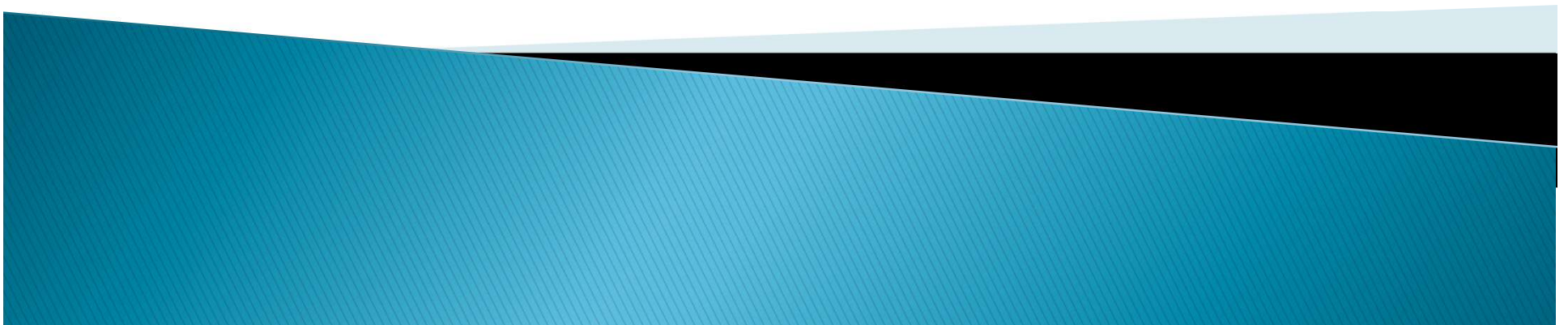


# PRESENTATION

SUBJECT NAME: CIVIL ENGINEERING MATERIALS  
SUBJECT CODE: (26411)

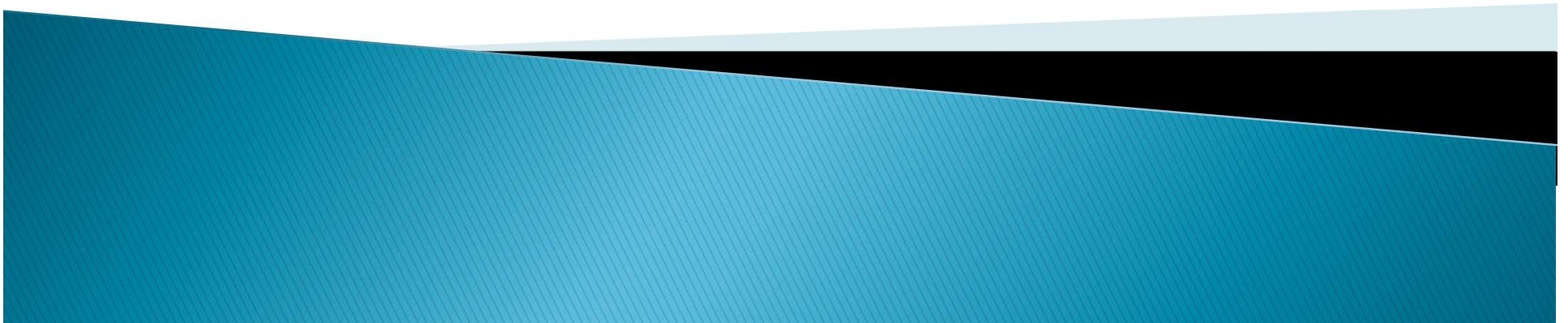


# Presented By:

AKRAMUL HOQUE

Part Time Jr. Instructor (Civil)

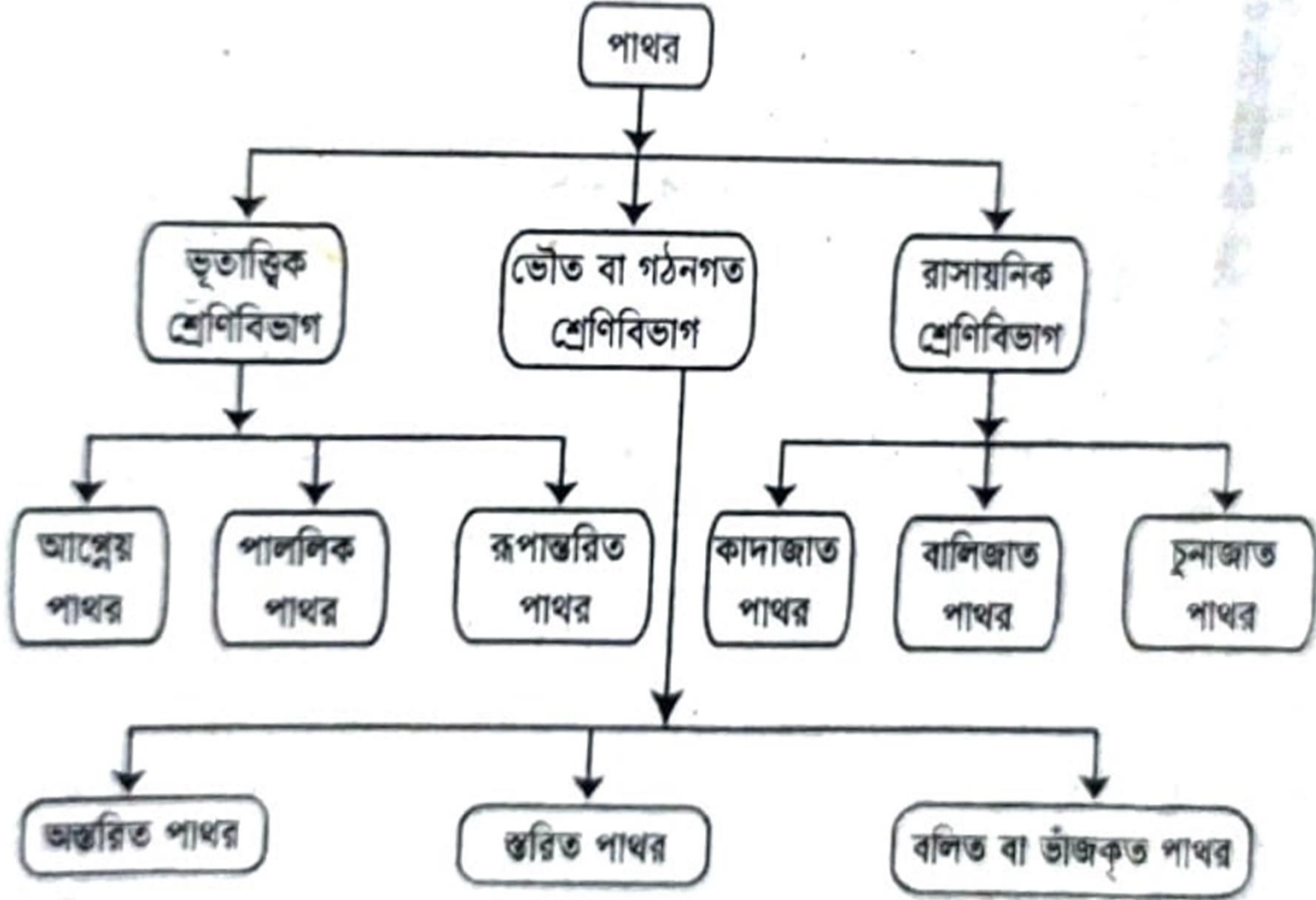
Sirajganj Polytechnic Institute, Sirajganj





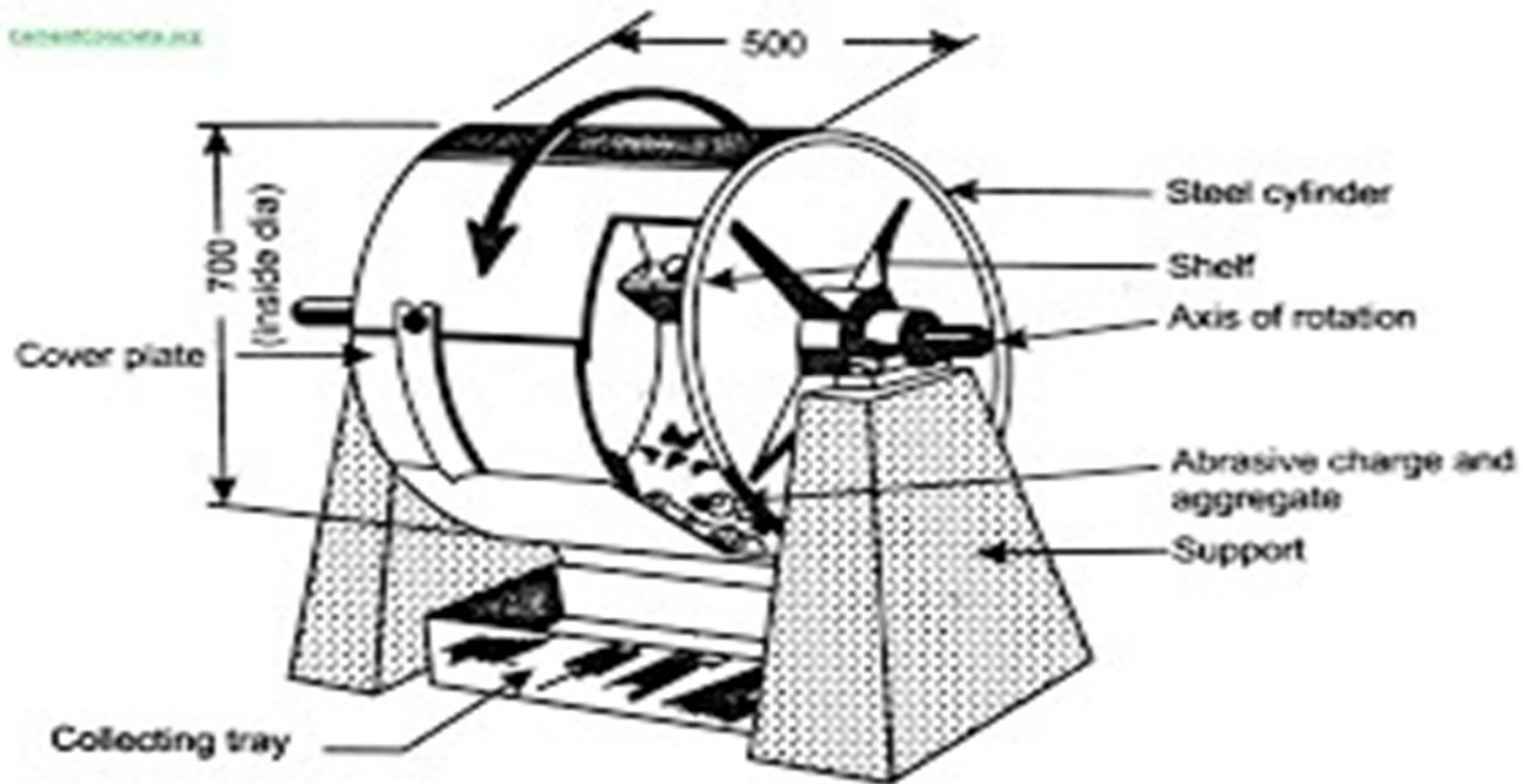
পাথরের সংজ্ঞা (Definition of Stone) : আদিকালেও মানুষ পাথর ব্যবহার করত। প্রত্নরুগে মানুষ পাথরকে আত্মকর ও পশু শিকারের হাতিয়ার হিসেবে ব্যবহার করত। কালক্রমে এ পাথর নির্মাণের প্রধান উপকরণে পরিণত হয়। পাথর খুবেই শক্ত, মজবুত ও দীর্ঘস্থায়ী সামগ্রী, সড়ক, সেতু ইত্যাদি নির্মাণ কাজে পাথর ব্যবহার করা হয়।

উত্তরঃ নিচের ছকে পাথরের শ্রেণিবিভাগ দেখানো হলো-



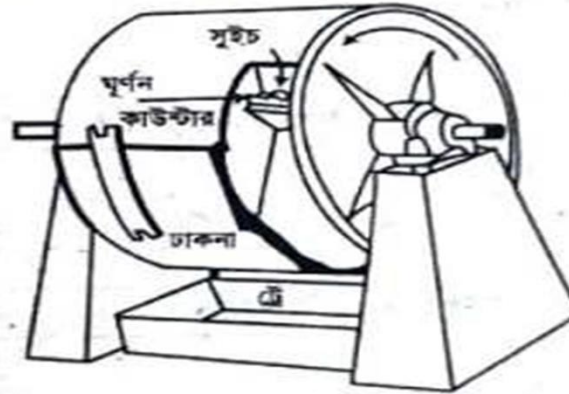


# Abrasion Test for Stone



# Abrasion Test

(জ) ক্ষয়বোধিতা পরীক্ষা (Abrasion test) : লস অ্যাঙ্কেলস অ্যাব্রেশন টেস্টের জন্য চিত্রানুরূপ (চিত্র : ২.৫) লস অ্যাঙ্কেলস অ্যাব্রেশন টেস্ট মেশিন ব্যবহৃত হয়। এ টেস্টের সাহায্যে অ্যাগ্রিগেটের ক্ষয়বোধিতার মাত্রা জানা যায়। এ যন্ত্রটি কাঁকা সিলিন্ডারের মতো তবে এর দুই প্রান্ত বন্ধ। এর পার্শ্ব ব্যাস ৭০ সেমি এবং ভিতরের দৈর্ঘ্য ৫০ সেমি। এটা স্ট্যান্ডের উপর থেকে অনুভূমিক অক্ষের উপর ঘুরে। ৪.৪ সেমি (প্রায়) ব্যাসের ৩৭০ গ্রাম হতে ৪৪৫ গ্রাম ওজনের কাস্ট আয়রনের বল বা শটস্ (Ball or shots) অ্যাব্রেশন চার্জ হিসাবে সিলিন্ডারের ভিতরে দেয়া হয়। নমুনা অ্যাগ্রিগেটের গ্রেডিং-এর উপর অ্যাব্রেশন চার্জ হিসাবে প্রদত্ত বলের সংখ্যা ও বলের ওজন নির্ভর করে। বিভিন্ন গবেষণা প্রতিষ্ঠানের বিনির্দেশ মতো নির্দিষ্ট গ্রেডিং-এর অ্যাগ্রিগেটের জন্য নির্দিষ্ট ওজন ও ব্যাসের নির্দিষ্ট সংখ্যক বল ব্যবহার করা হয়। এ যন্ত্রটিতে সিলিন্ডারের দৈর্ঘ্য বরাবর ব্যাসার্ধীয় ভেন (Radial vane) স্থাপিত থাকে।



চিত্র : ২.৫ লস অ্যাঙ্কেলস অ্যাব্রেশন টেস্ট মেশিন

বিনির্দেশিত অ্যাব্রেশন চার্জসহ নির্দিষ্ট নমুনা অ্যাগ্রিগেটের ৫ কেজি বা ১০ কেজি ( $W_1$ ) (অ্যাগ্রিগেটের গ্রেডেশনের উপর ভিত্তি করে) যন্ত্রটির সিলিন্ডারের ভিতরে দিতে হয়। অ্যাগ্রিগেটের গ্রেডিং-এর উপর ভিত্তি করে সিলিন্ডারকে প্রতি মিনিটে ৩০ বার হতে ৩৩ বার হারে ৫০০ বার থেকে ১০০০ বার ঘুরানো হয়। বিনির্দেশিত সংখ্যক ঘূর্ণন শেষে অ্যাগ্রিগেটগুলোকে ইন্ডিয়ান স্ট্যান্ডার্ড ১৭ মিমি চালুনিতে চেলে অতিক্রান্ত অ্যাগ্রিগেটের ওজন নেয়া হয় ( $W_2$ ) এবং ক্ষয়ের শতকরা হারে (বা, লস অ্যাঙ্কেলস অ্যাব্রেশন ভ্যালু) এ পরীক্ষার ফলাফল তৈরি করা হয়। আইএসআই (ISI) অনুসারে সিমেন্ট কংক্রিটের অ্যাগ্রিগেটের অ্যাব্রেশন ভ্যালু ১৬%, বিটুমিনাস মিক্স-এর ক্ষেত্রে সর্বোচ্চ ৩০%, বিটুমিনাস বাউন্ড ম্যাকাডাম-এর বেস কোর্স-এ ৫০% এর মতো হতে পারে।

$$\text{ক্ষয়ের শতকরা হার} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100$$

## অধ্যায়-৩

# ইট ও হলো ব্লক (Brick & Hollow Block)

### ৩.১ ইটের সংজ্ঞা (Definition of bricks) :

মাটি দিয়ে তৈরি ও পোড়ানো নির্মাণ ও ব্যবহার্য সামগ্রী সুপ্রাচীন কাল হতেই মানুষ ব্যবহার করে আসছে। মৃত্তিকার কাদায় তৈরি বিভিন্ন নির্মাণসামগ্রী ও ব্যবহার্য সামগ্রীকে কাদাজাত সামগ্রী (Clay products) বলা হয়। কাদাজাত সামগ্রীর মধ্যে (ক) ইট (Bricks), (খ) দুর্গল ইট (Refractory bricks), (গ) টেরাকোটা (Terracotta), (ঘ) টালি (Tiles), (ঙ) পোর্সেলিন (Porcelain), (চ) শিলাপণ্য (Stonewares), (ছ) মৃৎপণ্য (Earthenwares), (জ) সচ্ছিদ্র পাইপ (Porous pipe) অন্যতম।

এ সকল কাদাজাত সামগ্রীগুলোর মধ্যে ইমারত নির্মাণে ইটের ব্যবহার সর্বাধিক। ইট কাদার তৈরি আয়তাকার কঠিন ঘনবস্তু। এগুলো কাঁচা অবস্থায় ভিজালে নমনীয় হয় এবং উচ্চতাপে পোড়ানোর পর কৃত্রিম পাথরের ন্যায় দৃঢ়তা লাভ করে।

উৎকৃষ্ট ইটের মান নিম্নোক্ত বিষয়গুলোর উপর নির্ভর করে—

- ১। ইটে ব্যবহৃত কাদার রাসায়নিক ধর্মের উপর।
- ২। ইটের কাদা প্রস্তুতকরণের উপর।
- ৩। ইট শুকানোর পদ্ধতির উপর।
- ৪। চুল্লিতে ইট পোড়ানোর সময়ে চুল্লির তাপমাত্রার উপর।
- ৫। পোড়ানোর সময় চুল্লিতে বায়ুপ্রবেশের পরিমাণের উপর।



### ৩.১.১ উত্তম ইটের (PWD বিনির্দেশিত) বৈশিষ্ট্য (Characteristics of good bricks) ৩

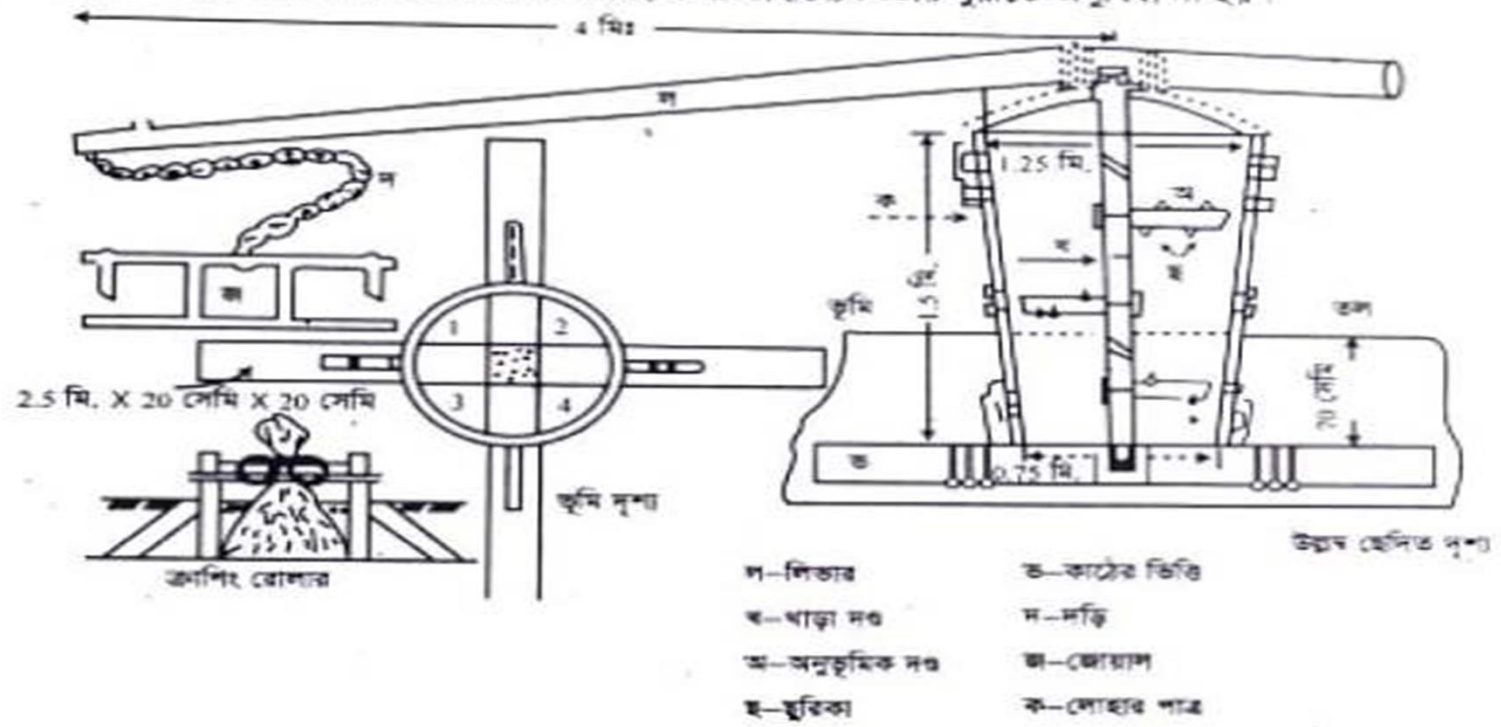
উত্তম বা প্রথম শ্রেণির ইটের বৈশিষ্ট্যসমূহ নিম্নরূপ—

- ১। উৎকৃষ্ট ইট বা প্রথম শ্রেণির ইট আকারে সুসম। এর তলগুলো সমান, কিনার ও কোনগুলো তীক্ষ্ণ এবং পাশগুলো সমান্তরাল।
- ২। এগুলোর বাংলাদেশি মানসম্মত পরিমাপ 240 মিমি × 112 মিমি × 70 মিমি  $\left(9\frac{1}{2}'' \times 4\frac{1}{2}'' \times 2\frac{3}{4}''\right)$  অপেক্ষা 3।75 মিমি  $\left(\frac{1}{8}''\right)$  কম বা বেশি হতে পারে।
- ৩। সামান্য বর্ণ এ ধরনের ইটের অন্যতম বৈশিষ্ট্য, কারণ বর্ণের সাম্যতা ইটের পোড়ানো ও রাসায়নিক গঠনের সমত্বপাতার পরিমাপক। উৎকৃষ্ট ইট সাধারণত গাঢ় লাল বা তাম্র বর্ণের হয়ে থাকে।
- ৪। উৎকৃষ্ট ইটের কাঠিন্য এমন যে, এতে নখ বা ছুরি দিয়ে আঁচড় কাটা যায় না, হাতুড়ি দ্বারা আঘাত করলে ঝন ঝন শব্দ হয়।
- ৫। ইংরেজি টি (T) অক্ষরের ন্যায় ছাপন করে 1.5 হতে 1.7 মিটার উঁচু হতে স্বাভাবিক শক্ত মাটির উপর স্বাভাবিক অবস্থায় ছেড়ে দিলে এ ধরনের ইট ভাঙে না।
- ৬। এ ধরনের ইট সুবন্ধ এবং মিহি ও সমবুনটযুক্ত। এ ইট ভাঙলে ভগ্নতলে কোনোরূপ চিড়, চূনের কণা বা বুনবুন দৃষ্ট হয় না।
- ৭। ইট প্রধানত চাপ পীড়ন বহন করে এবং উৎকৃষ্ট ইটের বিচূর্ণন শক্তি 400–700 টন/বর্গমিটার।
- ৮। এ ধরনের ইটের প্রতিটির ওজন প্রায় 3.125 কেজি (প্রচলিত বাংলাদেশি মানসম্মত ইট) এবং প্রতি ঘনমিটার গাঁথুনি এর ওজন 1892 কেজি এর কম নয়।
- ৯। উৎকৃষ্ট ইটের পানি বিশোষণ এর তরু অবস্থায় ওজনের 1/5 অংশ হতে 1/7 অংশ (15% হতে 20%) এর অধিক নয়।
- ১০। উৎকৃষ্ট ইটে দ্রাব্য লবণের (পটাশিয়াম, সোডিয়াম, ক্যালসিয়াম ও ম্যাগনেশিয়াম-এর সালফেট) পরিমাণ  $2\frac{1}{2}\%$  এর অধিক নয়। কারণ অধিক পরিমাণ দ্রাব্য লবণ গাঁথুনি পৃষ্ঠে উদ্‌ত্যাগের সৃষ্টি করে, যা গাঁথুনিকে স্থায়ীভাবে আর্দ্র ও সীতসেঁতে করে।
- ১১। ইটের তৈরি ইমারত গ্রীষ্মে শীতল এবং শীতে উষ্ণ হওয়া প্রয়োজন বিধায় উৎকৃষ্ট ইটের তাপ পরিবাহিতা ন্যূনতম।
- ১২। উৎকৃষ্ট ইট দাহ্য নয় ও দহনে সহায়তা করে না। অধিক সিলিকায়ুক্ত ইট তুলনামূলকভাবে অগ্নিরোধী। উৎকৃষ্ট ইটের তৈরি ইমারত সন্তোষজনকভাবে অগ্নিরোধী।
- ১৩। উৎকৃষ্ট ইট পানিতে ভিজালে আয়তনে পরিবর্তন হয় না।



১। সিলিকা ( $\text{SiO}_2$ )	55%
২। অ্যালুমিনা ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )	30%
৩। আয়রন অক্সাইড ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )	8%
৪। ম্যাগনেশিয়া ( $\text{MgO}$ )	5%
৫। লাইম ( $\text{CaO}$ )	1%
৬। জৈব পদার্থ	1%
মোট	100%

**পাগমিল (Pugmill) :** পাগমিল একটি গোলাকার লোহার পাত্রবিশেষ। এর আকৃতি অনেকটা তলাহীন বালতির মতো। সাধারণত এর উচ্চতা ১ মিটার হতে ২ মিটার, উপরের ব্যাস ১ মিটার হতে ১.৫ মিটার, নিচের ব্যাস ০.৭৫ মিটার হতে ১ মিটার। এর উপরের প্রান্তে ১ মিটার ব্যাসের পরিমিত স্থান খোলা থাকে। এর কিয়দংশ ভূমিতলের নিচে বসান থাকে যেন অতিরিক্ত উচ্চতার জন্য উপরের খোলা স্থানে সাধারণভাবে মিশ্রিত মাটি দিতে এবং পত্র সাহায্যে লিভার ঘুরাতে অনুবিধা না হয়।

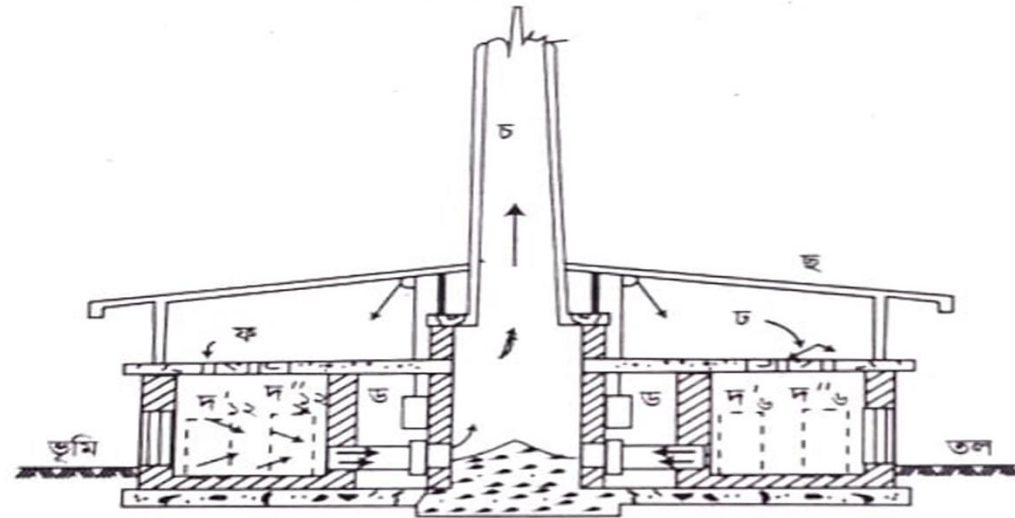


চিত্র : ৩.১ পাগমিল

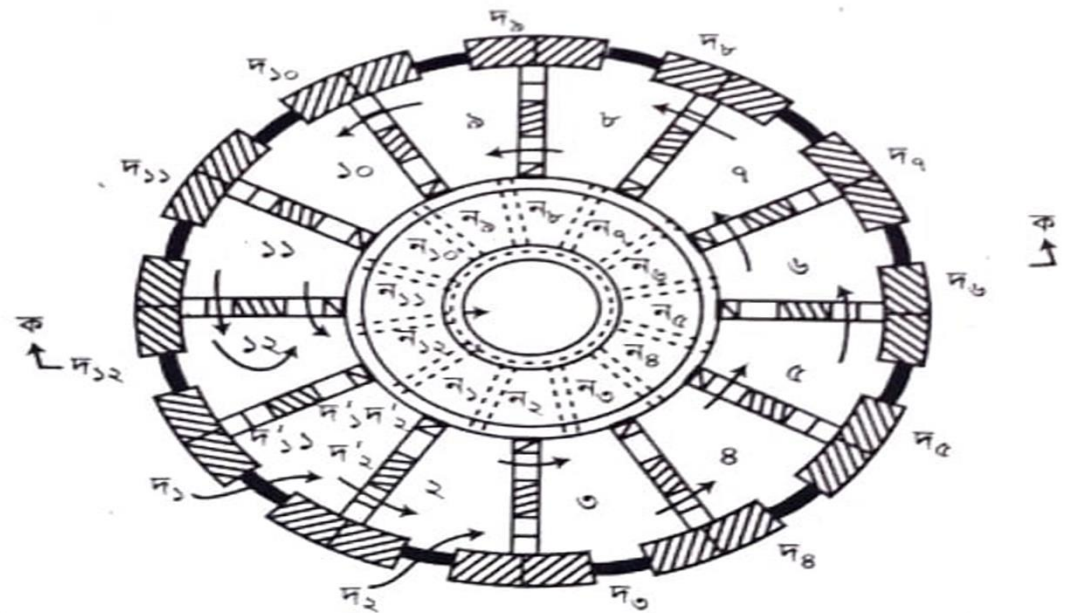
এর কেন্দ্রে একটি খাড়া দণ্ড বসানো থাকে, যা লিভারের সাহায্যে ঘুরানো যায় (বর্তমানে বিদ্যুৎশক্তি ব্যবহার করে যান্ত্রিক উপায়ে খাড়া দণ্ডটি ঘুরানো যায়)। খাড়া দণ্ডের সাথে ছুরিকা সমেত অনুভূমিক দণ্ডসমূহ চিত্রানুরূপ সংযুক্ত থাকে। লিভার ঘুরানোর ফলে খাড়া দণ্ড ঘোরে এবং সাথে সাথে অনুভূমিক দণ্ডও ছুরিকা সমেত ঘোরে। (ভূমি ছবিতে প্রদর্শিত) দুটি কাঠের উপর লোহার পাত্রটি বসানো হয়। নিচের ফোকরগুলোর মধ্যে ১, ২, ৩নং ফোকর স্থায়ীভাবে বন্ধ করে দেয়া হয় এবং ৪নং ফোকরটি সাময়িকভাবে বন্ধ রাখা হয়।

**কার্যক্রিয়া :** উপরের খোলা পথে মাটি (প্রয়োজনীয় পানিসহ) দেয়া হয় এবং লিভারটি জঙ্ঘুর সাহায্যে বা যান্ত্রিক উপায়ে ঘুরানো হয়। ফলে খাড়া দণ্ড ঘুরে এবং সাথে সাথে ছুরিকা সমেত অনুভূমিক দণ্ডও ঘুরে এবং উত্তমরূপে মছন না হওয়া পর্যন্ত ৪ নং ফোকর খুলে দেয়া হয় না। উত্তমরূপে মছন শেষ হলে ৪ নং ফোকর খুলে দেয়া হয় এবং উপরের খোলা পথে প্রয়োজন অনুপাতে পানিসহ (আংশিক মিশ্রিত) মাটি দেয়া হয় এবং মছনকৃত কাদা ৪ নং ফোকর দিয়ে সবেগে নিচ দিয়ে বের হয়ে আসে। একজন শ্রমিক উপরের খোলা পথে মাটি দিতে থাকে, আরেকজন শ্রমিক মছনকৃত কাদা ইট তৈরির জন্য সরবরাহ করে। ভালোভাবে মিশ্রণের জন্য মিলটি সবসময় মাটি ভর্তি রাখতে হয়।

ইটের জন্য নির্বাচিত মাটি শক্ত খণ্ডাকারের হলে ক্রাশিং রোলারের সাহায্যে চূর্ণ করে নিতে হয়। এক্ষেত্রে কাস্ট আয়রন বা পাথরের রোলার প্রয়োজনানুযায়ী দূরত্বে বসিয়ে এদের ভিতর দিয়ে মাটির খণ্ড প্রবেশ করিয়ে চূর্ণ করা হয়।



ক ক রেখায় খণ্ডিত ছবি



ভূমি ছবি

চিত্র : ৩.৬ (ক) হফম্যানের চুল্লি





### ৩.৫ ইটের মাঠ পরীক্ষা (Field test of bricks) ৪

ইট ভালো-মন্দ যাচাইকরণে 'ইটের মাঠ পরীক্ষা' (Field test of bricks) নিচে দেয়া হলো—

- ১। একটি ইট নিয়ে এর পৃষ্ঠে নখের সাহায্যে আঁচড় কাটতে চেষ্টা করতে হবে। যদি আঁচড় কাটা যায় তবে ইটটি ভালো নয়। যদি আঁচড় না কাটা যায় তবে এটি দৃঢ়বদ্ধ গঠনের ভালো ইট।
- ২। একটি ইটকে অন্য একটি ইট বা হাতুড়ি দিয়ে আঘাত করতে হবে। যদি পরিষ্কার বাজনা বা ধাতব আঘাতের শব্দ হয় তবে এটি ভালো ইট।
- ৩। দুটি ইট নিয়ে এদেরকে T-এর মতো স্থাপন করে 1.5 মিটার থেকে 1.7 মিটার উপর হতে স্বাভাবিক মাটির উপরে স্বাভাবিক অবস্থায় ছেড়ে দিলে যদি ভেঙে যায় তবে এটি ভালো ইট নয়, যদি না ভাঙে তবে ভালো ইট।
- ৪। একটি ইট ভেঙে টুকরা টুকরা করতে হবে। যদি এগুলোতে ছিদ্রের পরিমাণ অধিক পরিলক্ষিত হয়, তবে ইট ভালো নয়।
- ৫। ইটের টুকরাগুলো ভালো করে দেখতে হবে। যদি এগুলোতে বর্ণের ভিন্নতা দেখা যায় তবে ইট ভালো নয়, কিন্তু যদি স্বয়ং গাঢ় লাল বা তাম্র বর্ণের হয় তবে এটি ভালো ইট।

## অধ্যায়-৪

# বালি (Sand)

### ৪.০ ভূমিকা (Introduction) :

বালি একটি গুরুত্বপূর্ণ নির্মাণসামগ্রী। এগুলো মূলত শিলা কণাবিশেষ। কোয়ার্টজ-এর ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র কণাই বালি হিসেবে পরিচিত। আবহাওয়ার ক্রিয়ায় বালির আকার-আকৃতিতে বৈষম্য পরিলক্ষিত হয়। বিভিন্ন গ্রেড (Grade) ও সাইজের বালি পাওয়া যায়। বালি কোয়ার্টজজাত, চূনাপাথরজাত ও কাদাজাত পাথর হতে পাওয়া যেতে পারে। বালির কণাগুলো কোনাদার (angular), গোলাকৃতিবিশিষ্ট (Rounded) বা সূক্ষ্মাখবিশিষ্ট (Sharp) হতে পারে। ASTM অনুযায়ী 4.75 মিলিমিটার হতে 0.075 মিলিমিটার আকারে খনিজ অ্যাগ্রিগেটই বালি।

### ৪.১ উৎস অনুসারে বালির শ্রেণিবিভাগ (Classification of sand according to sources) :

বালির শ্রেণিবিভাগ প্রধানত উৎস অনুসারে এবং আকার অনুসারে করা হয়ে থাকে।

উৎস অনুসারে বালির শ্রেণিবিভাগ : আমরা প্রধানত তিনটি উৎস হতে বালি পেয়ে থাকি। সে মতে উৎস অনুসারে বালিকে তিন শ্রেণিতে ভাগ করা হয়, যথা—

- ১। গর্তের বালি (Pit sand)
- ২। নদীর বালি (River sand)
- ৩। সমুদ্রের বালি (Sea sand)।



উদাহরণ-১০। নিচে 400 গ্রাম ওজনের নমুনা বালির চালুনি বিশ্লেষণ দেয়া হলো। বালির সূক্ষতার গুণাঙ্ক (এফ.এম) নির্ণয় কর :

চালুনি নং	4	8	16	30	50	100	প্যান
অবশেষ (গ্রাম)	0	20	50	180	80	30	40

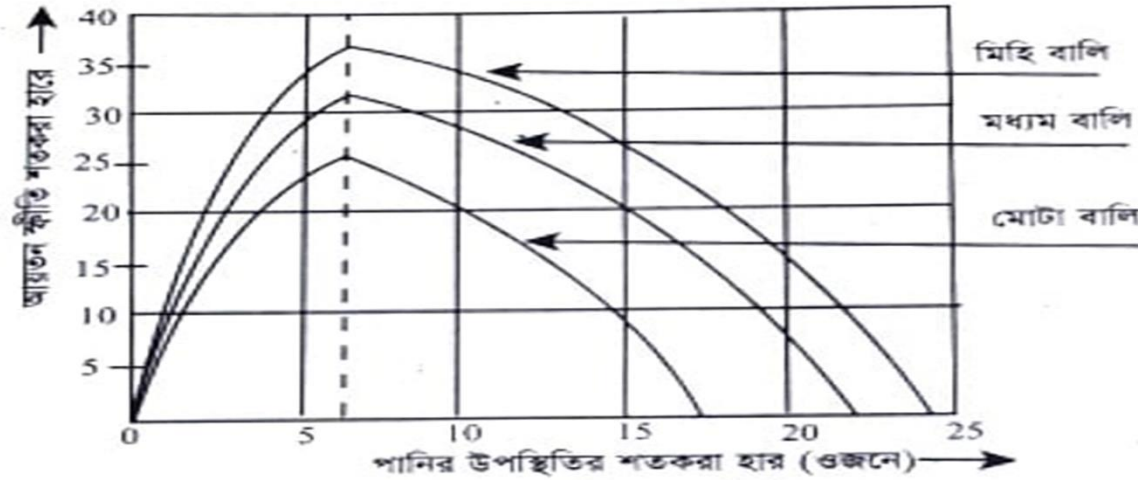
**সমাধান :** নমুনা বালির ওজন = 400 গ্রাম

চালুনি নং	অবশেষ (গ্রাম)	পুঞ্জীভূত অবশেষ (গ্রাম)	% পুঞ্জীভূত অবশেষ	সূক্ষতা গুণাঙ্ক
4	00	00	00.00	$\frac{257.50}{100} = 2.58$
8	20	20	5.00	
16	50	70	17.50	
30	180	250	62.50	
50	80	330	82.50	
100	30	360	90.00	
প্যান	40	-	-	
			মোট 257.50	

উত্তর : নমুনা বালির সূক্ষতা গুণাঙ্ক (এফএম) = 2.58

### ৪.৩.১ বালির আয়তন স্ফীতি (Bulking of sand) :

বালিকে একটি নির্দিষ্ট মাত্রায় জলীয়কণা বিদ্যমান থাকলে বালি তার প্রকৃত আয়তন অপেক্ষা অধিক আয়তন প্রদর্শন করে। এটাকে বালির আয়তন স্ফীতি (Bulking of sand) বলা হয়। বালিতে ৫% হতে ৪% (বালির ওজনের) জলীয়কণার উপস্থিতি এতলোর আয়তন ২৫% হতে ৪০% এর মতো বাড়িয়ে দেয়। সর্বোচ্চ আয়তন স্ফীতির পর বালিতে আরও পানি দিলে বালি প্রকৃত আয়তনে ফিরে আসে। তরু বালিতে কম পরিমাণে পানি দিলে বালিকণার পৃষ্ঠে পানির প্রলেপন এবং পানির প্রলেপন ও বালিকণার পৃষ্ঠের মাঝে বাতাস আটকিয়ে আয়তন স্ফীতি ঘটে থাকে। বালিতে অধিক পরিমাণে পানি দিলে বালি নিমজ্জিত হওয়ার দরুন বালির ফাঁকে আটকানো বাতাস বুদ্ধবুদ্ধ আকারে বের হয়ে আসে এবং বালি প্রকৃত আয়তনে ফিরে যায়। তরু মিহি বালিতে ১০% পানি দিলে প্রায় ৪০% আয়তন স্ফীতি হতে পারে। বালির আয়তন স্ফীতি মোটা বালির তুলনায় মধ্যম মানের বালিতে অধিক এবং মিহি বালিতে সর্বাধিক ঘটে। নিচের লৈখিক চিত্রে বিভিন্ন গ্রেডের বালির আয়তন স্ফীতি দেখানো হলো—



চিত্র : ৪.২ বালির আয়তন স্ফীতি

বালির আয়তন স্ফীতি নির্ণয়ের জন্য নিচের সূত্রটি ব্যবহার করা হয় :

$$b = \frac{V_m}{V_s} \times 100$$

এখানে,  $b$  = বালির আয়তন স্ফীতির শতকরা হার

$V_m$  = ভিজা বালির আয়তন

$V_s$  = সম্পূর্ণরূপে সম্পৃক্ত বা সম্পূর্ণ শুষ্ক বালির আয়তন।

যেহেতু মসলা বা কংক্রিটে বালি আয়তনের পরিমাণে ব্যবহার করা হয়, তাই বালি পরিমাপ কালে বালির আয়তন স্ফীতির প্রতি বিশেষ নজর দিতে হয়। কার্যক্ষেত্রে মসলা বা কংক্রিট প্রস্তুতকালে কিঞ্চিৎ ভেজা বালি ব্যবহার করতে হলে আয়তন স্ফীতির সমপরিমাণ বালি অধিক দিতে হবে, অন্যথায় ঘন (dense) মসলা বা কংক্রিট পাওয়া যাবে না।