মাটি পরীক্ষার প্রয়োজনীয়তা

প্রকৌঃ এ আর এম ফরিদ উদ্দিন

সিনিয়র রিসার্চ ইঞ্জিনিয়ার

মাটি পরীক্ষার উদ্দেশ্য

- মাটির ভারবহন ক্ষমতা (Bearing Capacity) জানা;
- Settlement জানা;
- Appropriate Type of Foundation নির্বাচন করা।
- মাটির স্তরসমূহ নির্ধারণ করে তাদের অবস্থা দেখা;

মাটি পরীক্ষার যৌক্তিকতা

- মাটি পরীক্ষার পর ফাউন্ডেশন তৈরী করলে তা যেমন খরচের দিক থেকে সাশ্রয় হয় তেমনি বিল্ডিং এর স্থায়িত্ব নিশ্চিত হবে।
- যদি মাটি পরীক্ষা না করে আন্দাজের উপর ফাউন্ডেশন বসানো হয় তবে তার খরচ বেড়েও যেতে পারে অনেকগুন। তাছাড়া এতে উপযুক্ত ফাউন্ডেশন নাও হতে পারে - সেক্ষেত্রে সমস্ত বিল্ডিং এর খরচ বিফলে যাবে।
- সুতরাং আন্দাজের উপর ভিত্তি করে ফাউন্ডেশনে বিপুল পরিমাণ বাড়তি খরচ হবে।
- এই খরচের কিয়দংশ মাটি পরীক্ষার মাধ্যমে বিল্ডিং এর সমস্ত খরচের নিরাপত্তা বিধানের যৌক্তিকতা আছে নিঃসন্দেহে।

মাটি পরীক্ষা কিভাবে করা হয়

মাটি পরীক্ষা দুটি পর্যায়ে ভাগ করা হয়।

- ফিল্ড টেষ্ট (**Field Test**),
- ল্যাবরেটরী টেষ্ট (**Laboratory Test**)।

ফিল্ড টেষ্ট (Field Test)

- বোরিং করেই সাধারণতঃ ফিল্ড টেষ্ট করা হয়।
- ৪ ইঞ্চি ডায়া বোরিং করে একটি গুরুত্বপূর্ণ টেষ্ট করা হয় যার নাম এসপিটি টেষ্ট। এসপিটি টেষ্ট করার সাথে সাথে মাটির নমুনা সংগ্রহ করা হয়।
- ফিল্ডে সাধারণতঃ দুই ধরনের নমুনা সংগ্রহ করা হয়।
- ডিষ্টার্বড এবং আন-ডিষ্টার্বড।
- ফিল্ডথেকে নমুনা সংগ্রহ করে ল্যাবরেটরীতে বিশেষ ব্যবস্থায় বিভিন্ন ধরনের টেষ্ট সম্পাদনের জন্য নেয়া হয়।

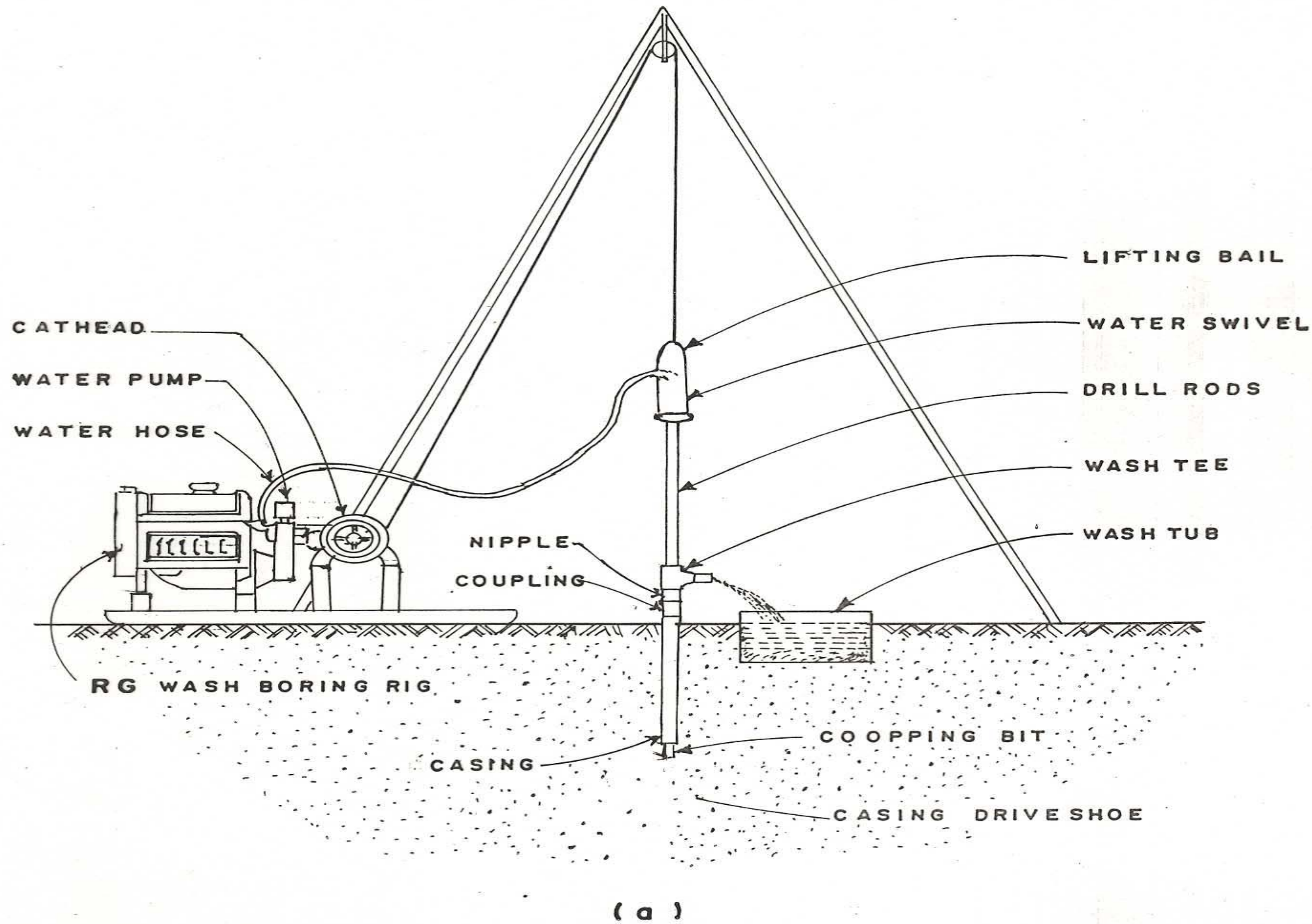


Figure 3-2 (a) Schematic of wash boring operations

ফিল্ড টেষ্টের সময় লক্ষণীয়

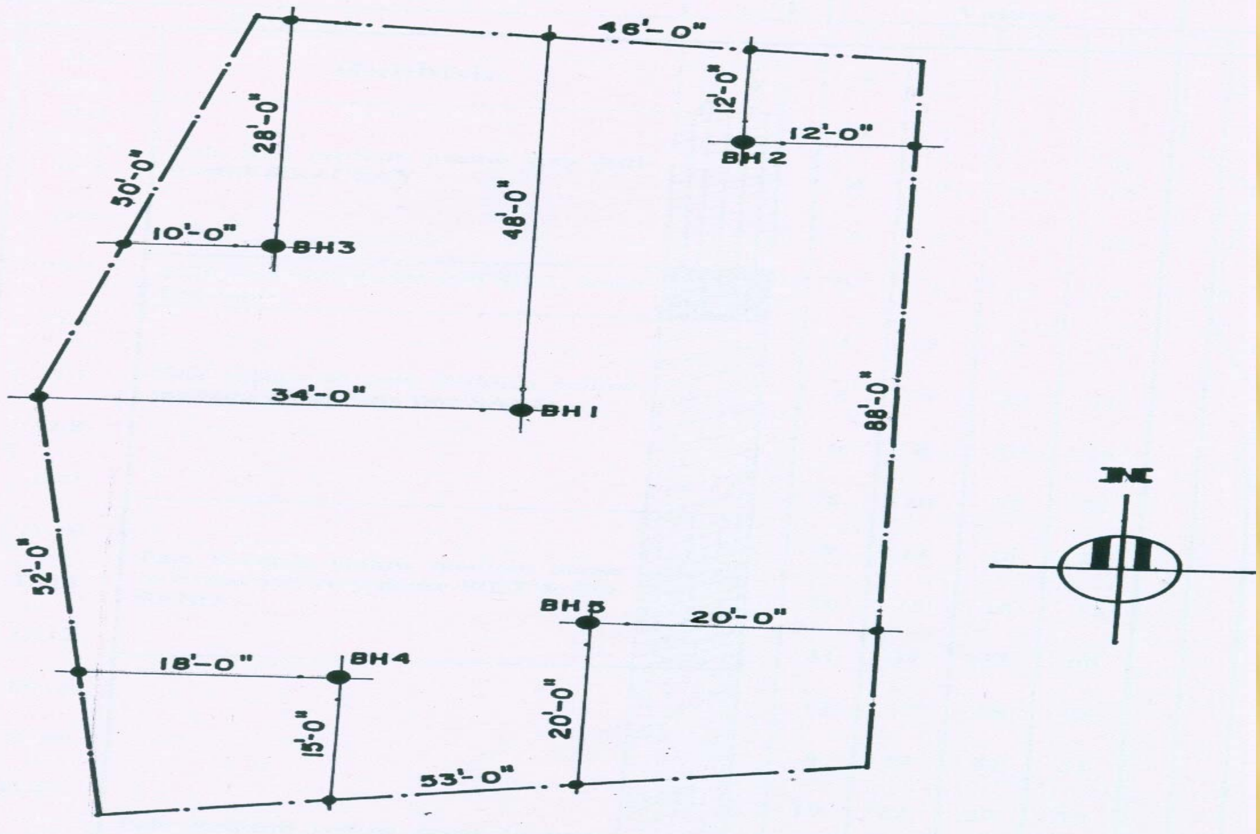
- ফিল্ডে যেসব টেষ্ট সম্পাদন করা হয় তা সংশ্লিষ্ট ইঞ্জিনিয়ার ধারণা দিবেন এবং নির্দেশিত স্থানে এবং নির্দিষ্ট গভীরতা পর্যন্ত যেভাবে টেষ্ট এবং নমুনা সংগ্রহ করার কথা তা ঠিকমত সম্পাদন করা হয় কিনা তাহাও বুঝে নিতে হবে।
- মনে রাখতে হবে, ফিল্ড টেষ্টের উপরই নির্ভর করে সয়েল রিপোর্ট এর সঠিক মান।
- ফিল্ড টেষ্ট সম্পাদনের সময় জমির মালিক অথবা তার নিয়োজিত তদারককারী উপস্থিত থাকা বাঞ্ছনীয়।

সয়েল রিপোর্টে লক্ষণীয় বিষয়সমূহ

সয়েল রিপোর্টে নিম্নলিখিত বিষয়গুলো আছে কিনা তা লক্ষণীয়।

- Bore Logs;
- Test Results;
- Discussion/Conclusions;
- Recommendations with appropriate type of foundation;
- ফিল্ড টেষ্ট সম্পাদনকারী Driller এবং রিপোর্ট প্রস্তুতকারী Engineer এর নাম ঠিকানাসহ স্বাক্ষর।

FINDINGS OF A SOIL TEST REPORT



LOCATION SKETCH FOR BORE-HOLE POINTS.

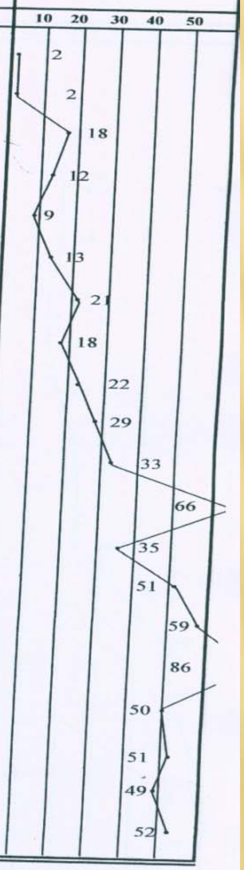
HOUSING & BUILDING RESEARCH INSTITUTE
DARUS-SALAM, MIRPUR, DHAKA

Client : Executive Engineer PWD Maintenance Division, Dhaka
Project : Twelve storied building of 1250 Sft & 1000 Sft Flat
Location : 57, New Eskaton, Dhaka.

Borehole No. : BH-1 (One)
Boring Depth : 100'-0"
G.W.L. :
Date : 16-04-2005

Sample Depth (Thick)	Depth (ft.)	Sample Type & No.	Description of Materials	BORE LOG	Standard Penetration Test Values 6"	6"	6"	12"
			Extg. G.L.					
(9.0)	5.0	D-1	**Rubbish.**		0	1	1	2
9.0	8.5	UD-1						
	10.0	D-2	Pale Red medium plastic very stiff-to-stiff Silty CLAY.		0	1	1	2
	13.5	UD-2						R
(14.0)	15.0	D-3			4	8	10	18
	20.0	D-4			4	5	7	12
23.0 (4.0) 27.0	25.0	D-5	Pale Red low plastic stiff SILT, some fine sand.		2	3	6	9
	30.0	D-6	Pale yellow to pale Reddish yellow medium dense Silty fine SAND.		4	6	7	13
(20.0)	35.0	D-7			8	9	12	21
	40.0	D-8			6	8	10	18
47.0	45.0	D-9			8	10	12	22
	50.0	D-10	Pale Reddish yellow medium dense to dense and very dense SILT & fine SAND.		9	13	16	29
(16.0)	55.0	D-11			10	15	18	33
63.0	60.0	D-12			31	31	35	66
	65.0	D-13	Pale Reddish yellow dense to very dense fine SAND, some/little silt.		13	17	18	35
	70.0	D-14			9	19	32	51
	75.0	D-15			17	22	37	59
(38.0)	80.0	D-16			31	34	47	86
	85.0	D-17			23	50	-	50/6"
	90.0	D-18			27	51	-	51/6"
	95.0	D-19			29	49	-	49/6"
101.0	100.0	D-20			31	52	-	52/6"

S. P. T.



Drilled By — Research Associate — Research Engineer 22/08/05 — Senior Research Engineer

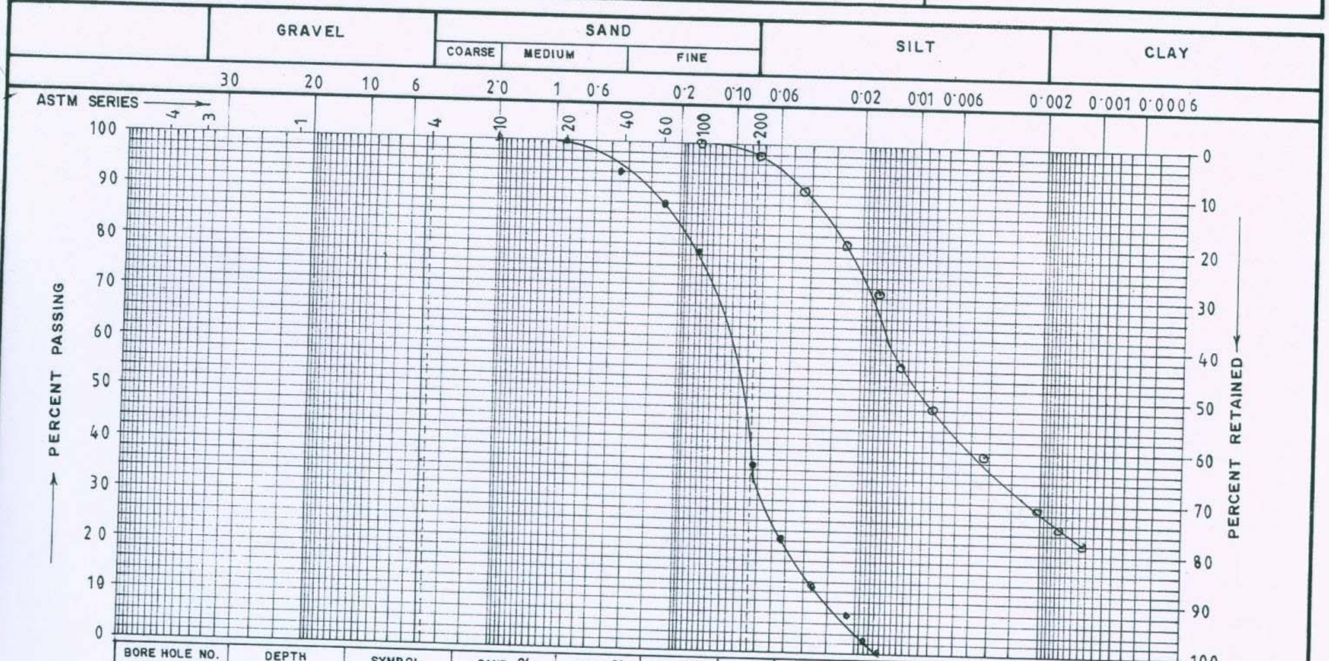
SOIL MECHANICS & FOUNDATION ENGINEERING DIVISION
HOUSING & BUILDING RESEARCH INSTITUTE
DARUS SALAM, MIRPUR, DHAKA.

GRAIN SIZE ANALYSIS

PROJECT Twelve Storied Building of 1250 Sft & 1000 Sft (22 Units-Two Units each Floor)

CLIENT Executive Engineer, P.W.D. Maintenance Division, Dhaka

LOCATION 57, New Eskaton, Dhaka.

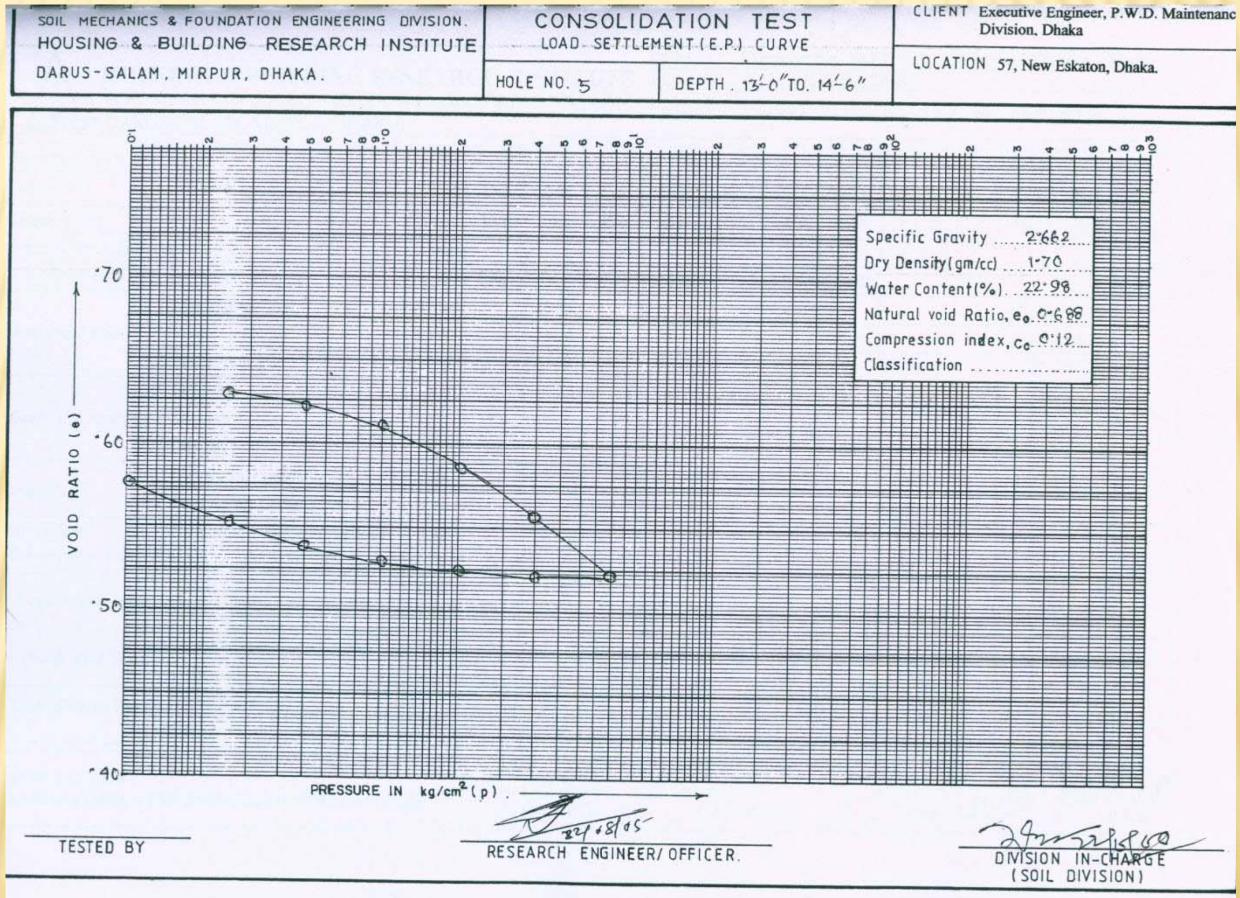


BORE HOLE NO.	DEPTH	SYMBOL	SAND %	SILT %	CLAY %	D60	D10	Cu	REMARKS
1	14½'–16'	o—o	2	70	28				
1	44½'–46'	•—•	63	37	00				

TESTED BY

22/08/15
RESEARCH ENGINEER/OFFICER.

DIVISION IN-CHARGE.
(SOIL DIVISION)



SOIL MECHANICS & FOUNDATION ENGINEERING DIVISION.
HOUSING & BUILDING RESEARCH INSTITUTE
DARUS-SALAM, MIRPUR, DHAKA.

CONSOLIDATION TEST
LOAD SETTLEMENT (E.P.) CURVE

HOLE NO. 5 | DEPTH. 13'-0" TO. 14'-6"

CLIENT Executive Engineer, P.W.D. Maintenanc Division, Dhaka

LOCATION 57, New Eskaton, Dhaka.

TESTED BY

RESEARCH ENGINEER/ OFFICER.

DIVISION IN-CHARGE
(SOIL DIVISION)

HOUSING & BUILDING RESEARCH INSTITUTE
SOIL MECHANICS & FOUNDATION ENGINEERING DIVISION
DARUS-SALAM, MIRPUR, DHAKA.

Client : Executive Engineer P.W.D. Maintenance Division, Dhaka.
Location : 57, New Eskaton, Dhaka.
Project : Twelve storied building of 1250 sft & 1000 Sft Flat

Bore hole No.		BH-1								BH-2				
Sample No.		UD-2	D-3	D-4	D-6	D-9	D-11	D-12	D-15	UD-1	D-2	D-3	D-4	D-7
Depth in feet		13.5	15.0	20.0	30.0	45.0	55.0	60.0	75.0	8.5	10.0	15.0	20.0	35.0
Natural Moisture Content (%)		22.63								22.23				
Specific Gravity		2.67	2.664			2.622			2.60		2.66			
Atterberg Limit	Liquid limit (%)	48.00		47.50								47.50	47.50	
	Plastic limit (%)	33.82		33.12								33.60	33.14	
	Plasticity Index	14.18		14.38								13.90	14.36	
Grain Size Analysis	Sand (%)		2			63			83		3			
	Silt (%)		70			37			17		73			
	Clay (%)		28			00			00		24			
Unit Weight	Wet Density (gm/cc)	2.04								2.00				
	Dry Density (gm/cc)	1.66								1.63				
Unconfined Compression Test	Compressive strength (kg/cm^2)	1.85								1.42				
	% Strain	12								10				
Consolidation Test	Natural void ratio e_o	0.68												
	Compression index C_c	0.13												
Direct shear Test	Cohesion (Kg/cm^2)				0.15		0.00	0.00						0.12
	ϕ (Degree)				15		32	43						16
Triaxial Shear Test	Cohesion (Kg/cm^2)													
	ϕ (Degree)													

SUMMARY OF LABORATORY TEST RESULTS OF SOIL SAMPLES

R. ASSOCIATE | R. ENGINEER | S.R.E. (Soil) | P.R.E.

কয়টি বোরিং করতে হবে

- দুই কাঠা প্লটের জন্য ঃ কমপক্ষে ২টি বোরিং
- তিন কাঠা প্লটের জন্য ঃ কমপক্ষে ৩টি বোরিং
- তিন কাঠার উপরে ঃ কমপক্ষে ৪-৫টি বোরিং।

বোরিং কতটুকু গভীর করতে হবে

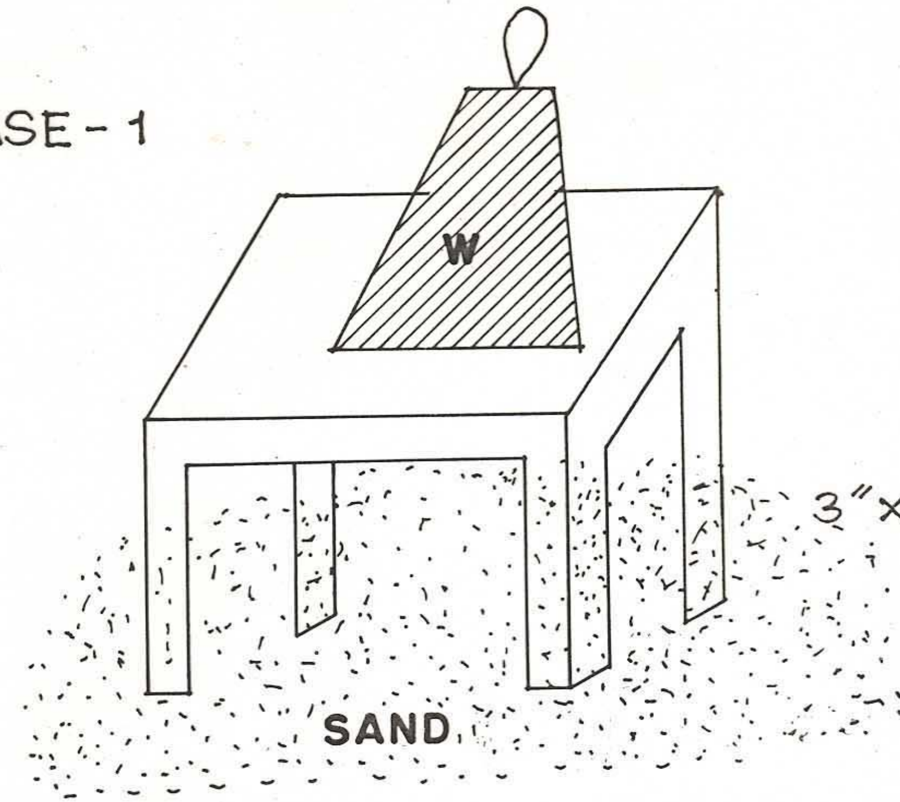
- বিল্ডিং এর প্রকার এবং প্রকল্পের অবস্থানের উপর ভিত্তি করে ইঞ্জিনিয়ার নির্ধারণ করবেন বোরিং এর গভীরতা।
- যেমন ৪/৫ তলা বিল্ডিং এর জন্য যত গভীরভাবে বোরিং হবে ২০ তলা বিল্ডিং এর জন্য অধিক গভীরতার বোরিং দরকার।
- আবার ঢাকা শহরের ধানমন্ডি এলকার জন্য যতটুকু গভীরতার বোরিং দরকার গোড়ান এলাকায় নিশ্চয় একই গভীরতার বোরিং-এ কাজ হবে না।
- সুতরাং এ বিষয়টি ইঞ্জিনিয়ার দ্বারাই ঠিক করা ভাল।

ফাউন্ডেশন কেন প্রশস্ত করা হয়

- এটা সহজেই প্রমান করা যায় একটি টেবিল বালির স্তুপের উপর খাড়া এবং উল্টাভাবে বসিয়ে তার উপর কিছু ওজন চাপানোর মাধ্যমে বালির স্তুপের ভেতর চারটি পায়া ঢুকে যাবে অথচ উল্টানোর ফলে টেবিলটি বালির মধ্যে একটুও ঢুকবে না। টেবিলটি প্রশস্ত হবার কারণেই এটা হল। সুতরাং ফাউন্ডেশন প্রশস্ত করা একান্ত দরকার।

কেন প্রশস্ত করা হয়?

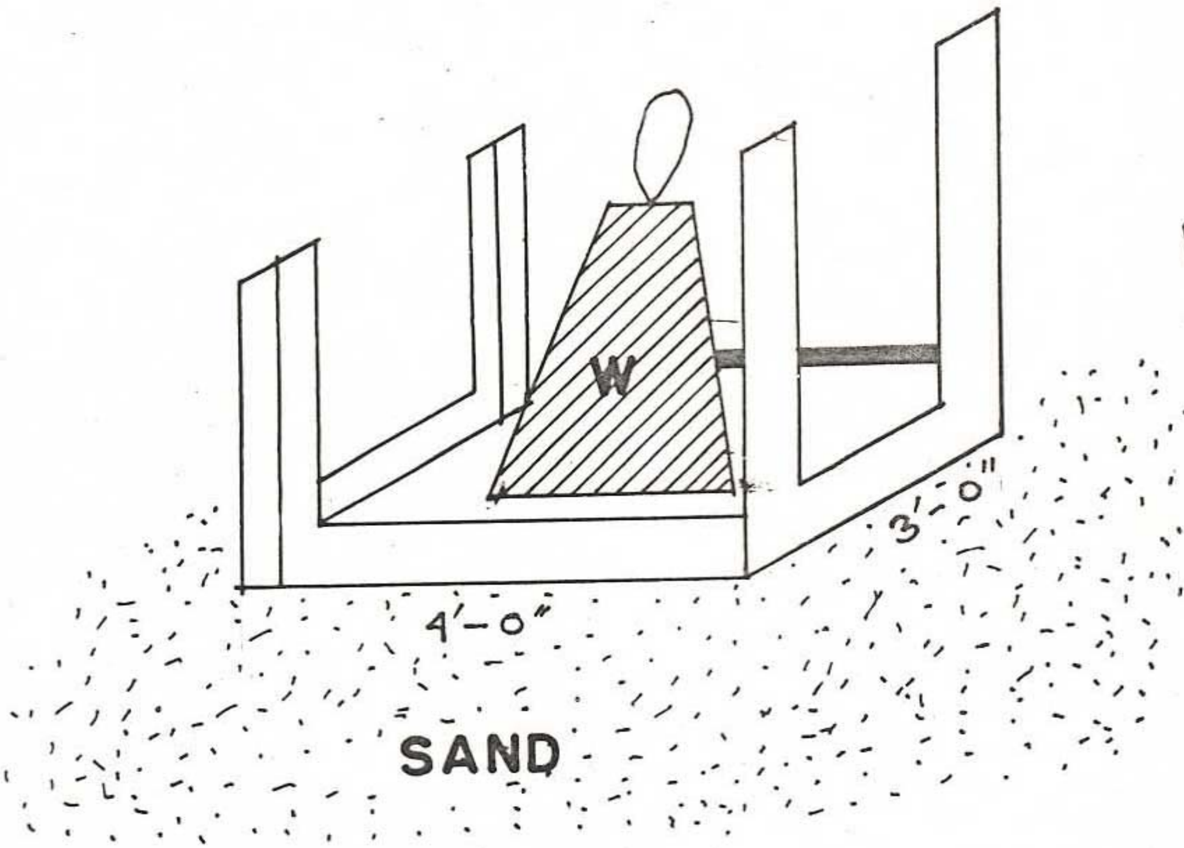
CASE - 1



W = 12 lbs.

চারটি পায়ার AREA $= 4 \times 3'' \times 4'' = 48\ in^2 = \frac{48}{144} = \frac{1}{3}\ Ft^2$

$$Pressure = \frac{12\ lb}{\frac{1}{3}} = 36\ lb/Ft^2$$



$W = 12\ lbs$

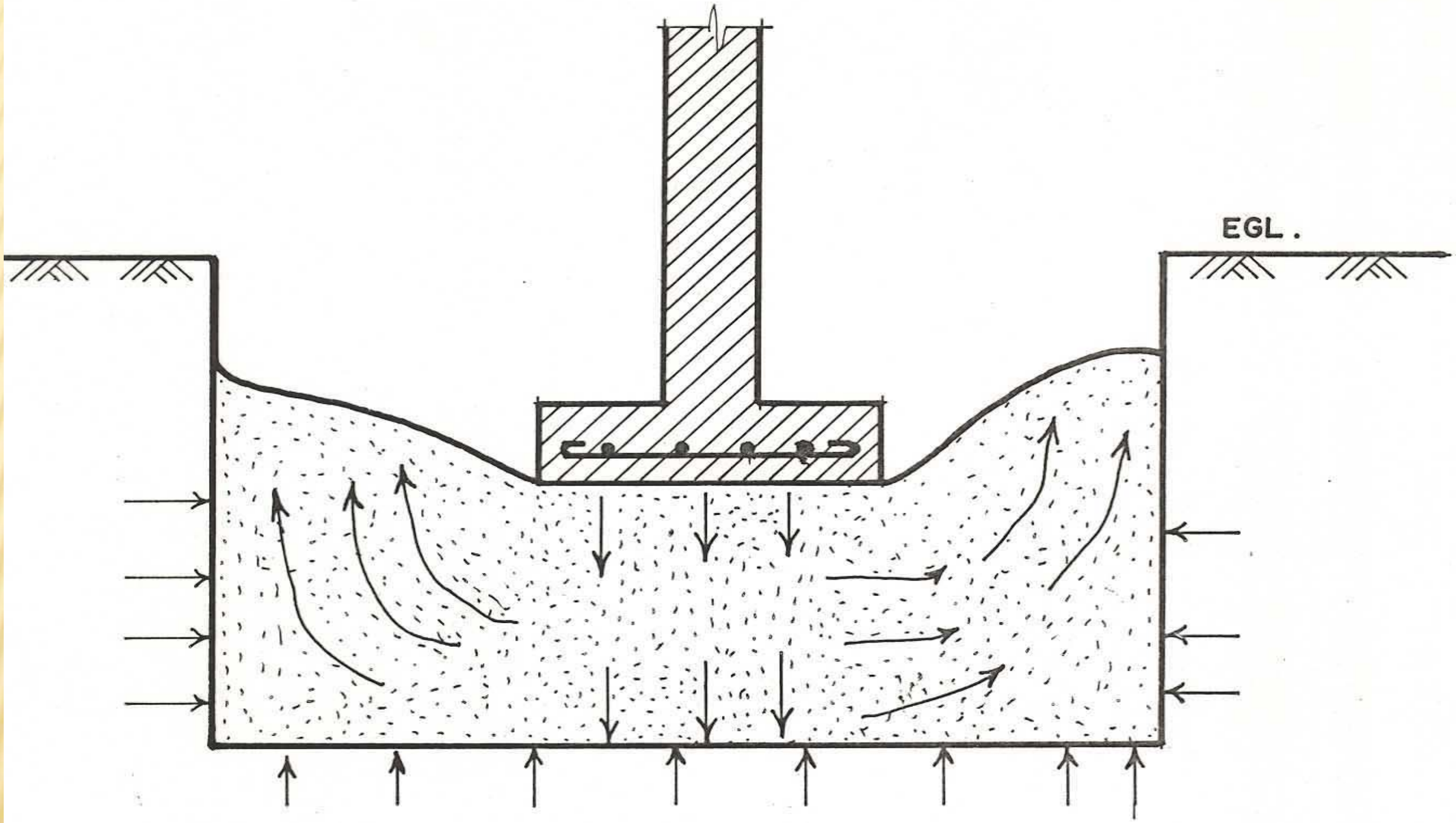
$$AREA = 4' \times 3' = 12\ Ft^2$$

$$Pressure = \frac{12\ lb}{12} = 1\ lb/Ft^2$$

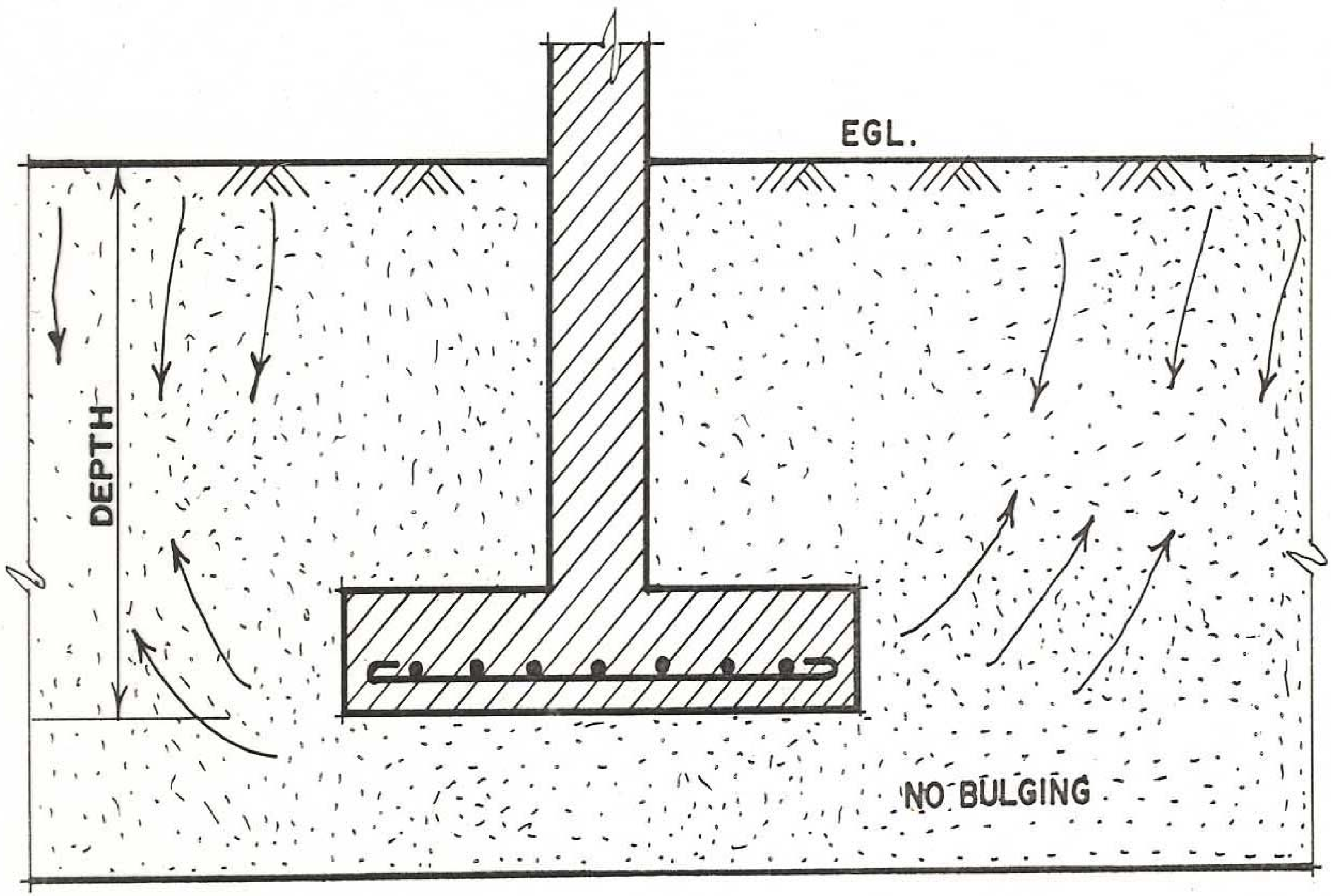
ফাউন্ডেশন কেন গভীরে দেয়া হয়

- ফাউন্ডেশনের উপরে যে ওজন আসে তার ফলে ফাউন্ডেশনের নিচের মাটিতে বেশ চাপ পড়ে।
- এই চাপের ফলে মাটি নিচের দিকে যেতে চায়। কিন্তু নিচের দিকে যেতে না পারায় পাশের দিকে মাটি উপরে উঠে আসতে চায়। তাই পাশের মাটি যদি যথেষ্ট পরিমাণ না থাকে তবে নিচের মাটি পাশ দিয়ে উপরে উঠে আসবে এবং ফাউন্ডেশন নিচের দিকে বসে যাবে।
- এটা রোধ করার জন্যই ফাউন্ডেশন কিছুটা গভীরে দেয়া হয়।

ফাউন্ডেশন কেন গভীরে দেয়া হয় ?



LATERAL EXPULSION & BULGING



EGL.
DEPTH
NO BULGING

General Requirements for Foundation

- ফাউন্ডেশনের গভীরতা এমন হতে হবে যেন ফাউন্ডেশনের নিচের মাটি পাশের দিকে না চলে যায়;
- যে সব কারণে মাটির আয়তনের পরিবর্তন হয় ফাউন্ডেশন তার নিচে বসাতে হবে;
- সিষ্টেমটা এমন হতে হবেযেন Overturning, Sliding, Rotation এবং Soil Rupture থেকে মুক্ত থাকে;

General Requirements for Foundation

- ফাউন্ডেশনটা মাটিতে যে ক্ষতিকারক বস্তু থাকে সেখান থেকে মুক্ত থাকতে হবে,
- ভবিষ্যতে কোন পরিবর্তনের প্রয়োজন হলে তার ব্যবস্থা থাকতে হবে,
- ফাউন্ডেশনটা যেন ইকোনোমিক্যাল হয়,
- ফাউন্ডেশন তৈরীর পদ্ধতিটা পরিবেশ রক্ষা করা থেকে বিরত না থাকে।

ফাউন্ডেশনের প্রকারভেদ

ফাউন্ডেশনকে প্রধানত দুইভাগে ভাগ করা যায় ঃ

- Shallow Foundation/Open Foundation (অগভীর ফাউন্ডেশন);
- Deep Foundation (গভীর ফাউন্ডেশন)।

অগভীর ফাডন্ডেশন

অগভীর ফাডন্ডেশন হল সেই ফাউন্ডেশন যার গভীরতা কম। একে দুইভাবে ভাগ করা যায় ঃ

ক) ফুটিং (Footing) – Isolated, Strip, Combined, Strap etc.;

খ)ম্যাট/র‍্যাফট (Raft) – Foundation.

গভীর ফাউন্ডেশন

গভীর ফাউন্ডেশন হল সেই ফাউন্ডেশন যার গভীরতা বেশী। একে আবার কয়েক ভাগে ভাগ করা যায় ঃ

ক) পাইল (Pile) Foundation;

খ) ওয়েল (Well) Foundation/Caisson.

মৃত্তিকার পরিচয়

মাটি বলতে আমরা যা বুঝি, তা খানিকটা খনিজ পদার্থ, কিছুটা জলীয় অংশ এবং কিছুটা জন্তু দেহাবশেষ। মাটি হল প্রাকৃতিক পদার্থ/বস্তু যা প্রাকৃতিক নিয়মে বাহ্যিক এবং রাসায়নিক বিক্রিয়া করে তৈরী হয়েছে। মাটি আসলে কতকগুলো সুক্ষ্ম উপাদানে গঠিত। সুক্ষ্ম উপাদানগুলো এক জাতের নয়। এসব উপাদানের মিশ্রনেরপরিমান আর জলীয় অংশের অনুপাতের উপরই নির্ভর করে মাটির ভারবাহী ক্ষমতা।

মৃত্তিকার উপাদানসমূহের মাপ

মাটিতে যে সব উপাদান থাকে তার কিছুটা পরিচয় জেনে রাখা ভাল।

উপাদানসমূহের মাপ ঃ

গ্রাভেল	ঃ	২.০ মিঃমিঃ এর চেয়ে ছোট নয়
মোটা বালি	ঃ	০.২x২.০ মিঃমিঃ
সুক্ষ্ম বালি	ঃ	০.০২x০.২ মিঃমিঃ
পলি মাটি (Silt)	t	০.০০২x০.০২ মিঃমিঃ
কাদা মাটি (Clay)	t	০.০০২ মিঃমিঃ থেকে ছোট।

মাটির প্রকার ভেদ (Type of Soil)

1| মোটা দানাদার (Granular)

(ক) গ্রাভেল(Gravel)

(খ) বালি(Sand)

২। সরু দানাদার (Fine Grained)

(ক) পলি মাটি (Silt)

(খ) কাদা মাটি (Clay)

৩। জৈবিক পদার্থ (Organic Matter)

(ক) পচা পদার্থ জমে যে মাটি (Muck)

(খ) পচা উদ্ভিদ থেকে যে মাটি (Peat)

মাটির গুণাগুন (Properties of Soil)

(ক) গ্রাভেল (Gravel)

- গোলাকার বা প্রায় গোলাকার নদী বাহিত পাথরের নুড়ি বা পাথরের ছোট ছোট দানা;
- কোন বন্ধান নেই (Cohesionless);
- নমনীয়তা (Plasticity);
- সাইজ ঃ ৩ মিঃমিঃ

মাটির গুণাগুন (Properties of Soil)

(খ) বালি (Sand)

- গোলাকার চিনির দানার মত;
- nvZ w`‡q Abyfe Kiv hvq, †Pv‡L †`Lv hvq;
- কোন বন্ধন ক্ষমতা (Cohesionless) নেই;
- নমনীয়তা (Plasticity) নেই;
- এক মুঠো বালিকে বল তৈরী করা যায় না;
- সরুদানা গুলো কিছুটা লম্বাটে (Angular)|

মাটির গুণাগুন (Properties of Soil)

(গ) পলি মাটি (Silt)

- খুব সুক্ষ্ম দানা, খালি চোখে দেখা যায় না;
- কোন বন্ধনও (Cohesionless) নেই;
- এর মধ্যেও নমনীয়তার ক্ষমতা (Plasticity) নেই বললেই চলে;
- এর মধ্যে যে সমস্ত ফাঁক থাকে তার মধ্য দিয়ে পানি সহজে প্রবেশ করতে পারে (Permeable);
- পানির সাথে মিশালে ২৫মিঃ থেকে ১ ঘন্টার মধ্যে থিতিয়ে (Settle) পড়বে।

মাটির গুণাগুন (Properties of Soil)

(ঘ) কাদা মাটি (Clay)

- খুব সুক্ষ্ম দানা, খালি চোখে দেখা যায় না;
- ভিজে অবস্থায় অতি মাত্রায় নমনীয়তা (Plasticity) থাকে;
- সুতা তৈরী করা যায়;
- মন্ড তৈরী করে রেখে দিলে শুকিয়ে গেলে শক্ত হয়ে সেই অবস্থায় থাকে। খুব সহজে ভাঙ্গে না;
- এই মাটির স্তরের মধ্যে পানি প্রবেশ করতে পারে না;
- যে ফাঁক থাকে তাতে পানি প্রবেশ করতে পারে না।

মাটির গুণাগুন (Properties of Soil)

(ঙ) পচা পদার্থ জমে যে মাটি (Muck)

- জৈবিক পদার্থ পচে এবং বিবর্তিত হয়ে এই মাটি তৈরী হয়;
- এর মধ্যে জৈবিক খনিজ পদার্থও থাকতে পারে;
- এই মাটি কালো রংয়ের হয়ে থাকে;
- যখন শুকিয়ে যায় তখন এক ধরনের গন্ধ বের হয়;
- জলাভূমিতে ও খুব নীচু ধরনের জমিতে এই ধরনের মাটি পাওয়া যায়।

মাটির গুণাগুন (Properties of Soil)

(চ) পচা উদ্ভিদ থেকে যে মাটি (Peat)

- উদ্ভিদ জাতীয় পদার্থ পচে এই মাটির উৎপত্তি;
- এতে জৈবিক পদার্থ বেশী;
- এই মাটি অত্যাধিক আঁশযুক্ত;
- সাধারণ মাটির তুলনায় অনেক হালকা।

SPT-এর মান থেকে মাটির অবস্থা সম্পর্কে ধারণা

For Cohesive Soil :

SPT Values	Consistency
0-2	Very soft
3-4	Soft
5-8	Medium stiff
9-15	Stiff
16-30	Very stiff
Over 30	Hard

Laboratory Test

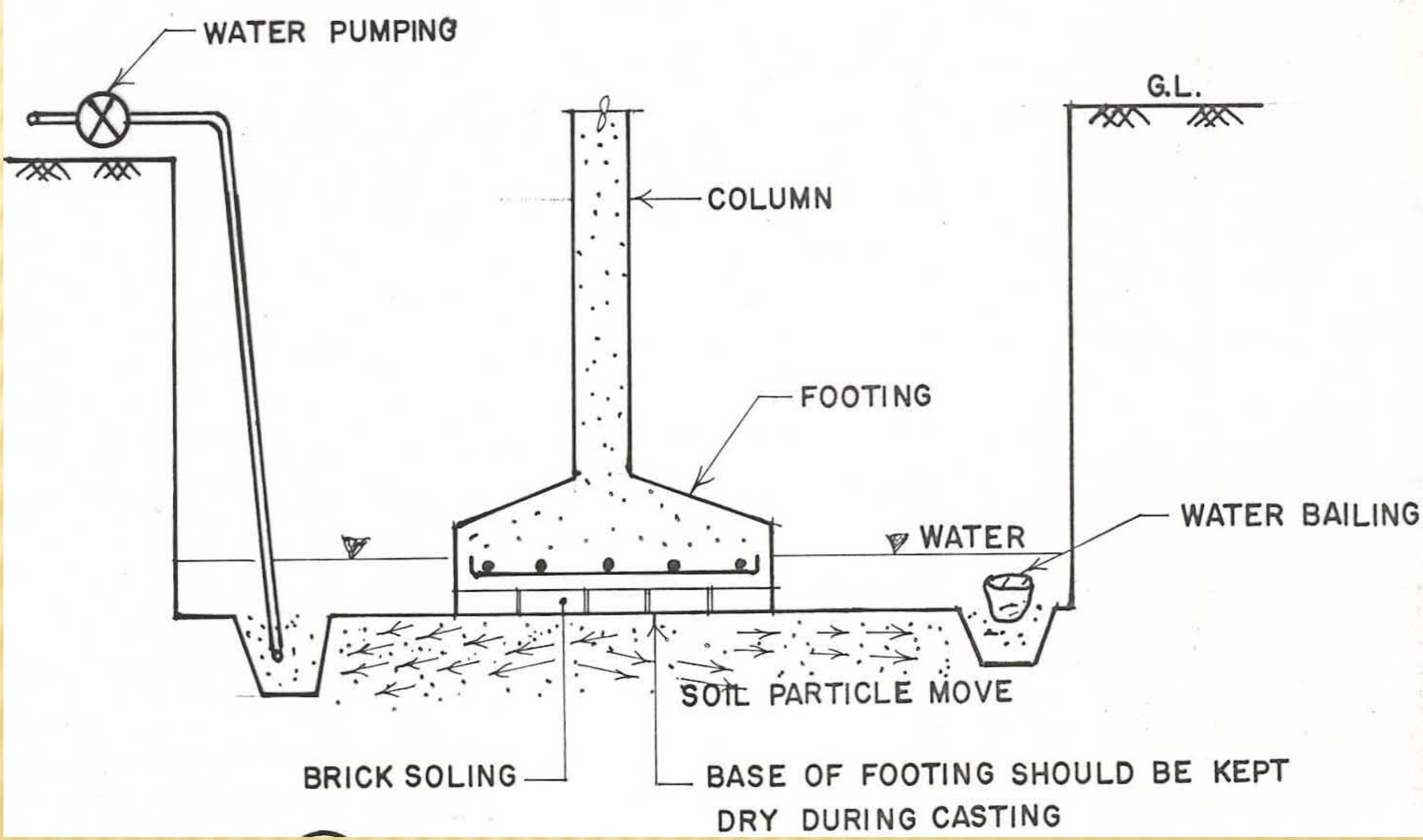
Test	Necessary For
Grain Size Analysis	Particle Size Distribution
Direct Shear	Cohesion & Angle of Friction
Unconfined Compression	Bearing Capacity of Cohesive soil
Moisture Content	Water Content of Soil
Sp. Gravity	General Information
Atterberg Limits	Character of Cohesive Soil
Unit Weight	Compactness
Consolidation	Settlement Analysis
Permeability	Flow of water through soil

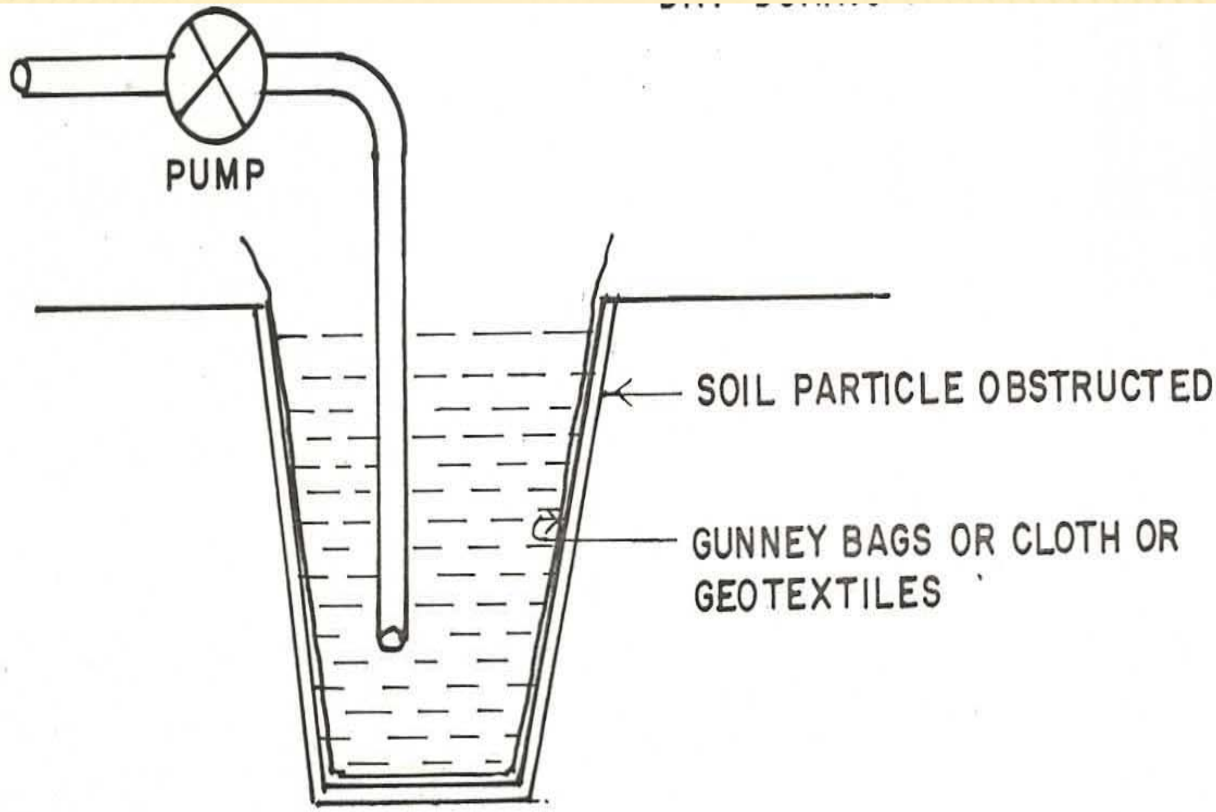
SPT-এর মান থেকে মাটির অবস্থা সম্পর্কে ধারণা

For Cohesionless Soil :

SPT Values	Compacity/Relative Density
0-4	Very loose
5-10	Loose
11-30	Medium dense
31-50	Dense
Over 50	Very dense

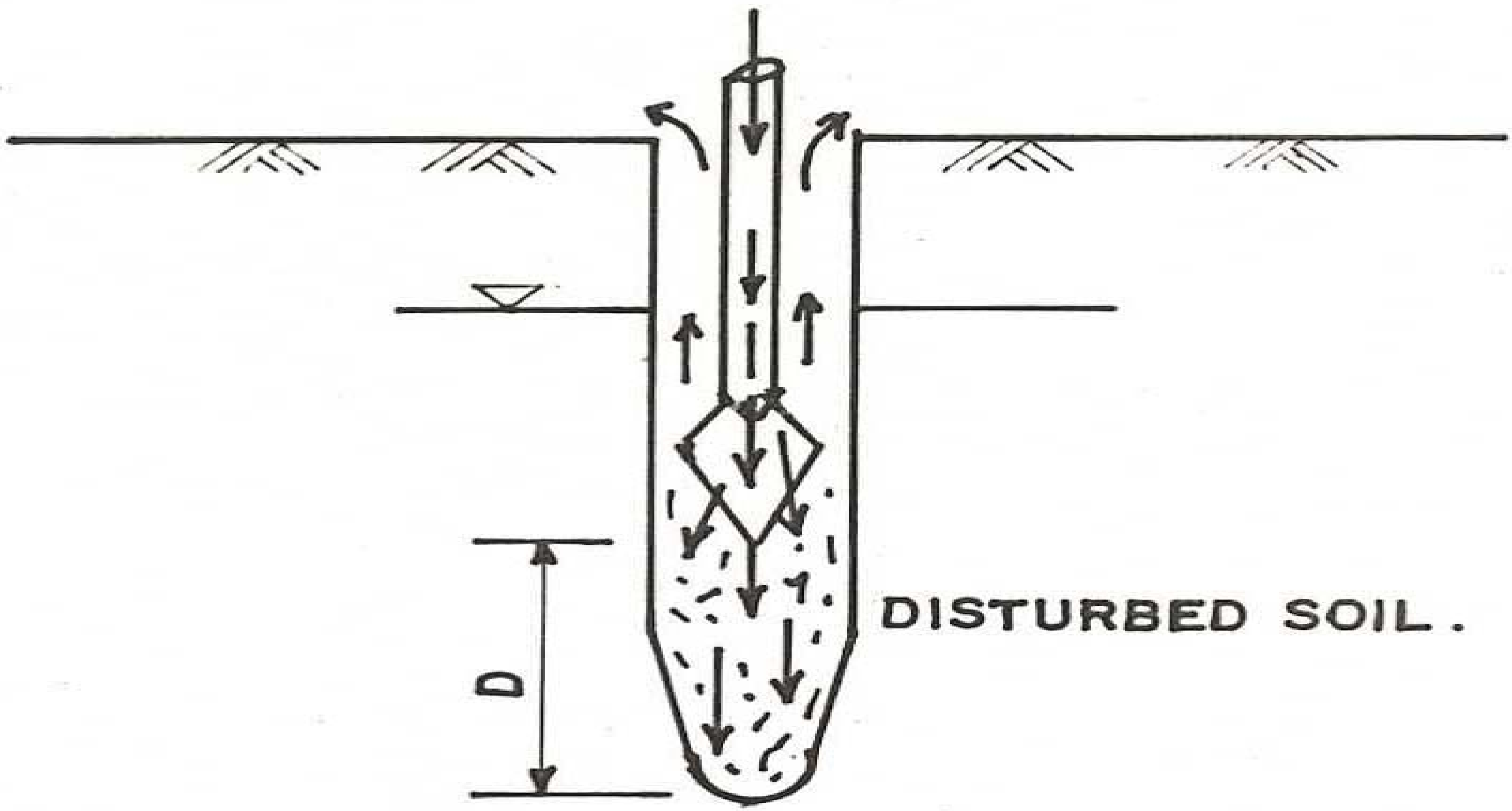
WEAKENING OF THE FOUNDATION BASE DUE TO BAILING OUT OF WATER



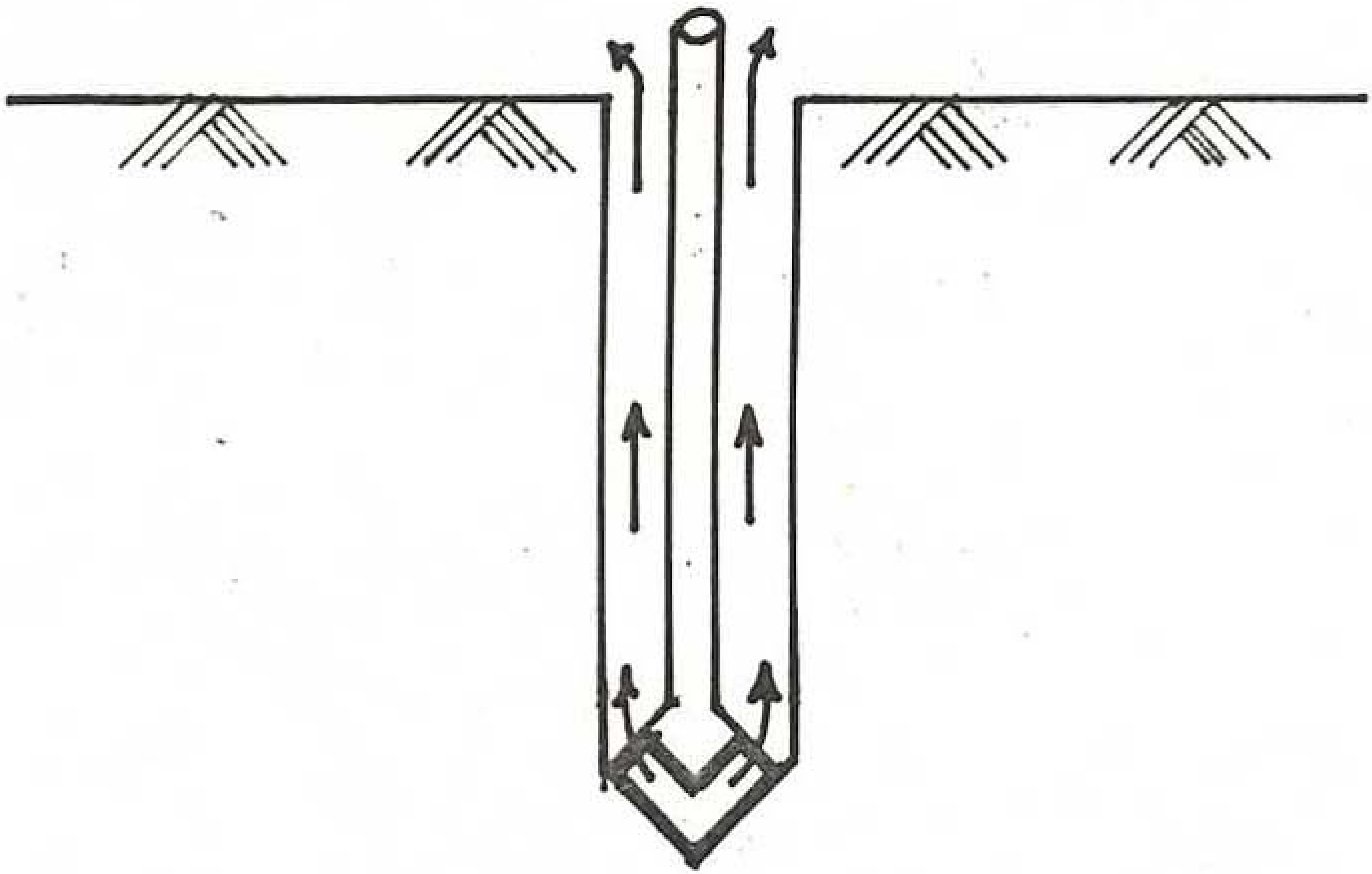


PROTECTION OF SOIL PARTICLE WASH OUT

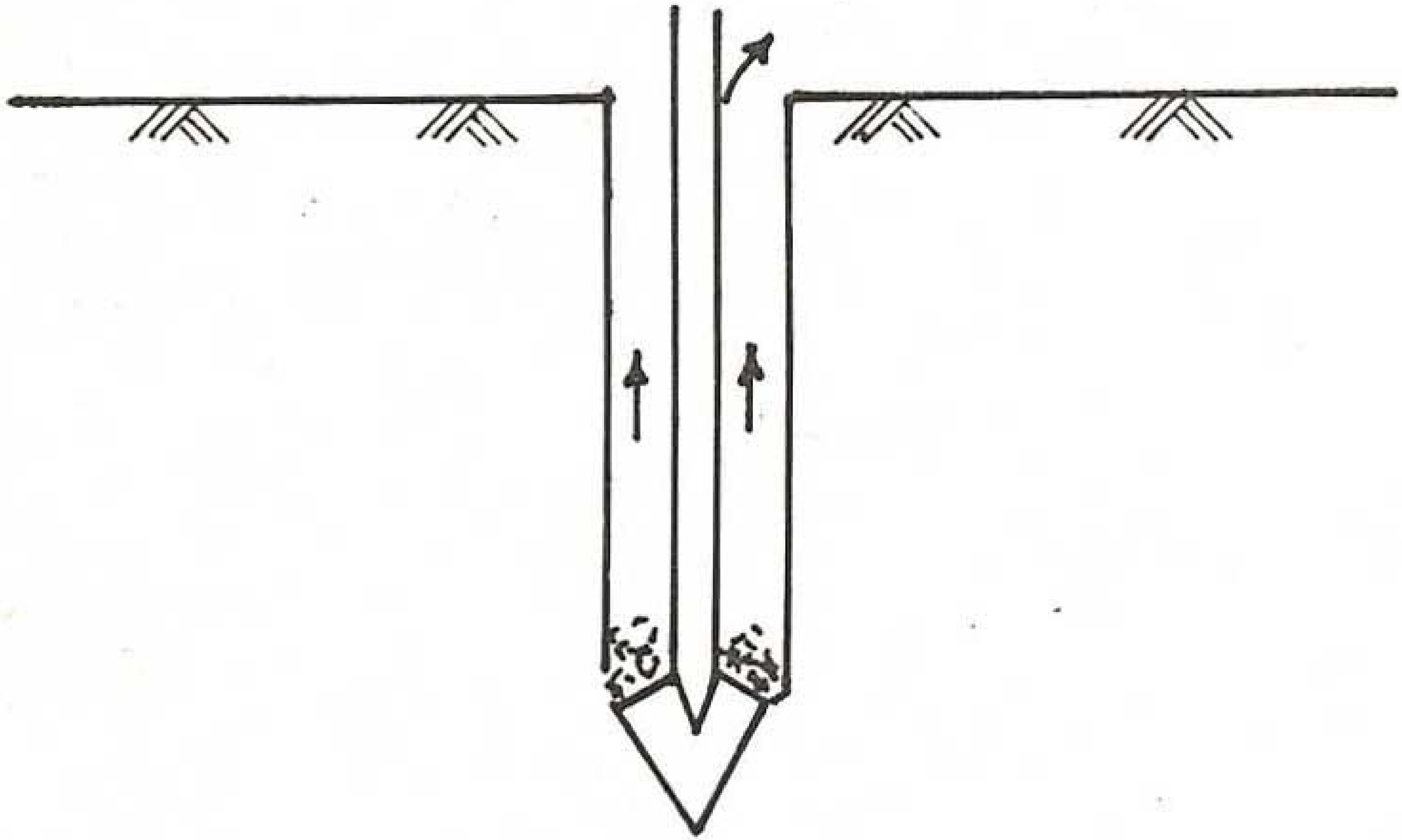
CASTING OF CAST-IN-SITU R.C.C. PILES



JET ACTION DESTROYS SOIL STRUCTURE & COMPOSITION.



REVERSE JET.



LOW VELOCITY PARTICLE
SETTLE DOWN.