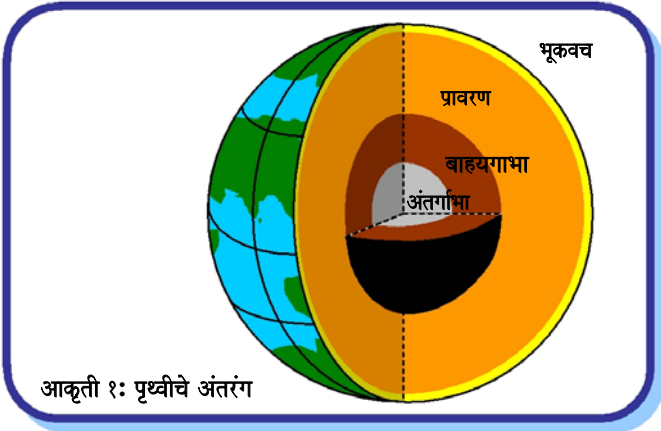


भूकंप कशामुळे होतात?

पृथ्वी आणि तिचे अंतरंग

कैक शतकांपूर्वी, मोठ्या प्रमाणावर अनेक प्रपुंज द्रव्ये (material masses) एकत्र मिसळून झालेल्या संयोगामुळे पृथ्वीची निर्मिती झाली. या संयोगाच्या प्रक्रियेमध्ये प्रचंड मोठ्या प्रमाणावर उष्णता निर्माण झाली, आणि कालांतराने हळूहळू पृथ्वी जसजशी थंड होत गेली तसतसे जड आणि जास्त घनता असलेले पदार्थ केंद्रातील भागात तर हलके आणि तुलनेने कमी घनतेचे पदार्थ पृष्ठभागाजवळ जमा झाले. विभेदित पृथ्वीच्या अंतरंगाचे चार भाग पडतात; **अंतर्गाभा** (त्रिज्या ~१२९० कि.मी.), **बाह्यगाभा** (जाडी ~२२०० कि.मी.), **प्रावरण** (जाडी ~२९०० कि.मी.) आणि **भूकवच** (जाडी ~ अंदाजे ५ ते ४० कि.मी.). आकृती १ मध्ये हे चार भाग दर्शविण्यात आले आहेत. त्यापैकी अंतर्गाभा हा घन स्वरूपात असून त्यात प्रामुख्याने जड धातूंचा समावेश होतो (उदा., निकेल आणि लोखंड) आणि पृष्ठभागात मुख्यतः हलके धातू आढळून येतात (उदा., बेसॉल्ट आणि ग्रॅनाईट खडक). बाह्यगाभा हा द्रव स्वरूपात असून प्रावरण प्रवाही (ability to flow) स्वरूपात आहे. पृथ्वीच्या अंतरंगातील तापमान अंदाजे ~ २५००^० से. असून दाब ~ ४० लक्ष वातावरणीय दाब आणि घनता साधारणतः १३.५ ग्रॅम दर घनसेमी इतकी असते; त्याच्या उलट पृष्ठभागावरील तापमान अंदाजे ~ २५^० से., दाब १ वातावरणीय दाब आणि घनता १.५ ग्रॅम दर घनसेमी इतकी असते.



अभिसरण

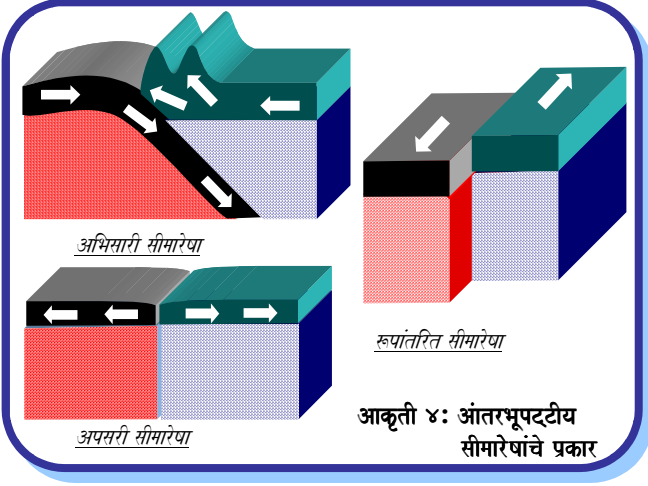
ज्याप्रमाणे चंचूपात्रातील (beaker) पाण्याला उष्णता दिल्यास प्रापण प्रवाह (convection currents) निर्माण होतात, त्याच पध्दतीने पृथ्वीचा पृष्ठभाग आणि अंतर्गाभा या दोन्ही मधील उच्च तापमान आणि दाबातील फरकामुळे आकृती २ मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे प्रावरणामध्ये प्रापण प्रवाहांची निर्मिती होते. पृथ्वीच्या अंतर्भागातील खडकांमधील किरणोत्सर्गी मूलद्रव्यांच्या सातत्याने -हास (radioactive decay) होण्याच्या प्रक्रियेमुळे निर्माण होणारी उष्णता प्रापण प्रक्रियेला उद्युक्त करते. अशा प्रापण प्रवाहांमुळे पृथ्वीच्या अंतर्भागातील घन द्रव्यांचे **अभिसरण (circulation)** होऊन उष्ण लाव्हा रस बाहेर येऊ लागतो आणि थंड असलेला घन खडक पृथ्वीच्या अंतर्भागाकडे ओढला जाऊ लागतो. अशा पध्दतीने पृथ्वीच्या अंतर्भागात ओढला गेलेला खडकाचा घन भाग आतील प्रचंड उष्णता आणि दाब यांच्यामुळे प्रावरणाचा एक भाग बनून राहतो, आणि अशाच प्रकारच्या प्रक्रियेमुळे केंद्रातरी दुस-या ठिकाणाहून बाहेर येण्याचा प्रयत्न करतो. पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरील, विविध भागात असे अनेक स्थानिक प्रवाह निर्माण होत असतात आणि ते पृष्ठभागालगत विविध दिशांना हालचाल करीत असतात.



भूपट्टीय विवर्तनिकी

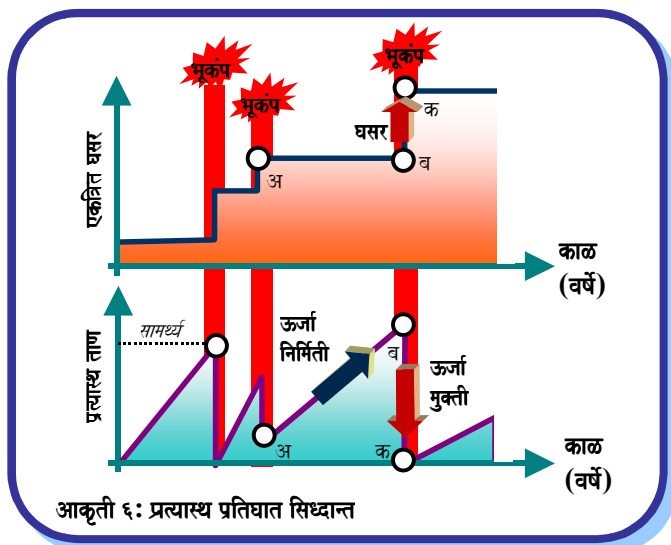
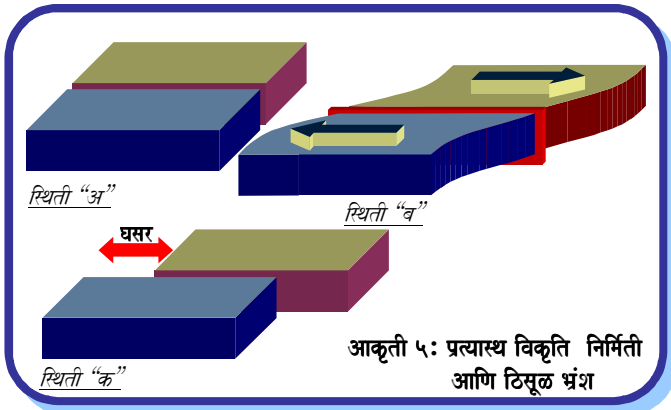
प्रावरणामध्ये निर्माण झालेल्या प्रापण प्रवाहांमुळे पृथ्वीचा पृष्ठभाग तसेच प्रावरणाचा काही भाग इ.तप्त बाह्य गाभ्यावरून घसरतात. घसरण्याची ही प्रक्रिया तुकड्या तुकड्यांमध्ये घडते या तुकड्यांना **भूपट्टीय खंड** असे म्हटले जाते. पृथ्वीचा पृष्ठभाग सात प्रमुख मोठे भूपट्ट आणि अनेक लहान भूपट्टांपासून तयार झाला आहे (आकृती ३). हे भूपट्ट सातत्याने शेजारील भूपट्टांच्या तुलनेत वेगवेगळ्या वेगाने वेगवेगळ्या दिशांना हालचाल करीत असतात. कधीकधी, पुढील भूपट्ट संथपणे प्रवास करत असतो; त्यानंतर मागाहून येणारा भूपट्ट वेगाने येतो आणि त्यावर वेगाने धडकतो (तेव्हा **पर्वतांची** निर्मिती होते). दुसरीकडे, कधीकधी दोन भूपट्ट एकमेकांच्या विरुद्ध दिशांना हालचाल करतात (तेव्हा खोल तडे (rifts) निर्माण होतात). काही वेळा, दोन भूपट्ट एकमेकांसोबत एकाच दिशेने किंवा विरुद्ध दिशेला देखील हालचाल करतात. भूपट्टांच्या या तीन प्रकारच्या आंतरभूपट्टीय हालचालींना अनुक्रमे **अभिसारी (convergent)**, **अपसारी (divergent)** आणि **रूपांतरित (transform)** सीमारेषा (आकृती ४), असे संबोधले जाते. यापैकी अभिसारी सीमारेषेचे वैशिष्ट्य म्हणजे एकमेकांवर आदळणारा एकही भूपट्ट स्वतःला खाली खचू देत नाही (जसे, हिमालयीन भूपट्ट). या दोन भूपट्टांच्या सीमारेषांच्या हालचालींचा परस्परांच्या तुलनेत वेग पृथ्वीतलावर वेगवेगळा असतो; हा वेग सरासरी काही सेंटिमीटर पासून काही दशक सें.मी. प्रतिवर्ष इतका असतो.





भूकंप

खडक हे प्रत्यास्थ (elastic) पदार्थापासून तयार होतात आणि त्यामुळे पृथ्वीच्या अंतर्गात भूपट्टांच्या प्रचंड प्रमाणावर झालेल्या हालचालींमुळे विरूपता (deformations) निर्माण होऊन खडकांमध्ये प्रत्यास्थ विकृति ऊर्जा (elastic strain energy) साठली जाते. परंतु, या खडकांमधील द्रव्यदेखील टिसूळ स्वरूपाचे असते. त्यामुळे, जेव्हा पृथ्वीच्या कवचातील कमकुवत भागालगतचे खडक त्यांच्या सामर्थ्यापर्यंत पोहोचतात तेव्हा, तिथे एक आकस्मिक हालचाल होते (आकृती ५); प्रस्तरभंगाच्या दोन विरुद्ध बाजू (खडकातील जिथे हालचाल झाली आहे असा तडा) अचानकपणे घसरतात आणि खडकांच्या अंतर्भागामध्ये साठून राहिलेली विकृति ऊर्जा (strain energy) मोठ्या प्रमाणावर मुक्त होते. उदा., भारतात गुजरात मधील भूज (२००१) येथील भूकंपामध्ये उत्सर्जित झालेली ऊर्जा ही सन १९४५ मध्ये हिरोशिमा शहरावर टाकण्यात आलेल्या अणूबॉम्बच्या सुमारे ४०० पट (किंवा) अधिक होती!!

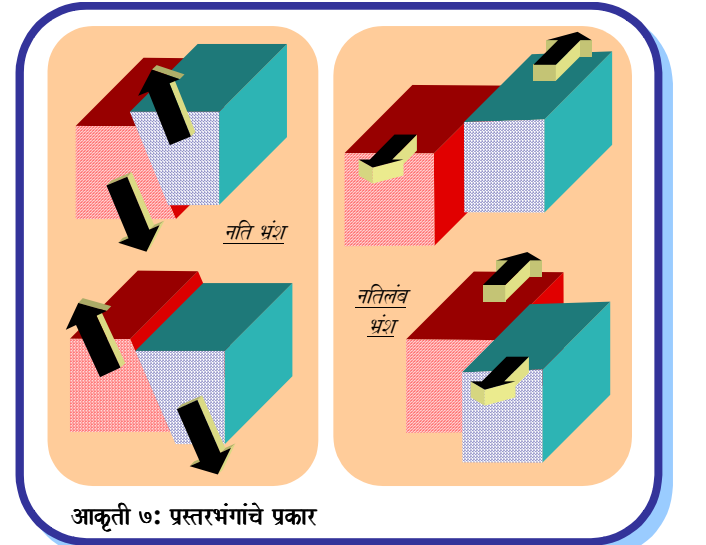


आकृती ६: प्रत्यास्थ प्रतिघात सिध्दान्त

प्रस्तरभंगाजवळ अचानक झालेल्या घसरणीमुळे भूकंप म्हणजेच धरणीकंप होतो... अशा तीव्र हालचालींमुळे मोठ्या प्रमाणावर प्रत्यास्थ विकृति ऊर्जा बाहेर पडते आणि पृथ्वीच्या अंतर्गत तसेच पृष्ठभागालगत भूकंप लहरींच्या स्वरूपात पसरते. आणि, हा भूकंप होऊन गेल्यानंतर, पुन्हा खडकांच्या सुधारित सीमारेषेवर विकृति ऊर्जा निर्माण होण्याची क्रिया सुरु होते (आकृती ६). या प्रक्रियेला भूशास्त्रज्ञ "प्रत्यास्थ प्रतिघात सिध्दान्त" (Elastic Rebound Theory) असे म्हणतात. प्रस्तरभंगामधील पदार्थाच्या ज्या विंदूपासून घसरण सुरु होते ते साधारणतः त्रिमितीय घन आकाराच्या स्वरूपात असून त्यांची लांबमिती अनेक दशक किलोमिटरच्या लांबीपर्यंत पसरलेली असते.

भूकंप आणि प्रस्तरभंगाचे प्रकार

जगात होणारे अनेक भूकंप भूपट्टांच्या सीमारेषेपलगत होतात त्यांना आंतरभूपट्टीय भूकंप (Inter-plate earthquake) असे म्हणतात (१८९७ आसाम, (भारत) येथील भूकंप). अनेक भूकंप भूपट्टांच्या अंतर्गतच परंतु भूपट्टांच्या सीमारेषेपासून दूर अंतरावर देखील होतात त्यांना भूपट्टांतर्गत भूकंप (Intra plate earthquake) असे म्हणतात. या दोन्ही प्रकारच्या भूकंपामध्ये खडकांच्या घसरणीमुळे झालेली भूपट्टांची हालचाल ही ऊर्ध्व आणि क्षितीज दोन्ही दिशांमध्ये घडून येते त्याला नतिभंग (Dip slip) आणि पार्श्वीय दिशेने झाल्यास नतिलंब भंग (Strike slip) (आकृती ७), असे संबोधले जाते, आणि या दोन्हीपैकी एकाचे प्राबल्य कधी कधी आढळून येते.



संदर्भिय साहित्य

१. वोल्ट बी.ए., (१९९९), अर्थक्वेक्स, चौथी आवृत्ती, डब्लू. एच. फीमन आणि कंपनी, न्युयॉर्क, अमेरिका
२. <http://earthquake.usgs.gov/faq/>
३. http://neic.usgs.gov/neis/general/handouts/general_seismicity.html
४. <http://www.fema.gov/kids/quake.htm>
५. स्थापत्य अभियांत्रिकी परिभाषा कोश, भाषा संचालनालय, महाराष्ट्र शासन, मुंबई

लेखक: सी. व्ही. आर. मुर्ति, भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान कानपूर, कानपूर, भारत
 प्रायोजक: बांधकाम साहित्य आणि प्रौद्योगिकी संवर्धक मंडळ, नवी दिल्ली, भारत
 अनुवाद: शुभदा अ. गडकर, कार्यकारी अभियंता, सार्वजनिक बांधकाम विभाग, महाराष्ट्र शासन
 परिक्षण: डॉ. एम्. एम्. बसोले, माजी अधिव्याख्याता, व्ही. आर. सी. ई., नागपूर आणि डॉ. ओमप्रकाश जयस्वाल, सहाय्यक अधिव्याख्याता, व्ही. एन्. आय. टी., नागपूर

हे प्रकाशन आय. आय. टी. कानपूर आणि व्ही. एम्. टी. पी. सी. नवी दिल्ली यांच्या मालकीचे आहे. या सूचना त्यातील विषयामध्ये बदल न करता आणि योग्य पाच देऊन पुनर्निर्मित करता येऊ शकतील. आपल्या सूचना/अभिप्राय कृपया www.nicee.org या ई-पत्त्यावर पाठवावा. या आधीच्या आय. आय. टी. के., व्ही. एम्. टी. पी. सी. भूकंप सूचना वषण्याकरीता www.nicee.org किंवा www.bmtpc.org या संकेतस्थळांना भेट द्या. नोव्हेंबर २००९