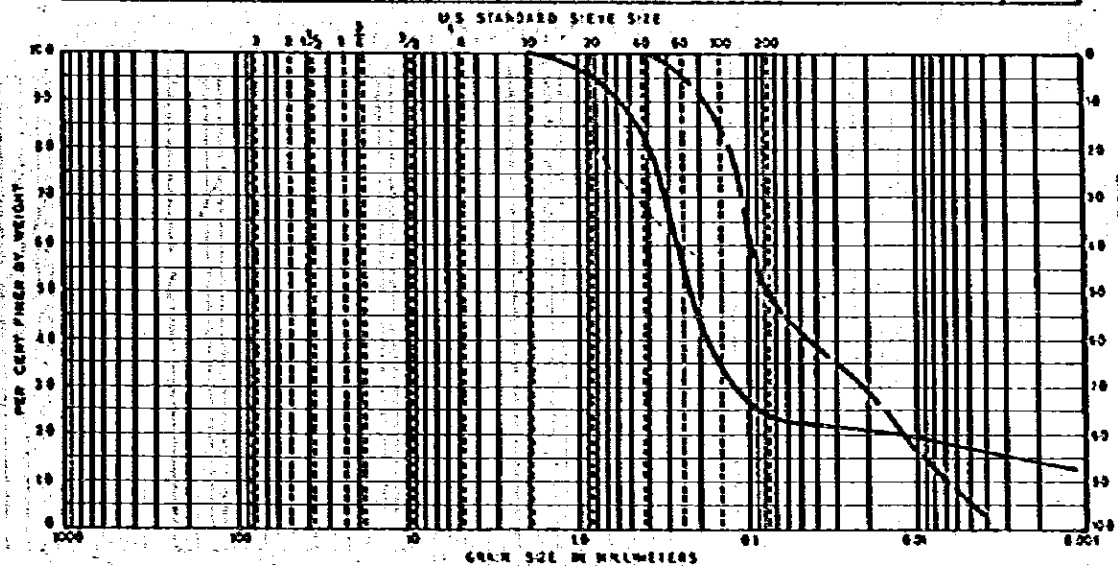
FILE 2155-177-50
BY 24/11/2011 DATE 2-10-11
CHECKED BY _____ DATE _____

BORING	DEPTH M.	SAMPLE	LIQUID LIMIT	PLASTIC LIMIT	SYMBOL	SOIL DESCRIPTION	REF
6	20.5	21			ML	SANDY SILT	
6	22.5	23			ML	SANDY SILT	



COBBLES	GRAVEL		SAND			SILT OR CLAY
	COARSE	FINE	COARSE	MEDIUM	FINE	

BORING	DEPTH M.	SAMPLE	LIQUID LIMIT	PLASTIC LIMIT	SYMBOL	SOIL DESCRIPTION	REF
6	25.5	25			SM	SILTY FINE SAND	
6	28.5	28	24	20	SM	SILTY FINE SAND	



COBBLES	GRAVEL		SAND			SILT OR CLAY
	COARSE	FINE	COARSE	MEDIUM	FINE	

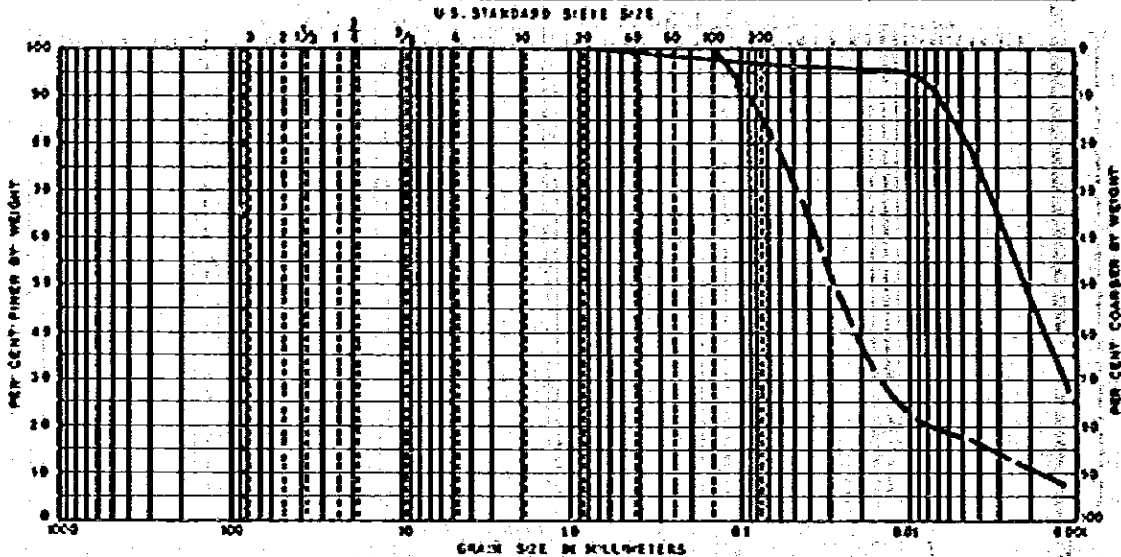
GRAIN-SIZE DISTRIBUTION (UNIFIED SOIL CLASSIFICATION SYSTEM)

DAMES & MOORE

REVISIONS
 BY: _____ DATE: _____
 BY: _____ DATE: _____
 PLATE OF _____

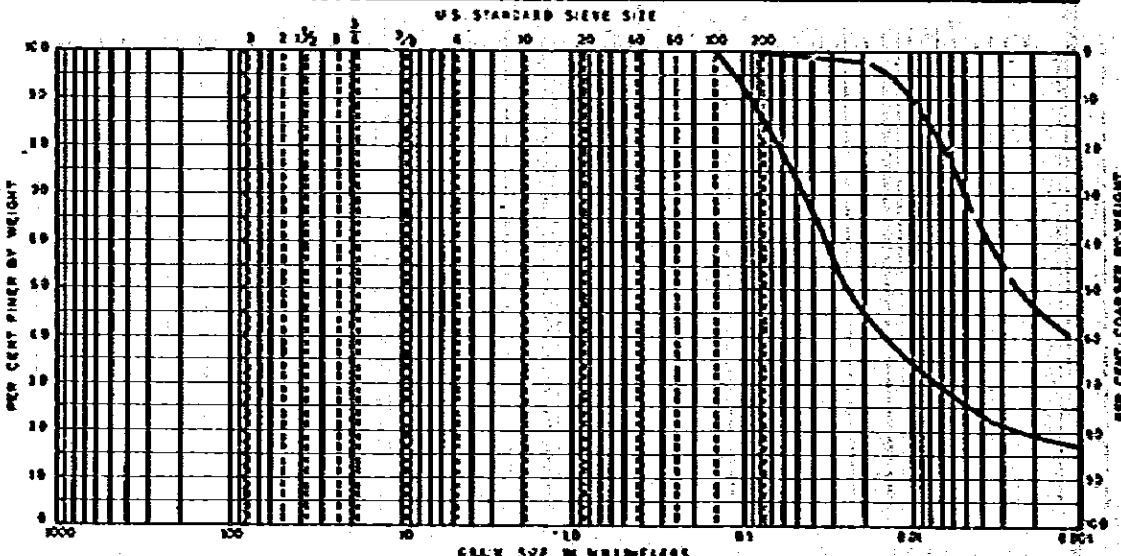
NO. 2255-177-57
 BY: SP. HERRICK DATE: 7-2-57
 CHECKED BY: _____ DATE: _____

BORE	DEPTH M.	SAMPLE	LIQUID LIMIT	PLASTIC LIMIT	SYMBOL	SOIL DESCRIPTION	REV.
7	2.5	3	42	21	CL	SILTY CLAY	
7	5.5	6	25	20	CL-XL	SILTY CLAY	



COBBLES	GRAVEL		SAND			SILT OR CLAY
	COARSE	FINE	COARSE	MED-UM	FINE	

BORE	DEPTH M.	SAMPLE	LIQUID LIMIT	PLASTIC LIMIT	SYMBOL	SOIL DESCRIPTION	REV.
7	7.5	8			CL	SILTY CLAY	
7	10.5	11	54	28	CH	HIGH PLASTICITY CLAY	



COBBLES	GRAVEL		SAND			SILT OR CLAY
	COARSE	FINE	COARSE	MED-UM	FINE	

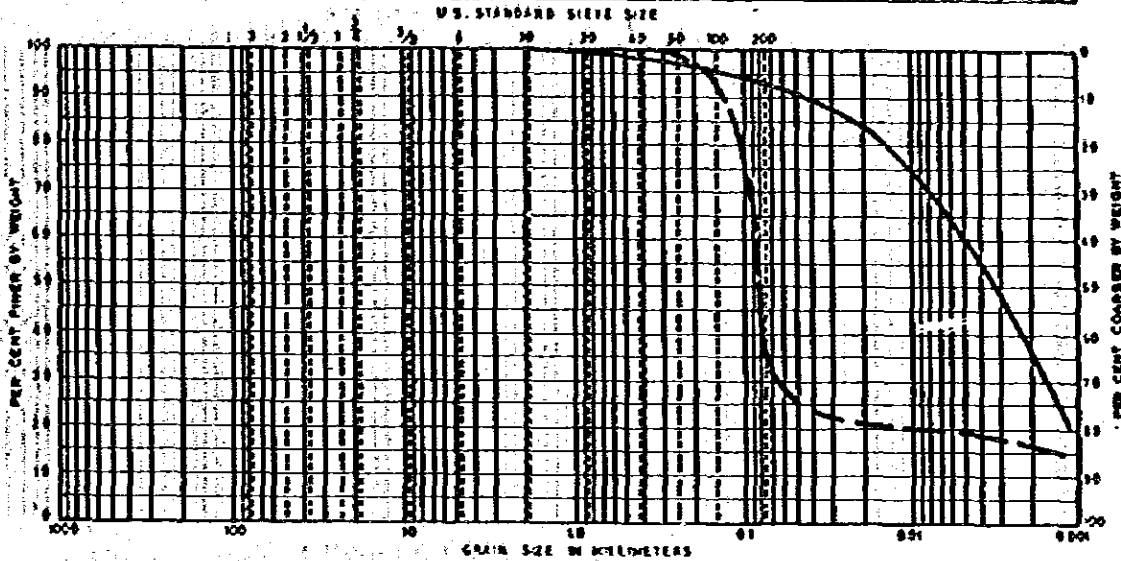
GRAIN - SIZE DISTRIBUTION (UNIFIED SOIL CLASSIFICATION SYSTEM)

DAMES & MOORE

REVISIONS:
BY _____ DATE _____
BY _____ DATE _____
PLATE _____

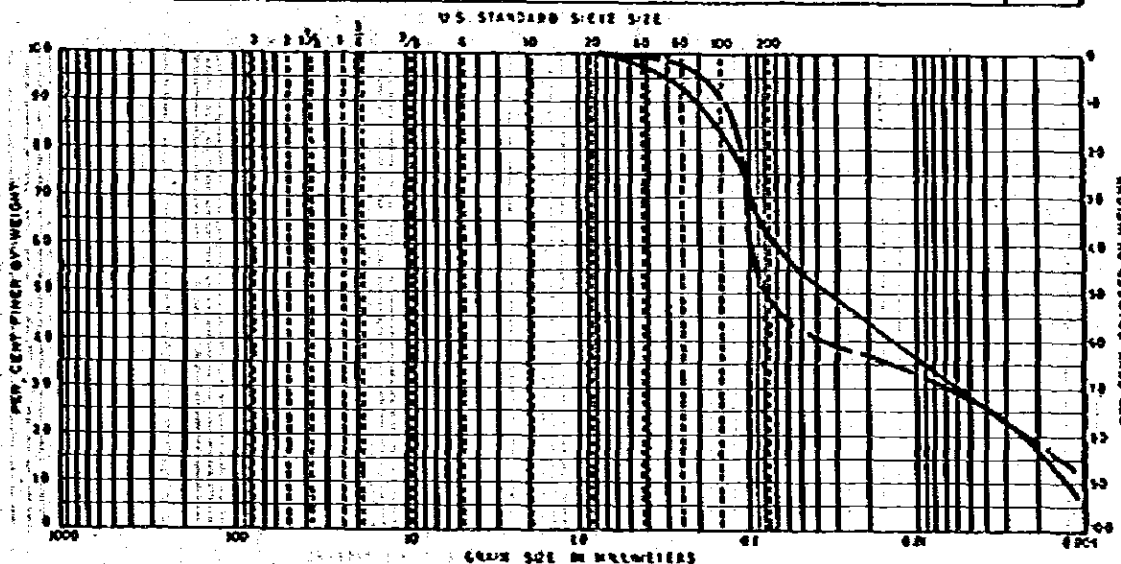
FILE 225-171-50
BY W. D. BROWN DATE 12-1-50
CHECKED BY _____ DATE _____

BORING	DEPTH M.	SAMPLE	LIQUID LIMIT	PLASTIC LIMIT	SYMBOL	SOIL DESCRIPTION	REV
7	13.5	14			CL	SILTY CLAY	
7	17.5	18			SM	SILTY FINE SAND	



COBBLES	GRAVEL		SAND			SILT OR CLAY
	COARSE	FINE	COARSE	MEDIUM	FINE	

BORING	DEPTH M.	SAMPLE	LIQUID LIMIT	PLASTIC LIMIT	SYMBOL	SOIL DESCRIPTION	REV
7	19.5	20			CL	SILTY CLAY	
7	22.5	23			SC	CLAYEY FINE SAND	



COBBLES	GRAVEL		SAND			SILT OR CLAY
	COARSE	FINE	COARSE	MEDIUM	FINE	

GRAIN-SIZE DISTRIBUTION

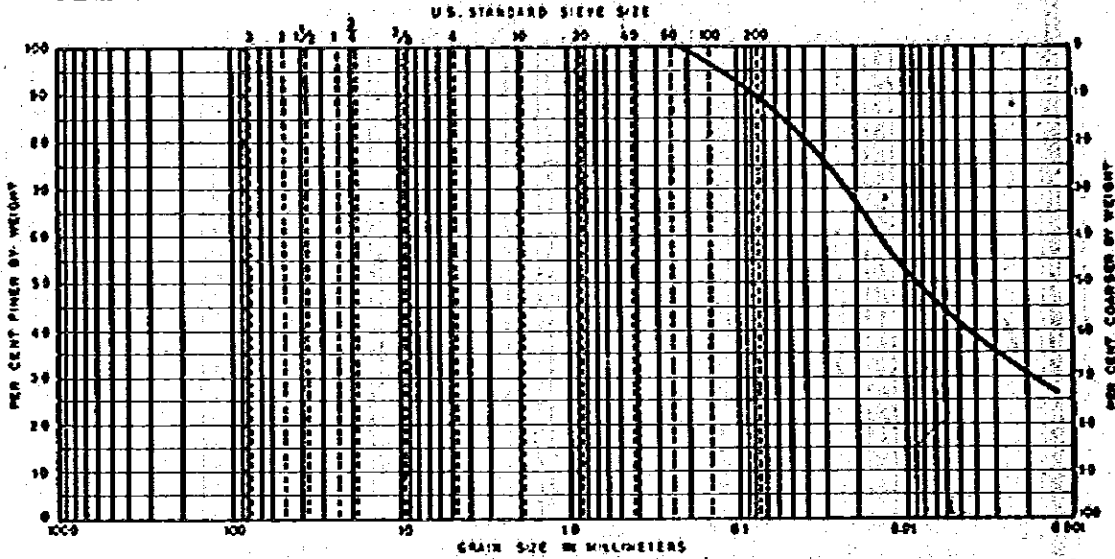
(UNIFIED SOIL CLASSIFICATION SYSTEM)

DAMES & MOORE

REVIEWED BY: _____ DATE: _____
 DRAWN BY: _____ DATE: _____
 CHECKED BY: _____ DATE: _____

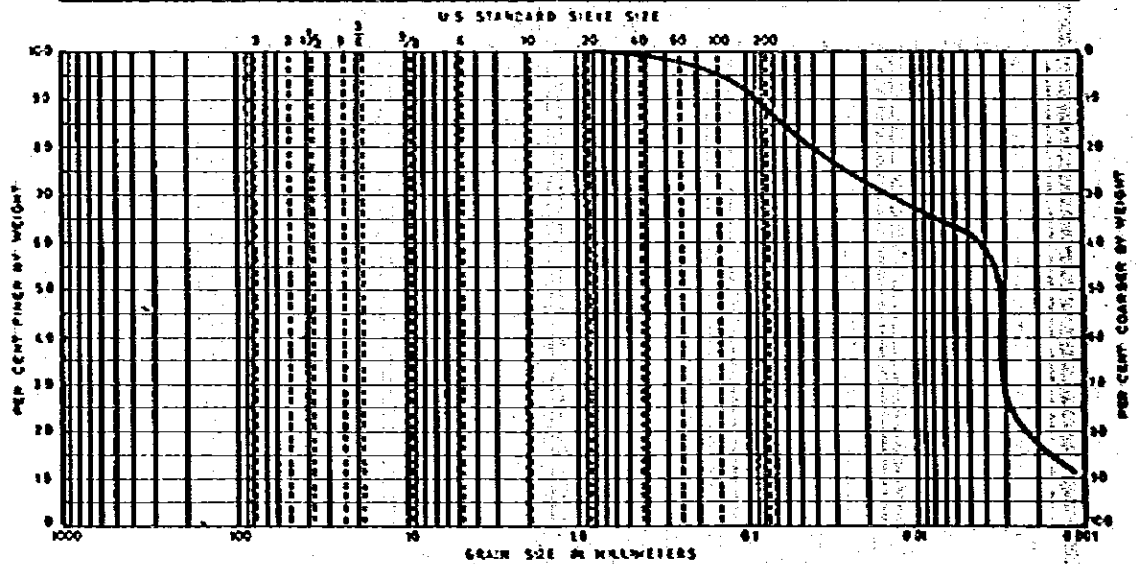
REVIEWED BY: _____ DATE: _____
 DRAWN BY: _____ DATE: _____
 CHECKED BY: _____ DATE: _____

BORING	DEPTH M	SAMPLE	LIQUID LIMIT	PLASTIC LIMIT	SYMBOL	SOIL DESCRIPTION	REV
7	25.5	26	32	22	CL	SILTY CLAY	



COBBLES	GRAVEL		SAND			SILT OR CLAY
	COARSE	FINE	COARSE	MEDIUM	FINE	

BORING	DEPTH M	SAMPLE	LIQUID LIMIT	PLASTIC LIMIT	SYMBOL	SOIL DESCRIPTION	REV
7	29.5	30			CL	SILTY CLAY	



COBBLES	GRAVEL		SAND			SILT OR CLAY
	COARSE	FINE	COARSE	MEDIUM	FINE	

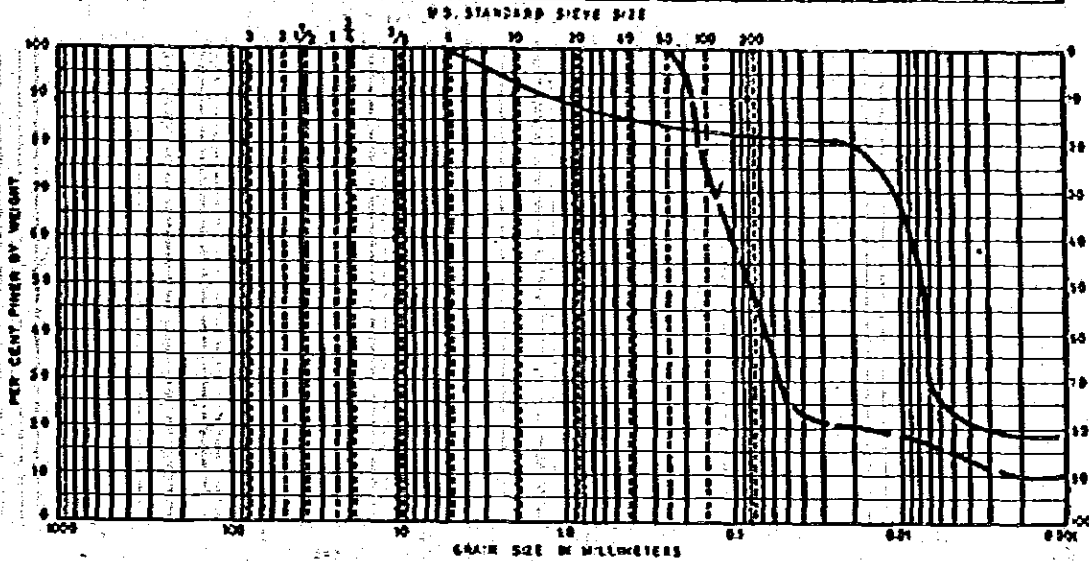
GRAIN-SIZE DISTRIBUTION (UNIFIED SOIL CLASSIFICATION SYSTEM)

DAMES & MOORE

REVISIONS
BY _____ DATE _____
BY _____ DATE _____
PLATE _____ OF _____

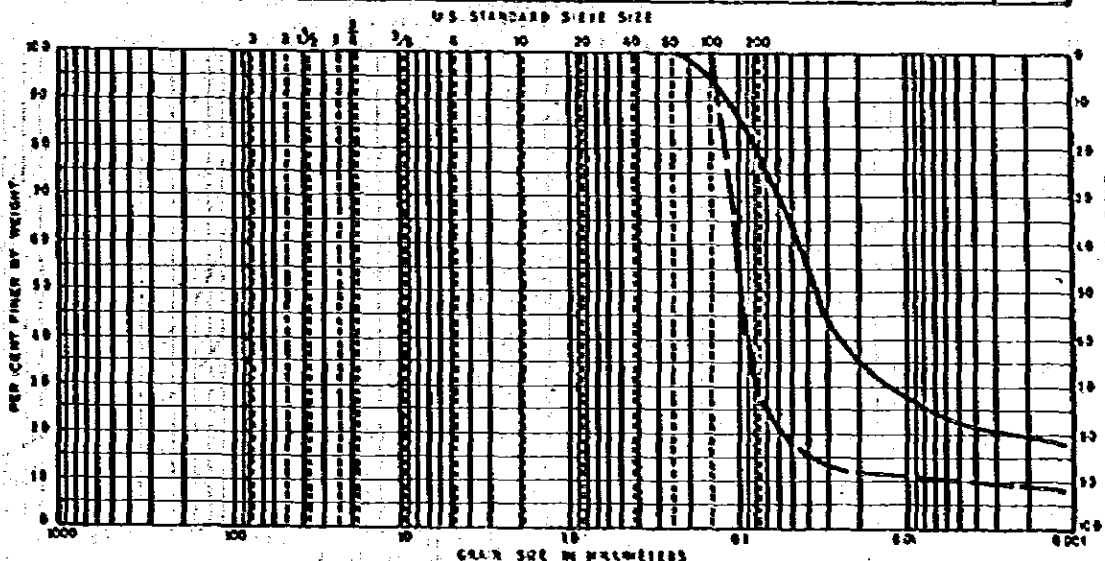
FILE 2-23-88
BY M. J. J. DATE 2-2-88
CHECKED BY _____ DATE _____

BORING	DEPTH M.	SAMPLE	LIQUID LIMIT	PLASTIC LIMIT	SYMBOL	SOIL DESCRIPTION	REF
B	2.5	3			CL	SILTY CLAY	
B	4.5	5	27	16	SC	CLAYEY FINE SAND	



COBBLES	GRAVEL		SAND			SILT OR CLAY
	COARSE	FINE	COARSE	MEDIUM	FINE	

BORING	DEPTH M.	SAMPLE	LIQUID LIMIT	PLASTIC LIMIT	SYMBOL	SOIL DESCRIPTION	REF
B	6.5	7			CL	SILTY CLAY	
B	8.5	9			SM	SILTY FINE SAND	



COBBLES	GRAVEL		SAND			SILT OR CLAY
	COARSE	FINE	COARSE	MEDIUM	FINE	

GRAIN-SIZE DISTRIBUTION

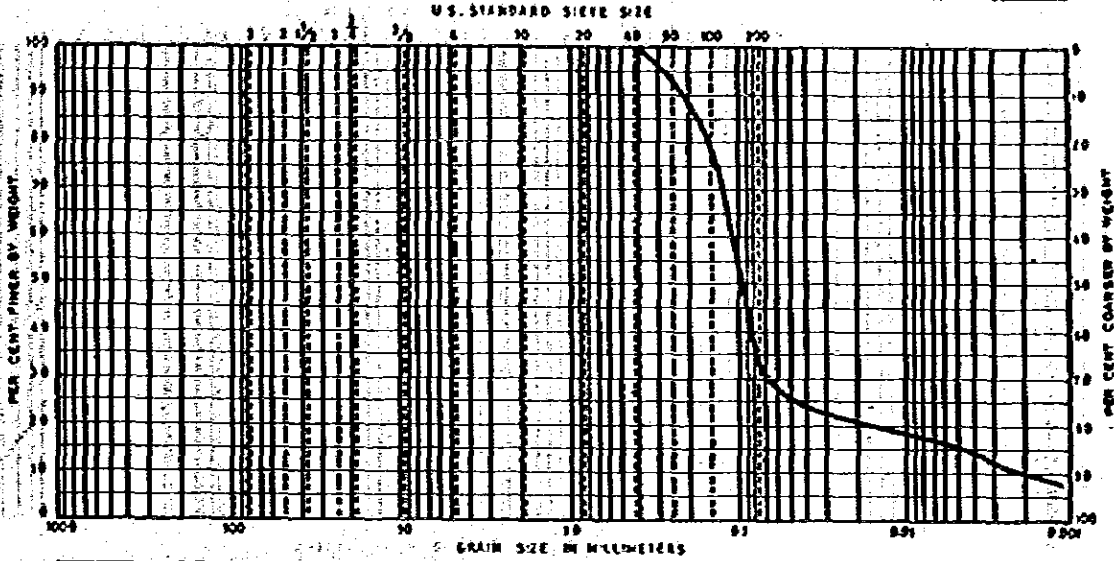
(UNIFIED SOIL CLASSIFICATION SYSTEM)

DANES MOORE

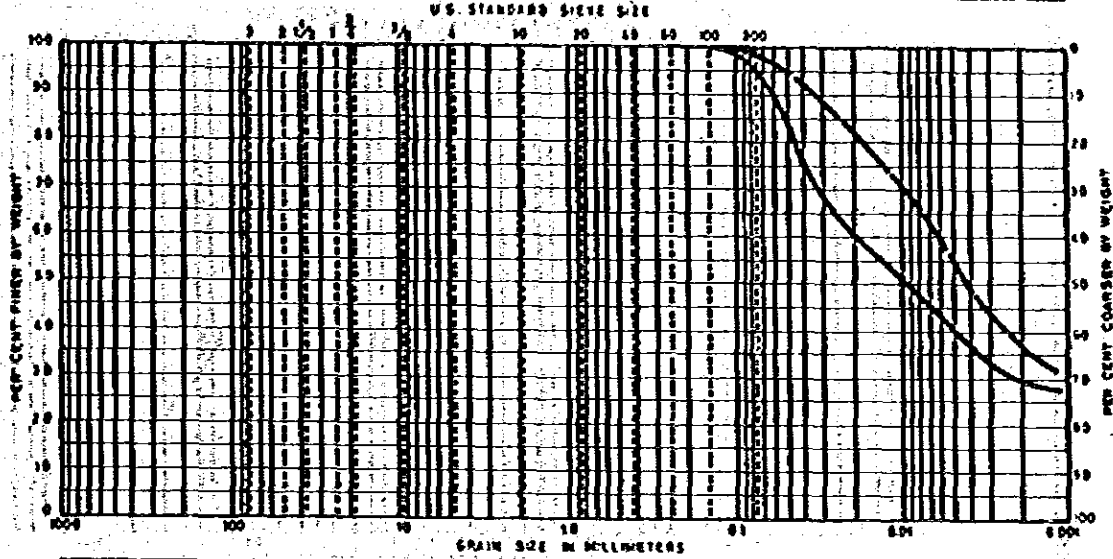
BY: _____ DATE: _____
 BY: _____ DATE: _____
 PLATE: _____ OF: _____

No. 2386-171-50
 BY: J.P. MOORE, INC. DATE: 7-19-57
 CHECKED BY: _____ DATE: _____

BORING	DEPTH M	SAMPLE	LIQUID LIMIT	PLASTIC LIMIT	SYMBOL	SOIL DESCRIPTION	REF
B	25.5	25			SM	SILTY FINE SAND	

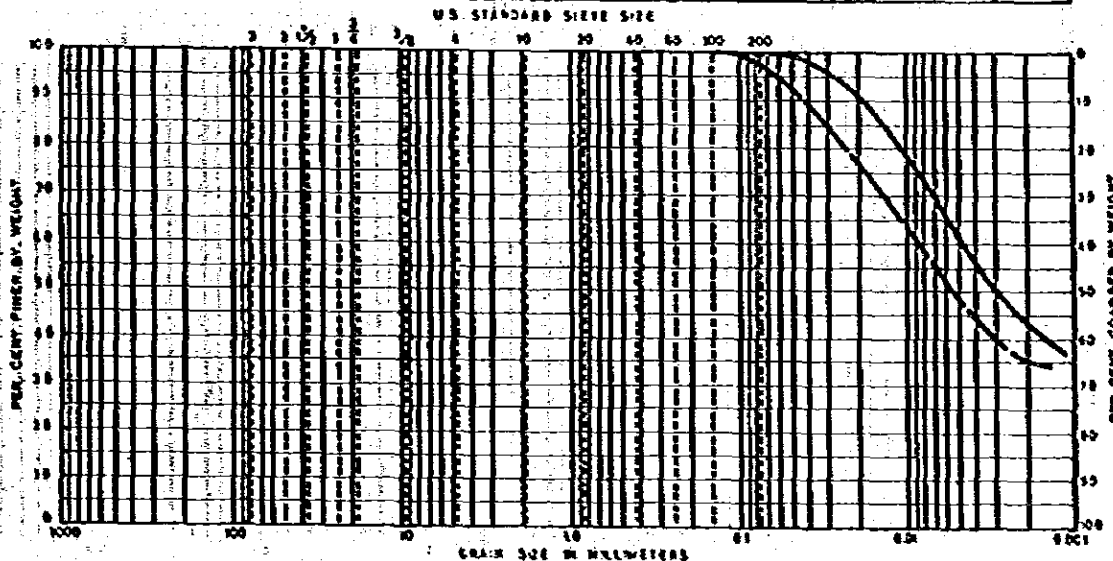


BORING	DEPTH M.	SAMPLE	LIQUID LIMIT	PLASTIC LIMIT	SYMBOL	SOIL DESCRIPTION	SEE
9	9.5	10			CL	SILTY CLAY	---
9	13.5	14			CL	SILTY CLAY	---



COBBLES	GRAVEL		SAND			SILT OR CLAY
	COARSE	FINE	COARSE	MEDIUM	FINE	

BORING	DEPTH M.	SAMPLE	LIQUID LIMIT	PLASTIC LIMIT	SYMBOL	SOIL DESCRIPTION	SEE
9	19.5	20			CL	SILTY CLAY	---
9	16.5	17			CL	SILTY CLAY	---



COBBLES	GRAVEL		SAND			SILT OR CLAY
	COARSE	FINE	COARSE	MEDIUM	FINE	

SOIL GRAIN-SIZE DISTRIBUTION (UNIFIED SOIL CLASSIFICATION SYSTEM)

DAMES & MOORE

REVISIONS: _____
BY: _____ DATE: _____
BY: _____ DATE: _____
PLATE OF _____

BY: _____ DATE: _____
CHECKED BY: _____ DATE: _____

BORING NO.	SAMPLE DEPTH (M)	SPECIFIC GRAVITY
1	4.5	2.66
2	3.5	2.74
5	1.5	2.67

SPECIFIC GRAVITY TEST RESULTS

BORING NO.	DEPTH (M)	SOIL CLASSIFICATION	pH (%)	SULPHATE (%)
1	4.5	SC	7.82	0.53
2	2.5	SC	7.32	0.61
5	1.5	SM	7.10	0.48
7	1.5	CL	7.05	0.55
8	0.5	CL	7.12	0.59

CHEMICAL TEST RESULTS

SOIL CLASSIFICATION CHART

MAJOR DIVISIONS			GRAPH SYMBOL	LETTER SYMBOL	TYPICAL DESCRIPTIONS
COARSE GRAINED SOILS	MORE THAN 50% OF GRADES EXCEEDING 75 MICRONS BUT NOT MORE THAN 20% EXCEEDING 47.5 MICRONS	CLEAN GRADES (LITTLE OR NO FINES)		GW	WELL-SORTED GRAVELS, SANDS, SILTS OR NO FINES
		GRAVELS WITH FINES (APPROXIMATELY 5% OF FINES)		GP	POORLY-SORTED GRAVELS, SANDS, SILTS OR NO FINES
		GRAVELS WITH FINES (APPROXIMATELY 12% OF FINES)		GM	STIFF GRAVELS, GRAVEL-SAND-SILT MIXTURES
	MORE THAN 50% OF GRADES EXCEEDING 75 MICRONS BUT NOT MORE THAN 20% EXCEEDING 47.5 MICRONS	CLEAN SAND (LITTLE OR NO FINES)		SW	WELL-SORTED SANDS, SANDS, SILTS OR NO FINES
		SANDS WITH FINES (APPROXIMATELY 5% OF FINES)		SP	POORLY-SORTED SANDS, SANDS, SILTS OR NO FINES
		SANDS WITH FINES (APPROXIMATELY 12% OF FINES)		SM	STIFF SANDS, SAND-SILT MIXTURES
FINE GRAINED SOILS	SILTS AND CLAYS	SILTS & CLAYS LESS THAN 50		ML	MODERATE SILTS AND VERY FINE SANDS, FINE SANDS, SILTS OR CLAYS WITH LOW PLASTICITY
				CL	MODERATE CLAYS OF LOW TO MEDIUM PLASTICITY, SANDS, SILTS, CLAYS, SILTS OR CLAYS
				OL	ORGANIC SILTS AND MODERATE SILTY CLAYS OF LOW PLASTICITY
	SILTS AND CLAYS	SILTS & CLAYS GREATER THAN 50		MH	MODERATE SILTS, HIGHLY ORGANIC SILTS OR SILTY CLAYS
				CH	MODERATE CLAYS OF HIGH PLASTICITY, FAT CLAYS
				OH	ORGANIC CLAYS OF HIGH PLASTICITY, ORGANIC CLAYS
HIGHLY ORGANIC SOILS				PT	PEAT, MUDS, SAND MUDS WITH HIGH ORGANIC CONTENTS

NOTE: SOIL SYMBOLS ARE USED IN ENCLAVE BOXES IN THE SOIL CLASSIFICATION.

LIQUIDITY

WATER CONTENT	PLASTICITY INDEX
100	100
90	80
80	70
70	60
60	50
50	40
40	30
30	20
20	10
10	0

COMPACTNESS

RELATIVE DENSITY	PLASTICITY INDEX
100	100
90	80
80	70
70	60
60	50
50	40
40	30
30	20
20	10
10	0

CONSISTENCY

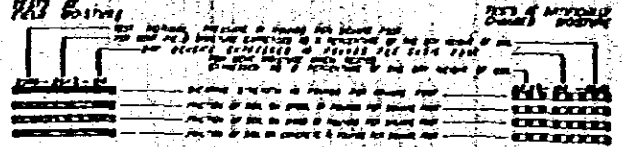
UNSATURATED WATER CONTENT	PLASTICITY INDEX
100	100
90	80
80	70
70	60
60	50
50	40
40	30
30	20
20	10
10	0

NOTE: WATER CONTENT, PLASTICITY INDEX, AND UNSATURATED WATER CONTENT ARE PERCENTAGES.

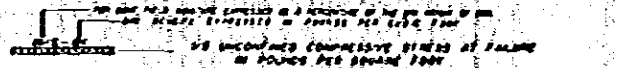
UNIFIED SOIL CLASSIFICATION SYSTEM

KEY TO TEST DATA

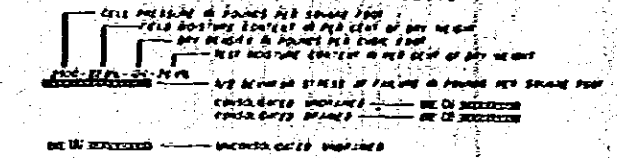
DIRECT SHEAR AND FRICTION TESTS



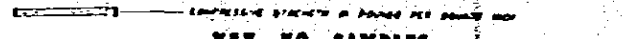
UNCONFINED COMPRESSION TESTS



TRIAxIAL COMPRESSION TESTS

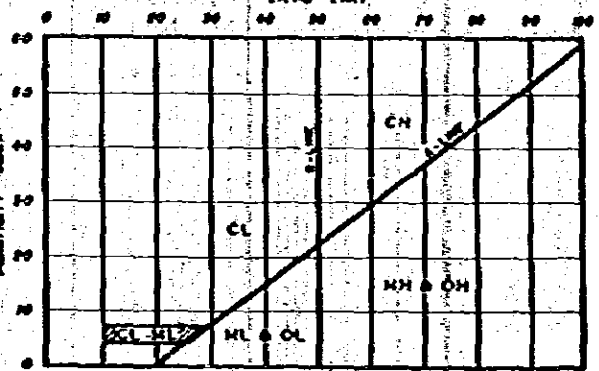


ROCK COMPRESSION TESTS

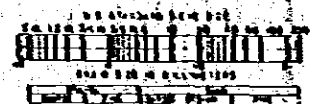


KEY TO SAMPLES

- DEPTH OF UNDISTURBED SAMPLE
- DEPTH OF DISTURBED SAMPLE
- DEPTH OF SAMPLE WITH NO RECOVERY
- DEPTH OF SAMPLE WITH RECOVERY
- DEPTH AND LENGTH OF SAMPLE



PLASTICITY CHART FOR FINE GRAINED SOILS



PARTICLE SIZE DISTRIBUTION FOR COARSE GRAINED SOILS

第 2 卷

製 品 輸 送 調 查

第 2 卷

製 品 輸 送 調 查

目 次

	頁
1. 序 文	1
2. 製品タンカーの船腹需給	2
2.1 船 腹 需 要	2
2.2 船 腹 供 給	3
2.3 船腹需給予割	7
3. 製品タンカーの船型	9
3.1 船型別タンカー船腹量の推移	9
3.2 製品タンカーの船型実勢	10
3.3 日本の製品輸入事情	11
4. 海上運賃の推算	12
4.1 タンカー建造費の推移	12
4.2 新造船の価格	13
4.3 輸送コスト試算の前提条件	14
4.4 船型別輸送コストの試算	15
5. 大型製品タンカーの検討	17
5.1 大型製品タンカーの経済メリット	17
5.2 日本における製品受入設備の状況	17
6. 本プロジェクトの輸送船隊規模	20

挿入表，図目次

	頁
表 1 世界の石油消費伸び率の予測	2
表 2 石油世界海上荷動き量	2
表 3 石油製品海上荷動き量および必要船腹量	3
表 4 10,000～49,999DWT タンカーの建造年次別船腹量	4
表 5 解体船腹量の予測	5
表 6 新造船の発注状況	6
表 7 製品タンカー船腹量の予測	6
表 8 タンカー船型分布の推移	9
表 9 製品タンカーの発注残の船型別推移	9
表 10 製品タンカー建造状況	10
表 11 日本における製品輸入実績	11
表 12 VLCC船価の推移	12
表 13 製品タンカーの推定船価（1978年竣工）	13
表 14 製品タンカーの推定船価（1983年竣工）	13
表 15 船型別輸送コスト試算	15
表 16 輸送コストの経年比較	16
表 17 日本における大型タンカー用パース一覧	18
表 18 日本における石油製品受入設備一覧	19
表 19 年間製品輸送量	20
表 20 所要船隊の例	21
図 1 製品輸送タンカーの船腹需給予測	8
附 録 船型別輸送コスト	
1 1978年竣工船、初年度	22
2 1983年竣工船、初年度および10年平均	23

1. 序 文

当該製油所プロジェクトの企業化調査を行なうに当り、製品輸送の問題は重要な要素の1つである。

近年造船および海運会社においては、経済性の観点から大型船を建造する傾向が顕著である。この傾向は特に原油タンカーの場合に著しい。一方製品タンカーについては、多くの場合精製は消費地域内で行なわれ、又製品が輸送される場合でも1回の出荷に用いられる船型はそれ程大型ではないため、この大型船志向の傾向は如実に現われてはいない。しかしながら、今後産油国での精製が増加するに従って大型製品輸送タンカーの必要性が増大すると予想される。船員費および燃料費の上昇に伴って大型船と小型船との運賃差は広がる傾向にあることが注目される。

ただし、大型製品タンカーを導入するには、出入荷基地の港務設備や貯油設備をはじめ受入れ設備の完備等の諸条件が満たされなければならない。

ここでは輸送の経済性を検討するための参考として、1983年新造船を基準として船型別運賃を推算し、プロジェクト全体の技術的、経済的な検討調査の用に供する。

2. 製品タンカーの給復需給予測

2.1 給復需要

今後の世界の石油消費量の伸び率についての各機関の予測を見ると、次の通り少なくとも1980年迄は年率3～4%と予測している所が多い。

表 1

機 関 名	西 暦	年間伸び率
OECD	1977 - 1980	3.4 %
CIA	1976 - 1980	3.2 ~ 4.0 %

一方、石油輸入量については、アラスカ原油、北海原油、およびメキシコ原油の増産等が原因で域内での石油生産が増えることが予想され、従って石油の輸送量は原油消費の伸びを下回る年率3%前後の低成長で推移する公算が強い。

石油製品の海上荷動き量は厳密には、石油海上荷動き量とは区別して考える必要があるが、全体の趨勢としては、ほぼ石油荷動き量に近い。表-2は1970年から1977年迄の世界石油海上荷動き量である。

表 2

石油世界海上荷動き量、百万トン

年 次	原 油	石 油 製 品	合 計
1970	995	245	1,240
1971	1,068	247	1,315
1972	1,184	261	1,445
1973	1,365	274	1,639
1974	1,360	264	1,624
1975	1,259	233	1,492
1976	1,418	260	1,678
1977	1,480	280	1,760

以上より本稿では1978年以降の石油製品海上荷動き量の年間伸び率を3%と想定して給復需要を算出する。

表-3は上述の前提に基づき算出された1985年迄の石油製品の海上荷動き量ならびに船腹の年間航海数を13.5航海として算出した各年の必要船腹量である。

現在、製品輸送に従事する製品タンカーの年間航海数は平均13~14と推定される。今後、年間20航海以上可能なカリブ諸国-アメリカ間の荷動きの増大により平均航海数の増加が予想されるが、一方では中東を中心に計画が進められている製品輸出用製油所が軌道に乗れば航行距離の増加により平均航海数の減少も予測される。

従って両要素の相殺効果を勘案し、製品輸送就航船の今後8年間の年間平均航海数を現状並みの13.5航海と想定した。

表 3
石油製品海上荷動き量および必要船腹量

年次	荷動き量、百万トン	船腹量、百万DWT
1978	288	21.3
1979	297	22.0
1980	306	22.7
1981	315	23.3
1982	325	24.1
1983	334	24.7
1984	344	25.5
1985	355	26.3

2.2 船 腹 供 給

(1) 製品タンカーの就航可能船腹

現在、製品輸送のほとんどは50,000DWT型以下のタンカーで行なわれている。

1978年1月現在の10,000~49,999DWT型タンカーは世界で約4300万DWTである。表-4は現在の10,000~49,999DWT型タンカーを船型別、建造年次別に分類したものである。

表 4

10,000～49,999 DWT型タンカー、百万DWT（1978.1現在）

年次	船型	10,000～19,999	20,000～29,999	30,000～49,999	年次別合計
～1950		1.0	0.2	-	1.2
1951～1955		1.9	1.0	0.5	3.4
1956～1960		2.3	2.9	8.1	13.3
1961～1965		0.5	1.9	4.8	7.2
1966～1970		0.8	2.0	1.9	4.7
1971～1975		1.0	3.1	4.5	8.6
1976～		0.5	0.5	3.6	4.6
船型別合計		8.0	11.6	23.4	43.0

上表で10,000～19,999 DWT型のうち、大型原油タンカーが相次いで建造された1952年以降の竣工船は、その大半が製品輸送用のタンカーと見てよからう。

同様に20,000～29,999 DWT型については、1962年以降建造船は、そのほとんどが製品タンカーと言えるし、30,000～49,999 DWT型については、1968年以降の建造船の大半は製品輸送用である。

以上より白油輸送に従事し得るいわゆる製品タンカーは約2,000万DWTと見てよからう。

残りの約2300万DWTは本来が原油輸送用のタンカーであるが、その大部分は黒油輸送に従事し得ると考えてよく、ヒーティングコイルを装備した単純な燃料油の輸送が多い。

50,000 DWT以上の大型製品タンカーは1978年1月では約100 DWTの発注残に過ぎず、これら大型製品タンカーの建造が世界の趨勢となるにはまだ相当の年月を要しよう。従って本稿では10,000～49,999 DWT型船を船腹供給の対象として考える。1977年の製品輸送必要船腹は約2,000万DWTであったと推定される。

従って10,000～50,000 DWT型タンカーの約50%が製品輸送に従事し、残りは原油輸送に活路を求めたか、あるいは係船されたと思われる。

ちなみに1978年1月時点で10,000～50,000 DWT型タンカーの係船船腹は約270万DWTである。

(2) 将来の解体船腹予測

1976年12月から1978年1月迄の解体船腹量は

・ 10,000～20,000 DWT 型 : 56隻、94万 DWT

・ 20,000～30,000 DWT 型 : 50隻、115万 DWT

・ 30,000～50,000 DWT 型 : 81隻、317万 DWT

で合計187隻、526万 DWT であつた。

このうち約65%にあたる344万 DWT は、大量に建造された1956-1960年の建造船である。

1978年1月現在で、10,000～50,000 DWT 型総船腹量4,300万 DWT 中、

1960年以前の建造船が42%、約1800万 DWT 存在し1961-1965年建造船も17%、720万 DWT ある。

従つて、解体候補船には事欠かないと思われ、一方では用鉄の重要と価格の低迷があるにせよ、現状の400～500万 DWT 前後の解体量水準は当分続くと予想される。

又、1978年2月のIMCOのタンカ安全海洋汚染防止条約会議で決定された

1978年以降のSBTおよびIOT等の義務づけの条約案は老齢船の解体を促進せよ。

以上により、本稿では1985年迄の解体船腹を表-5の通り予測した。即ち、大量の1956-1960年建造船がづきづきに船齢20年を起える1980年迄は現在程度のスクラップが続くとし、各年450万 DWT が解体されるものとした。

又、1981年以降は船齢20年以上の船腹量の減少に伴い解体量も減少するものとした。

表 5
解体船腹量の予測

年 次	解体船腹量、百万トン
1978	4.5
1979	4.5
1980	4.5
1981	2.4
1982	1.7
1983	1.7
1984	1.6
1985	1.5

(3) 新造船の供給

1978年1月末現在の10,000～49,999 DWT型タンカーの発注済船数は表-6の通り84隻、約23.0万DWTであり、そのほとんどは製品タンカーである。

表 6
新造船の発注状況(1978.1現在)

引渡し年次 船 型	1978		1979		1980以降		合 計	
	隻	百万 DWT	隻	百万 DWT	隻	百万 DWT	隻	百万 DWT
10,000～19,999	16	0.2	3	0.05	1	0.02	20	0.3
20,000～29,999	11	0.3	4	0.1	3	0.08	18	0.4
30,000～49,999	39	1.3	4	0.14	3	0.1	46	1.6
合 計	66	1.8	11	0.3	7	0.2	84	2.3

(4) 製品タンカー船腹量の予測

表-4、5、6の結果より今後の新造船を考慮しない場合の各年の船腹量を求めると次表の通りとなる。

表 7
製品タンカー船腹量の予測

年 次	船腹量、百万DWT
1978年初	43.0
1978年末	40.3
1979年	36.1
1980年	31.8
1981年	29.4
1982年	27.5
1983年	25.8
1984年	24.2
1985年	22.7

2.3 船腹需給予測

2.1の船腹需要ならびに2.2の船腹供給の予測結果をもとに今後の製品タンカーの船腹需給関係を図示すると次頁図-1の通りとなる。図より明らかな如く、製品タンカーの市況回復は1983年以降という結果となった。但し、ここでは今後の新造船発注を考慮していないのでその動向によっては市況の回復はさらに遅れる可能性もあり。

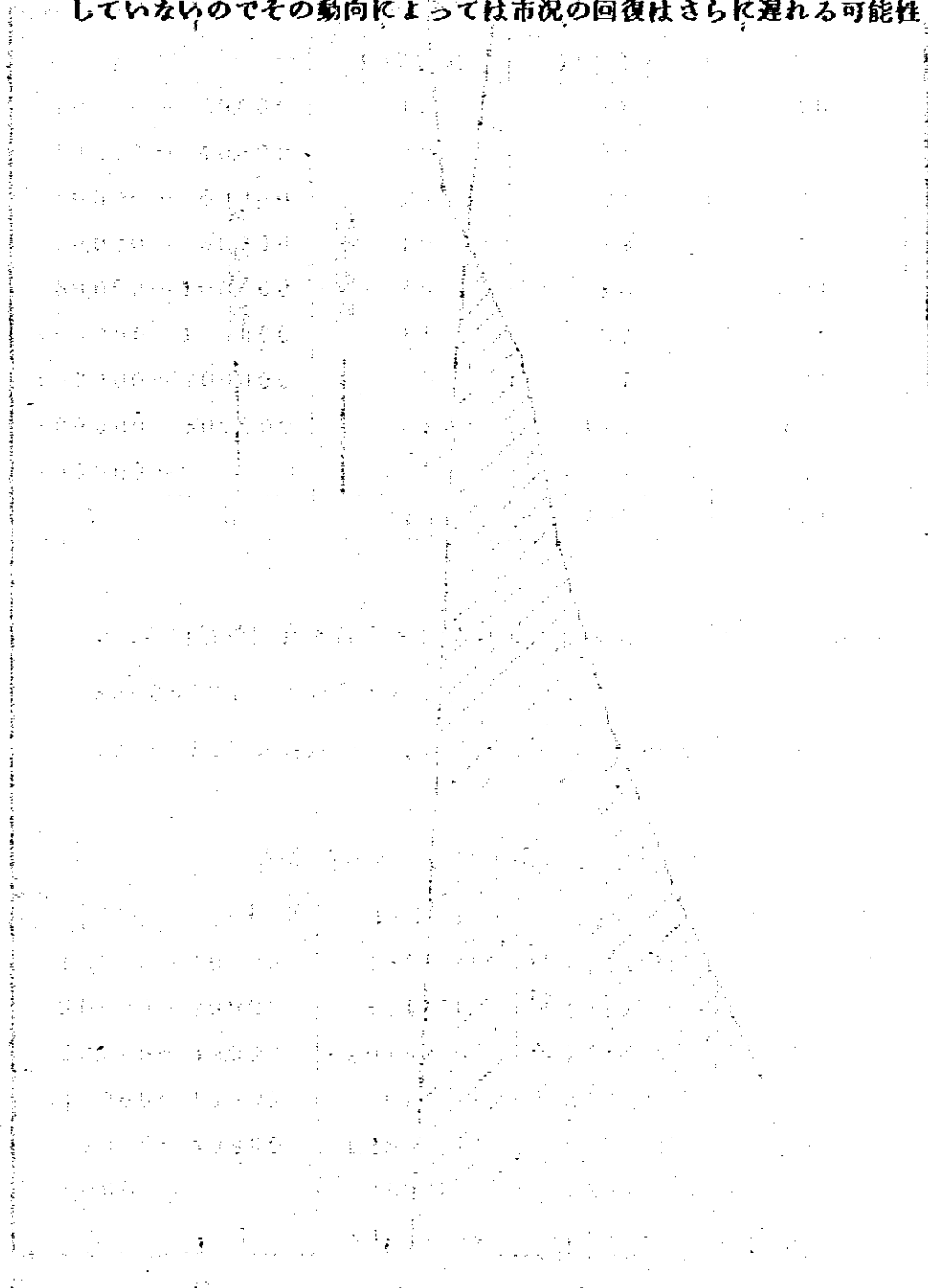
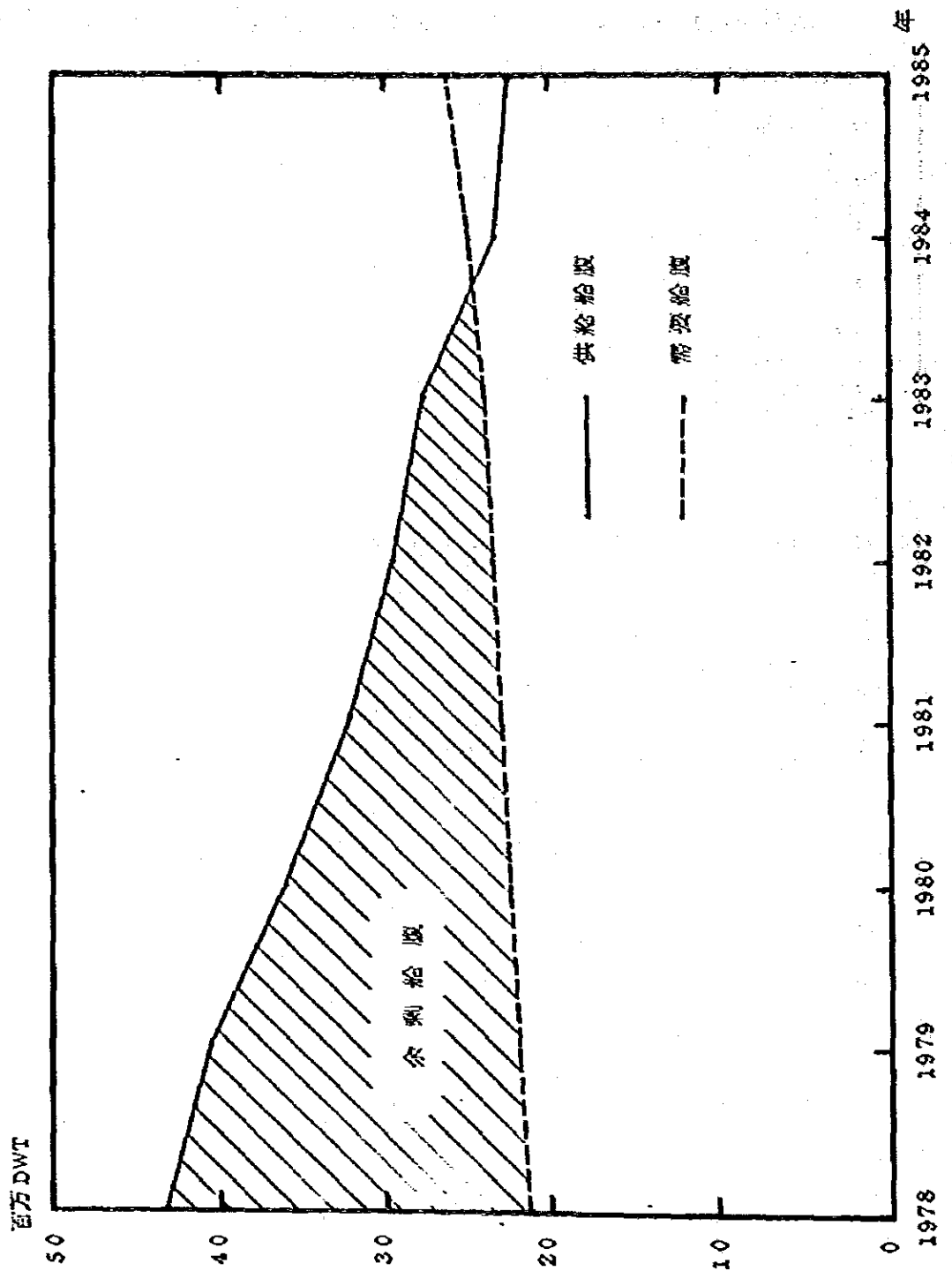


図-1 製品輸送タンカーの船隻需給予測



3. 製品タンカーの船型

3.1. 船型別タンカー船腹量の推移

世界の原油・製品タンカーの船型別船腹量の推移は表-8に示す通りである。

表 8
タンカー船型分布の推移、百万DWT

船型, DWT	年次	1973末	1974末	1975末	1976末
10,000~	20,000	12	11	10	9
20,000~	40,000	32	33	31	31
40,000~	60,000	24	24	22	19
60,000~	80,000	19	19	19	19
80,000~	100,000	16	18	21	23
100,000~	150,000	18	23	30	33
150,000~	200,000	7	7	8	11
200,000~	300,000	81	110	130	144
300,000~		5	7	17	30
合 計		213	253	289	318

上表の船腹量に含まれる製品タンカー船腹量の把握は困難であるが、そのほとんどは50,000 DWT以下と思われる。

また1976年5月以降の製品タンカーの発注残状況は下表の通りである。

表 9
製品タンカーの発注残の船型別推移、千DWT(隻)

船型, DWT	年次	1976.5	1977.5	1977.11	1978.2
10,000~	19,999	334 (21)	224 (14)	223 (15)	207 (14)
20,000~	29,999	394 (15)	146 (6)	122 (5)	166 (7)
30,000~	39,999	2,915 (90)	1,734 (54)	1,078 (34)	885 (28)
40,000~	49,999	87 (2)	393 (9)	481 (11)	481 (11)
50,000~	59,999	1,255 (23)	925 (17)	878 (16)	923 (16)
60,000~		369 (4)	132 (2)	132 (2)	132 (2)
合 計		5,353 (155)	3,556 (102)	2,914 (83)	2,794 (78)

依然として30,000 DWT型の建造計画が中心であるが、50,000~60,000 DWT型の大型製品タンカーの発注も見られる。

3.2 製品タンカーの船型実勢

表-9より1978年2月現在の10,000 DWT以上の新造船の発注状況を抽出すると表-10となる。

表 10
製品タンカー建造状況(1978.2現在)

船 型	隻 数	合計 DWT
10,000 ~ 19,999	14	207,490
20,000 ~ 29,999	7	165,700
30,000 ~ 39,999	28	884,958
40,000 ~ 49,999	11	480,700
50,000 ~ 59,999	16	923,138
60,000 ~	2	132,000
合 計	78	2,793,986

現在建造中の製品タンカーは78隻、279万DWTあるが、その中で最も多い船型は30,000 DWTから40,000 DWTのもので28隻、88万DWTであり、その船型はすべて35,000 DWT以下である。

40,000 DWTから50,000 DWTの11隻中10隻はPENEX 1社の発注船であり、又60,000 DWT以上の大型製品タンカーは66,000 DWT型2隻を数えるのみである。

中近東、東南アジア、極東、カリブ等に計画されている製品輸出用製油所は最近の世界経済の低迷、石油消費量の減退からその完成時期は当初計画より遅延しており、従ってこれら輸出用製油所ひきあての長距離輸送用大型製品タンカーの建造はまだ世界の大部分となっていない。

3.3 日本の製品輸入事情

1978年4月の資源エネルギー庁発表の資料によれば、1972年度から1977年度迄の製品輸入量実績は下表の通りである。

表 11

日本における製品輸入実績、千kl

油種 \ 年度	1972	1973	1974	1975	1976	1977
揮発油	2	13	13	-	-	-
ナフサ	6,103	6,222	7,138	5,939	7,994	8,528
ジェット燃料	478	693	537	574	547	462
灯油	-	88	-	-	30	5
軽油	40	89	101	94	158	33
A重油	2,634	2,819	3,302	2,321	1,797	1,854
B重油	1,721	1,965	1,440	276	-	-
O重油	12,611	11,249	9,010	8,890	11,712	12,480
合計	23,589	23,138	21,541	18,094	22,238	23,362

これらに従事する製品タンカーの詳細な船型別分析は甚だ困難である。

日本の製品タンカーベースは一般的に満載のハンディ船型（18,000～22,000 DWT）を受け入れ可能であるが、少なくとも30,000～50,000 DWT型まで着岸可能なベースもかなりあり従って日本の製品タンカー船隻需要は大体、20,000～50,000 DWT型の範囲内である。

表より明らかな如く、製品輸入のほとんどは燃料油かナフサなので、大型、低グレードの製品タンカーが利用されることが多い。

4. 海上運賃の推算

4.1 タンカー建造費の推移

昭和40年代および50年代初頭にかけて建造されたタンカーは100,000 DWT 以上400,000 DWT 以下で多種類に渡るがその中で最も多く建造され、かつ構造的にも大幅な変化を生じていない船型としては200,000~280,000 DWT 型の所謂 VLCC (Very Large Crude Oil Carrier) があげられる。

初期の建造船でIGS (Inert Gas System) 装置の無い船もあるが、同装置の船価に占める割合は契約船価の5%以下であり、船価推移を見る場合、同装置装備船と非装備船の差異は無視出来よう。

また、主機は殆んどがタービンエンジン34,000~40,000馬力であるが中に数隻ディーゼルエンジン船も含まれているものの建造時のタービンとディーゼルの船価差は殆んど無い。

かかる観点から、昭和44年以降竣工したVLCCの中で計画造船にて建造されたVLCC 65隻の船価推移を表-12にまとめた。

本表より1969年-1976年7年間の船価上昇は1969年を100とすれば1976年は173.7、年率7.5~8%という実績で推移している。

表 12

VLCC 船価の推移

竣工年	隻数	総船腹量 (DWT)	総船価 (百万円)	平均船価 (千円/DWT)	船価指数
1969	4	822,657	20,660	25.1	100
1970	6	1,310,799	34,280	26.2	104.4
1971	10	2,250,478	59,288	26.3	104.8
1972	14	3,344,345	96,982	29.0	115.5
1973	12	2,916,965	109,934	37.7	150.2
1974	8	1,974,800	77,209	39.1	155.8
1975	6	1,475,454	60,110	40.7	162.2
1976	5	1,210,197	52,760	43.6	173.7

併 日本での代表的な8造船所で完成したVLCC (200,000~280,000 DWT 型)、65隻の実績値。

4.2 新造船の価格

日本の大手造船所における1978年竣工製品タンカーの推定船価は以下の通りである。

表 13
製品タンカーの推定船価(1978年竣工)

船 型	船価、百万円
白油タンカー	
- 30,000 DWT 型	3,500
- 50,000 DWT 型	4,300
- 60,000 DWT 型	4,600
- 130,000 DWT 型	7,500
黒油タンカー	
- 80,000 DWT 型	4,600
- 90,000 DWT 型	5,000
- 230,000 DWT 型	10,000

上記の中で130,000 DWT 型白油タンカー、230,000 DWT 型黒油タンカーは現実には存在しない。従って現存する原油タンカーの船価との比較および50,000~60,000 DWT 型製品タンカーとの比較から割り出した想定値である。これらの大型製品タンカーは物理的にはもとより建造可能である。

1978年~1983年迄の船価の上昇率は前節の原油タンカー船価7.5~8.0%の推移ならびに造船事情を勘案すると想定値5~6%という水準が妥当と見られる。ここでは上昇率を年率6.0%と置き1983年竣工船の船価を推定し表-14にまとめた。

表 14
製品タンカーの推定船価(1983年竣工)

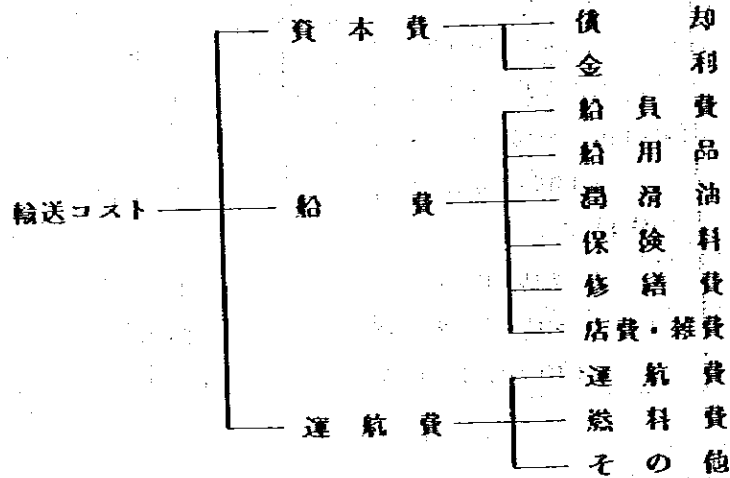
船 型	船価、百万円
白油タンカー	
- 30,000 DWT 型	4,680
- 50,000 DWT 型	5,490
- 60,000 DWT 型	6,150
- 130,000 DWT 型	10,040
黒油タンカー	
- 80,000 DWT 型	6,150
- 90,000 DWT 型	6,690
- 230,000 DWT 型	13,380

4.3 輸送コスト試算の前提条件

前節で求めた船型別新造船価格を使用して各船型の輸送コストを求めた。コスト試算の前提条件を以下に示す。

(1) 輸送コストの構成

輸送コストを下記の如く資本費、船費、運航費の三つに分類して求める。



(2) 算出基準

- 債 却 自由債却の出来る国に置籍するものと想定し、債却方法は船価の10%即ち10年定額100%の債却を行うものとする。
 - 金 利 建造資金全額を借入れる。10年元本均等返済、金利年9.5%とする。
 - 船 員 費 東南アジア船員(香港、比国等)を配乗するものとし、ITF基準(International Transport-Works Federation)は考慮せずに数値を設定した。エスカレーションは年8%とした。
 - 船用品、潤滑油 実績値より算定、エスカレーションは年5%とした。
 - 保 險 料 竣工時総船価の0.8%を年間支払保険料とした
 - 店 費、維 持 実績値より算定、エスカレーションは年5%とした。
 - 運 航 費 実績値より算定、エスカレーションは年6%とした。
 - 燃 料 費 実績値より算定、エスカレーションは年6%とした。
 - その他費用 通信・店費を実績値より算定、エスカレーションは年5%。
- なお円換算レートは1ドル=220円にて計算した。又、建造期間中の金利分として船価に5%を加えた。

4.4 船型別輸送コストの試算

前節の前提条件に基づき各船型別の輸送コストを下記の3ケースにつき算定した。

(巻末計算書参照)

(1) 1978年竣工船の初年度輸送コスト

(2) 1983年竣工船の初年度輸送コスト

(3) 同上 10年間平均輸送コスト

下表は結果の要約である。

表 15
船型別輸送コスト試算

単位：米ドル/ロングトン

船 型	年間輸送量 10 ³ LT	1978年竣工船 初年度コスト	1983年竣工船	
			初年度コスト	10年平均コスト
白油タンカー				
- 30,000 DWT	221	24.03	32.68	33.93
- 50,000 DWT	374	16.60	22.53	23.31
- 60,000 DWT	450	15.47	20.96	21.53
- 130,000 DWT	1,002	10.67	14.41	14.37
黒油タンカー				
- 80,000 DWT	609	11.76	15.93	16.51
- 90,000 DWT	687	11.33	15.40	15.96
- 180,000 DWT	1,397	-	11.55	11.56
- 200,000 DWT	1,552	-	11.16	11.13
- 230,000 DWT	1,785	8.02	10.82	10.76

上表で1978年と1983年竣工船では約3～8\$/LTのコスト差がありこの差は小型船型ほど著しい。これは年率6.0%の上昇率を見込んだ建造船価差に因るものである。

又、1983年竣工船の初年度コストと10年平均コストの差は1\$/LT以内である。

これは経年の金利負担減分と修繕費増分ならびに人件費、燃料費等のインフレ要素が相殺しているためで、10年間の平均輸送コストを運賃と考えれば、初年度の輸送コストを運賃と見なす事が出来よう。

以下に1978年竣工60,000 DWT白油タンカーの初年度ならびに5年経過時点(1983

年)の輸送コストの内訳を示す。

表 16
輸送コストの経年比較

	初年度	5年後	差
年間コスト、10 ³ ドル/年			
(1) 資本費			
債 却	2,196	2,196	0
金 利	2,033	988	1,045
小 計	4,229	3,184	1,045
(2) 給 費			
給 員 費	280	411	-131
修 繕 費	289	622	-333
保 險 料	176	176	0
そ の 他	265	339	-74
小 計	1,010	1,548	-538
(3) 運 航 費			
燃 料 費	1,503	2,011	-508
港費・その他	219	290	-71
小 計	1,722	2,301	-579
(1)(2)(3) 合 計	6,961	7,033	-72
単位輸送量当りのコスト			
ドル/LT	15.47	15.63	0.16

(年間輸送量 450,000 LT)

5. 大型製品タンカーの検討

5.1 大型製品タンカーの経済メリット

船型別輸送コストは前節で示した通りである。

船型が大きくなればトン当りの輸送コスト即ち運賃が低下することは明瞭であるが、他方当然の事ながら、大き程船価が高く、1日当りのコストも高いので、運航上の不稼働時間のリスクはより大きくなる。即ち、積地、揚地において沖待ち、荷物待ち等を生ぜぬ陸上体制が整っていることが肝要である。

従って起用船型決定要素は先ず第一に積地出荷能力(バース数等)および揚地受入能力(タンク、バース数等)であり、その制約の下で採用出来る最大船型を起用すべきである。

5.2 日本における製品受入設備の状況

日本における荷揚げ用大型シーバースの一覧表を表17に示す。

これらのバースのほとんどは200,000 DWT以上の大型タンカーの着橋が可能であり、陸上設備も大規模なものである。しかしながらこれらの設備は製油所あるいは原油受入基地の原油タンクに繋がっており、陸上設備の用途から考えて、これらの設備のほとんどは製品受入設備として利用することは困難であろう。

一方、表18は日本の主要な石油製品揚地での許容最大船型を示している。同表に見られる通り、白油用タンカーは設備の数も少なく45,000~70,000 DWT程度の中型タンカーに限定されている。

また黒油用タンカー設備も一部を除くと、45,000~90,000 DWT型までが主力となっている。

表 17

日本における大型タンカー用バース一覧

地 区	番 号	対 象 船 型	許 容 吃 水	原 油 陸 上 タ ン ク	製 品 タ ン ク
		(万 DWT)	(m)	(万 kt)	(万 kt)
北 海 道	1	7.5 - 28	21.5	72	35
東 北	1	1 - 23	16.5	80	48
京 浜	1	1 - 11	13.1/15.2	32	49
	2	12 - 20	19.0	232	-
	3	10 - 26	19.2	608	368
	4	10 - 25	20.0	91	24
	5	6 - 20	19.5	249	129
	6	3 - 15	16.5	115	70
中 京	1	- 25	20.0	34	9
	2	7 - 28	23.0	192	52
	3	5 - 23	18.0	73	39
	4	8 - 27.5	20.0	190	45
阪 神	1	3 - 24.5	21.0	50	23
	2	10 - 25.8	19.2	96	45
中 国	1	5 - 23	15.8	155	64
	2	7 - 27.5	19.5	104	76
九州・沖縄	1	3.3 - 50	28.0	670	11
	2	2 - 40	26.0	120	-

表 18

日本における石油製品受入設備一覧

地 区	番 号	最大受入可能船型(万 DWT)		許用吃水 (m)
		白油用船型	黒油用船型	
東 北	1	不 能	23.4	
京 浜	1	7.0	7.0	13.3
	2	不 能	不 能	
	3	不 能	15.0/5.0	16.5/12.0
	4	不 能	3.3	10.5
	5	不 能	8.0	
中 京	1	4.5	4.5	10.0
阪 神	1	不 能	5.0	11.8
	2	0.2	不 能	
	3	不 能	8.0	
	4	不 能	6.0	
	5	不 能	9.0	
中 国	1	5.0	5.0	
	2	4.5	4.5	12.5
四 国	1	7.0	7.0	
九州・沖縄	1	不 能	9.5	15.5
	2	不 能	不 能	