

সিভিল ইঞ্জিনিয়ারিং ম্যাটেরিয়ালস (৬৬৪২১)  
পর্বঃ ১ম  
অধ্যায়ঃ ৪ (বালি)

কোর্স কো-অর্ডিনেটর:

শুভ সেন

ইনস্ট্রাক্টর (টেক/এনভায়রনমেন্টাল)

# SAND বা বালি কি?



বালি একটি গুরুত্বপূর্ণ  
নির্মাণ সামগ্রী। বালি  
সিলিকা থেকে তৈরি  
সম্পূর্ণ প্রাকৃতিক  
উপাদান। ইঞ্জিনিয়ারিং  
ভাষায় বালিকে ফাইন  
এগ্রিগেট বলা হয়।

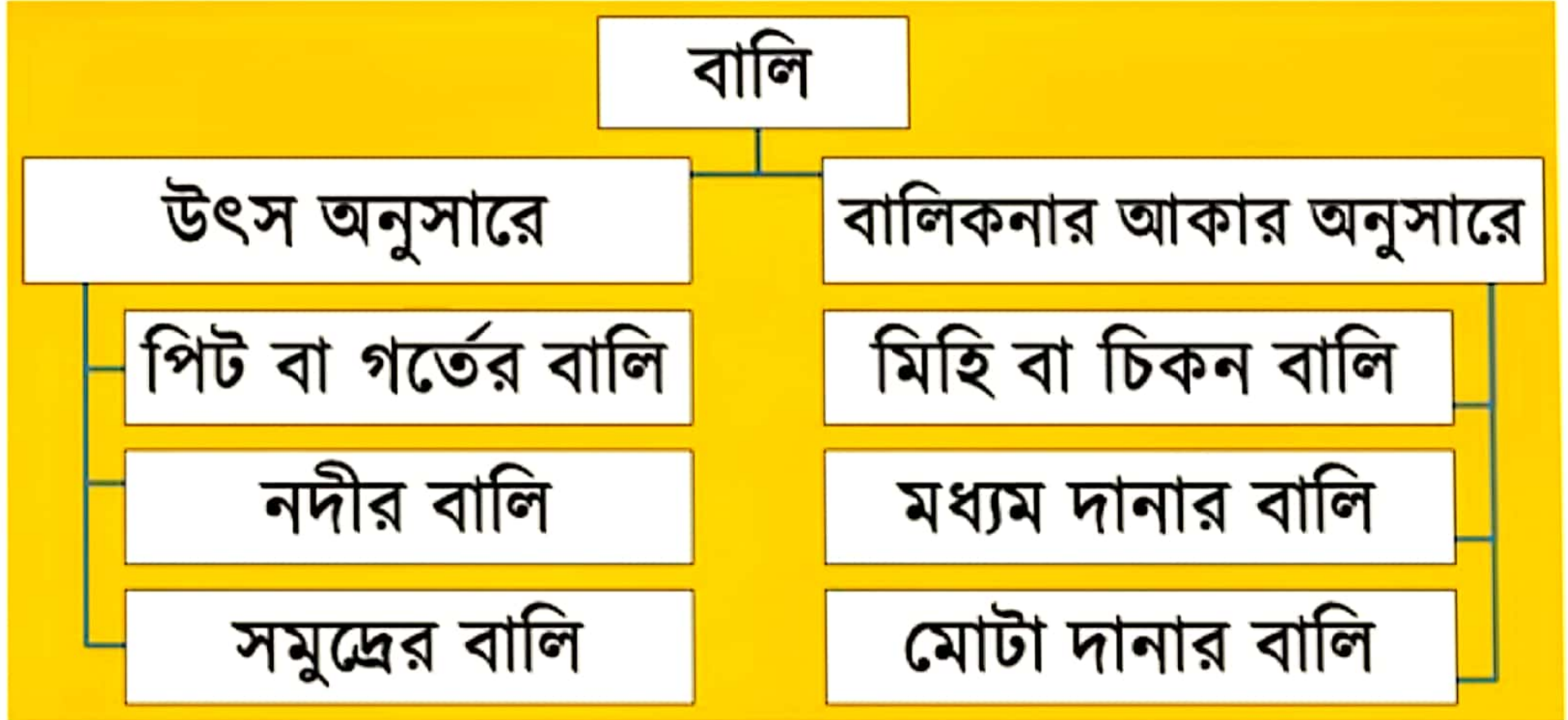


# SAND বা বালির কাজ



বালির কনাগুলো কোণাকার, গোলাকৃতি বা সূক্ষ্মাণুবিশিষ্ট হতে পারে। বালির মূল কাজ হচ্ছে পাথর বা ইটের খোয়া ও সিমেন্টের সাথে শক্ত বন্ডিং করার সময় ফাঁকাস্থান পূরন করা। এছাড়া প্লাস্টার, ইটের গাঁথুনি এবং ভরাটের কাজেও বালির প্রয়োজন হয়। তাই একে পূরক পদার্থও বলা হয়ে থাকে।

# বালির শ্রেণীবিভাগ



# বালির শ্রেণীবিভাগ



গর্তের বালি

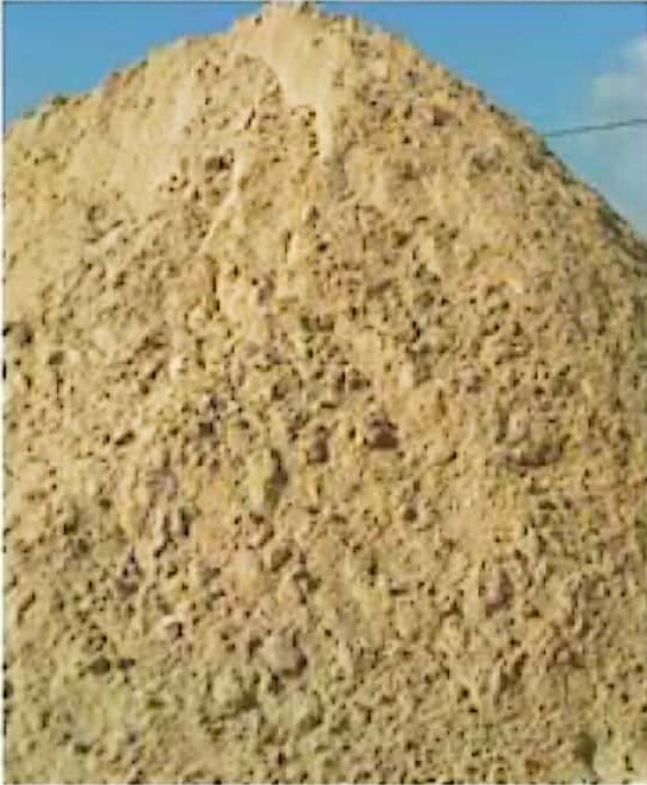


নদীর বালি



সমুদ্রের বালি

# বালির শ্রেণীবিভাগ



মিহি দানার বালি



মধ্যম দানার বালি



মোটা দানার বালি

## উত্তম বালির গুণাগুণ



- বালি কাদা, জৈব পদার্থ, শামুক ও ঝিনুক মুক্ত হবে।
- সুক্ষ্মাংশ বিশিষ্ট কোনাকার ও বিশুদ্ধ সিলিকা দ্বারা গঠিত হবে।
- লবন জাতীয় পদার্থ থেকে মুক্ত হবে।
- নির্মাণ কাজে ব্যবহৃত বালিতে ৩-৪% পলি বা কাদা থাকতে পারে তবে ব্যবহারের পূর্বে বালি ধুয়ে নিতে হবে।



## বালির মাঠ পরীক্ষা

- বালির কনার আকার-আকৃতি খালি চোখে পরীক্ষা করা, এগুলো ধারালো ও কোণাকার আছে কিনা।
- সামান্য জিহ্বায় লাগিয়ে স্বাদ নিয়ে লবণের উপস্থিতি যাচাইকরণ।
- দু-আঙ্গুলের মাঝে নিয়ে ঘষা দিলে পরিষ্কার মনে হবে এবং কোন দাগ পড়বে না যদি ভালো বালি হয়।

## বালির মাঠ পরীক্ষা



- বালির রং পরীক্ষা করা। সাদা রং হলে কোয়ার্টজ খনিজ কণার উপস্থিতি নির্দেশ করবে এবং লৌহ অক্সাইডের উপস্থিতি থাকলে রং লালচে হবে।
- এক গ্লাস পানিতে সামান্য বালি নিয়ে নাড়াচাড়া করে থিতাতে দিলে প্রথমে বালি, পরে পলি এবং শেষে কাদার কণা থিতিয়ে পড়বে। এতে বালিতে পলি ও কাদার পরিমাণ চিহ্নিত করা যাবে।



# বালির গবেষণাগারে পরীক্ষা

গবেষণাগারে  
পরীক্ষা

বালির বিন্যাস ও সুস্ফতার গুনাংক নির্ণয়

বালির আয়তনিক পরীক্ষা

বালির আপেক্ষিক গুরুত্ব পরীক্ষা

# উৎকৃষ্ট বালির বিনির্দেশমালা



কাজের ধরনের উপর বালির বিনির্দেশ নির্ধারণ করা হয় এবং সে মোতাবেক বালি সংগ্রহ করে নির্মাণ কাজে ব্যবহার করা হয়।

বালির বিনির্দেশগুলো হলোঃ

১. বালি অপদ্রব্য (কাদা, জৈব পদার্থ, লবণ) মুক্ত হবে।
২. বালি সুবিন্যস্ত, টেকসই ও স্থায়ীত্বশীল হবে।
৩. কাজের ধরন অনুযায়ী বালির F.M নির্ধারিত থাকবে।

# বালির সূক্ষ্মতার গুনাংক



বালির সূক্ষ্মতার গুনাংক বা **Fineness Modules** বা **FM** বালির সূক্ষ্মতা ও স্থূলতা সম্পর্কে ধারণা দেয়।

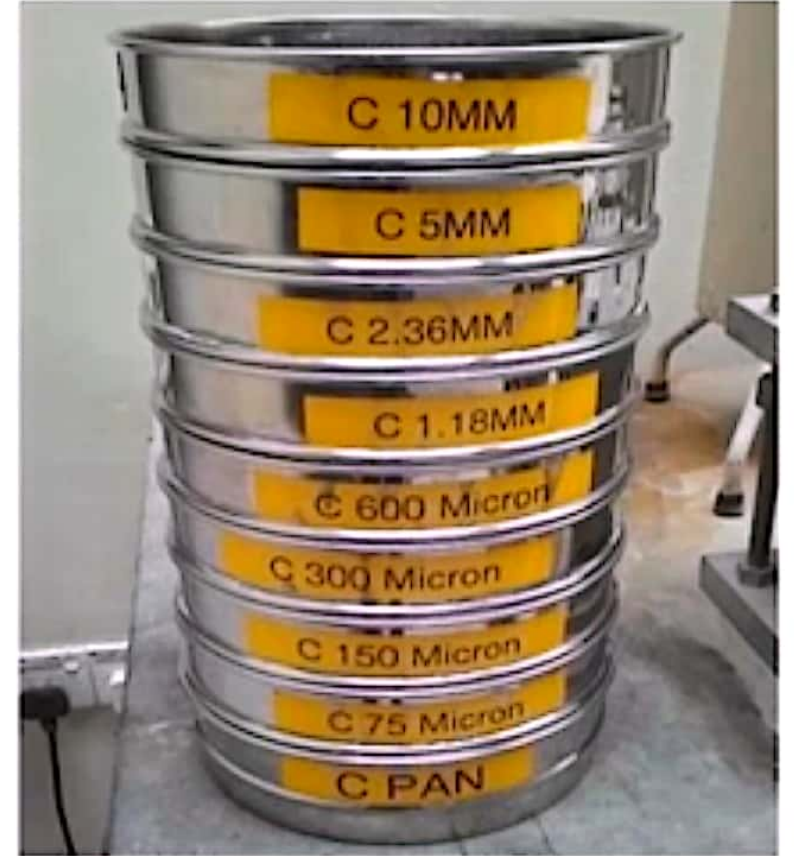
আমেরিকান প্রমাণ চালুনি ৪নং, ৮নং, ১৬নং, ৩০নং, ৫০নং ও ১০০নং এর অবশেষের পুঞ্জীভূত অবশেষের শতকরা হারের সমষ্টিকে ১০০ দিয়ে ভাগ করলে যে সংখ্যা পাওয়া যায়, তাকে বালির সূক্ষ্মতার গুনাংক বা **F.M** বলা হয়।

মিহি বালির **F.M** ১.৫ পর্যন্ত, মধ্যম মানের বালির **F.M** ১.৫-২.০০ পর্যন্ত এবং মোটা বালির **F.M** ২-৩ এর মধ্যে হয়ে থাকে।

# বালির সূক্ষ্মতার গুণাংক



বালির সূক্ষ্মতা গুণাংক নির্ণয়ের জন্য ৪.৭মিমি বা ৪নং, ২.৩৬ মিমি বা ৮ নং, ১.১৮ মিমি বা ১৬নং, ৬০০ মাইক্রোন বা ৩০নং, ৩০০ মাইক্রোন বা ৫০নং, ১৫০ মাইক্রোন বা ১০০নং আইএস চালুনি ও প্যান ব্যবহার করা হয়।



# বালির সূক্ষ্মতার গুণাংক নির্ণয়



একটি নমুনা বালির ১০০০ গ্রাম বালি প্রমাণ চালুনির সাহায্যে চালার পর নিম্নের তথ্য সমূহ পাওয়া গেল। বালির সূক্ষ্মতা গুণাংক নির্ণয় কর।

চালুনি নং	4	8	16	30	50	100	প্যান
অবশেষ (গ্রাম)	70 গ্রাম	80 গ্রাম	130 গ্রাম	360 গ্রাম	220 গ্রাম	80 গ্রাম	60 গ্রাম

## বালির সূক্ষ্মতা গুনাংক নির্ণয়



চালুনি নং	অবশেষ (গ্রাম)	পুঞ্জিত অবশেষ (গ্রাম)	শতকরা পুঞ্জিত অবশেষ (গ্রাম)	সূক্ষ্মতা গুনাংক (FM) Fineness of Modulus
4	70	70	$=(70/1000)*100=7$	<b>Sample Sand FM</b> $= 294/100$ $= 2.94$  <b>Ans:</b> <b>SAND F.M = 2.94</b>
8	80	150	15	
16	130	280	28	
30	360	640	64	
50	220	860	86	
100	80	940	94	
Pan	60	1000	--	
<b>Total</b>	<b>1000</b>		<b>294</b>	

# বিভিন্ন গ্রেডের বালির ব্যবহার



## 2.35 F.M এর বালিঃ

সব ধরনের রিইনফোর্সড কংক্রিটের কাজে ২.৩৫ এফ.এম এর মোটা বালি ব্যবহার করা হয়।

## 1.20 F.M এর বালিঃ

সাধারণ কংক্রিটে, সিমেন্ট প্লাস্টারে, গাথুণীর মসলায় ও আর্দ্রতারোধী স্তরে ১.২০ এফ.এম এর বালি ব্যবহার করা হয়।

## 0.80 F.M এর বালিঃ

সোলিং ও হেরিংবোন বন্ডের ফাঁকা অংশ পূরণে, মেঝের বালি ভরাটের কাজে ০.৮০ এফ.এম এর চিকন বালি ব্যবহার করা হয়।

## বালির আয়তন স্ফীতি



বালির মধ্যে জলীয়কনা থাকলে বালি তার প্রকৃত আয়তন অপেক্ষা অধিক আয়তন প্রদর্শন করে। এটাকেই বালির আয়তন স্ফীতি বলে।

বালিতে ৫%-৮% জলীয়কনার উপস্থিতিতে আয়তন ২৫%-৪০% পর্যন্ত বৃদ্ধি পায়। সর্বোচ্চ স্ফীতির পর আরো পানি দিলে বালি আগের আয়তনে ফিরে আসে।

মসলা বা কংক্রিটে বালি আয়তনে পরিমাপে ব্যবহার করা হয়। তাই বালি পরিমাপকালে আয়তন স্ফীতির প্রতি বিশেষ নজর দিতে হয়।

## বালির আয়তন স্ফীতি



নিচের সূত্রের মাধ্যমে বালির আয়তন স্ফীতি বের 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 ভিজা বা শুষ্ক বালির আয়তন।

# সিমেণ্ট কি?



সিমেণ্ট এক প্রকার উন্নতমানের জোড়ক পদার্থ এবং নির্মাণ কাজে জোড়ক পদার্থ হিসেবে সর্বাধিক ব্যবহৃত হয়। ক্যালসিয়াম ও ম্যাগনেসিয়াম যৌগ সম্বলিত চুনজাত সামগ্রী বা ক্লিংকারকে ক্রাসারের সাহায্যে মিহি পাউডারে পরিনত করে সিমেণ্ট তৈরী করা হয়।



## সিমেন্টের উপাদান



	উপাদানসমূহ	শতকরা হার
শতকরা হারে সিমেন্টের খনিজ উপাদানসমূহের পরিমাণ	ট্রাই ক্যালসিয়াম সিলিকেট	৫০%
	ডাই ক্যালসিয়াম সিলিকেট	২৫%
	ট্রাই ক্যালসিয়াম অ্যালুমিনেট	১০%
	টেট্রাক্যালসিয়াম অ্যালুমিনো ফেরাইট	১০%
	ক্যালসিয়াম সালফেট	৩%
	অন্যান্য জৈব	২%

## সিমেন্টের শ্রেণীবিভাগ



**As per Specification of BDS EN 197-1:2003**

স্ট্যান্ডার্ড অনুযায়ী সিমেন্ট মূলত পাঁচ ধরনের হয়ে থাকে।

- 1. Ordinary Portland Cement (CEM-I)**
- 2. Portland Composite Cement (CEM-II)**
- 3. Blast Furnace Cement (CEM-III)**
- 4. Pozzolanic Cement (CEM-IV)**
- 5. Composite cement (CEM-V)**

## সিমেন্টের শ্রেণীবিভাগ



আমাদের দেশে নিচের দুই ধরনের সিমেন্ট বেশি ব্যবহৃত হয়।

১. সাধারণ পোর্টল্যান্ড সিমেন্ট বা **Ordinary Portland Cement-OPC (CEM-I 52.5N)**

২. পোর্টল্যান্ড কম্পোজিট সিমেন্ট বা **Portland Composite Cement-PCC (CEM-II 42.5N)**

## সিমেন্টের শ্রেণীবিভাগ



সাধারণ পোর্টল্যান্ড সিমেন্টঃ এই সিমেন্টে সাধারণত ৯৫-৯৭.৫% ক্লিংকার ও ২.৫-৫% জিপসাম ব্যবহার করা হয়ে থাকে। তুলনা মূলক ভাবে এই সিমেন্টের মূল্য বেশী।



## সিমেন্টের শ্রেণীবিভাগ



পোর্টল্যান্ড কম্পোজিট সিমেন্টঃ এই সিমেন্ট তৈরিতে ৬৫-৭৯% ক্লিংকার, ২-৩% জিপসামের সাথে লাইম স্টোন, স্ল্যাগ ও ফ্লাইএস ২১-৩৫% মিশানো হয়। দ্রুততার সাথে জমাট বাধার প্রয়োজন না হলে এই সিমেন্ট ব্যবহার করা হয়। তুলনামূলকভাবে এই সিমেন্টের মূল্য কম।



## পোর্টল্যান্ড সিমেন্ট প্রস্তুত প্রণালি



সাধারনত দুই পদ্ধতিতে সিমেন্ট তৈরী করা হয় ।  
যথাঃ

১. সিক্ত পদ্ধতি (Wet Processes)
২. শুষ্ক পদ্ধতি (Dry Processes)

## পোর্টল্যান্ড সিমেন্ট প্রস্তুত প্রণালি

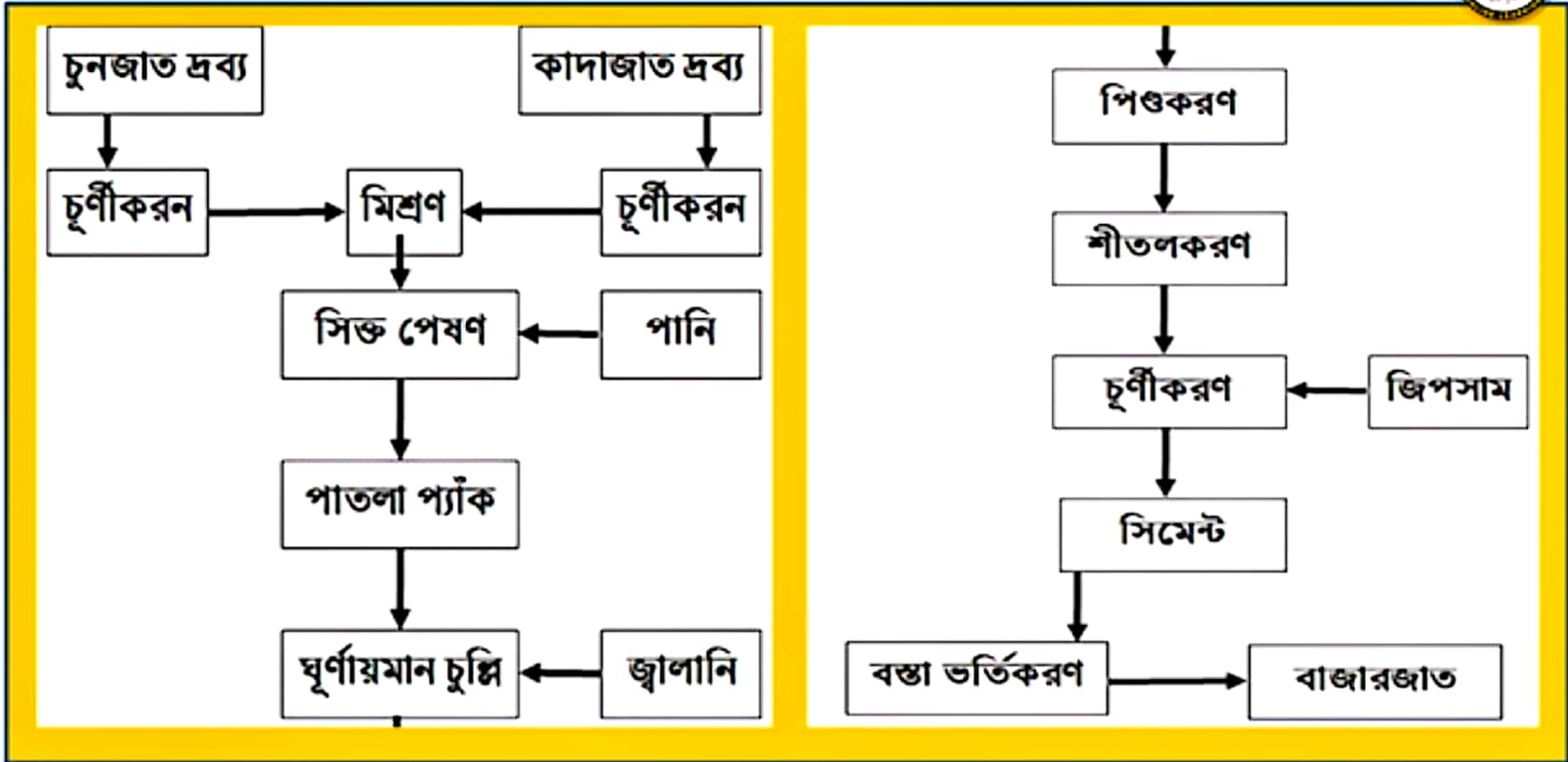


সিঙ্ক্র পদ্ধতিতে তিন ধাপে সিমেন্ট প্রস্তুত করা হয়।

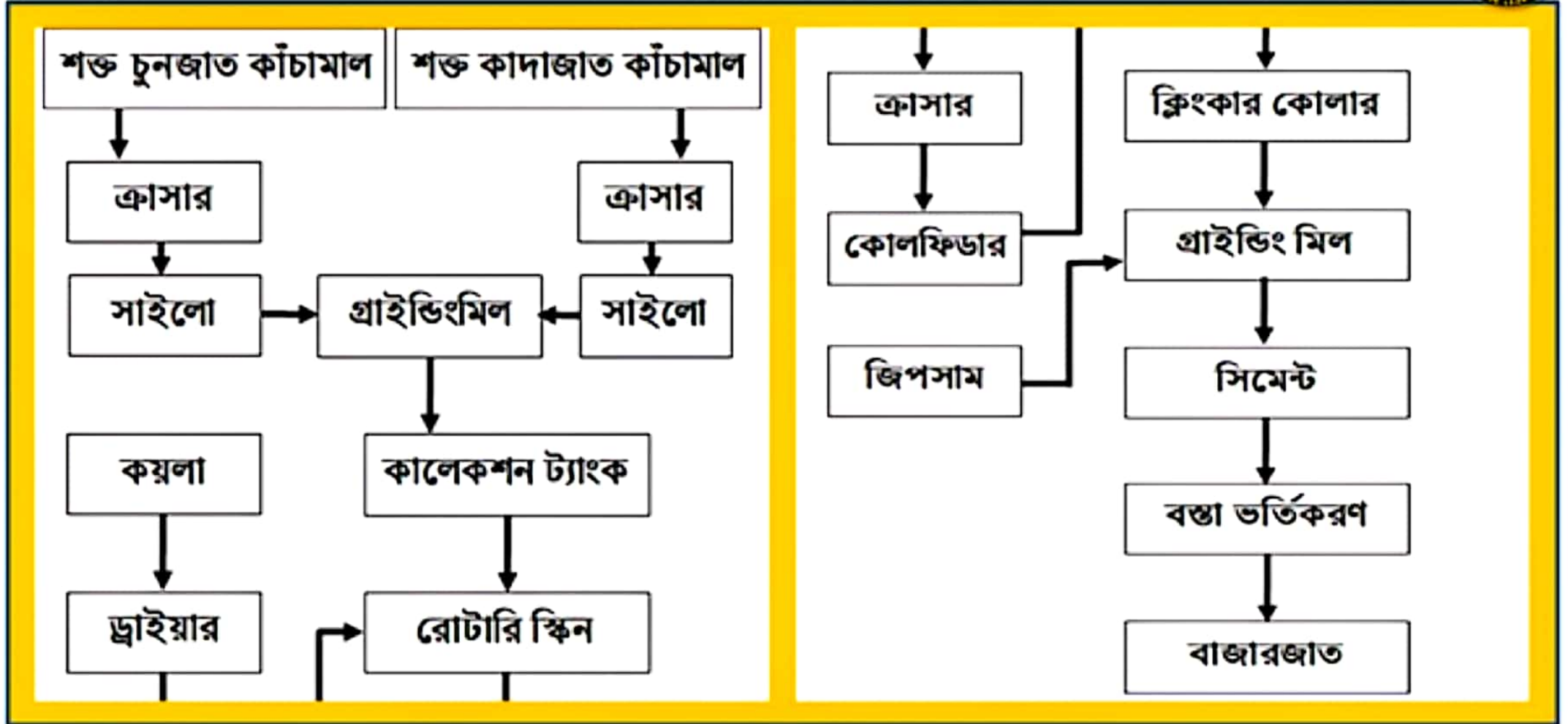
যথাঃ

১. কাঁচামাল-সমূহ আনুপাতিক হারে মিশিয়ে স্লারি তৈরিকরণ।
২. স্লারিকে পুড়িয়ে পিণ্ডে পরিনতকরণ।
৩. পিণ্ডের সাথে জিপসাম মিশিয়ে চূর্ণ করে মিহি পাউডারে পরিনতকরণ।

# পোর্টল্যান্ড সিমেন্ট প্রস্তুত প্রণালি



# পোর্টল্যান্ড সিমেন্ট প্রস্তুত প্রণালি



# সিমেন্টের ধর্মসমূহ



ধর্মসমূহ

পানিযোজন বা Hydration

জমাটবদ্ধতা বা Setting Time

সূক্ষ্মতা বা Fineness

খুঁতহীনতা বা Soundness

শক্তি বা Strength

## সিমেন্টের ব্যবহারঃ



১. সিমেন্টের মসলা, কংক্রিট, রিইনফোর্সড কংক্রিট, ব্রিক ওয়ার্ক ও কৃত্রিম পাথর তৈরীতে।
২. নির্মাণের বহিষ্ঠকে আবহাওয়ার বিরূপতা হতে রক্ষার জন্য।
৩. কম পুরুত্বের দেয়ালে প্রয়োজনীয় অতিরিক্ত শক্তি বৃদ্ধির জন্য।
৪. প্লাস্টার, পয়েন্টিং ও ইমারতের সৌন্দর্যমূলক কাজে।
৫. পানি সরবরাহ ও নিষ্কাশন সংক্রান্ত নির্মাণ কাজে।
৬. গুরুত্বপূর্ণ শক্তিশালী নির্মাণ কাজে।

# সিমেন্টের পরীক্ষাসমূহ



পরীক্ষাসমূহ

সূক্ষ্মতা পরীক্ষা

খুঁতহীনতা পরীক্ষা

জমাটদ্ধতার সময় পরীক্ষা

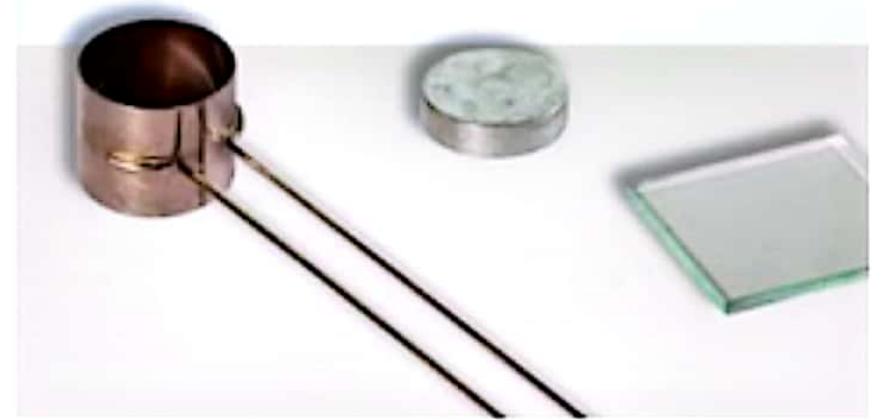
চাপশক্তি ও টানশক্তি পরীক্ষা

রাসায়নিক গঠন পরীক্ষা

## সিমেন্টের পরীক্ষাসমূহ



- **সূক্ষ্মতা পরীক্ষা:** চালুনি পরীক্ষায় প্রমাণ চালুনির ১৭০ নং চালুনীতে ১০০ গ্রাম সিমেন্ট নিয়ে ১৫মিনিট নাড়াচাড়া করলে ১০ ভাগের বেশি অবশিষ্ট থাকবে না।
- **খুঁতহীনতা পরীক্ষা:** এই পরীক্ষায় মূলত বর্ধিত হারে পানিয়োজিত করে সিমেন্টের প্রসারণ বা বিকৃতি প্রতিরোধ ক্ষমতা বের করা হয়।

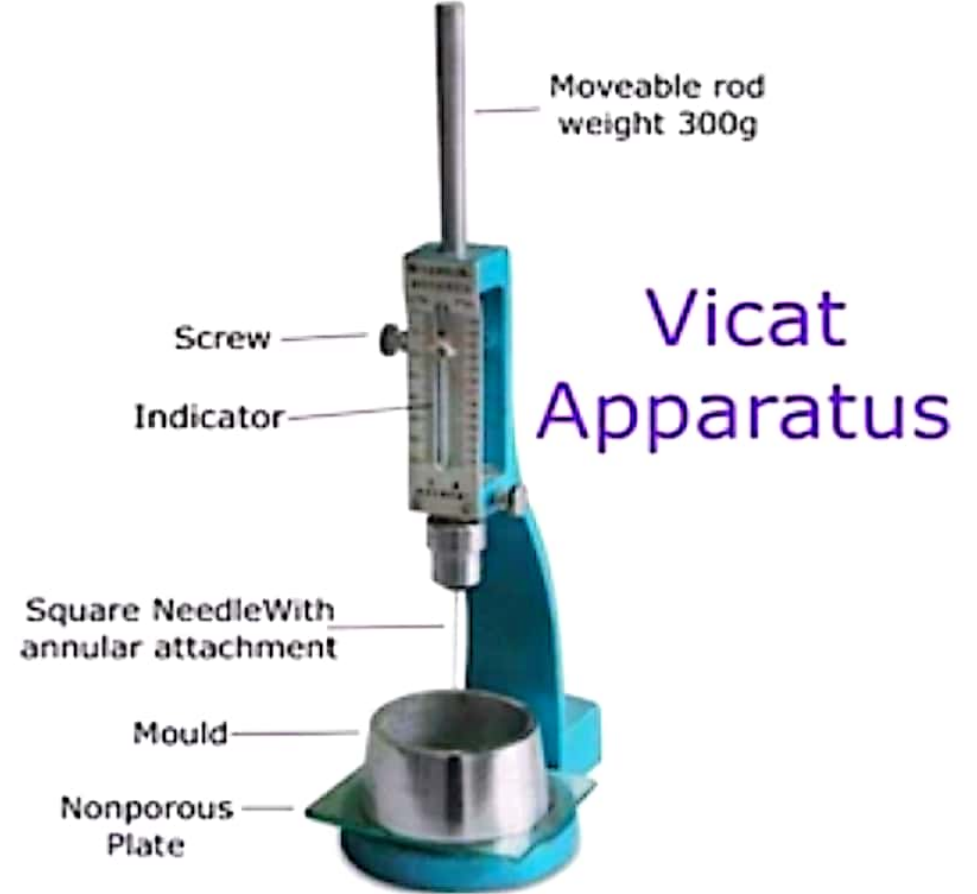


চিত্রে প্রদর্শিত লি-চ্যাটেলিয়ার যন্ত্রের সাহায্যে এই পরীক্ষা করা হয়।

# সিমেন্টের পরীক্ষাসমূহ



**জমাটবদ্ধতার সময় পরীক্ষাঃ** চিত্রে প্রদর্শিত ভাইকাট যন্ত্রের সাহায্যে এই পরীক্ষা করা হয়। পোর্টল্যান্ড সিমেন্টের প্রাথমিক জমাটবদ্ধতার সময় ৩০ মিনিটের কম নয় ও চূড়ান্ত জমাটবদ্ধতার সময় ১০ ঘণ্টার বেশি নয়। কুইক সেটিং সিমেন্টের প্রাথমিক জমাটবদ্ধতার সময় ৫ মিনিটের কম নয় ও চূড়ান্ত জমাটবদ্ধতার সময় ৩০ মিনিটের বেশি নয়।



## সিমেন্টের পরীক্ষাসমূহ



**চাপশক্তি পরীক্ষাঃ** এই পরীক্ষায় চিত্রে প্রদর্শিত ২" x ২" x ২" আকারের ৬টি ঘনক তৈরীর পর ৩ ও ৭ দিন পানিতে ডুবিয়ে রাখার পর কম্প্রেসিভ স্ট্রেংথ টেস্ট যন্ত্রের সাহায্যে গড় মান নিয়ে চাপশক্তির পরিমাণ নির্ণয় করা হয়।



## সিমেন্টের পরীক্ষাসমূহ



- **টানশক্তি পরীক্ষাঃ** এই পরীক্ষায় চিত্রে প্রদর্শিত ব্রিকুয়েট (Briquette) তৈরী করার ২৪ ঘন্টা পর ফর্মা থেকে বের করে ৩ ও ৭ দিন পানিতে ডুবিয়ে রাখার পর পরীক্ষণ যন্ত্রে ব্রিকুয়েট (Briquette) নমুনাটি আটকিয়ে ধীরে ধীরে ওজন চাপানো হয়। পোর্টল্যান্ড সিমেন্টের টানশক্তির পরিমাণ ৩ ও ৭ দিন পর যথাক্রমে ২০ ও ২৫ কিলোগ্রাম/বর্গ সে.মি এর কম মান গ্রহনযোগ্য নয়।



## সিমেন্টের পরীক্ষাসমূহ



- **রাসায়নিক গঠন পরীক্ষাঃ** সিমেন্টের উপাদানসমূহ সঠিক অনুপাতে আছে কিনা অথবা সিমেন্টে কোন ভেজাল আছে কিনা তা জানার জন্য সিমেন্টের রাসায়নিক গঠন পরীক্ষা করা হয়। এই পরীক্ষায় দেখা হয় সিমেন্টে ক্ষারীয় ও অম্ল উপাদানের অনুপাত, ম্যাগনেশিয়া, সালফার ট্রাই অক্সাইড এর পরিমাণ, পোড়ানোর ফলে উপাদানের ওজনের তারতম্য এবং অদ্রবণীয় অবশেষের পরিমাণ।

## সিমেন্টের মাঠ পরীক্ষা



১. সিমেন্টের ব্যাগে হাত প্রবেশ করলে ঠান্ডা অনুভূত হবে।
২. এক মুঠি সিমেন্ট হাতের তালুতে নিয়ে জড়ো করলে এটি অপরিবর্তিত থাকবে এবং পানিতে ফেললে সাথে সাথে ডুবে যাবে।
৩. ধূসর বর্ণের হবে এবং হাতে নিলে মিহি পাউডারের মতো মনে হবে।
৪. একটি গ্লাস প্লেটের উপর পুরু সিমেন্টের প্রলেপ দিয়ে ২৪ ঘন্টা রেখে দিলে না ফেটে জমাট বেঁধে যাবে।

## সিমেন্টের গুদামজাতকরণ



১. সিমেন্টকে যতটুকু সম্ভব কম সময়ের জন্য গুদামজাত করা।
২. আবহাওয়ারোধী কক্ষে শুষ্ক উঁচু প্লাটফর্মের উপর সিমেন্ট রাখা।
৩. দেওয়ালের গা ঘেঁষে সিমেন্ট না রাখা।
৪. সিমেন্টের এক বস্তার উপর আর এক বস্তা এভাবে ১০ বস্তার অধিক না রাখা।
৫. ত্রিপল বা তেরপল দিয়ে সিমেন্টের স্তুপকে ঢেকে রাখা।