Chapter-I
Stone

❖ **Stone**: Stone को Rockes से प्राप्त किया जाता है और इनका classification तीन प्रकार से किया जाता है-

1. Geological Classification
2. Physical Classification
3. Chemical Classfication

1. **Geological Classification** :-Geological Classification **made of origan** (चट्टान किस तरह से बनी) पर आधारित होता है।

   इस Classification के अनुसार rocks को तीन प्रकार से classficied किया जाता है।

1 Igneous Rocks 2. Sedimantry Rocks 3. Metamarphic Rocks

1. **Igneous Rocks** :- Igneous Rocks की volacanic rock के नाम से भी जाना जाता है। कई बार earth surface के अंदर किसी कारणवश temperature बहुत ज्यादा बढ जाता है। जिसके कारण पृथ्वी की सतह के अंदर उपस्थित silicte melt (पिघलना) हो जाता है। और यह पिघला हुआ silicate मैग्मा कहलाता है।

❖ मैग्मा के cooling या set होने की location के अनुसार Igneous rocks को तीन प्रकार से classified किया जाता है।

1. Plutonic Rock 2. Hypabassel Rock 3. Volcanic Rocks

1. **Plutonic Rock** : यदि पिघला हुआ Silicate (मैग्मा) बहुत ज्यादा गहराई पर ही cooling या cooled हो गया हो तो इस प्रकार से बनी हुयी चट्टान plutonic rock कहलाती है।

   उदाहरण - Granite ग्रेनाइट

नोट:- इसका structure coarse grained होता है।

2. **Hypabassel Rock**:- यदि पिघला हुआ silicate (मैग्मा) earth surface से कम गहराई पर cooling हुआ हो तो इस प्रकार की चट्टान hypabssal rocks कहलाती है।

   उदाहरण - डोलोराइट (Dolorite)

नोट:- इसका structure fine grained होता है।

3. **Volcanic Rocks :**यदि पिघला हुआ silicate (मैग्मा) earth surface के top सतह पर आकर settel या coolling होता हो तो इस प्रकार से बनी हुयी चट्टान volcanic rock कहलाती है।

   Ex. Trap या Basalt

Note: इसका structure extremly fine(बहुत बारीक) होता है।

❖ Finally igneous rock के example है- 1 Granite 2. Dolerite 3. Basalt 4. Trap

Note :Igneous rocks unstraified rocks (अपरतीय चट्टाने) होती है।

2. **Sedimontry Rocks** :जब Existing rocks पर **weather action** [Air, water snow fall] के कारण ये चट्टाने breack हो जाती है। तो ये टूटी हुई चट्टान पानी के साथ flow होकर चली जाती है। और जहां पर पानी का velocity कम होती है तो वहां पर चट्टान layer to layer अलग हो जाती है और एक नपी चट्टान के रूप में परिवर्तित हो जाती है। तो एक नयी चट्टान बनती है तो इस प्रकार की चट्टान sedimantry चट्टान कहते है।

❖ यह चट्टान mainly water के द्वारा बनायी जाती है इसलिए इसे aqueous rock (जलीय चट्टान) rocks के नाम से भी जाना जाता है।

KHAN SIR, ALWAR 7891777353

नोट :-**Sedimantry rocks** में परते साफ दिखायी देते है। इसलिए इन्हें **Starified rocks** के नाम से जाना जाता है।

Ex. Sand stone, Lime stone, gypsum, lignite, laterite, shale, chalk, gravel

❖ **Sedimantry Rock** : Aqueous rocks -Starified Rocks

3. **Metamarphic Rocks** :- कई बार existing rocks (igneous rocks, sedimantry rock] पर **pressure or temperature varivation** ये चट्टानें परिवर्तित हो जाती है तो इस प्रकार से बनी हुयी चट्टान metamarphic rocks कहलाती है।

Note: Metamarphic rocks का structure floited होता है।

Ex: (i) Quartzite (ii) Marble (iii) Slate (iv) Genisses

❖ **Name of sedimentry /Igneous & Change into metamorphic Rock**

(i) Shale $\xrightarrow{\text{Temp./Pre.}}$ Slate

(ii) Lime stone $\xrightarrow{\text{Temp.}}$ Marble

(iii) Granite $\longrightarrow$ Genisses

(iv) Sand stone $\longrightarrow$ Quartzite

Note:

(i) यदि igneous rocks earth surface के top पर आकर set होती है [basalt & trap] तो इस प्रकार की igneous rocks ***extrusive igneous rocks*** कहलाती है।

(ii) यदि earth surface के अंदर set हो गयी हो [dolierite & granite] तो **intrusive igneous rocks** कहलाती है।

2. **Physical Classifiation :**

❖ Physical Classification के अनुसार rocks को तीन प्राकर से classification किया गया है।

1. Sratified Rock (परतीय चट्टान)
2. Unstratifed Rock (अपरतीय चट्टान)
3. Floited Rocks (पत्रिल चट्टान)

1. **Stratified Rocks**: ऐसी चट्टान जिनमें देखने पर परतें साफ दिखाई देती हो या ऐसी चट्टानें जिन्हें plan of strafication या Plan of cleavge पर layers के रूप में अलग किया जा सकता हो। उसे startfied rocks कहलाती है।

❖ अत: सभी sendimantry rocks इसी श्रेणी में आते है।

उदाहरण-**Lime stone, sand stone, lignite, chalk, latrite, gravel, gypsum.**

2. **Unstraifed Rocks** :ऐसी चट्टाने जिनमें देखने पर परतें साफ दिखाई नहीं देती है उन्हें unstraified rocks कहलाती है।

❖ सभी igneoius rocks इस श्रेणी में आती है।

❖ उदाहरण - granite, dolarite, trap, basalt

3. **Floited Rocks**: सभी metamorphic rock physically इस श्रेणी में आती है।

❖ उदाहरण - Quartzite, marble, slate genous, crenisses

3. **Chemical Classification** :इस classification को engineering classificatioin व scientific classficatioin के नाम से जाना जाता है।

(i) Siliceous Rocks (ii) Calcareous Rocks (iii) Argillaceous Rocks

KHAN SIR, ALWAR 7891777333

(i) **Siliceous Rocks** : ऐसी rocks जिनमें silica main componant के रूप में available हो या उपस्थित हो। उसे siliceous rocks कहलाती है।

उदाहरण - granite, sand stone, quartzite

(ii) **Calcarous Rocks**:ऐसी rocks जिनमें calcium oxide (lime) main component के रूप में उपस्थित हो। उसे calcerous rocks कहते है।

Ex.= Lime stone, Marble

(iii) **Argillaceous Rocks** :ऐसी चट्टाने जिनमें clay (चिकनी मिट्टी) main component के रूप में उपस्थित हो Argillaceous rocks कहलाती है।

उदाहरण- Laterite, Slate

S.No.	Types of Rocks	Chemically	Phyiscally	Geologicaly
1	Granite	Siliceous	Unsfraitified	Ingenous
2	Quartzite	Siliceous	Floited Rock	Metamorphic
3	Sand Stone	Siliceous	Stratified	Sedimentary
4	Marble	Calcarious	Floited Rock	Metamorphic
5	Lime Stone	Calcarious	Stratified	Sedimentary
6	Slate	Argillaceous	Floited	Metamorphic Rock
7	Laterite	Argillaceous	Stratified	Sedimentary

Note :चट्टान में No. of mineral के अनुसार इन्हें दो प्रकार से classified किया जाता है।

(i) Monominral Rocks (ii) Polymineral Rock

(i) **Mono minral rocks** :ऐसी चट्टान जो केवल एक ही minral से मिलकर बनी हो उसे Monominral rocks कहलाती है।

Ex. Gypsum, Magnesite

(ii) **Ploymінral Rocks**: ऐसी rock जो एक से अधिक mineral से मिलकर बनी हो polymineral rocks कहलाती है।

Ex. Granite, Basalt

❖ **Natural Bed of Stone**: The natural bed of stone in sedimantry rocks have a distinct of divison along which stone can easily split is called Natural bed of stone.

❖ Sedimantry rocks में वह plain जहां से इसे layers के रूप में या परतों के रूप में अलग किया जा सकता हो। उसे Natural Bed of Stone या plane of cleavage कहलाता हे।

Note: Sedimentry rocks में load या pressure की direction हमेशा natural bed of stone के prepandicular (90°) या right angle पर लगा होना चाहिए।

Directioin of Natural Bed of Stone for differnet types of work:

	Types of Work	Direction of Natural Bed of Stone
1.	In masonary wall	**Horizontal**
2.	In arches	**Radial direction**
3.	Cornice या string course	**Vertical direction**

❖ **Quality of good stone :**

1. Good in Appreance (देखने में अच्छा हो)
2. Genral Structure (पत्थर की संरचना) पत्थर की संरचना crystel होना चाहिए। और पत्थर में खोखलापन

KHAN SIR, ALWAR 7891777353

(Parousness) बहुत कम होना चाहिए। तथा निरूम्न लिखित कार्यो के लिय निम्न प्रकार के stone उपयोग में लाये जाते है।

4. यदि stone का उपयोग **arch** के लिए किया जा रहा हो तो **light stone** का उपयोग में लाया जाता है।

Note:

(i) यदि stone का उपयोग **ornamental work** (सजावटी कार्य)या **carving work** (इतिहासकार) कार्यो के लिए किया जा रहा हो तो **soft varity** (नर्म किस्म) का पत्थर उपयोग में लाया जाता है।

(ii) यदि पत्थर का उपयोग **reating wall, harbour work** (बंदरगाह) या **dam** या ऐसे structure जो आने वाले load को स्वयं के भार के कारण resist करते हो उनमें **heavy weight stone** उपयोग में लाये जाते है।

(iii) **Seasoning of stone**:जब पत्थर को mining (खदान) से निकाला जाताहै तो इसमें suficient मात्रा में moisture content उपस्थित होता है। जिसे quarry sap कहते है। इसलिए पत्थर खदान से निकालते है। quarry sap (moisture) के कारण soft किस्म का होता है।

❖ अत: पत्थर को use करने से पहले इसे कुछ सयम तक सुखाया जाता है ताकि यह पत्थर hard हो जाये। क्योंकि time के साथ-साथ इसमें quarry sap remove हो जाती है।

❖ अत: पत्थर को सुखाने का period seasoning period कहलाता है और stone का **seasoning period 6 से 12 महीने** के मध्य होता है।

(iv) **Water adsorption**: Building structure में काम आने वाले stones की water adsorpation capacity बहुत ज्यादा नहीं होनी चाहिए।

एक अच्छे पत्थर की (पानी खोखन की क्षमता) स्वयं के weight या self weight का 5% से अधिक नहीं होनी चाहिए। और यदि stone की water adsorption capacity self weight का 10% से अधिक बढ़ जाये तो यह पत्थर चिनाई कार्यो के लिये उपयोग में नही लाया जाना चाहिए।

(i) A good building stone water adsorption capacity shoud not exceed 5% of the self weight.

(ii) A stone should be rejected या not use for masonary work if water adsorption 0.10 of the the self weight.

5. **Easy to working :** पत्थर ऐसी quality का होना चाहिए जिस पर mason के द्वारा कार्य करना आसान हो। अर्थात् इसकी dresssing आसानी से की जा सकती हो।

6. **Heavyness:**यदि पत्थर का उपयोग **reatining wall, dam, harbour work** आदि में किया जा रहा हो तो पत्थर sufficient heavy होना चाहिए।

नोट:- यदि इन सभी कार्यो में पत्थर उपयोग लाया जा रहा हो तो इस पत्थर का weight test आवश्यक रूप से किया जाना चाहिए।

7. **Crushing strength/ compressive strength:** किसी stone की per unit area load resist करने की capacity crushing/compressive strenght of stone कहलाती है।

❖ Building structure में काम आने वाले stone की min crushing strength 100MPa या 100 N/mm^2 या 1000 kg/cm^2 से कम नहीं होनी चाहिए।

$1MPa=1N/mm^2$

$1\ MPa=1\ N/mm^2=10\ Kg/cm^2$

❖ **Crushing strength of different types fo stone:**

KHAN SIR, ALWAR 7891777353

S.No.	Rocks		Stone	Crushing Strength
1	Igneous Rocks	(i)	Baslat	150-185 Mpa
		(ii)	Dolertite	90-150 Mpa
		(iii)	Granite	75-127 Mpa
		(iv)	Synitre	90-150 Mpa
		(v)	Trap	330-380 Mpa
2	Sedimentry Rocks	(i)	Laterite	1.80-3.10 Mpa
		(ii)	Lime Stone	54 Mpa
		(iii)	Sand Stone	64 Mpa
		(iv)	Shale	0.20-0.60 Mpa
3	Metamorphic Rocks	(i)	Gensis	206-370 Mpa
		(ii)	Slate	75-207 Mpa

Note: ऊपर दी गयी **rocks** में सबसे कम **strenght shale** की है। तथा सबसे जयादा **strength trap** की है।

❖ **Fire Resistance Capacity** : Building Structure में काम आने वाले पतिर की fire resistance capacity अच्छी होनी चाहिए।

नोट:- (i) **Sand stone** की **fire resistance capacity** सबसे ज्यादा होती है।

❖ **Specific Gravity :** Buillding structure में काम आने वाले stone की **specific gravity 2.5 से 3** के मध्य रखी जाती है।

❖ Good building stone के लिये specific gravity 2.7 से अधिक ली जाती है।

❖ **Wheather Resistance Capacity:**

Building structure में काम आने वाले पत्थर की weather resistance capacity अच्छी होनी चाहिए।

Note: Quartzite stone की weather resistance capacity सबसे अच्छी होती है।

❖ **Hardness** :Stone measonary में काम आने वाल पत्थर sufficiently hard होना चाहिए।

❖ **Percentage of wear**: Measonary में काम आने वाले stones की wearing resistaing capacity अच्छी होनी चाहिए।

❖ **Toughness** : Stoen measonary में काम आने वाला पत्थर sufficient tough होना चाहिए।

❖ **Testing for stone**: stone की properties को chack करने के लिए निम्न लिखित test conduct किये जाते है।

1. **Smiths Test**: इस test के द्वारा aggregate में soluble material (घुलनशील पदार्थ) की उपस्थिति ज्ञात करने के लिए यह टेस्ट किया जाता है।

Smith's test are done to determine the presence of soluble matter in aggregate.

❖ **Test Processure**:इस टेस्ट को करने के लिये कॉच के पात्र में Agg. sample भर लिया जाता है और फिर इसके ऊपर पानी से इस पात्र को पूरी तरह से completly भर दिया जाता है और कुछ समय बाद देखा जाता है।

यदि पानी अभी भी clean है तो इसमें soluble matter की उपस्थिति नहीं है और यदि पानी turbid (गदला) हो गया हो तो इसमें solubale matter उपस्थित है।

2. **Curshing Test**: Stone की compressive strenght को चैक करने के लिए crushing test उपयोग में लाया जाता है।

❖ इस test को करने के लिए three 40 mm stone cube [40 mm X 40 x 40 mm]stone उपयोग

KHAN SIR, ALWAR 7891777353

में लाये जाते है।

- ❖ इस टेस्ट को करने से पहले 72 घण्टे पानी में submerse करके रखा जाता है।
- ❖ इस टेस्ट को करते समय compression testing machie और stone cube के मध्य 5 मिमी thick plaster of paris या plywood लगा दी जाती है।
- ❖ अब इस पर 13.72 N/mm^2 per minute loand लगाया जाता है।
- ❖ **Data** : Curshing test

(i) **Test Spacimen** : 3 cube 40 mm in size.

(ii) Before testing 72 hours submerse in water

(iii) 5 mm thick plaster or playwood are period between C.T. Maching & stone cube

(iv) Load Intensity is 13.72 N/mm^2 per minute are applied

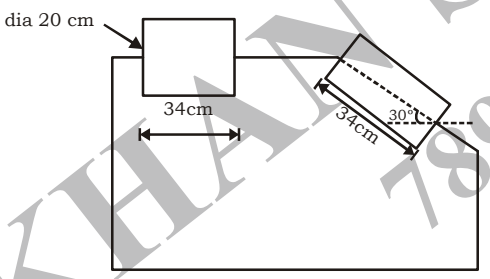
(v) **Test result** : $$\frac{\text{Commpressive force at time failure}}{\text{Cross sec tion area of cubes}}$$

3. **Attriation Test**: **Attriation Test stone की rate or water** (घिसाव) ज्ञात करने के लिए उपयोग में लाया जाता है।

- ❖ इस टेस्ट को करने के लिए **devel attriation testing machine** उपयोग में लाया जाता है।

Test :-

- ❖ इस टेस्टिंग में काम आने वाली devel attriation testing मशीन में दो cylender horizontal के साथ 30° पर लगे होते है। जिनकी length 34 cm और dia 20 cm होता है।



- ❖ इस टेस्ट में 60 मिमी साईज के स्टोन के टूकडे cylenders में डालकर इन्हें 5 घंटे तक 30 RPM (Revoluation per mint) की दर से घुमाया जाता है।
- ❖ इसके बाद इस test sample को 1.5mm sieve से pass करा लिया जाता है।
- ❖ **Precentage of wear** : $$\frac{\text{Weight of sample pas sin g 1.5mm sieve}}{\text{total weight of sample}} \times 100$$

नोटः-

1. यदि किसी स्टोनर की **rate of wear 3%** से कम है तो इसे **अच्छी quality का stone** माना जाता है।
2. यदि stone की **rate of wear 3% के बराबर** है तो इसे **tolerable** माना जाता है।
3. यदि stone का rate of wear 3% से अधिक है तो यह stone measonary works के लिए उपयोग में नही लाया जाना चाहिए।
4. **Hardness Test**: Stone की Hardness ज्ञात करने के लिए dorry testing machine उपयोग में लाई जाती है।

- ❖ **Test Processor**: Stone का hardness test ज्ञात करने के लिए 25mm X 25 mm cylendrical in size aggrgate उपयोग में लाये जाते है।

KHAN SIR, ALWAR 7891777353

❖ इस टेस्ट को करते समय aggregate को doarry testing machine में रखा जाता है और stone piece पर 12.5 N pressure लगाया जाता है और darry testing maching 28 RPM के अनुसार 1000 चक्र तक घुमाया जाता है।

❖ **Cofficient of Hardness** $= \frac{\textbf{20 - lossinweight in gram}}{\textbf{3}}$

Note:

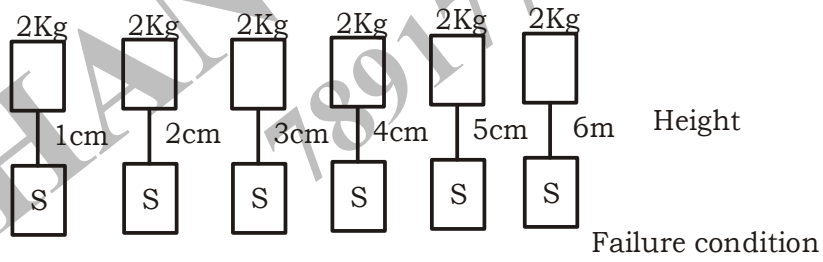
1. यदि stone का **hardness cofficent 17 से ज्यादा** (greater 17)तो यह stone बहुत **hard** माना जाता है। और इस प्रकार के stone road work के लिए suitable होते है।
2. यदि stone का hardness cofficient 14 **से** 17 के मध्य हो तो इसे **medium hard** माना जाता है।
3. यदि stone का hardness coffiecnet 14 **से कम हो** तो इसे **very poor, hard** माना जाता है।

5. **Impeat Test:**

Stone के toughness ज्ञात करने के लिए impact test किया जाता है। और इस test में cast iron anvil testing machine उपयोग में लाई जाती है।

❖ **Test Processer**: इस test को करने के लिए 25 mm dia और 25 mm height का cylendrical shape aggregate उपयोग में लाये जाते है।

इस test में एक 20 N (aproxi. 2 Kg) का hammer stone के test spacimen पर गिराया जाता है और प्रत्येक 1 सेमी height increase की जाती है। अत: जितनी height से गिराने पर यह break हो जाता है उसे toughness coefficent कहलाता है।



Example:-

Toughness Coefficnet=6

Note:

(i) यदि stone का **toughness coefficient** 13 से कम हो तो यह **poor quality** का माना जाता है।

(ii) यदि stone का **toughness coefficient 13 से 19 के मध्य** हो तो stone को **moderate tough** (मध्य गुणवत्ता) का माना जाता है।

(iii) यदि **stone का toughness 19** से अधिक हो तो **बहुत ज्यादा tough** माना जाता है।

6. **Acid Test:**Stone की weather resistance (मौसम के प्रभाव) capacity को चैक करने के लिए acid test किया जाता है।

❖ इस टेस्ट में stone के sample को hydrochloric acid के solution में 7 दिन तक डालकर रखा जाता है।

❖ यदि 7 दिन बाद stone की edge sharp बनी रही हो तथा stone की surface powder farm में परवर्तित नहीं होती हो तो यह stone मौसम के प्रभावों को अच्छी प्रकार से resist कर सकता है।

KHAN SIR, ALWAR 7891777353

❖ **Quarring of stone :**

पत्थर को खदान (Mining) से निकालने की process quaring of stone कहलाती है।

पत्थर को खदान (Mining) से निकालने की लिये निम्नलिखित method उपयोग में लाये जाते है।

1. Excavation Method
2. Wedging Method
3. Heating & Burning method
4. Blasting Method

1. **Excavation Method**: यदि पत्थर मिट्टी के द्वारा दबा हो या मिट्टी के साथ हो तो उस condition में पत्थर को निकालने के लिए excavation method उपयोग में लाया जाता है।

2. **Wedging Method:** यह method sedimantry rocks के लिये उपयोग में लाया जाता है इस method को hammer की सहायता है। Chisel (छैनी) को layers के बीच में फसाया जाता है।

3. **Heating & Burning Method:**इस method में rocks के ऊपर आग जलायी जाती है जिसे चट्टाने thermal variation के कारण layers के रूप में अलग हो जाती है और यह method भी sedimantry rocks के case में उपयोग में लाया जाता है।

4. **Blasting Method:** इस Method में Igneous और meatamorphic rocks से stone प्राप्त करने के लिए उपयोग में लाया जाता है।

❖ इस method में rocks के अंदर hole किये जाते है जिनका dia 20 से 40 mm के मध्य होता है तथा इनकी depth गहराई 1.25 से 2.5 के मध्य होती है।

❖ इस method में निम्नलिखित tools उपयेाग में लाये जाते है।

(i) Jumper
(ii) Scrapping spoon
(iii) Priming Needle
(iv) Datonaters or Blasting Metarials
(v) Tmpering Road

(i) **Jumper** :Rocks से stone को प्राप्त करने के लिए jumper का उपयोग किया जाता है।

इसे hammer की सहायता से rocks को अंदर pentration किया जाता है ताकि इसकी सहायता से चट्टान के अंदर hole बन जाए।

(ii) **Scrapping spoon**: Jumper के द्वारा rocks में बनाये गये hole से stone के पिसे हुए भाग को बाहर निकालने के लिऐ scrapping spoon उपयोग में लायी जाती है।

(iii) **Priming Needle**: Rock में बनाये गये Hole के अंदर एक copper (तांबा) की छड लगा दी जाती है। जिसकी सहायता से फ्यूज को Blasting material तक connect करने के लिए उपयोग लायी जाती है।

(iv) **Datonaters या Blasting Material** : यदि इस method में विस्फोट करने के लिए काम में लाये गये विस्फोटक material datonaters या blasting material कहलाते है।

(v) **Tempering Rod** :Jumper के द्वारा बनाये गये hole में blasting material को अच्छी तरह से के लिए tempering rod उपयोग में लायी जाती है और यह पीतल की बनी होती है।

Tempering rod का dia एक end पर 15 mm होता है और दूसरे end पर 10 मिमी होता है।

❖ **Dressing of Stone:**

पत्थर को चट्टान से प्राप्त करने के बाद proper shape और size में लाने की **process dressing of stone** कहलाती है।

Note: पत्थर को खदान से निकलाते समय ही (at the time of qurraing) पत्थर की rough dressing कर लेनी चाहिए। क्योंकि इस समय पत्थर में quarry safe (moisture contant) उपस्थित होता है। जिसके कारण stone soft होता है और इसकी आराम से dressing हो जाती है।

❖ Stone की **rough dressing** करने के लिये **spalling hammer** उपयोग में लाया जाता है।

❖ **Other Important point:**

(i) Granite में mainly दो महत्त्वपूर्ण mineral quartz or felspar होते है।

KHAN SIR, ALWAR 7891777353

(ii) Granite में Strength contributio **mainly quratz** के कारण होता है।

(iii) Important minerla which is found in igneous rocks

Ex. Augite, Chlorite, Felsphar, Quratz, Horn blanded, Mica, plagio clase, serpentine etc.

(iv) Important mineral which is found in sedimantry rocks.

Ex. Calcite, megnesite, glauconite, dolemite, limonite gypsum, antydrate.

❖ **Use of Stone for different types of work:**

(i) Abutment & pier:- Granite

(ii) Damp proof course or roofing material : Slate

(iii) Ornamental or carving work :- Marble, sand stone

(iv) Retaining wall :- Quartzite

(v) Paving work : Genisses

(vi) Manufactaring of cement:- Chalk

(vii) Manufactoring of Putly:- Chalk

(viii) Rough stone work :- Genisses, Laterite

(ix) Balast & Road matel :- Basalt & trap, granite, limestone quartzite

(x) Roubble measonary:- Basalt & trap

(xi) Foundation work :- Basalt & trap

(xii) Flooring work :- Lime stone, marble, sand stone

(xiii) Steps:- Granite, Lime stone, sand stone

(xiv) Facing work :- Granite, marble, sand stone

(xv) Kankar:- Manufacture of Hydraulic lime, lime stone

KHAN SIR, ALWAR
7891777353