

# Civil Engineering Materials

(সিভিল ইঞ্জিনিয়ারিং ম্যাটেরিয়ালস্)

## স্বাগতম

বিষয় কোড: ২৬৪১১

উপস্থাপনায়:

মো: রহিত মিয়া।

(খন্ডকালীন শিক্ষক)

মোবাইল: ০১৯১৬৭৪১৬৪৩

ময়মনসিংহ পলিটেকনিক ইন্সটিটিউট।

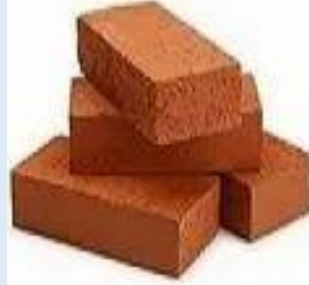
# অধ্যায়-০১

## সিভিল ইঞ্জিনিয়ারিং ম্যাটেরিয়ালস্-এর পরিচিতি

- ১.১ সিভিল ইঞ্জিনিয়ারিং ম্যাটেরিয়ালস্-এর সংজ্ঞা ।
- ১.২ সিভিল ইঞ্জিনিয়ারিং ম্যাটেরিয়ালস্-এর শ্রেণিবিভাগ ।
- ১.২.১ সিভিল ইঞ্জিনিয়ারিং ম্যাটেরিয়ালস্ নির্বাচনে বিবেচ্য বিষয়সমূহ ।
- ১.৩ বিভিন্ন প্রকার প্রকৌশল সামগ্রীর নামের তালিকা ।

# ১.১ সিভিল ইঞ্জিনিয়ারিং ম্যাটেরিয়ালস্-এর সংজ্ঞা।

# ইमारত, ব্রিজ, বিমানবন্দর, রাস্তাঘাট, পোতাশ্রয় ইত্যাদি পূর্তকর্ম অর্থাৎ সিভিল ইঞ্জিনিয়ারিং-এর আওতাভুক্ত নির্মাণের (Civil engineering construction) সামগ্রীকে পূর্তকর্ম নির্মাণের সামগ্রী বা সিভিল ইঞ্জিনিয়ারিং ম্যাটেরিয়ালস (Civil engineering materials) বলা হয়।



Bricks



Cement



Concrete



Sand



Reinforcement



Glass



Plastic



Wood



Tiles



নিচে এগুলোর বৈশিষ্ট্য ও ধর্মাবলি সম্পর্কে সংক্ষেপে উদ্ধৃত করা হলো-

(ক) ভৌত ধর্মাবলি :- আকার, আকৃতি, ঘনত্ব, সচ্ছিদ্রতা, বুনট (দৃঢ়াবদ্ধ, স্বাভাবিক, শিথিল), বর্ণ, গন্ধ, সৌন্দর্য ইত্যাদি ।

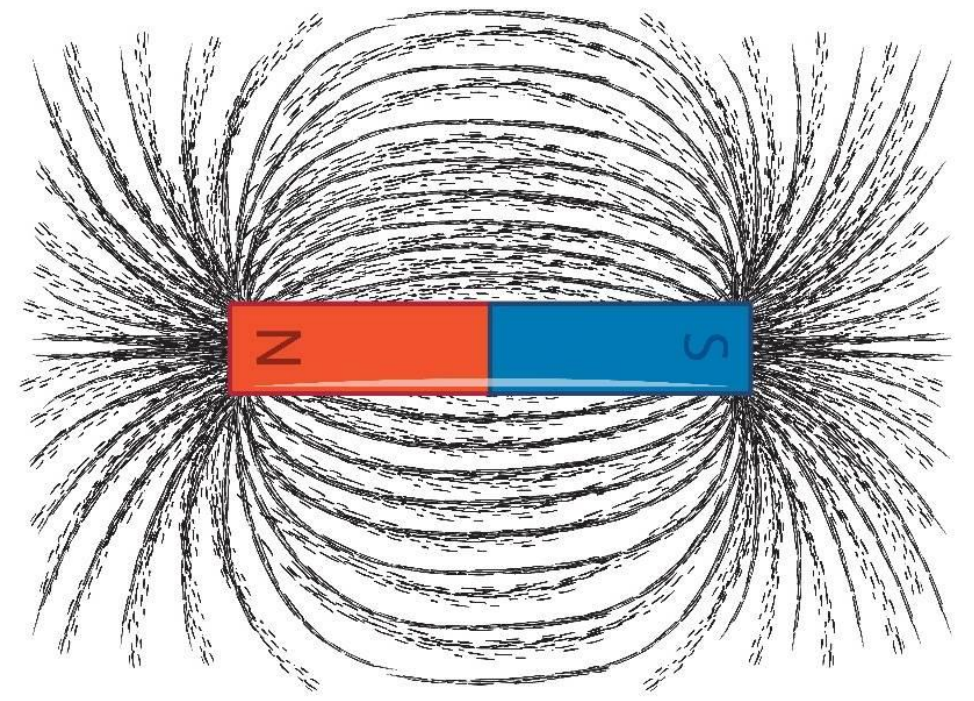
(খ) যান্ত্রিক ধর্মাবলি :- শক্তি, স্থিতিস্থাপকতা, নমনীয়তা, অনমনীয়তা, প্রাচুর্যতা, ভঙ্গুরতা, স্থিতিস্থাপন ক্ষমতা, ঘাতসহতা, কাঠিন্য, মন্থর বিকৃতি ইত্যাদি ।

(গ) রাসায়নিক ধর্মাবলি :- ক্ষয়রোধিতা, অম্লত্ব, ক্ষারত্ব, রাসায়নিক গঠন ইত্যাদি ।

(ঘ) বৈদ্যুতিক ধর্মাবলি :- তড়িৎ সঞ্চারণ শক্তি, তড়িৎ পরিবহন ক্ষমতা, তড়িৎ প্রতিরোধ ক্ষমতা ইত্যাদি ।

(ঙ) তাপীয় ধর্মাবলি :- আপেক্ষিক তাপ, তাপীয় প্রসারণ, তাপ পরিবাহিতা ইত্যাদি ।

(চ) চুম্বকীয় ধর্মাবলি :- চুম্বকীয় ভেদ্যতা, চুম্বকীয় আবেশ, হিস্টিরিসিস ইত্যাদি ।



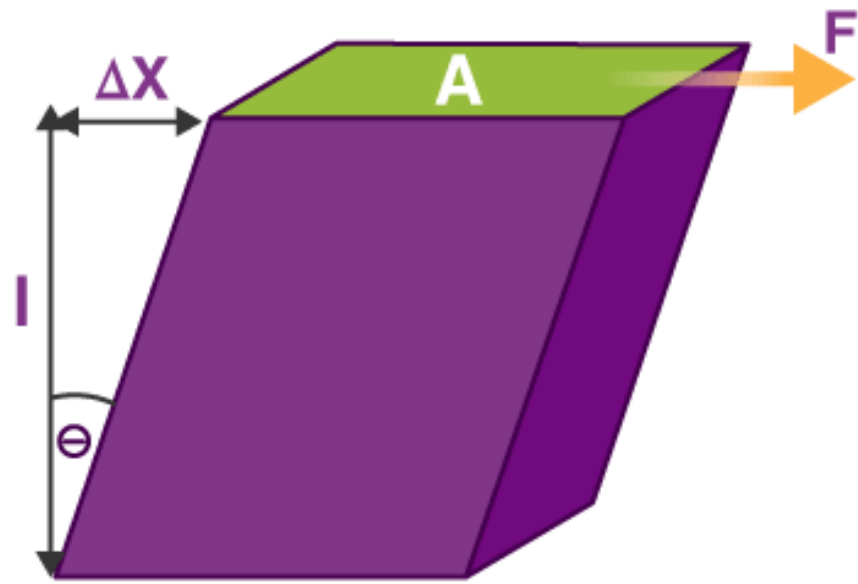
## # সিভিল ইঞ্জিনিয়ারিং ম্যাটেরিয়ালস্ উত্তম নির্মাণসামগ্রীর বৈশিষ্ট্যগুলো নিচে দেয়া হলো-

- (i) এগুলো ডিজাইন বলের বিপরীতে, পারিপার্শ্বিক পরিবেশে ও যুক্তিসঙ্গত সময়কালে আকার, আকৃতি, ঘনত্ব, সচ্ছিদ্রতা, বুনট, বর্ণ, গন্ধ ইত্যাদি ভৌত ধর্মাবলি অক্ষুণ্ণ রাখবে।
- (ii) এগুলো শক্তি, স্থিতিস্থাপকতা, নমনীয়তা, অনমনীয়তা, ঘাতসহতা, প্রসার্যতা, ভঙ্গুরতা, কাঠিন্য, বিকৃতি, স্থিতিস্থাপন ক্ষমতা ইত্যাদি যান্ত্রিক ধর্মাবলি ব্যবহারক্ষেত্রে ও কাঠামোর জন্য সন্তোষজনক হবে।
- (iii) এগুলোর রাসায়নিক ধর্মাবলি নির্মাণকাঠামো বা পরিবেশ ও পারিপার্শ্বিকতার জন্য ক্ষতির কারণ হবে না।
- (iv) এগুলোর তড়িৎ সঞ্চারণ শক্তি, তড়িৎ পরিবহন ক্ষমতা, তড়িৎ প্রতিরোধ ক্ষমতা ইত্যাদি বৈদ্যুতিক ধর্মাবলি ঈঙ্গিত ব্যবহারক্ষেত্রের জন্য সন্তোষজনক বিবেচিত হবে।
- (v) এগুলোর আপেক্ষিক তাপ, তাপীয় প্রসারণ, তাপ পরিবাহিতা ইত্যাদি তাপীয় ধর্মাবলি ব্যবহারক্ষেত্রে, পারিপার্শ্বিক পরিবেশ ও নির্মাণের জন্য বিনষ্টের কারণ হবে না এবং ব্যবহারক্ষেত্রের চাহিদা পূরণেও সন্তোষজনক বিবেচিত হবে।
- (vi) এগুলো ঈঙ্গিত ক্ষেত্রে চুম্বকীয় ভেদ্যতা, চুম্বকীয় আবেশ ইত্যাদি চুম্বকীয় ধর্মাবলি সন্তোষজনকভাবে সম্পাদনে সক্ষম হবে।
- (vii) ব্যবহারক্ষেত্রে অনুযায়ী ঈঙ্গিত বৈশিষ্ট্যাদিসহ এগুলো সাশ্রয়ী, সহজলভ্য ও সহজ কার্যোপযোগী হবে।

#স্থিতিস্থাপকতা (Elasticity) :- বস্তুর যে ধর্মের জন্য বল প্রয়োগের ফলে সৃষ্ট বিকৃতি উক্ত প্রযুক্ত বল অপসারণ করলে বিকৃত বস্তু সম্পূর্ণরূপে পূর্বাবস্থায় ফিরে আসে, বস্তুর এ ধর্মকে স্থিতিস্থাপকতা (Elasticity) বলা হয় ।



# দৃঢ়তা গুণক (Modules of rigidity) :- শিয়ার পীড়ন ও শিয়ার বিকৃতির অনুপাতকে দৃঢ়তা গুণক (modules of rigidity -G) বলা হয় ।



Shear Modulus

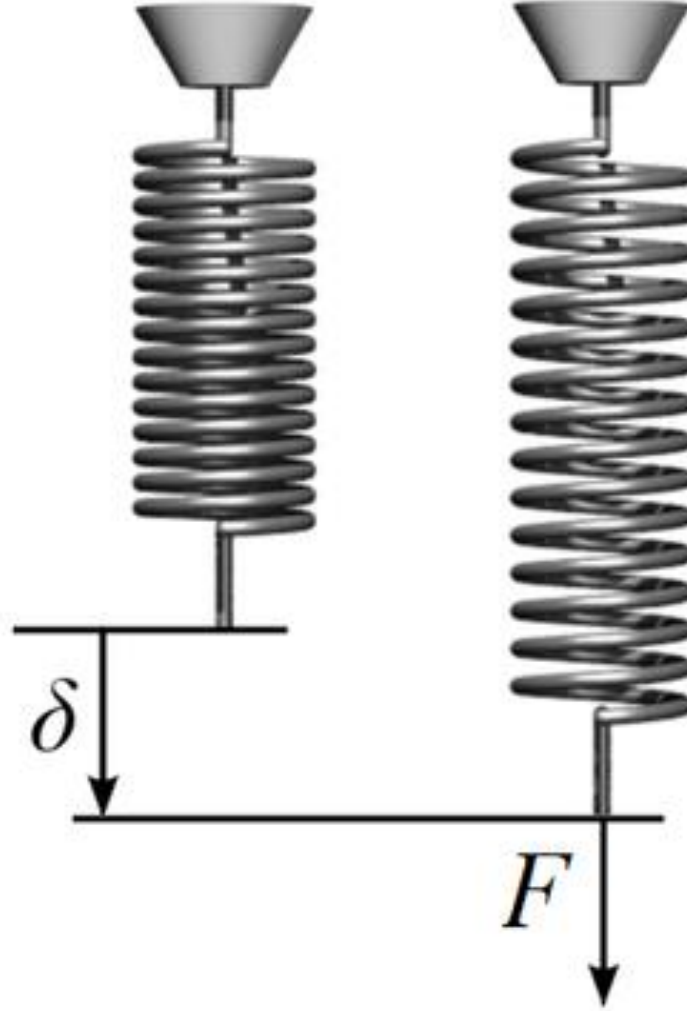


**# নমনীয়তা (Plasticity):** বস্তুর যে ধর্মের জন্য বাহির হতে বল প্রয়োগের ফলে সৃষ্ট বিকৃতি তার উপর হতে প্রযুক্ত বল অপসারণ করলেও বিকৃত বস্তু পুনরায় তার পূর্ব অবস্থায় ফিরে আসে না, বস্তুর এ ধর্মকে, নমনীয়তা) (Plasticity) বলে।

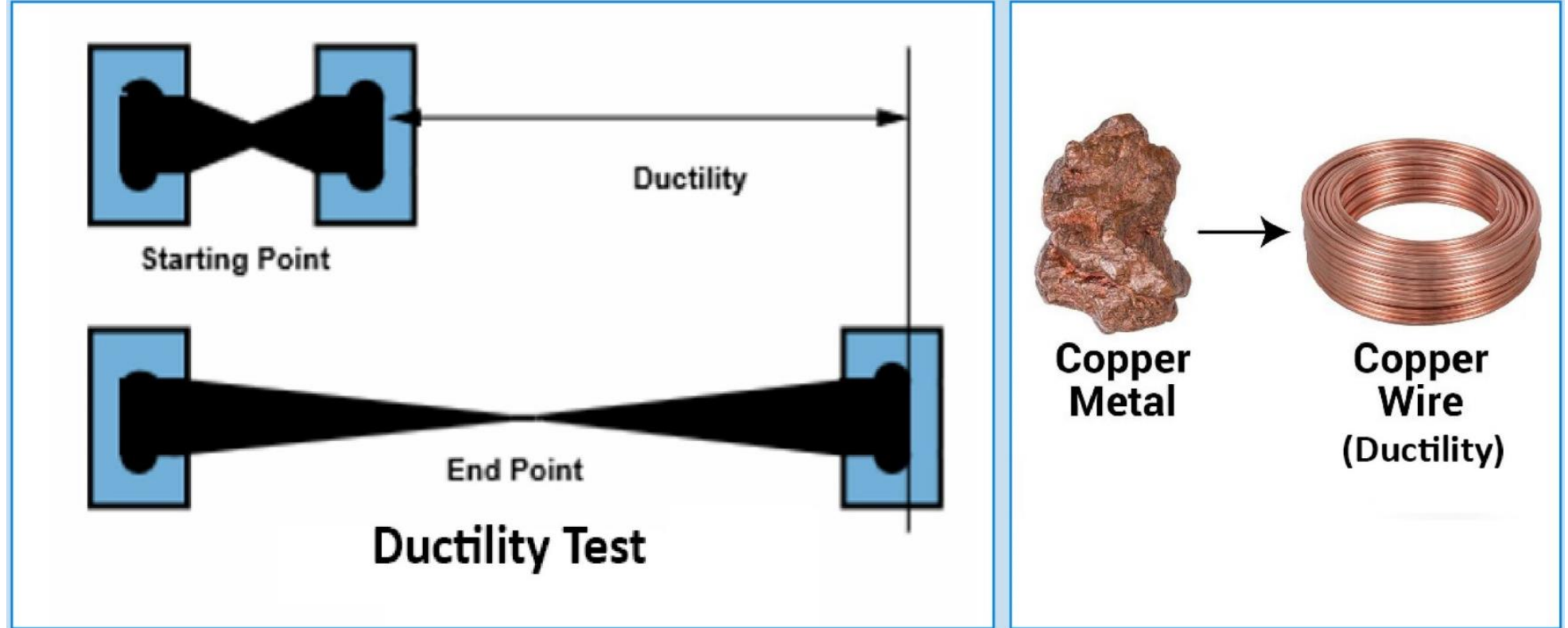




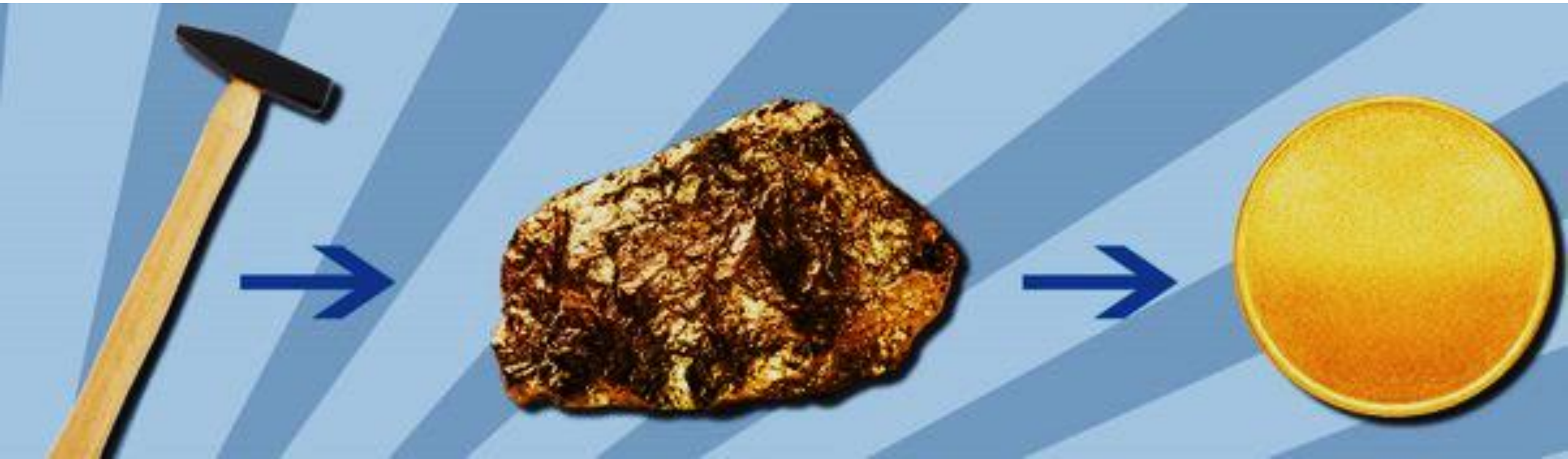
#অনমনীয়তা (Stiffness) : স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে বস্তুর বিকৃতি প্রতিরোধ করার ক্ষমতাকে বস্তুর অনমনীয়তা বলা হয়। অর্থাৎ যে ধর্মের জন্য বস্তু উল্লেখযোগ্য বিকৃতি ব্যতিরেকেই সর্বাধিক পীড়ন নিতে পারে, বস্তুর এ ধর্মকেই অনমনীয়তা (Stiffness) বলা হয়।



**# প্রসার্যতা (Ductility):-** বস্তুর যে ধর্মের জন্য বস্তুকে টান প্রয়োগ করলে উক্ত বস্তু নমনীয় সীমার মধ্যে না ছিঁড়ে ক্রমাগত লম্বা হতে থাকে, বস্তুর এ ধর্মকে প্রসার্যতা (Ductility) বলা হয়।

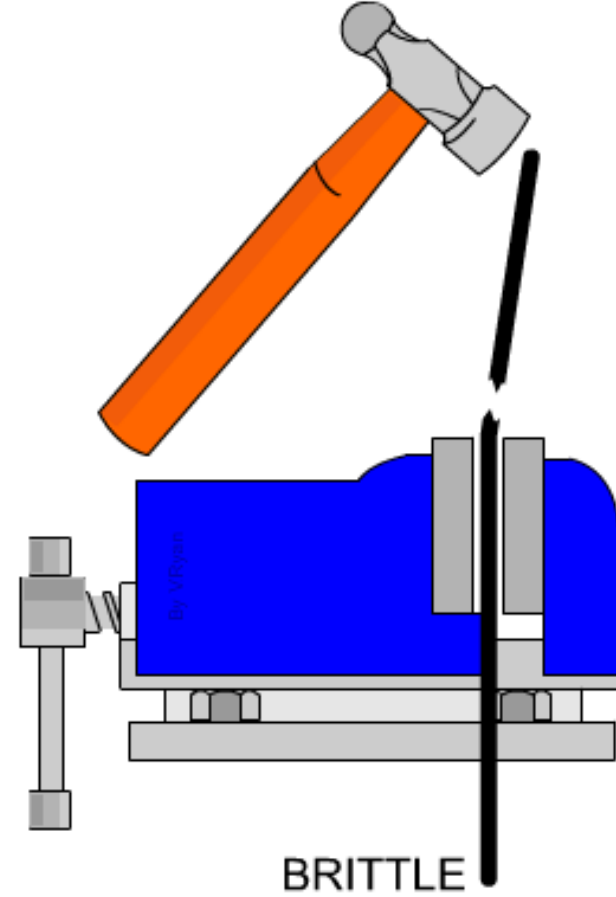
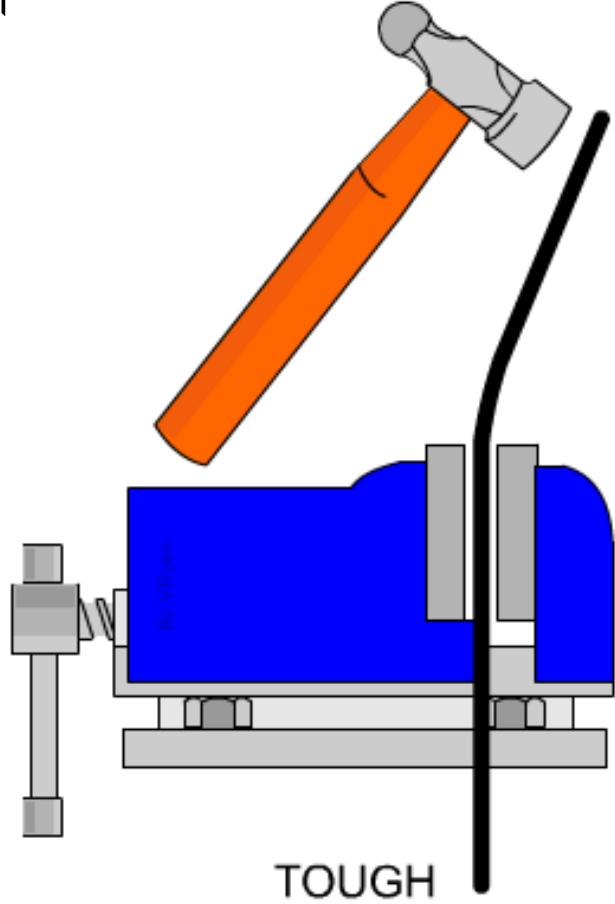


**#ঘাতসহতা (Malleability):-** বস্তুর যে ধর্মের জন্য বস্তুতে চাপ প্রয়োগ করলে নমনীয় বিকৃতি (চষধংরপ ফবভড়ৎসধংরড়হ) ঘটতে থাকে অর্থাৎ চাপ প্রয়োগে বস্তু বিচূর্ণ না হয়ে বিস্তৃতি লাভ করতে পারে, বস্তুর এ ধর্মকে ঘাতসহতা (Malicability) বলে।

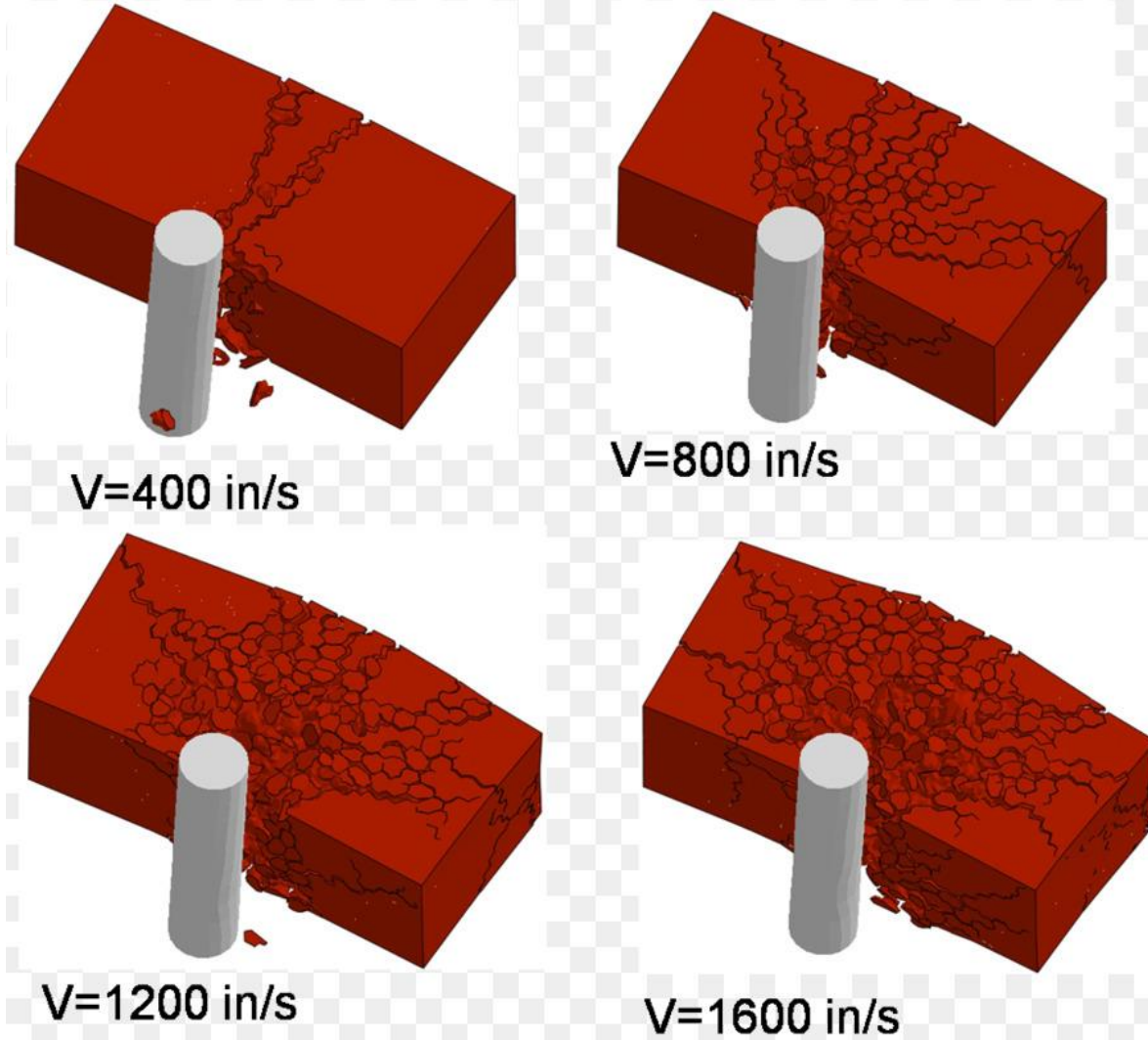




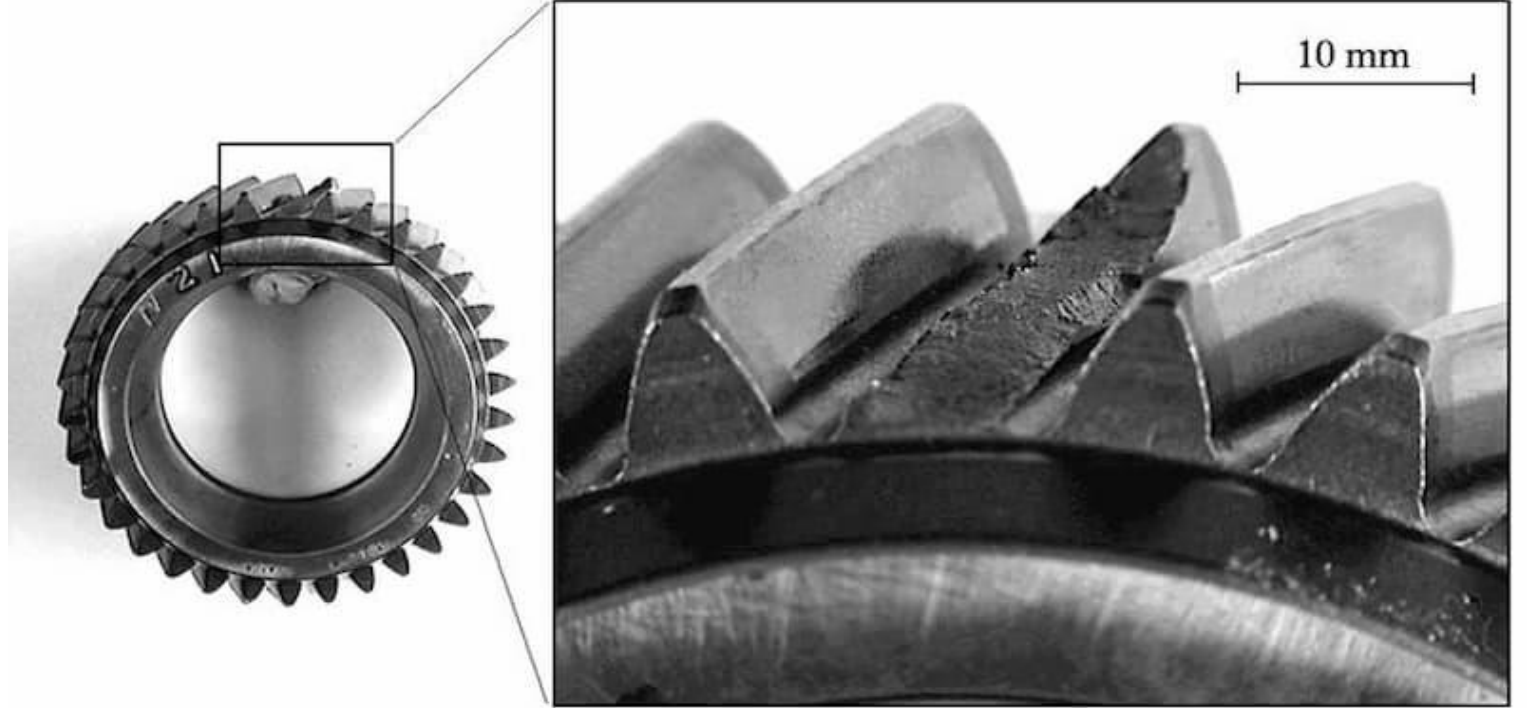
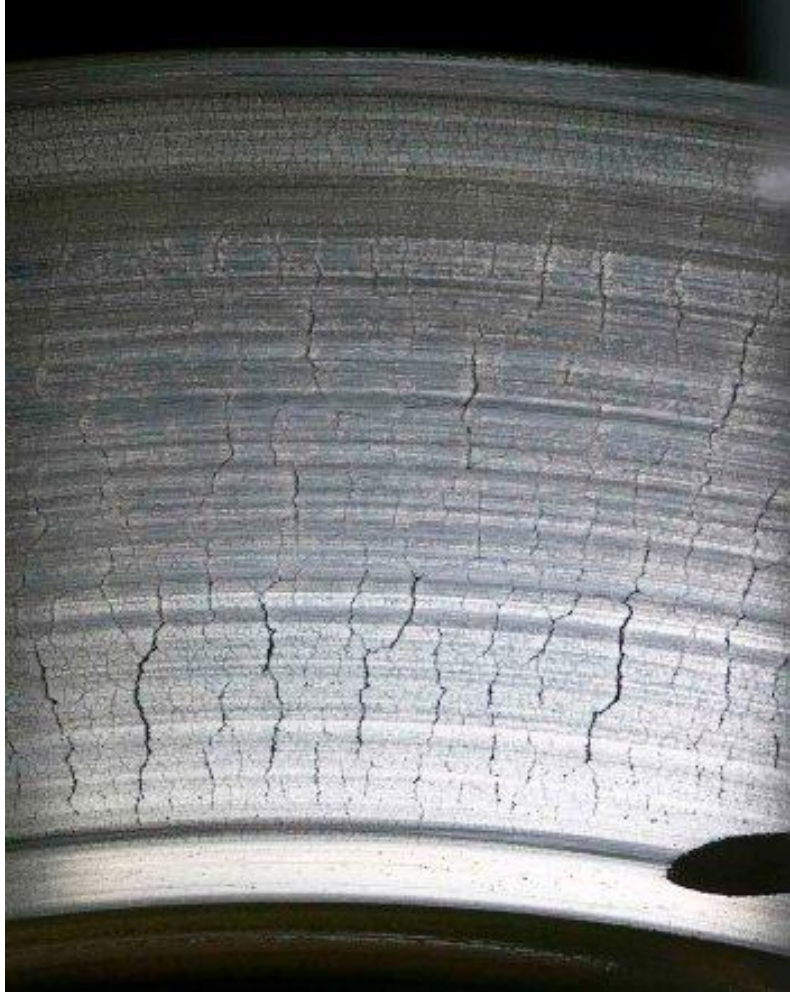
**# কাঠিন্য (Toughness):-** যে ধর্মের জন্য বস্তু আঘাতে অবিচল থাকে, তাকে কাঠিন্য বলা হয়। বস্তুকে আঘাত করলে আঘাতের কিছু শক্তি (Energy) বস্তুতে শোষিত হয় ফলে কিছু কাজ (Work) হয় এবং এ কাজ গড় পীড়ন ও বিকৃতির গুণফলের সমান। ফলে যে বস্তু অধিক পীড়ন নিতে পারে এবং এতে অধিক বিকৃতি ঘটতে পারে, তার কাঠিন্যও অধিক হয়।



**# ভঙ্গুরতা (Brittleness) :** বস্তুর যে ধর্মের জন্য বস্তুর উপর বল প্রয়োগ করলে, বিকৃতি ব্যতিরেকে বা সামান্য বিকৃতিতেই বস্তু ভেঙে বা ছিড়ে যায়, বস্তুর এ ধর্মকে ভঙ্গুরতা (Brittleness) বলা হয়। ভঙ্গুরতা ঘাতসহতার বিপরীত ধর্ম। যে সকল বস্তুর বিকৃতি ০.০৫ বা এর কম ঐ সকল বস্তুগুলো ভঙ্গুর বস্তু।



# ফ্যাটগি (Fatigue):- বস্তুর যৎ ধর্মরে জন্ম বস্তুটি পুনঃপুন ক্রয়ীরত পীড়ন পরতিরোধে সক্ষম হয়, তাকে বস্তুর ফ্যাটগি বা ফ্যাটগি স্ট্রংথ (Fatigue or Fatigue strength ) বলা হয়। ফ্যাটগি টেস্টরে মাধ্যমে বস্তুর ফ্যাটগি মান নির্ণয় করা যায়। একটীর সরাসরি টেনে ছঁড়া বশে কষ্টকর কনিতু কয়কেবার এদকি-ওদকি মোচড়ানোর পর এটা সহজেই ছঁড়া যায়। ফ্যাটগি ধর্মরে জন্মই এরূপ হয়ে থাকে ।





# স্থতিস্থাপন ক্ষমতা (Resilience):- স্থতিস্থাপক সীমার মধ্যে বস্তুর শক্তি (Energy) সঞ্চারে ক্ষমতাকে বস্তুর স্থতিস্থাপন ক্ষমতা (Resilience) বলা হয়। আনুপাতিক সীমা পর্যন্ত প্রতি একক আয়তনে পীড়ন ও বিকৃতির গুণফল দ্বারা প্রাপ্ত কাজকে (Work) বস্তুর স্থতিস্থাপন ক্ষমতা বলা হয়। অর্থাৎ, স্থতিস্থাপন ক্ষমতা = গড় প্রয়োগকৃত বল  $\times$  :



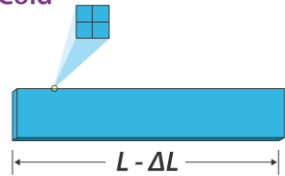
RESILIENCE

**# মন্থর বক্ৰিত (Creep):-** বমি, কলাম, লন্টলে (আরসসি) ইত্ৰাদতিে দীর্ঘকাল যাবত অপরবির্তনীয স্খরি বল পরয়োগ করা অবস্খায় থাকলে ধীরে ধীরে এতে বক্ৰিত ঘটতে থাকে। এরূপ বক্ৰিতকিে মন্থর বক্ৰিত (Creep) বলা হয়। দীর্ঘদনি যাবৎ এরূপ বক্ৰিত ঘটতে থাকলে যন্ত্রাংশ বা কাঠামোর স্খায়তিব নষ্ট হয়ে যায়।

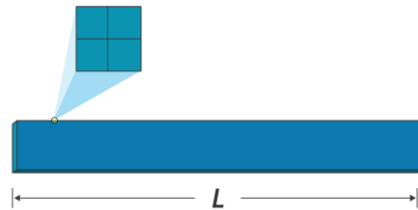


**#তাপীয় পীড়ন (Temperature stress) :-** সকল বস্তুই তাপে প্রসারিত হয় এবং ঠান্ডায় সংকুচিত হয়। এ ধরনের বক্রিত বস্তুতে কোনো পীড়ন ঘটায় না। কিন্তু এ বক্রিত প্রতিরোধ করলে বস্তুতে পীড়নের সৃষ্টি হয়। একে তাপীয় পীড়ন (Temperature stress) এবং এ বক্রিতকে তাপীয় বক্রিত (Thermal strain) বলা হয়। তাপমাত্রায় পরিবর্তনের সাথে বক্রিত পরিবর্তনের হারকে তাপীয় প্রসারণ সহগ (Coefficient of thermal expansion) বলা হয়।

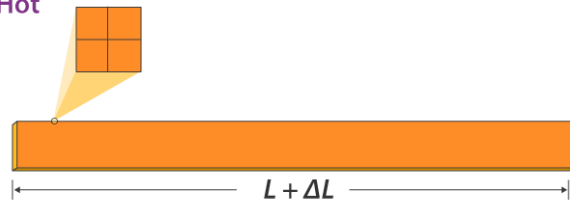
(a) Cold



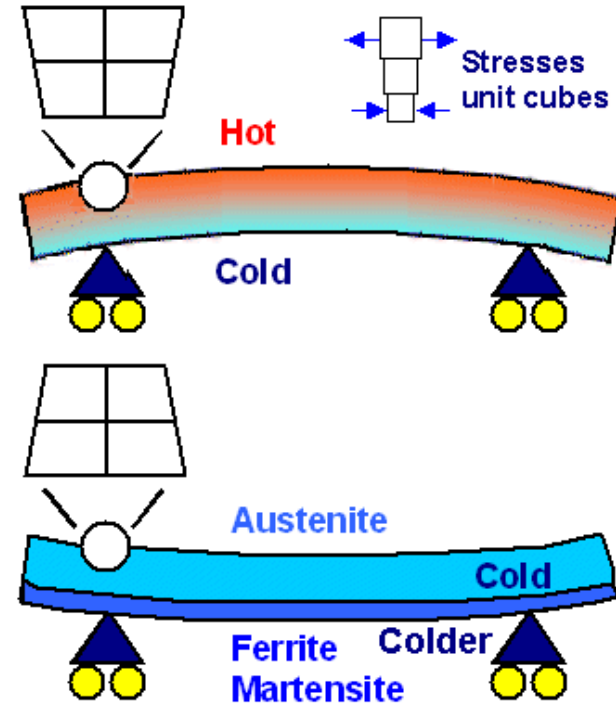
(b) Room temperature



(c) Hot

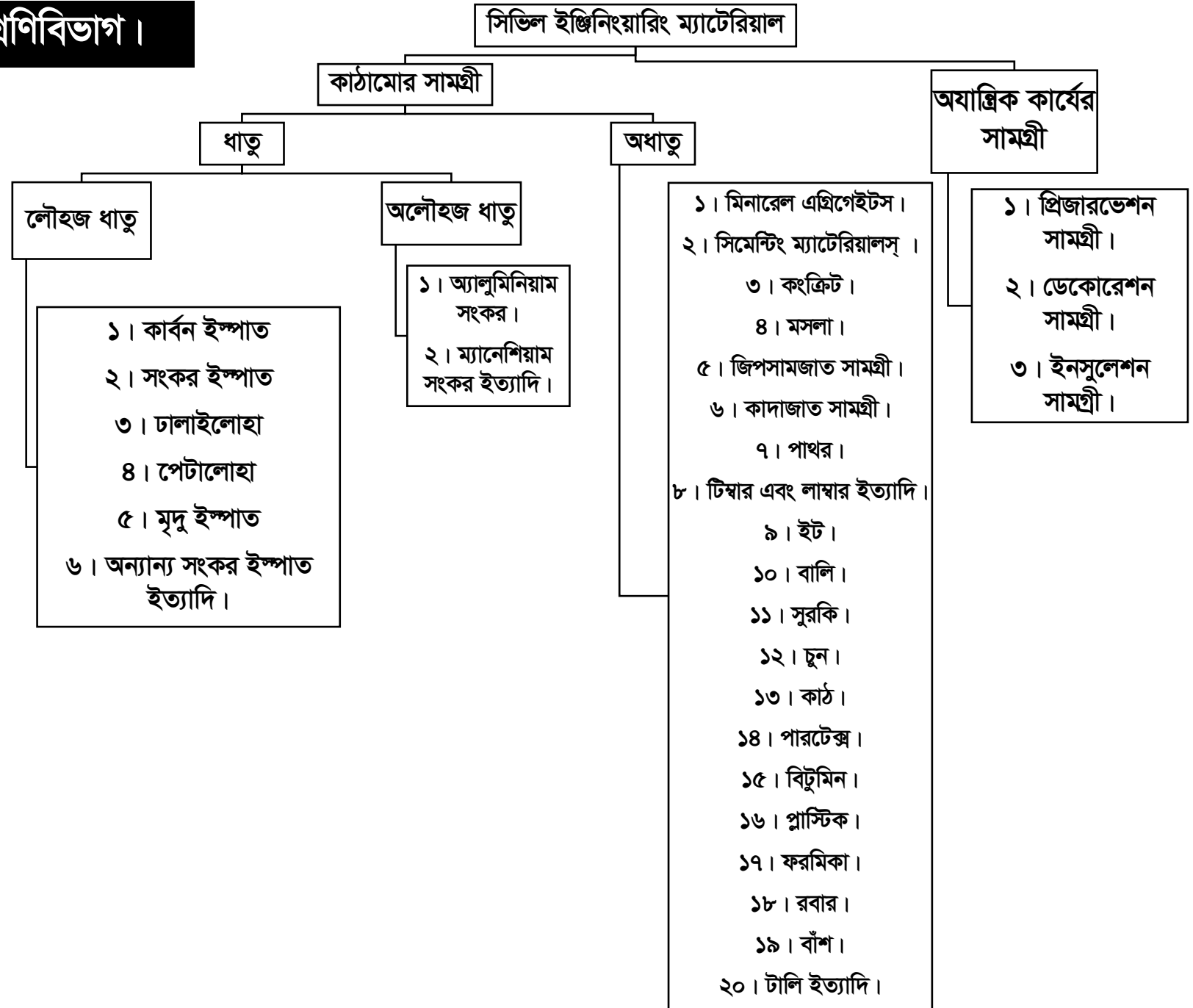


BYJU'S  
The Learning App





## ১.২ সিভিল ইঞ্জিনিয়ারিং ম্যাটেরিয়ালস-এর শ্রেণিবিভাগ।



## ১.২.১ সিভিল ইঞ্জিনিয়ারিং ম্যাটেরিয়ালস্ নির্বাচনে বিবেচ্য বিষয়সমূহ।

সাধারণত ডিজাইনারগণ দুটি ক্ষেত্রে হতে তথ্যাদি গ্রহণ করে প্রকৌশল সামগ্রী নির্বাচন করে থাকেন। ক্ষেত্রদ্বয় হলো:-

- (ক) পূর্বে বাস্তব ক্ষেত্রে ব্যবহৃত সামগ্রীর কার্যকারিতা, সফলতা, স্থায়িত্ব ইত্যাদি সংক্রান্ত রেকর্ড ও জ্ঞান, কার্যকারিতা, সফলতা ইত্যাদি সম্পর্কে পরীক্ষার ফলাফল, এবং
- (খ) কোনো সামগ্রী নির্মাণে ব্যবহারের জন্য ডিজাইনারের স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী নির্বাচন।



# নমিনোক্ত বস্বয়গুলো ববিচেনা করে প্রকৌশল সামগ্রী নরিবাচন করতে হয়—

- (ক) সামগ্রীর সহজলব্ধতা ও অর্থনৈতিকি সাস্থরয়তা ।
- (খ) সামগ্রীগুলোর ধরমাবলি ।
- (গ) সামগ্রী ব্যবহারে কী কী বস্বয়ে যত্নবান হতে হবে।
- (ঘ) নরিদর্ষিট সামগ্রী কী কী ধরনরে হবে এবং এর জন্য অর্থনৈতিকি সম্পূকততা।
- ঙ) বভিন্নি ধরনরে সামগ্রী তরৈকিরণরে পদ্ধতি এবং এতে সামগ্রীর বশৈষিট্যরে উপর প্রভাব ।
- (চ) সামগ্রীগুলোর মধ্যে সাম্যতা সমন্বয়নরে ক্ষেত্রে স্পসেফিকিশেনরে পদ্ধতি।
- (ছ) স্টিন্সতি ধর্ম পরমিাপরে জন্য নরীক্ষা (Testing) ও পরদির্শনরে পদ্ধতি।





## সচরাচর ব্যবহৃত প্রকৌশল সামগ্রীগুলোর নাম দাখো হলো

- ১। ইট
- ২। টালি
- ৩। পাথর
- ৪। বালি
- ৫। সমিনেট
- ৬। চুন
- ৭। লোহা ও এর সংকর ধাতুসমূহ
- ৮। লৌহমুক্ত ধাতু ও এগুলোর সংকরসমূহ
- ৯। কাঠ
- ১০। কাচ
- ১১। ইন্সুলেটিং সামগ্রী
- ১২। তাপরোধী সামগ্রী
- ১৩। পানরোধী সামগ্রীসমূহ
- ১৪। শব্দশোষক সামগ্রীসমূহ
- ১৫। শব্দ অন্তরক সামগ্রীসমূহ
- ১৬। গ্যালিয়াম আর্সনোইড সামগ্রী
- ১৭। অপটিক্যাল ফাইবার
- ১৮। পচ্ছলিকারক সামগ্রী
- ১৯। জ্বালানী সামগ্রী
- ২০। পরিবাহী (তাপ/বদ্যুৎ) সামগ্রী ইত্যাদি।





**Thank you**



**for your attention!**

# অধ্যায়-০২

## পাথর

### স্বাগতম

- ২.১ পাথরের সংজ্ঞা ।
- ২.২ পাথরের শ্রেণিবিভাগ ।
- ২.৩ উত্তম নির্মাণ পাথরের বৈশিষ্ট্যসমূহ ।
- ২.৪ পাথর সজ্জিতকরণ ।
- ২.৫ পাথরের মাঠে পরীক্ষা এবং গবেষণাগারে পরীক্ষা ব্যাখ্যা ।
- ২.৬ সিভিল ইঞ্জিনিয়ারিং কর্মকাণ্ডে পাথরের ব্যবহার ।



### পাথরের সংজ্ঞা (Definition of stones) :-

আদিকালতেও মানুষ পাথর ব্যবহার করত। প্রস্তুতরযুগে মানুষ পাথরকে আত্মরক্ষার ও পশু শিকারের হাতিয়ার হিসেবে ব্যবহার করত। কালক্রমে এ পাথর নির্মাণের প্রধান উপকরণে পরিণত হয়। পাথর খুবই শক্ত, মজবুত ও দীর্ঘস্থায়ী সামগ্রী। সড়ক, সত্রে, টাওয়ার, ইমারত ইত্যাদি নির্মাণকালে পাথর ব্যবহার করা যায়। যতই সকল পাথর প্রকৃতি প্রদত্ত শিলা হতে সংগৃহীত, দৃঢ়, শক্ত, সমসত্ত্ব, অগ্নিরোধী, কষয়রোধী, টেকসই, ওজনে ভারী, কার্যোপযোগী আকার-আকৃতিসম্পন্ন, সন্তোষজনক তাপ ও চাপসহন ক্ষমতাসম্পন্ন, আকর্ষণীয় বর্ণ ও অব্যবশিষ্ট, যুক্তসিঙিত মূল্যে সহজে পাওয়া যায়, এ জাতীয় পাথরই নির্মাণ পাথর (Building stone)। নির্মাণকাজের সার্বিক দিক বিবেচনা করে পাথর নির্বাচন করলে আবহাওয়া ও অন্যান্য পারিপার্শ্বিক প্রতিক্রিয়া পাথরে তখন ক্ষতিসাধন করতে পারে না। নির্মাণকাজে ব্যবহৃত সামগ্রীসমূহের মধ্যে পাথরের ন্যায় স্থায়িত্বশীল সামগ্রী





# নম্বিনে কতপিয় গুরুত্বপূর্ণ  
খনজি সম্পর্কে সংক্ষিপ্ত  
আলোচনা করা হলো—

### 1) কোয়ার্টজ বা সলিকি

(Quartz) : কোয়ার্টজে উপর  
জলবায়ুর প্রভাব খুবই কম।  
বিশুদ্ধ কোয়ার্টজে বর্ণ  
সাদা। বালজাত পাথর গঠনে এর  
ভূমিকা খুবই গুরুত্বপূর্ণ এবং  
ব্যাপক। অপদ্রব্যের  
পরিমাত্রার উপর এর বর্ণে  
ভিন্নতা দেখা দেয়। এর  
আপেক্ষিক গুরুত্ব 2.66 এবং  
কাঠনিয় নম্বর 7।

কোয়ার্টজাইট, গ্রানাইট, নসি  
& বালোপাথর এর পরাধানয়

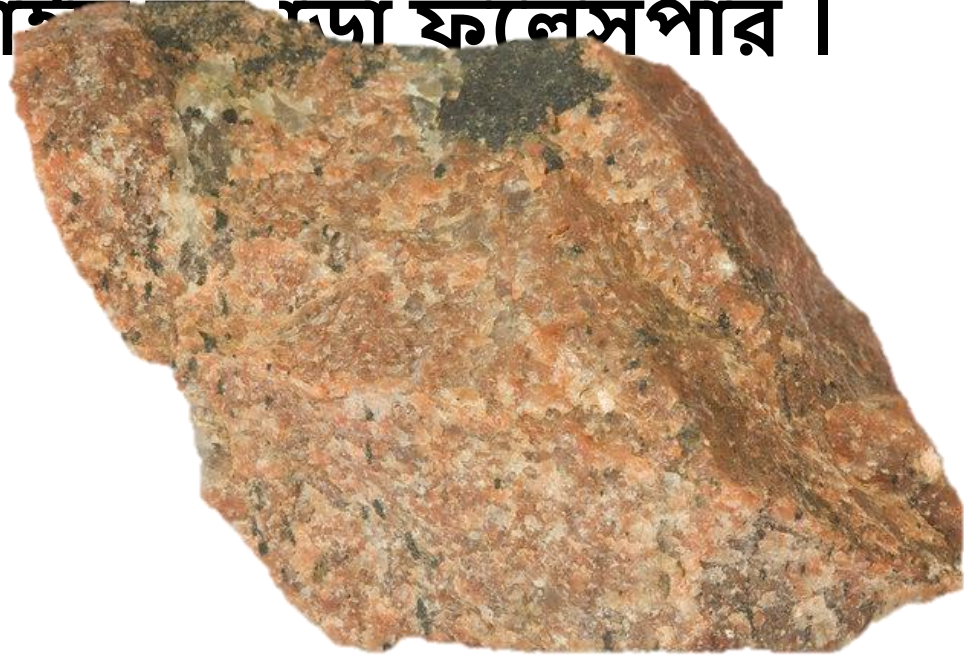




**২। ফসেপার (Felsper) :** এতে অ্যালুমিনা, সিলিকা, পটাশিয়াম, সোডিয়াম বা ক্যালসিয়াম থাকে। এটা স্ফটিকিদানাযুক্ত পাথর গঠনে কার্যকর ভূমিকা পালন করে যমেন- গরানাইট, ব্যাসাল্ট, ট্রাপ ও নসি ইত্যাদি ফিলেসপার দু'প্রকার হতে পারে, যথা-

(ক) পটাশ ফলেস্পার।

(খ) লাম্প্রোফাইট ফলেসপার।





**৩। মাইকা (Mica) :-** এটা অ্যালুমিনা, সলিকা, ম্যাগনেসিয়াম ও আয়রনের জটিল সলিকিটেতে সমন্বয়ে গঠিত। শুভ্র মাইকা মাসকোভাইট এবং কৃষ্ণ মাইকা বায়োটাইট নামে পরিচিত। মাইকা পাথরে বুনটে দুর্বলতা সৃষ্টি করে। যখন পাথরে মাইকার মাত্রা যত বেশি তখন পাথর তত কম শক্তিমপন্ন হয়। গ্রানাইট, নসি ও সিস্ট পাথরে মাইকার উপস্থিতি দেখা যায়। এর আপেক্ষিক গুরুত্ব 2.5 এবং





## ৪। অ্যামফিবোল (Amphibole)

:- এটা সোডিয়াম, ক্যালসিয়াম, ম্যাগনেসিয়াম, আয়রন ও অ্যালুমিনিয়ামেরে জটিল সলিকিটে। এটা হর্নব্লেন্ড (Hornblende) নামেও পরিচিত। এর গঠন দানাদার এবং খুব শক্ত। এর কাঠনিয় নম্বর 5.5 এবং আপেক্ষিক গুরুত্ব 3.2। এর বর্ণ কালো হতে কালো-হলুদ হয়ে থাকে।





**৫। পাইরক্সেনি (Pyroxene) :-** এটা ক্যালসিয়াম, ম্যাগনেশিয়াম, আয়রন ও অ্যালুমিনিয়ামের জটিল সলিকিটে। এটা আগাইট নামেও পরিচিত। এর বুনট দানাদার এবং খুবই শক্ত। এটা হর্নব্লেন্ডের মতো, তবে অপেক্ষাকৃত ভারী। এর কাঠনিয় নম্বর 5 হতে 6 এবং আপেক্ষিক গুরুত্ব 2.3 হতে 3.6।





**৬। অলভিনি (Olivine) :** এটা ম্যাগনেশিয়াম, আয়রন ও সিলিকার সমন্বয়ে গঠিত। প্রায় সকল ব্যাসাল্ট পাথরই এর উপস্থিতি লক্ষণীয়। এটা কাচের মতো মসৃণ, বর্ণ হলুদাভ সবুজ এবং খুব শক্ত। এর কাঠনিয় নম্বর 6.5 এবং আপেক্ষিক গুরুত্ব 3.5-4.1





**৭। ক্যালসাইট (Calcite) :** -এটা ক্যালসিয়াম কার্বনেটে ( $\text{CaCO}_3$ )। চূনাপাথর ও মার্বেলে পাথরে এর আধিক্য পরিলক্ষিত হয়। এর গঠন দানাদার তবে খুব শক্ত নয়। এর বর্ণ সাদা তবে ধূসর বর্ণেও হতে পারে। এর কাঠনিয় নম্বর 3 এবং আপেক্ষিক গুরুত্ব 2.7।





**৮। ডোলোমাইট (Dolomite) :-** এটা ক্যালসিয়াম ও ম্যাগনেসিয়াম কার্বনেটে গঠিত। এটা ক্যালসাইট অপেক্ষা শক্ত। ডোলোমাইটকি চূনাপাথর ও ডলেোমাইটকি মার্বলে এর উপস্থিতি দেখা যায়। এর গঠন স্ফটিকিদানাযুক্ত এবং বর্ণ সাদা হতে ধূসর। এর আপেক্ষিক গুরুত্ব 2.86।





৯। গারনেটে (Garnet) :- এটা লাইম অ্যালুমিনা বা ম্যাগনেশিয়া অ্যালুমিনার জটিল সলিকিটে বশিষে। এতে কয়িৎ পরমিাণ ম্যাঙ্গানজি ও আয়রন থাকতে পারে। এটা সাধারণত সবুজ বর্ণরে, বুনট দানাদার। এর কাঠনিয নম্বর 7 এবং আপকেষকি গুরুত্ব 4।





১০। ম্যাগনেসাইট (Magnesite) :- এটা ম্যাগনেসিয়াম কার্বনেটে। এটা মহিদিনার  
দৃঢ় বুনটে তৈরি এবং বর্ণ সাদা বা ধূসর।





**১১। অ্যাজবসেটস (Asbestos) :-** এটা আঁশালো খনজি পদার্থ। এটা ক্যালসিয়াম ও ম্যাগনেসিয়ামের 'সিলিকেটে, আয়রন অক্সাইড ও অ্যালুমিনিয়ামের সমন্বয়ে তৈরি। এর বরণ ধূসর বাদামি ও ফকি কালো। আঁশে আঁশে খুলে খুলে যাওয়ার ভৌত গুণাবলি এতে বিদ্যমান, তাই এটা শক্ত নয়।





১২। আয়রন অক্সাইড (Iron oxide) :- আয়রন অক্সাইডেরে তনিটিভিন্‌নরূপ হলো-

(ক) হমোটাইট : এর বর্ণ লাল হতে বাদামি এবং বুনট দানাদার ।

(খ) লমিোনাইট : এর বর্ণ বাদামিকালো-হলুদ, বুনট দানাদার বা আঁশালো ।

(গ) ম্যাগনেটাইট : এর বর্ণ কালো এবং বুনট দানাদার ।



# প্রকৌশল কার্যে নানা শ্রেণির, নানা গুণের পাথর ব্যবহার করা হয়। বিভিন্ন দিক বিবেচনা করে পাথরকে নমিনোক্ত তিন শ্রেণিতে ভাগ করা যতে পারে, যথা-

ক) ভূতাত্ত্বিক (Geological) শ্রেণিবিভাগ

খ) গঠন-প্রকৃতগিত বা ভৌত (Physical)

শ্রেণিবিভাগ

গ) রাসায়নিক (Chemical) শ্রেণিবিভাগ।

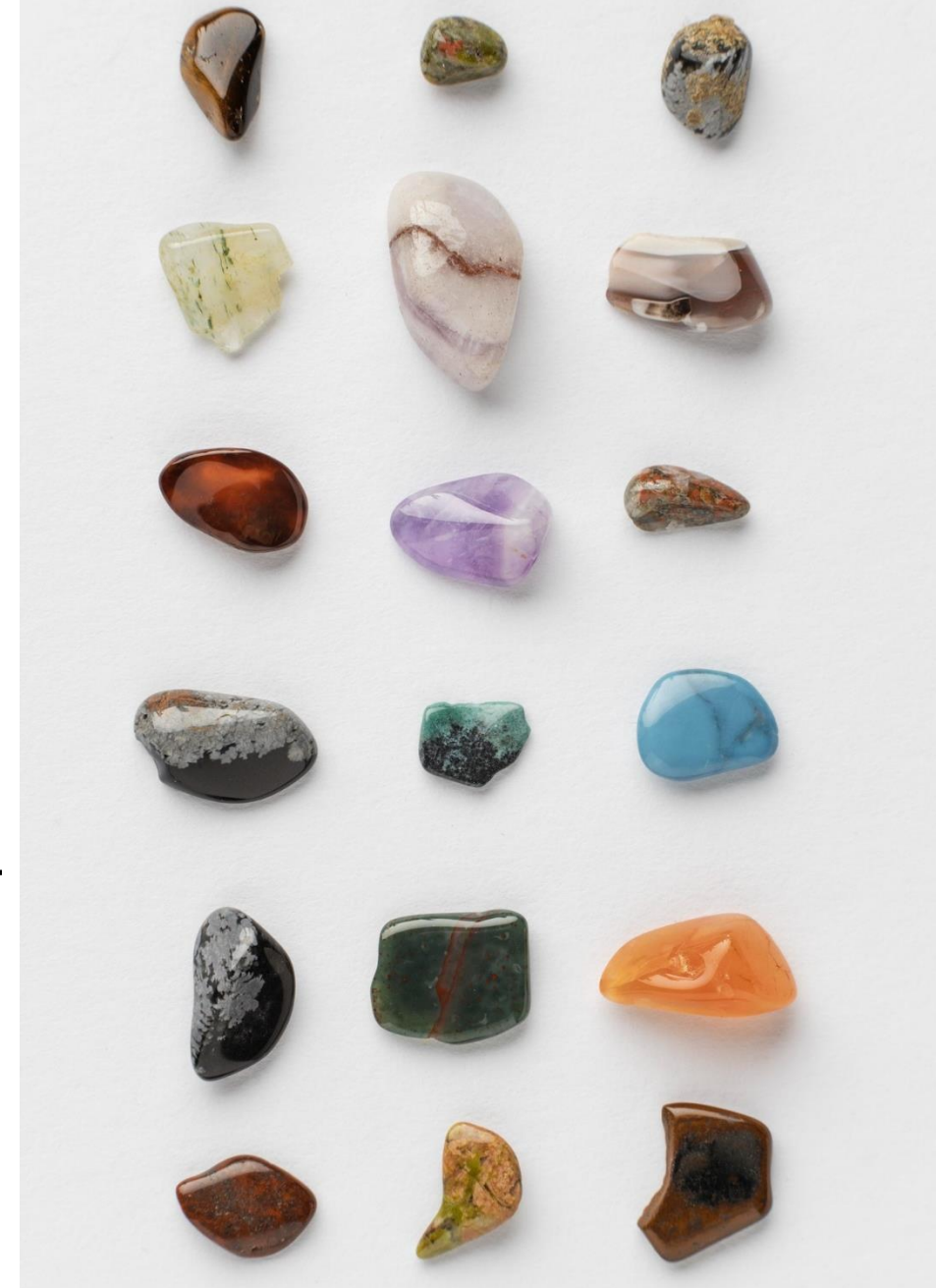
(ক) ভূতাত্ত্বিক (Geological) শ্রেণিবিভাগ :

ভূপৃষ্ঠে প্রাপ্ত পাথরকে ভূতাত্ত্বিক বিচারে তিন শ্রেণিতে ভাগ করা হয়, যথা—

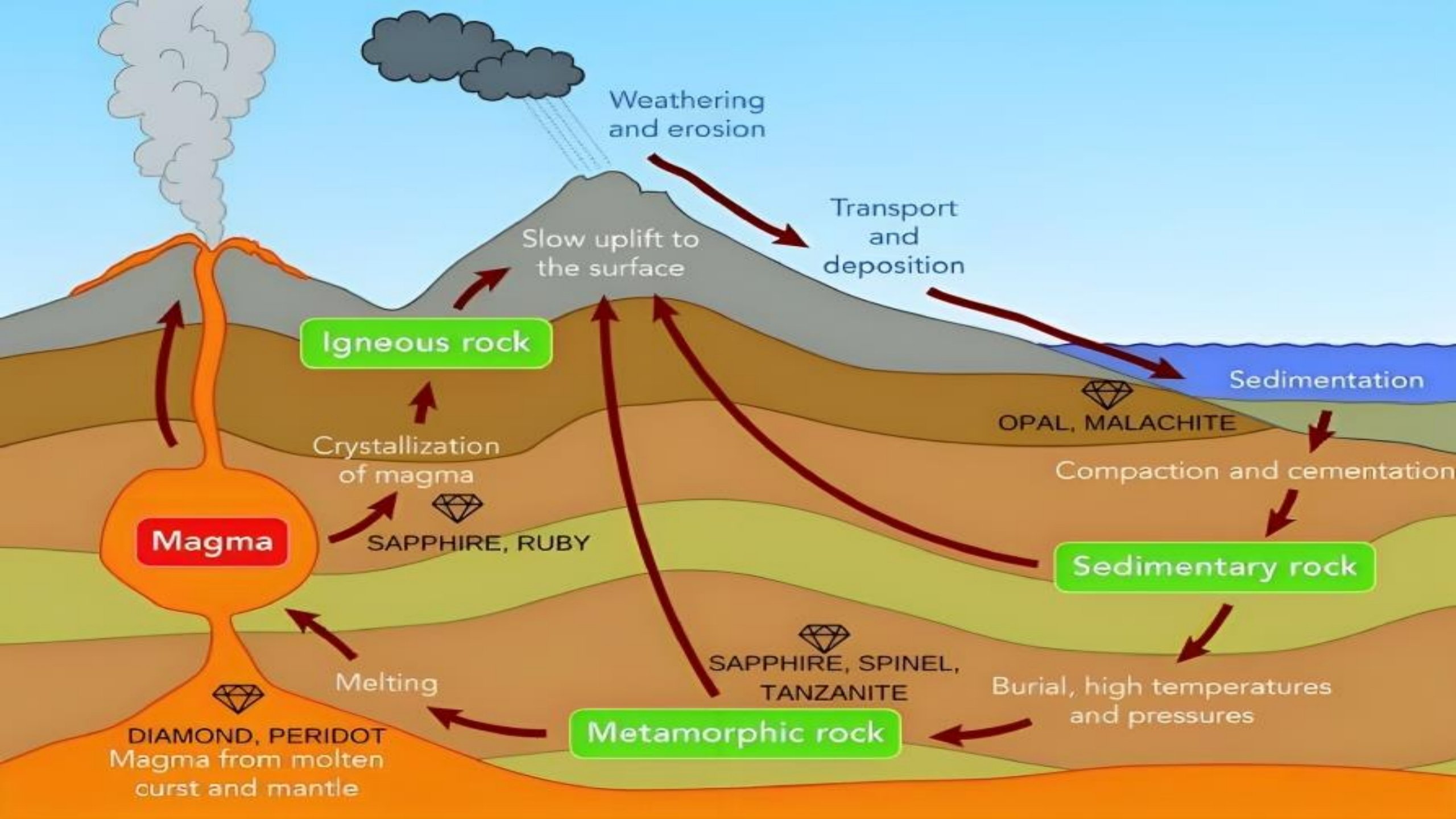
1) আগ্নেয় পাথর (Igneous stones)

2) পাললিক পাথর (Sedimentary stones)

3) রূপান্তরিত পাথর (Metamorphic stones)।







Weathering and erosion

Transport and deposition

Slow uplift to the surface

Igneous rock

Sedimentation

OPAL, MALACHITE

Crystallization of magma

SAPPHIRE, RUBY

Sedimentary rock

Compaction and cementation

SAPPHIRE, SPINEL, TANZANITE

Burial, high temperatures and pressures

Metamorphic rock

Melting

DIAMOND, PERIDOT  
Magma from molten crust and mantle

Magma

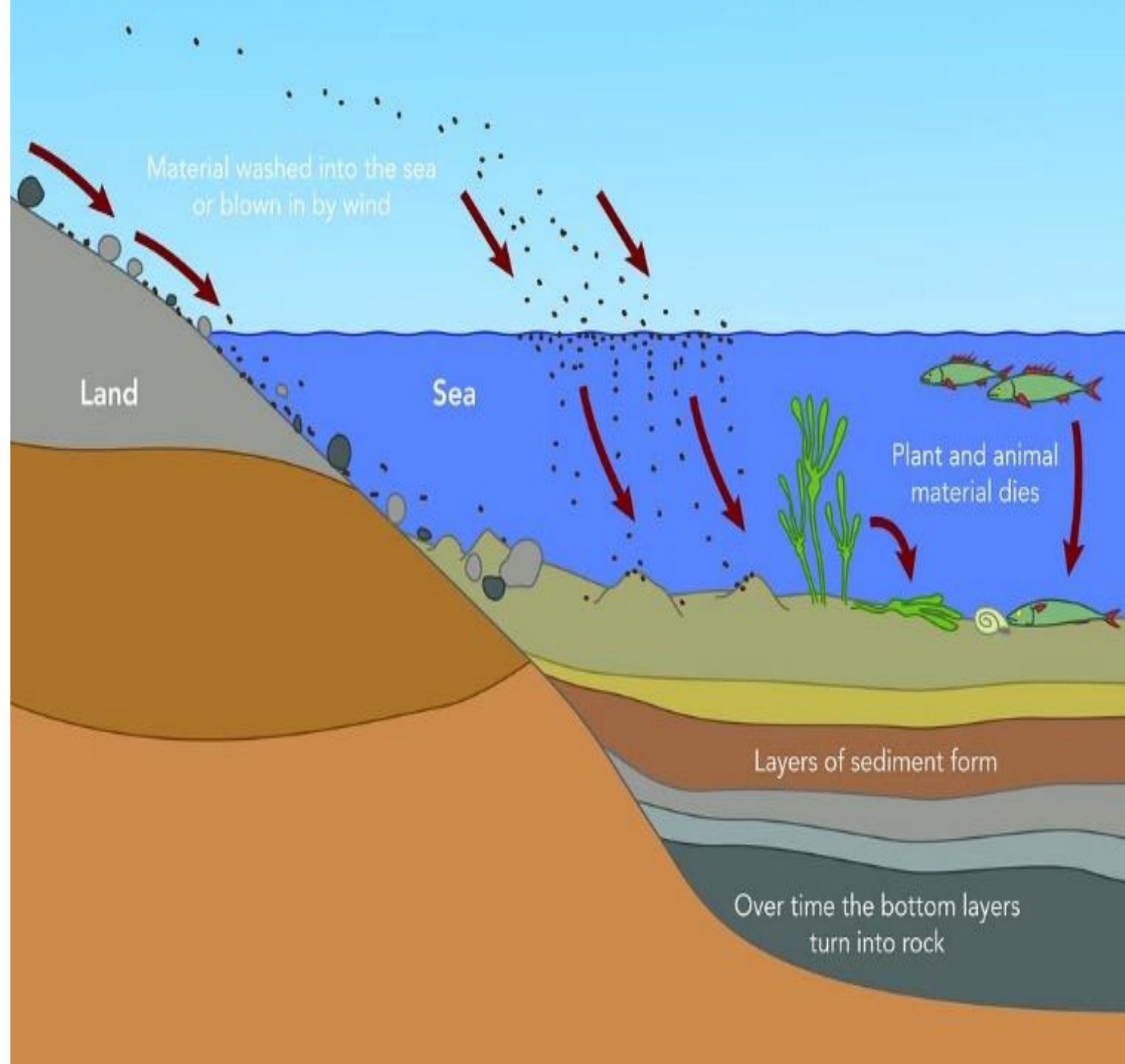
## আগ্নয়ে পাথরের বৈশিষ্ট্যসমূহ :

- (i) অস্‌তরতি (Non-stratified) : এগুলো উত্তপ্ত গলতি অবস্থা হতে ধীরে ধীরে ঠান্ডা হয়ে জমাটবদ্ধ হয় বধি়য়, এগুলোতকোনো স্‌তর থাকে না
- (ii) জীবাশ্মমুক্ত : এগুলো ভূগর্ভ হতে নর্গিত গলতি উত্তপ্ত পদার্থ হতে সৃষ্টি হয় বধি়য় এগুলোতে জীবাশ্মের উপস্থিতিরি প্রশ্নই উঠে না ।
- (iii) কলোসতি : এগুলো গলতি অবস্থা হতে তাপ বকিরিণ করে সৃষ্টি, তাই এগুলো অদানাদার কলোসতি । তবে ক্‌ষত্রেবশিষে এগুলো দানা বাঁধে বা নর্দিষ্টি আকারে কলোসতি হয় ।
- (iv) পানি অপ্রবশেষ : গলতি অবস্থা হতে ঠান্ডা হয়ে এগুলো সৃষ্টি হয়, তাই এগুলোতে পানি প্রবশে করতে পারে না । ফলত এগুলো পানি অপ্রবশেষ হয় ।
- (v) সুদৃঢ়, শক্ত, মজবুত ও সুসংহত : এগুলো বগিলতি অবস্থা হতে ক্রমান্বয়ে তাপ হারিয়ে সংকুচতি হয়ে জমাট বাঁধে বধি়য় সুদৃঢ়, শক্ত, মজবুত, শক্তিশালী ও সুসংহত হয় ।
- (vi) জোড়া ও সংযুক্তি : যহেতে এগুলো সৃষ্টিতে গলতি পদার্থ নর্গমন ও সঞ্চিত হয়, তাই এগুলোর স্‌তরে জোড়া ও সংযুক্তি সৃষ্টি হয় ।
- (vii) প্রাথমকি পাথর : আগ্নয়ে পাথর পৃথিবীর প্রথম পাথর । তাই এগুলো হতে অন্যান্য পাথরের সৃষ্টি হয়েছে ।



## ২। পাললকি পাথর (Sedimentary stones) :

আগ্নয়ে বা প্রাথমিক পাথর বৃষ্টি, বায়ু, তুষার, তাপ, সমুদ্রের ঢেউ প্রভৃতি প্রাকৃতিক শক্তির প্রভাবে ক্ষয়প্রাপ্ত এবং চূর্ণীভূত হয়ে কাঁকর, কাঁদা ও ধূলায় পরিণত হয়। এরূপ ক্ষয়িত পাথরকণা জলস্রোত, বায়ু ও হিমবাহ দ্বারা পরিবাহিত হয়ে পলল এবং তলানরূপে ক্রমান্বয়ে হ্রদ, সাগর বা নদীগর্ভে সঞ্চিত হয়ে অত্যধিক চাপ, উত্তাপ বা অন্যান্য প্রাকৃতিক প্রক্রিয়ায় শক্ত পাথর সৃষ্টি করে। এ পাথর সৃষ্টিতে অগতি জলজন্তুর হাড়চূর্ণ, বালি, লৌহ ইত্যাদি যৌগিক পদার্থ ও নানাবিধ উদ্ভিদ দহেরে রাসায়নিক উপাদান বিশেষ ভূমিকা পালন করে থাকে। পলল বা তলান হিতে গঠিত হয় বলে এ পাথরকে পাললকি পাথর বলা হয়। যহেতে এ পাথর স্তরে স্তরে সঞ্চিত হয়ে গঠিত হয় সহেতে এগুলোক স্তরীভূত পাথরও বলা হয়ে থাকে। সমুদ্রগর্ভে গঠিত নানাপ্রকার পাথরে উদ্ভিদ ও জীবজন্তুর দহোবশে পরস্তরীভূত অবস্থায় দেখা যায়— এগুলোক জীবাশ্ম বলে। বলেপাথর, চূনাপাথর, কওলনি পাললকি পাথরেরে অন্যতম উদাহরণ।



## # পাললকি পাথরের বৈশিষ্ট্যসমূহ :-

- (i) **স্তরতি** : এগুলো স্তরে স্তরে সৃষ্টি বিধায় এগুলোকে স্তরতি পাথরও বলা হয় এবং এগুলোর স্তরগুলো সাধারণত অনুভূমিক এগুলোর দানা স্থূল বা বশে সূক্ষ্মও হতে পারে।
- (ii) **জীবাশ্মযুক্ত** : এগুলোর উৎপত্তি অঞ্চলে জীবের মৃতদেহের কঠিনাংশের জীবাশ্মের উপস্থিতি বিদ্যমান বিধায় এগুলো জীবাশ্মযুক্ত পাথর।
- (iii) **অকলোসতি (Non-crystallic)** : যহেতু এগুলো উত্তপ্ত গলতি অবস্থা হতে ঠান্ডা হয়ে সৃষ্টি হয় না, তাই এগুলোর কলোসতি হওয়া কোনো সম্ভাবনাও নহে।
- (iv) **তরঙগরে দাগ (Ripple marks)** : এগুলো সচরাচর জলভাগের তলদেশে সৃষ্টি বিধায় এগুলোতে তরঙগরে দাগ দেখা যায়।
- (v) **কাঠনিষ** : পানিস্রোত, বায়ু ইত্যাদির মাধ্যমে আগ্নেয় শিলার ভগ্নাংশ সঞ্চিত হয়ে এগুলোর সৃষ্টি বিধায় এগুলোর কাঠনিষ

## SEDIMENTARY ROCKS CHARACTERISTIC



LIMESTONE



SILTSTONE



SANDSTONE



SHALE



### ৩। রূপান্তরিত পাথর (Metamorphic stones) :

ভূ-আন্দোলন, অগ্ন্যুৎপাত ও ভূমিকম্পে দীর্ঘ সময় উর্ধ্বস্তরে চাপে, রাসায়নিক ক্রিয়ায় এবং ভূগর্ভস্থ তাপে প্রভাবে সৃষ্ট অনুকূল অবস্থায় আগ্নেয় ও পাললিক পাথর রূপান্তরিত হয়ে এক নতুন পাথরে রূপ নেয়। এ নতুন পাথরই রূপান্তরিত পাথর।

### রূপান্তরিত পাথরে বৈশিষ্ট্যসমূহ :

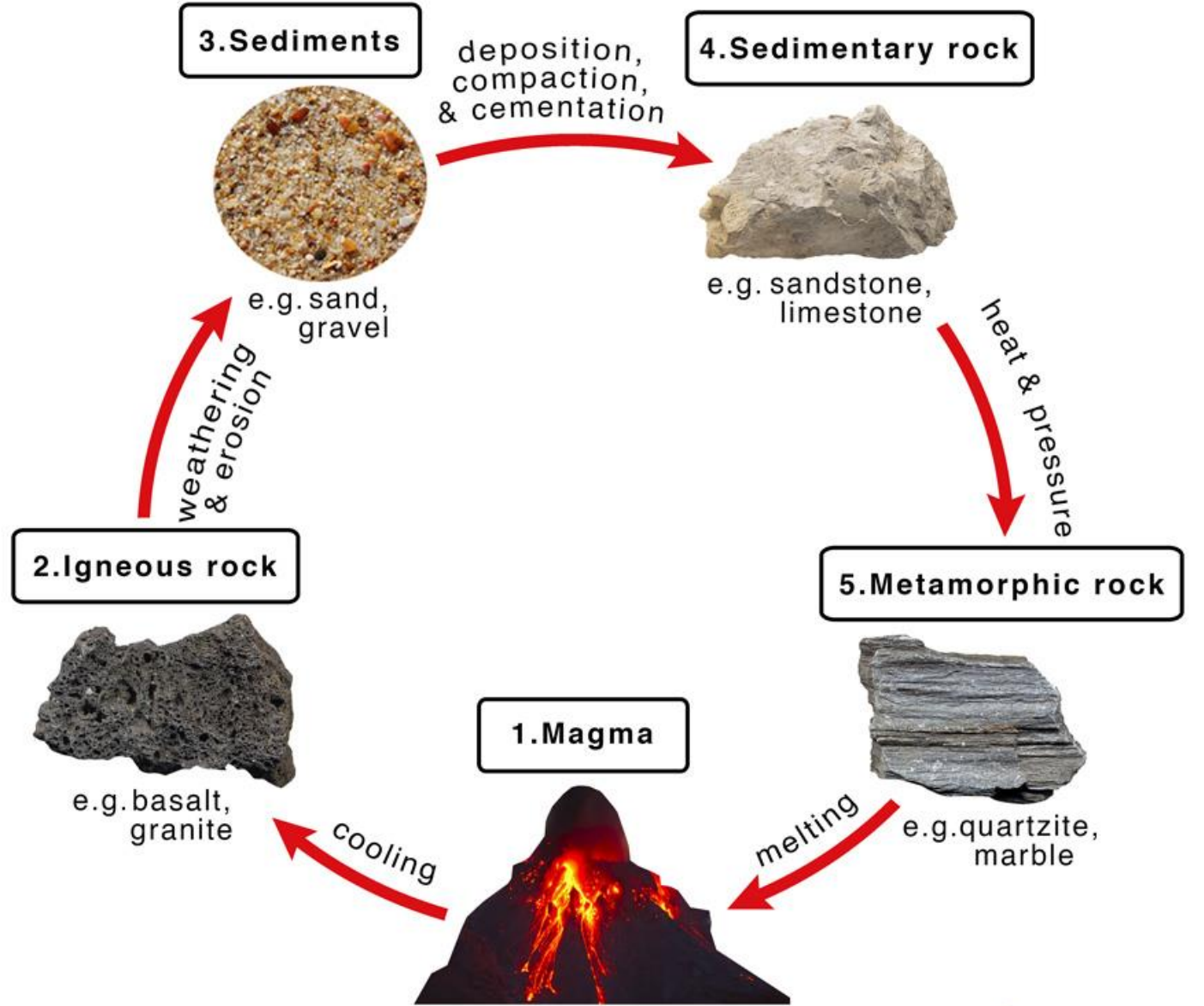
(i) **কাঠনিয়** : যহেতু আগ্নেয় ও পাললিক পাথর তাপ ও চাপে পরিবর্তিত হয় রূপান্তরিত পাথরে পরিণত হয়, তাই এগুলোর কাঠনিয়, শক্তি ও মজবুতি উক্ত পাথরদ্বয় থেকে অধিক হয় থাকে।

(ii) **কলোসতি** : এগুলো তাপ ও চাপে আগ্নেয় ও পাললিক পাথরে পরিবর্তনে সৃষ্ট, তাই সাধারণত এগুলো কলোসতি (Crystalline) হয়ে থাকে।

(iii) **তরুগ দাগ** : এগুলোতে তরুগ দাগ থাকে না।

(iv) **গঠনে সমান্তরাল** : এগুলোর গঠন অনুভূমিক, উল্লম্ব বা তীক্ষ্ণভাবে সমান্তরালে হয়ে থাকে।

(v) **জীবাশ্মমুক্ত** : যহেতু এগুলো আগ্নেয় পাথর ও পাললিক পাথরে ভগ্নাংশ হতে সৃষ্ট



## ২.৩ উত্তম নির্মাণ পাথরের বৈশিষ্ট্যসমূহ।

নির্মাণকাজে ব্যবহারযোগ্য উত্তম পাথরে গড়ন ও গঠনশৈলী নখুঁত হবো। এর পর্যাপ্ত কাঠনিষ, ঘাতসহনীয়তা, শক্তি, কষয়রোধ ক্ষমতা, আগুন-বদ্যুৎ-তাপরোধক ক্ষমতা ও কার্য সুবিধা থাকবে এবং তরল শোষণেরে ক্ষমতা খুবই নগণ্য হবো। এগুলোতে ছদির খুবই কম থাকবে এবং অত্যধিক ভারী হবো না। এগুলো আকর্ষণীয় বরণেরে ও সৌন্দর্যবর্ধক হবো।  
নির্মাণকার্যে ব্যবহৃত উত্তম পাথরের বৈশিষ্ট্যসমূহ নিচে দেয়া হলো-

**1) পাথরের গঠনশৈলী (Structure of stones) :** পাথরের উৎপত্তিতে যে প্রক্রিয়ায় পাথরের কণাগুলো সন্নিবেশিত হয়, প্রক্রিয়ার উপর পাথরের গঠনশৈলী নির্ভর করে। পাথরে তিন ধরনের গঠনশৈলী পরিলক্ষিত হয়, যথা-

(ক) অস্তরিত (Unstratified),

(খ) স্তরিত (Stratified),

(গ) ভাঁজকৃত বা বলতি (Foliated)।

গলতি লাভা ঠান্ডা হয়ে আগ্নেয় পাথরে সৃষ্টি করে। এ জাতীয় পাথরে কোনো স্তর থাকে না। তাই এগুলো নির্মাণকার্যের জন্য সর্বাধিক উপযোগী। পাললিক পাথর স্তরে স্তরে জমা হয়ে সৃষ্টি হয় বদ্যুৎ এগুলোর গঠনশৈলী স্তরিত। এদেরকে ফাটল তল বরাবর (Planes of cleavage) পরতে পরতে (Lamina) বিভক্ত করা সহজসাধ্য। রূপান্তরিত পাথরে গঠনশৈলী বলতি বা ভাঁজকৃত। যদিও রূপান্তরিত পাথরে স্তর দেখা যায়, কিন্তু এ স্তর সর্বত্র সমান নয়। পাললিক পাথর শক্ত এবং স্থায়িত্বশীল নয়। তবে রূপান্তরিত পাথর আগ্নেয় পাথরের ন্যায় শক্ত এবং স্থায়িত্বশীল।

**2) পাথরের গ্রন্থন বা গ্রন্থনশৈলী (Texture of stone) :** পাথরের উপাদানসমূহের আকার-আকৃতি ও সন্নিবেশকে পাথরের গ্রন্থন (texture) বলা হয়। পাথরের গ্রন্থনের উপর এর শক্ততা (Hardness) নির্ভর করে। ঠাসা দানায় সুসংবদ্ধ গ্রন্থনের সমসত্ত্ব পাথরে আবহাওয়ার প্রতিকূলতা কষতসিধন করতে পারে না। সূক্ষ্মদানায় দৃঢ়ভাবে গঠিত পাথর বেশে স্থায়িত্বশীল এবং নির্মাণেরে জন্য উপযোগী। পাথরেরে ভগ্নপৃষ্ঠ দেখে পাথরেরে গ্রন্থন বুঝা যায়। দানাদার পাথরেরে ভগ্নতল সমান এবং অদানাদার পাথরেরে ভগ্নতল অসমান। দানাদার এখনরে পাথর ইমারতেরে জন্য এবং অদানাদার এখনরে পাথর রাস্তা নির্মাণেরে জন্য উপযোগী।



**৩। সচ্ছদ্রিততা ও শোষণতা (Porosity and absorption) :** কোনো পাথরের আয়তনের সাথে এর অভ্যন্তরস্থ ছদ্রির আয়তনের অনুপাতে শতকরা হারকে সচ্ছদ্রিততা বা পরোসটি বিলা হয়। ছদ্রিময় পাথর দুর্বল। বহিঃপৃষ্ঠে দেওয়ালে ছদ্রিময় পাথর ব্যবহার করলে বৃষ্টির পানি রাসায়নিকভাবে সক্রিয় হয়ে পাথরে বয়োজন ও বিভাজন ঘটায়। যখন পাথর পানিতে ডুবিয়ে রাখা হয় তখন ছদ্রিময় পাথর অধিক পানি শোষণ করে। মার্বলে ন্যায় শক্ত ও শক্তিশালী পাথরও প্রায় 1% পানি শোষণ করে। অপরপক্ষে, বলেপাথর প্রায় 20% পানি শোষণ করে। তাই সহজেই বলা যায়, বলেপাথর দুর্বল পাথর। শীতপ্রধান অঞ্চলে পাথরে ছদ্রির জমা পানি বিরফ হয়ে আয়তনে বৃদ্ধি পায়। ফলে অভ্যন্তরস্থ চাপে পাথর বিভাজিত হয়ে ফাটল সৃষ্টি করে। হাইড্রোলিক স্ট্রাকচার-এর ক্ষেত্রে ছদ্রিময় পাথর ব্যবহার করা অনুচিত।

**৪। আপেক্ষিক গুরুত্ব ও ঘনত্ব (Specific gravity & Density) :** পাথরের মোট ওজনকে তার মোট আয়তন দ্বিগুণে ভাগ করলে ঘনত্ব পাওয়া যায়। অধিক ঘনত্বের পাথরে আপেক্ষিক গুরুত্বও অধিক হয় এবং শক্তিও অধিক হয়। অপেক্ষাকৃত অধিক ঘনত্বের দৃঢ় ও সুসংবদ্ধ পাথরে আপেক্ষিক গুরুত্ব 2.7 হতে 2.8 এবং অসংবদ্ধ ঢালা পাথরে আপেক্ষিক গুরুত্ব 2.4 এর মতো। ভারী পাথর ভাঙা, বাঁধ, ঠাসে দেওয়াল, জেট, ডকইয়ার্ড ইত্যাদির কাজে এবং হালকা পাথর খলান ও অলঙ্কারমূলক কাজে ব্যবহার করা হয়।

**৫। পাথরের কাঠনিয়, ঘাতসহন ক্ষমতা ও শক্তি (Hardness, Toughness & Strength of stone) :** যখন পাথর দ্বারা অন্য পাথরের উপর আঁচড় বা দাগকাটা যায়, তার কাঠনিয় অধিক। যমেন— জপিসাম পাথর দিয়ে ট্যাঙ্ক পাথরে আঁচড় কাটা যায়, তাই জপিসামের কাঠনিয় ট্যাঙ্ক-এর চেয়ে বেশি। যখন সকল পাথর খুব ঠাসা স্ফটিক দানায় গঠিত সেকল পাথর অপেক্ষাকৃত অধিক কাঠনিয়সম্পন্ন। মোহস্-এর কাঠনিয় স্কেলে (Moh's scale of hardness) কাঠনিয় পরিমাপ করা যতে পারে (মূল-10 স্কেলে)। কাঠনিয়ের নম্বন হতে উর্ধ্বমুখী মানের বিভিন্ন পাথরের নাম (১) ট্যাঙ্ক, (২) জপিসাম, (৩) ক্যালসাইট, (৪) ফ্লোরাইট, (৫) এপটাইট, (৬) ফলেসপার, (৭) কোয়ার্টজ, (৮) টপোজ, (৯) কোরানডাম, (১০) হীরক। মোহস্-এর কাঠনিয় স্কেলে 15 অনুসারে (১) ট্যাঙ্ক (২) জপিসাম (৩) ক্যালসাইট (৪) ফ্লোরাইট (৫) এপটাইট (৬) ফলেসপার (অর্থক্লসে) (৭) ভট্টেরিয়াস সলিকি (৮) কোয়ার্টজ (৯) টপোজ (১০) গারনেট (১১) ফাইজড্ জারকোনিয়া (১২) ফাইজড্ অ্যালুমিনা (১৩) সলিকিন কার্বাইড (১৪) বোরন কার্বাইড (১৫) ডায়মন্ড। ট্যাঙ্ক এতই নরম য়ে, ট্যালকম পাউডার তৈরি করা যায় এবং হীরক এতই শক্ত য়ে, কাচ কাটা যায়।

পাথরের ঘাতসহন ক্ষমতা এর কাঠনিয়ের উপর নির্ভর করে না। যমেন- কোয়ার্টজ যদিও উচ্চ কাঠনিয়সম্পন্ন কিন্তু ঘাতসহনে খুবই অপারগ। যখন পাথরে সাংঘর্ষিক বল (impact) প্রতর্িতোধক ক্ষমতা অধিক, তার ঘাতসহন ক্ষমতাও অধিক। অধিক ঘাতসহনীয় ক্ষমতাসম্পন্ন পাথরই উত্তম পাথর।

কাঠামোতে ব্যবহৃত পাথরে প্রচুর চাপা বল কাজ করে। পাথরে গ্রথন, আপেক্ষিক গুরুত্ব, ঘনত্ব, সচ্ছদ্রিততা ইত্যাদির উপর পাথরের শক্তি নির্ভর করে। উত্তম গ্রথন, উচ্চমানের আপেক্ষিক গুরুত্ব ও নম্বনমানের ছদ্রিময়তা শক্তিশালী পাথরের বৈশিষ্ট্য।

নমিনোক্ত বিষয়গুলোর উপর পাথরকে কাঠনিষ, ঘাতসহন ক্ষমতা ও শক্তি নিৰ্ভর করে—

(ক) পাথরকে উপাদানসমূহের দৃঢ়তা ও অনমনীয়তা বশিষ্টিত্বের উপর।

(খ) উপাদানসমূহের আকার-আকৃতির উপর।

(গ) উপাদানসমূহে বন্নিয়স্ততার উপর (সমসত্ত্ব বন্নিয়াস, এলোমলেো বন্নিয়াস ইত্যাদি)।

(ঘ) উপাদানসমূহের সংযুক্তির মাত্রার উপর।

(ঙ) জোড়ক উপাদানের গুণাগুণ ও পরিমাত্রার উপর।

**৬। পাথরকে কষয়রোধ ক্ষমতা (Abrasion resistance of stone) :** যবে পাথর ঘর্ষণে কম কষয়প্রাপ্ত হয় তা রাস্তা তরৈরি সামগ্রী হসিবে ব্য়বহৃত হয়। ঘর্ষণে ফলে কষয়প্রাপ্ত হওয়ার প্রবণতা রোধে গুণকে কষয়রোধ ক্ষমতা নামে আখ্যায়তি করা হয়।

**৭। বাহ্যিক অবয়ব ও বরণ (Appearance and colour) :** সাম্য বরণে পাথর সাধারণত শক্তিশালী ও স্থায়িত্বশীল। কারুকায়, অলঙ্কারমূলক কাজ ও স্মৃতিসৌধ নিৰ্মাণে পাথরকে এ জাতীয় গুণ থাকা বশিষে গুরুত্বপূর্ণ। পাথরকে গায়ে লাল ও বাদামি বরণে ছাপ পাথরকে অপদ্রব্য়ের উপস্থিতি নিৰ্দেশে করে। এ অপদ্রব্য়ের মধ্যে আয়রন অক্সাইড ও টলি-মাটিকিণাই প্রধান। পাথর অতিরিক্ত আয়রন অক্সাইডযুক্ত হলে, এগুলেো বায়ুমণ্ডল হতে জলীয় অংশ বা অক্সিজিনে গ্রহণ করে মরচির সৃষ্টি করে এবং নিৰ্মাণপৃষ্ঠ কুৎসতি ও কদাকাররূপ ধারণ করে।

**৮। তরলে প্রবশেষতা (Permeability) :** পাথরকে ভতির দয়ি তরল পদার্থে প্রবাহ দুর্বল পাথর নিৰ্দেশে করে অর্থাৎ বন্ধযুক্ত পাথরকে ভতির দয়ি তরল পদার্থ প্রবাহতি হতে পারে। উত্তম পাথর তরল অপ্ৰবশেষ হবে।

**৯। পাথরকে তাপসহন ক্ষমতা (Fire resistance of stone) :** পাথর তাপ কুপরিবাহী। তাপে প্রভাবে পাথর ও পাথর নিৰ্মিতি ইমারত বয়িোজন ও বভিজতি হতে পারে। 600° স. হতে 800° স. তাপমাত্রায় মারবেলে ও চূনাপাথর দগ্ধীভূত হয় এবং ক্যালসাইটে রূপ নেয়। ব্যাসাল্ট ও ট্রাপ উত্তম অগ্নিরোধক ক্ষমতাসম্পন্ন। কনিতু গ্রানাইট তাপে খুব তাড়াতাড়ি বয়িোজতি হয়। তাপ সহনের ক্ষত্রে বলেপাথর সর্বোত্তম।

**১০। পাথরকে তড়ি বহন ক্ষমতা (Electrical conductivity) :** পাথরকে তড়ি বহন ক্ষমতা খুবই কম কনিতু ভজি অবস্থায় অধিক মাত্রায় তড়ি বহন করতে পারে। ঠাসা গঠনে পাথরকে পানিশিেষতার মাত্রা নগণ্য বধি় এগুলেো বদ্যুৎ কুপরিবাহী। তাই বদ্যুতকি সুইচবোরড স্থাপনে মারবেলে বা সলেটে পাথর বয়বহার করা হয়।



**১১। পাথরের শোধন গুণ (Seasoning qualities) :** পাথর খাদ (Quarry) হতে সদ্য আহরতি পাথরে জলীয়কণা থাকে। এটাকে পাথরের খনি রস বা খনি অম্বু (Quarry sap) বলা হয়। এ জলীয়কণা থাকা অবস্থায় পাথর অপেক্ষাকৃত কম শক্ত থাকে এবং কাটা বা সজ্জিতকরণ (Dressing) সহজ হয়। তাই পাথর খাদ হতে পাথর আহরণের সাথে সাথে প্রাথমিক সজ্জিতকরণের কাজ সমাপ্ত করতে হয় এবং চূড়ান্ত সজ্জিতকরণের কাজ ও পলশিকরণের (Polishing) কাজ ব্যবহার কালে করা যায়। তবে পাথর নির্মাণকাজে ব্যবহারের পূর্বে অবশ্যই শোধন বা রসমুক্ত করে নিতে হবে। এ কাজের জন্য পাথরকে উন্মুক্তভাবে ছয় মাস কাল রেখে দলিই চলবে।

**১২। কার্য সুবিধা (Working facility) :** পাথর সজ্জিতকরণ একটি বিষয়বহুল কাজ। শক্ত পাথর সজ্জিতকরণ খুবই কষ্টকর এবং এর খরচও পড়ে অধিক, অপরপক্ষে অপেক্ষাকৃত কম শক্ত পাথর সজ্জিতকরণে খরচের পরিমাণ কম।

**১৩। পাথরের প্রাকৃতিক শয্যা (Natural bed of stone) :** পাথর উৎপত্তিকালে যভাবে অবস্থান করে সরূপ অবস্থানকে পাথরের প্রাকৃতিক শয্যা বলা হয়। আগ্নেয়ে পাথরের প্রাকৃতিক বা স্বাভাবিক শয্যা চিহ্নিত করা কষ্টসাধ্য। পাললিক পাথরের স্তর দেখেই এগুলোর প্রাকৃতিক শয্যা বুঝা যায়। পাথর প্রাকৃতিক শয্যায় অবস্থানকালে সর্বাধিক চাপ সহ্য করতে পারে। তাই নির্মাণে পাথর স্থাপনকালে পাথরের প্রাকৃতিক শয্যার উপর বিশেষ নজর দয়া আবশ্যিক। প্রাকৃতিক শয্যার বিপরীতে চাপ প্রয়োগ করলে বা নির্মাণে চাপ পতি হলে পাথর সহজেই ভেঙে যায়। তাই অবশ্যই লক্ষ রাখতে হবে, পাথরের উপর পতি চাপ যেন প্রাকৃতিক শয্যার উপর লম্বভাবে পতি হয়।

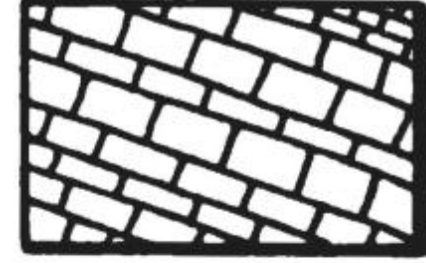
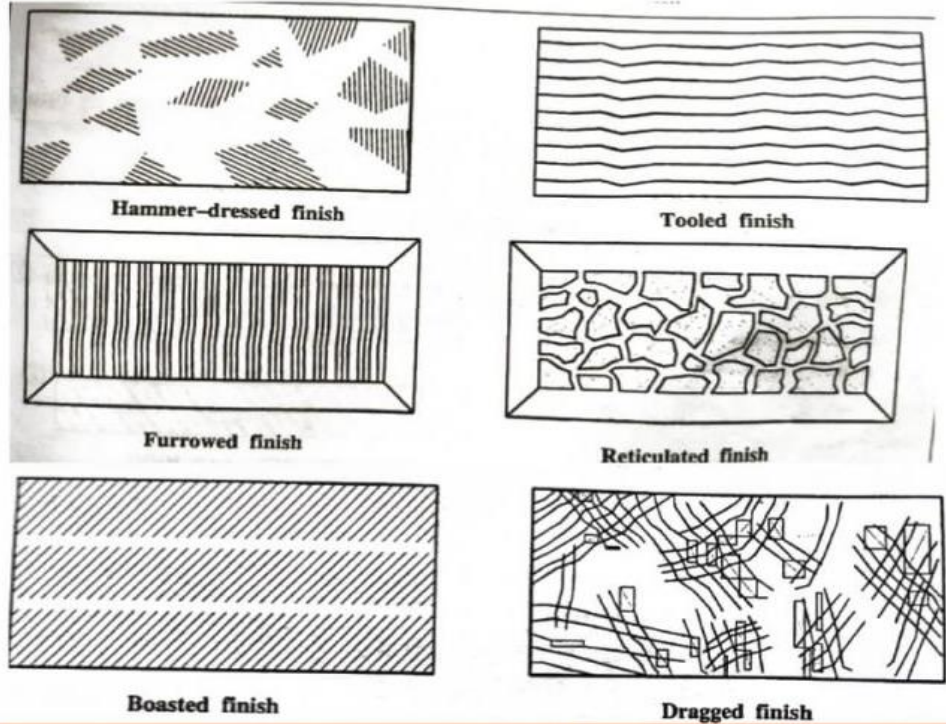


## ২.৪ পাথর সজ্জিতকরণ।

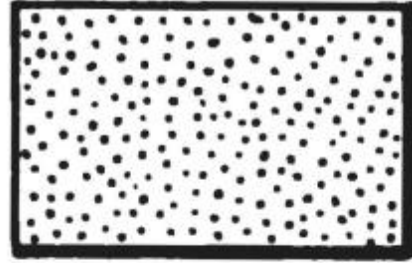
প্রাকৃতিক শলিস্তর হতে আহরণিত পাথর বিভিন্ন আকার-আকৃতির এবড়োথবেড়ো অবস্থায় পাওয়া যায়। এগুলো সরাসরি নির্মাণে ব্যবহার করা যায় না। তাই আহরণের সাথে সাথেই 'কোয়ারিস্‌যাপ' থাকা অবস্থায় চাহিদানুরূপ আকার-আকৃতিতে সজ্জিত (Dressing) করে নেয়া হয় এবং পৃষ্ঠদেশে ব্যবহার উপযোগী মসৃণতায় আনয়ন করা হয়। একে পাথর সজ্জিতকরণ (Dressing of stone) বলা হয়।

নিম্নোক্ত উদ্দেশ্যে পাথর সজ্জিতকরণ বা ড্রেসিং করা হয়ে থাকে—

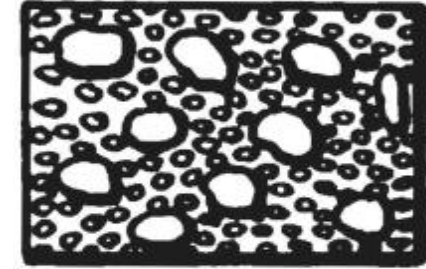
- পাথরকে নির্মাণে ব্যবহার উপযোগী করার জন্য।
- নির্মাণে পাথরকে আকর্ষণীয় সুন্দর মনোরম দেখানোর জন্য।
- গাঁথুনতি খাড়া জোড়া (Vertical joint) পরহির করার জন্য।
- নির্মাণের সৌন্দর্য বৃদ্ধির জন্য।
- নির্মাণে ব্যবহারকালে সহজে নাড়াচাড়া ও যথাযথ স্থানে যথাযথভাবে স্থাপন করার ত
- সুনির্দিষ্ট কাজে- কর্নিশি, স্ট্রাক্‌কোর্স, সলি ইত্যাদি ব্যবহার করার জন্য।



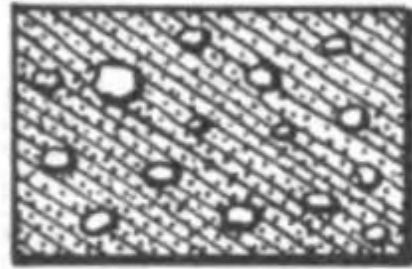
Limestone



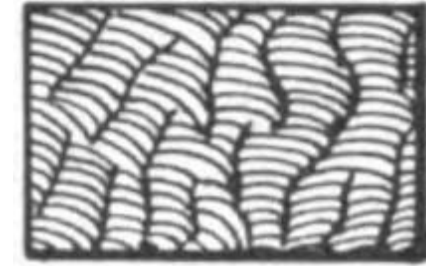
Sand



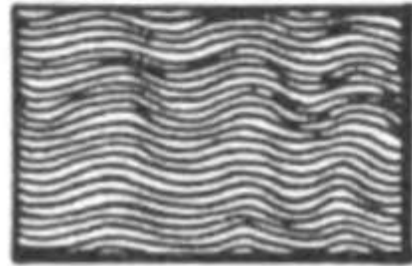
Conglomerate



Drift



Metamorphic  
Rock



Gneiss



সাধারণত পাথর সজ্জাতিরকরণে মাধ্যমে নমিনোকৃত রূপদান করা হয়ে থাকে-

**(i) হডোর (Header) :** এগুলো মোটামুটি দীর্ঘ এবং আয়তাকার। এগুলো দেওয়ালের প্রস্থ বরাবরে সঠিক বন্ডে স্থাপন করা যায়।

**(ii) রাবল (Rubble) :** এগুলো সচরাচর কোনো নির্দিষ্ট আকৃতির হয় না। এগুলো দেওয়ালের অভ্যন্তর ও পশ্চাৎভাগে ব্যবহার করা হয়। ছোট ও চপেটা আকৃতির রাবলকে চপিস (Chips) বলা হয়ে থাকে।

**(iii) খন্দকি (Khandki) :** এগুলোর সম্মুখদিক আয়তাকার এবং ফসে স্টোন (Face stone) হিসাবে দেওয়ালে ব্যবহৃত হয়। এগুলোকে স্ট্রচার (Stretcher)-ও বলা হয়।

**(iv) কয়নে (Quion) :** এগুলো দেয়ালে কোনো ব্যবহার করা হয়। এগুলো দেয়ালের কোণে ব্যবহার উপযোগী করার জন্য সন্নিহিত দুটি তিলই সমকোণে মসৃণ করে নেয়া হয়।

**(v) ব্লক পাথর (Block stone) :** এগুলো আয়তাকার পাথর। এগুলো গাঁথুন ও কারুকায়ণে বিশেষভাবে ব্যবহৃত হয়। এগুলোকে টালি পাথরও বলা হয়ে থাকে।

**(vi) ফল্যাগ পাথর (Flagstone) :** এগুলো কম পুরুত্বের স্ল্যাবের মতো। এগুলো রাস্তা ও মেঝে বাঁধাইয়ে ব্যবহৃত হয়ে থাকে।

**(vii) স্টোন মটোল (Stone metal) :** এগুলো টুকরা আকারের পাথর। এগুলো রলেপথে ব্যালাস্ট, কংক্রিটে অ্যাগ্রগিটে ও সড়ক্রে খোঁয়া হিসাবে ব্যবহৃত হয়।



চিত্র : ২.৪ ড্রেসিং করা বিভিন্ন ধরনের পাথর

## ২.৫ পাথরের মাঠে পরীক্ষা এবং গবেষণাগারে পরীক্ষা ব্যাখ্যা।

নির্মাণকার্যের জন্য পাথর চূড়ান্তভাবে নির্বাচন করে পূর্বে পাথর সম্পর্কে সম্ভব ধারণা নেয়া দরকার। তাই পাথরের গুণাবলিও আবহাওয়ায় পাথরের উপর প্রতিক্রিয়া জানার জন্য পাথরের পরীক্ষণ আবশ্যিক। এ পরীক্ষণ প্রক্রিয়াকে দু'ভাগে ভাগ করা হয়, যথা-

১। মাঠে পরীক্ষা (Field test)

২। গবেষণাগারে পরীক্ষা (Laboratory test)।

১। মাঠে পরীক্ষা (Field test) : পাথরের মাঠে পরীক্ষাকার্য নম্নিলখিত উপায়ে করা হয়—

**(ক) ওজন পরীক্ষা :** সম-আকারের ভিন্ন শ্রেণির দু'টি পাথরের টুকরা হাতে নলি, যটো অধিকতর ভারী অনুভূত হবে ঐ পাথরটাই ভালো, কেননা ভারী পাথরের গঠন দৃঢ় এবং ছত্রিরে পরিমাণ কম, ফলে ওজন বেশি।

**(খ) পাথর ভঙে :** বিভিন্ন শ্রেণির পাথর ভাঙলে যটো ভাঙতে অধিক শক্ত অনুভূত হবে, সটোই ভাল। কেননা দৃঢ় গঠনের টেকসই পাথর ভাঙার কাজ হালকা ফাঁপা পাথর ভাঙার কাজ অপেক্ষা অধিক কষ্টসাধ্য।

**(গ) বাহ্যিক দরশনে :** ভাঙা পাথরের ভাঙা পৃষ্ঠ দেখতে যদি সমতল হয় এবং দানাগুলো যদি স্পষ্ট দৃশ্য হয়, তবে ভালো পাথর বলে বিবেচিত হবে।

**(ঘ) বর্ণের সামান্য পরিবর্তনে :** সামান্য বর্ণের পাথর অসামান্য বর্ণের পাথর অপেক্ষা শক্ত ও স্থায়ী।

**(ঙ) আঘাত করে :** কোনো পাথরকে অন্য কোনো পাথর বা হাতুড়ির সাহায্যে আঘাত করলে ধাতব আঘাতের ন্যায় শব্দ হলে তা ভালো পাথর বুঝায়।

**(চ) ঘর্ষণ করে :** নির্মাণকাজের কোনো পাথরকে অপর পাথর বা শক্ত কচ্ছি দ্বারা ঘর্ষণ করলে যদি পাথরটি ক্ষয়প্রাপ্ত হয় তবে পাথরটি নির্মাণকাজের জন্য অনুপযোগী বলে বিবেচিত হবে। যো পাথর ঘর্ষণের ফলে অধিক ধূলাবালি সৃষ্টি করবে তাও নির্মাণের অনুপযোগী।

**(ছ) ছাঁচ কটে :** কোনো পাথরকে চাক বা ছত্রিরে ছাঁচ দিলে যদি সিঁহতেই দাগ পড়ে তবে তা নির্মাণের অনুপযোগী।





**Thank you**



**for your attention!**

# অধ্যায়-০৩

## ইট ও হলো ব্লক

- ৩.১ ইটের সংজ্ঞা।
- ৩.১.১ উত্তম ইটের (PWD বিনির্দেশিত) বৈশিষ্ট্য।
- ৩.২ ইটের কাচাঁমাল এবং ভালো ইট তৈরির মূল কারণ বর্ণনা।
- ৩.৩ ইট প্রস্তুতকরণ ব্যাখ্যা।
- ৩.৪ বাংলাদেশ ন্যাশনাল বিল্ডিং কোড ও পাবলিক ওয়াকর্স ডিপার্টমেন্ট- এর বিনির্দেশ অনুযায়ী ইটের আকার।
- ৩.৫ ইটের মাঠ পরীক্ষা।
- ৩.৬ বাংলাদেশ ন্যাশনাল বিল্ডিং কোড অনুযায়ী ইটের সাধারণ পরীক্ষা।
- ৩.৭ হলো ব্লক, সলিড ব্লক এবং সিরামিক ইটের বৈশিষ্ট্য।
- ৩.৮ হলো ব্লক, সলিড ব্লক এবং সিরামিক ইটের ব্যবহার এবং সুবিধা-অসুবিধা।
- ৩.৯ হলো ব্লক, সলিড ব্লক এবং সিরামিক ইট তৈরির প্রক্রিয়া।



## ৩.১ ইটের সংজ্ঞা।

মাটি দিয়ে তৈরি ও পোড়ানো নির্মাণ ও ব্যবহার্য সামগ্রী সুপ্রাচীন কাল হতেই মানুষ ব্যবহার করে আসছে। মৃত্তিকার কাঁদায় তৈরি বিভিন্ন নির্মাণসামগ্রী ও ব্যবহার্য সামগ্রীকে কাঁদাজাত সামগ্রী (Clay products) বলা হয়। কাঁদাজাত সামগ্রীর মধ্যে:-

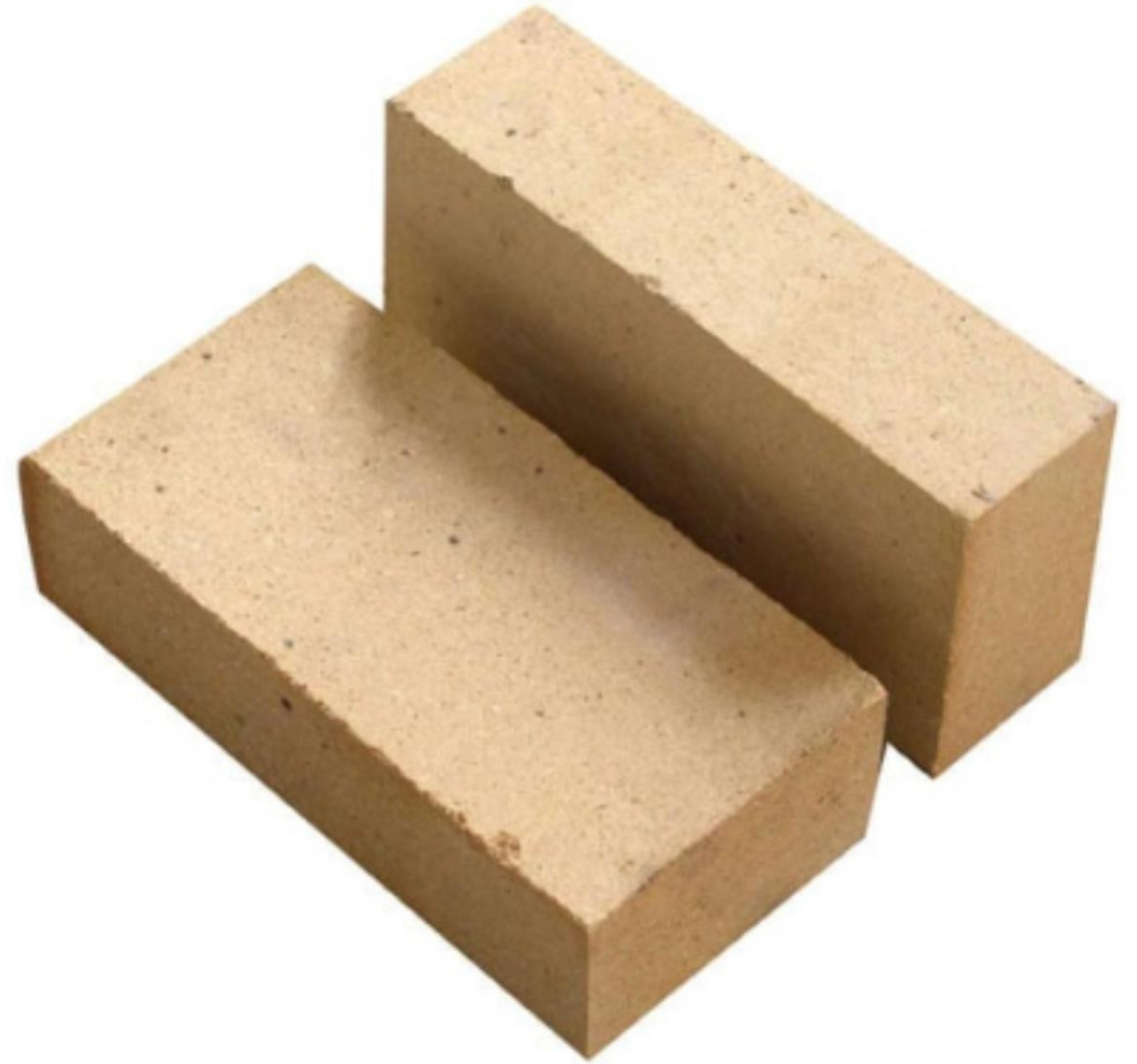
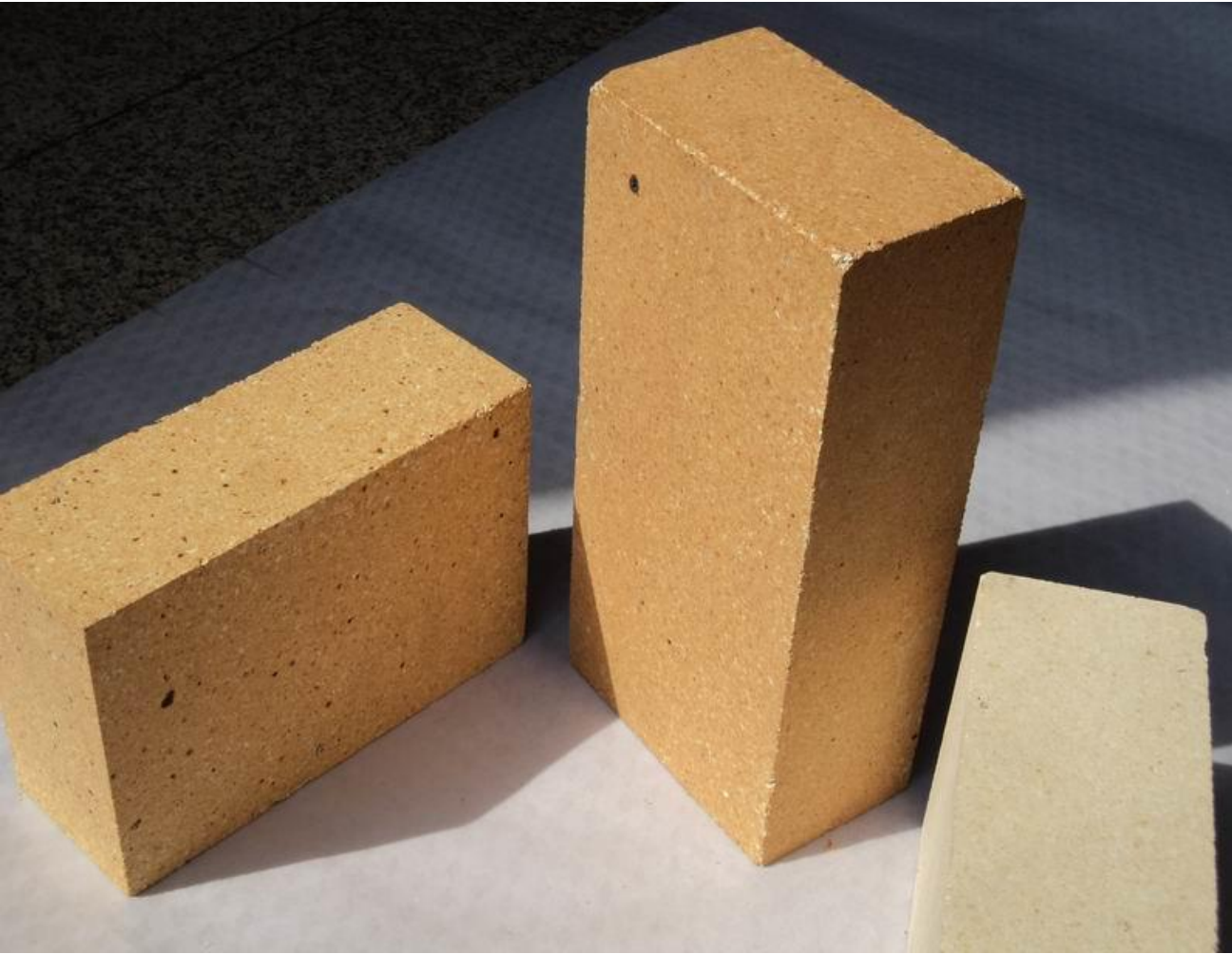
- (ক) ইট (Bricks),
- (খ) দুর্গল ইট (Refractory bricks),
- (গ) টেরোকোটা (Terracotta),
- (ঘ) টালি (Tiles),
- (ঙ) পোর্সেলেনি (Porcelain),
- (চ) শলিপণ্য (Stonewares),
- (ছ) মৃৎপণ্য (Earthenwares),
- (জ) সচ্ছদ্র পাইপ (Porous pipe) অন্যতম।

(ক) ইট (Bricks):



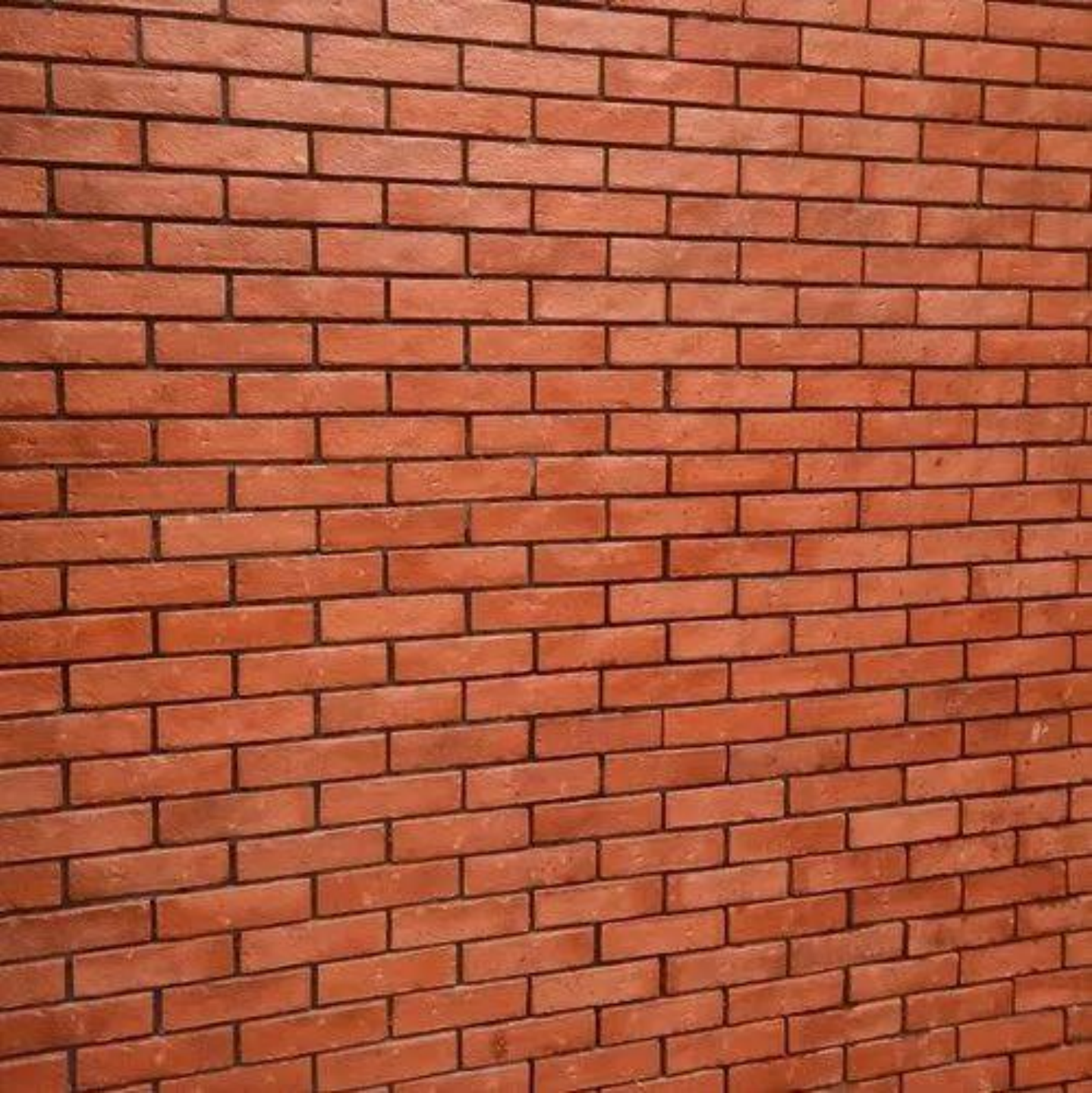


(খ) দুরগল ইট (Refractory bricks):





(গ) টরোকোটা (Terracotta):









(ঙ) পোরসেলেনি (Porcelain):





(চ) শলাপণ্য (Stonewares):



(ছ) মৃৎপণ্য (Earthenwares):-





(জ) সচ্ছদির পাইপ (Porous pipe):-



এ সকল কাদাজাত সামগ্রীগুলাের মধ্যে ইমারত নির্মাণে ইটরে ব্যবহার সর্বাধিক। ইট কাদার তরৈ আয়তাকার কঠনি ঘনবস্তু। এগুলো কাঁচা অবস্থায় ভিজালনে নমনীয় হয় এবং উচ্চতাপে পোড়ানোর পর ক্ত্রমি পাথরের ন্যায় দৃঢ়তা লাভ করে।

উৎকৃষ্ট ইটরে মান নিম্নোকৃত বিষয়গুলোর উপর নিরিভর করে—

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



## ৩.১.১ উত্তম ইটের (PWD বিনির্দেশিত) বৈশিষ্ট্য।

- ১। উৎকৃষ্ট ইট বা প্রথম শ্রেণির ইট আকারে সুষম। এর তলগুলো সমান, কনির ও কোনগুলো তীক্ষ্ণ এবং পাশগুলো সমান্তরাল।
- ২। এগুলোর বাংলাদেশে মানসম্মত পরিমাপ 240 মিমি x 112 মিমি x 70 মিমি অপেক্ষা 3.175 মিমিকিম বা বেশি হতে পারে।
- ৩। সাম্য বর্ণ এ ধরনের ইটেরে অন্যতম বৈশিষ্ট্য, কারণ বর্ণের সাম্যতা ইটেরে পোড়ানো ও রাসায়নিক গঠনের সমরূপতার পরিমাপক। উৎকৃষ্ট ইট সাধারণত গাঢ় লাল বা তাম্র বর্ণেরে হয়ে থাকে।
- ৪। উৎকৃষ্ট ইটেরে কাঠনিষ এমন যে, এতে নখ বা ছুরি দিয়ে আঁচড় কাটা যায় না, হাতুড়ি দ্বারা আঘাত করলে ঝন ঝন শব্দ হয়।
- ৫। ইঞ্জিটি (T) অক্ষরেরে ন্যায় স্থাপন করে 1.5 হতে 1.7 মটার উঁচু হতে স্বাভাবিক শক্তি মটারি উপর স্বাভাবিক অবস্থায় ছেঁড়ে দিলে এ ধরনের ইট ভাঙে না।
- ৬। এ ধরনের ইট সুবদ্ধ এবং মহিও সমবুটযুক্ত। এ ইট ভাঙলে ভগ্নতলে কোনোরূপ চড়ি, চুনরে কণা বা বুদ্ধ দৃষ্ট হয় না।
- ৭। ইট প্রধানত চাপ পীড়ন বহন করে এবং উৎকৃষ্ট ইটেরে বচীরণ শক্তি 400-700 টন/বর্গমটার।
- ৮। এ ধরনের ইটেরে প্রতিটি ওজন প্রায় 3.125 কজে (প্রচলিত বাংলাদেশে মানসম্মত ইট) এবং প্রতি ঘনমটার গাঁথুনি এর ওজন 1892 কজে এর কম নয়।
- ৯। উৎকৃষ্ট ইটেরে পানি বিশেষণ এর শুষ্ক অবস্থায় ওজনরে 1/5 অংশ হতে 1/7 অংশ (15% হতে 20%) এর অধিক নয়।
- ১০। উৎকৃষ্ট ইটে দ্রাব্য লবণেরে (পটাশিয়াম, সোডিয়াম, ক্যালসিয়াম ও ম্যাগনেশিয়াম-এর সালফটে) পরিমাণ 25% এর অধিক নয়। কারণ অধিক পরিমাণ দ্রাব্য লবণ গাঁথুনি পৃষ্ঠে উদ্ ত্যাগরে সৃষ্টি করে, যা গাঁথুনকে স্থায়ীভাবে আর্দ্র ও স্র্যাতসঁতে করে।
- ১১। ইটেরে তৈরি ইমারত গ্রীষ্মে শীতল এবং শীতে উষ্ণ হওয়া প্রয়োজন বধিয় উৎকৃষ্ট ইটেরে তাপ পরিবাহিতা ন্যূনতম।
- ১২। উৎকৃষ্ট ইট দাহ্য নয় ও দহনে সহায়তা করে না। অধিক সলিকায়ুক্ত ইট তুলনামূলকভাবে অগ্নিরোধী। উৎকৃষ্ট ইটেরে তৈরি ইমারত সন্তোষজনকভাবে অগ্নিরোধী।
- ১৩। উৎকৃষ্ট ইট পানিতে ভিজালে আয়তনে পরিবর্তন হয় না।

## ৩.২ ইটের কাচামাল এবং ভালো ইট তৈরির মৃত্তিকা বৈশিষ্ট্যাদি।

### উত্তম ইট তৈরির জন্য মাটির নমিনোকৃত বৈশিষ্ট্যাদি থাকা আবশ্যিক-

- (i) ইট তৈরির মাটি বিশুদ্ধ, কর্দম ও বালুর পরিমিত মিশ্রণ হবে।
- (ii) এগুলোতে পরিমিত পরিমাণে অ্যালুমিনা, লাইম, আয়রন অক্সাইড, ম্যাগনেশিয়া ইত্যাদি থাকা আবশ্যিক।
- (iii) এগুলোতে ইটের জন্য অনিষ্টকর উপাদান থাকবে না।
- (iv) এগুলোতে খণ্ডাকারে মাটি বা অপদ্রব্য থাকবে না।
- (v) উত্তম ইট তৈরির মাটিতে পানি দিয়ে আর্দ্র করে সমসত্ত্ব ও সাম্য মিশ্রণের কাদা তৈরি করা যাবে।
- (vi) এগুলোতে তৈরি কাদা সহজে মোল্ড করা যাবে।
- (vii) মোল্ডে তৈরি ইট কোনোরূপ চরি ধরা বা বিকৃত বিঘটনকে শূন্যে রাখা যাবে।
- (viii) এগুলো শূন্যের পরও পানির উপস্থিতিতে নমনীয় হবে।
- (ix) এগুলোকে শূন্যের পর দহন সীমায় পোড়ালে পাথরের ন্যায় শক্ত হবে, আর্দ্রতা নমনীয় হবে না এবং আকার- আকৃতিতে কোনোরূপ বিকৃতি ঘটবে না।
- (x) দহন সীমার অধিক পোড়ালে কাঁচকি হবে এবং আকার-আকৃতিতে বিকৃতি ঘটবে।



১। সলিকা (SiO <sub>2</sub> )	55%
২। অ্যালুমিনা (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	30%
৩। আয়রন অক্সাইড (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	8%
৪। ম্যাগনেশিয়া (MgO)	5%
৫। লাইম (CaO)	1%
৬। জবৈ পদার্থ	1%
মোট	100%