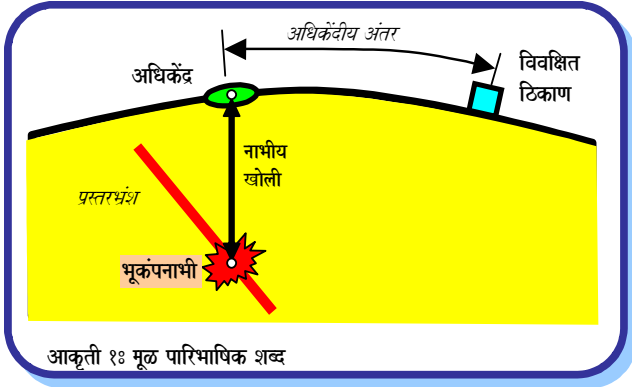


परिमाण आणि तीव्रता म्हणजे काय?

पारिभाषिक शब्द

पृथ्वीच्या अंतरंगात प्रस्तरभंगाच्या ज्या विंदूपासून घसरण सुरु होते त्याला **भूकंपनाभी** किंवा अपास्तिक (focus or hypocenter) असे म्हटले जाते, आणि या विंदूच्या भूपृष्ठावरील ऊर्ध्व छेदविंदूला **अधिकेंद्र** (epicenter) असे संबोधण्यात येते (आकृती १). अधिकेंद्रापासून भूकंपनाभीच्या अंतरास **नाभीय खोली** (focal depth) असे म्हणतात, जे भूकंपामुळे होणा-या विनाशाची शक्यता मोजण्याचे एक महत्वाचे प्राचल (parameter) आहे. अनेक विनाशकारी भूकंपांची नाभी उथळ असून भूकंपाची नाभीय खोली ७० किमीपेक्षा देखील कमी आहे. अधिकेंद्रापासून कुठल्याही इच्छित स्थळामधील अंतरास **अधिकेंद्रीय अंतर** (epicentral distance) असे म्हणतात.



आकृती १: मूळ पारिभाषिक शब्द

कुठल्याही मोठ्या मुख्य भूकंपाच्या (**म्हणजेच, मुख्य हादरा, Main Shock**) आधी आणि नंतर अनेक लहान भूकंप घडून येतात. त्यांपैकी मोठ्या भूकंपाच्या आधी होणा-या लहान भूकंपांना **पूर्वकंप** (Foreshocks) आणि त्यानंतरच्या भूकंपांना **उत्तरकंप** (Aftershocks) असे म्हणतात.

परिमाण

भूकंपाच्या प्रत्यक्ष आकाराचे **संख्यात्मक** मोजमाप म्हणजे भूकंपाचे परिमाण होय. प्रो. चार्ल्स रिश्टर यांनी घेतलेल्या नोंदी खालीलप्रमाणे अ) भूकंपमापक (भूकंपामुळे होणा-या जमिनीच्या कंपनांच्या नोंदी) उपकरणाच्या सहाय्याने एकाच टिकाणी नोंदण्यात आलेल्या भूकंपलहरींचा तरंग आयाम हा लहान भूकंपापेक्षा मोठ्या भूकंपासाठी जास्त असतो; आणि ब) एकाच भूकंपासाठी, भूकंपमापक यंत्राने दूरच्या अंतरावरील मोजलेला तरंग आयाम हा कमी अंतरावरील तरंग आयामापेक्षा कमी असतो. या नोंदीचा अभ्यास केल्यानंतरच त्याला पुढे परिमाण मोजण्यासाठी सध्या मोठ्या प्रमाणावर मान्यता पावलेले **रिश्टर प्रमाण** तयार करण्याची प्रेरणा मिळाली. हे प्रमाण भूकंप आलेखांवर आधारित असून त्यात अधिकेंद्रीय अंतर आणि भूकंपलहरींचा तरंग आयाम यांचे एकमेकांवर असणारे अवलंबन यांचा अंतर्भाव केला जातो. रिश्टर प्रमाणास **स्थानिक परिमाण** (local magnitude) असे देखील संबोधले जाते. याशिवाय इतरही अनेक परिमाणीय प्रमाणे जसे की **काया तरंग परिमाण, भूपृष्ठतरंग परिमाण आणि तरंग ऊर्जा परिमाण** इ. अस्तित्वात आहेत. या **संख्यावाचक** परिमाणीय प्रमाणांना वरची किंवा खालची अशी मर्यादा नसते; एखादया लहानशा भूकंपाचे परिमाण अगदी शून्य किंवा उणे देखील असू शकते.

परिमाणातील (M) १.० अंकाची वाढ म्हणजेच दहापट अधिक तरंगरूपी आयाम आणि सुमारे ३१ पटीने अधिक ऊर्जेचे उत्सर्जन दर्शविते. उदा. M७.७ च्या भूकंपामुळे उत्सर्जित झालेली ऊर्जा ही M६.७ च्या भूकंपाच्या ३१ पट जास्त असून M५.७ च्या भूकंपाच्या सुमारे १००० (≈३१X३१) पट जास्त असते. या ऊर्जेपैकी

वरीचशी ऊर्जा उष्णतेमध्ये रूपांतरित होते आणि खडकांच्या भंशास कारणीभूत ठरते आणि (सुदैवाने) या ऊर्जेचा अगदी लहानसा अंश भूकंपलहरींच्या स्वरूपात भूपृष्ठाला हादरे देत मोठ्या अंतरावर पसरतो आणि संरचनांना क्षति करतो. (**तुम्हाला माहित होते का? M६.३ या भूकंपामुळे उत्सर्जित होणारी ऊर्जा ही १९४५ मध्ये हिरोशिमा शहरावर टाकण्यात आलेल्या अणुबॉम्बएवढी असते!!**)

साधारणपणे भूकंपांचे त्यांच्या आकारावरून विविध गटांमध्ये वर्गीकरण केले जाते (तक्ता १). पृथ्वीतलावर एका वर्षात होणा-या प्रत्येक गटातील भूकंपांची सरासरी संख्या या तक्त्यात दर्शविण्यात आली आहे; त्यानुसार एका वर्षाच्या कालावधीत सरासरीने पृथ्वीतलावर एकतरी **मोठा भूकंप** होतोच.

तक्ता १: भूकंपांच्या जागतिक घटना

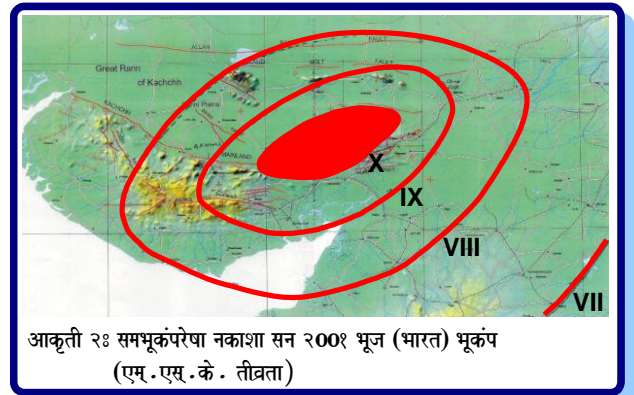
गट	परिमाण	वार्षिक सरासरी संख्या
भीषण	८ आणि त्यापेक्षा जास्त	१
मोठा	७- ७.९	१८
शक्तिशाली	६- ६.९	१२०
मध्यम	५- ५.९	८००
हलका	४- ४.९	६,२०० (अंदाजे)
किरकोळ	३- ३.९	४९,००० (अंदाजे)
अती किरकोळ	< ३.०	एम् २- ३ ~ १००० पतीदिन एम् १- २ ~ ८००० पतीदिन

स्रोत: <http://neic.usgs.gov/neis/eqlists/eqstats.html>

तीव्रता

भूकंपाची तीव्रता म्हणजे एखादया टिकाणाच्या प्रत्यक्ष हाद-यांचे **गुणात्मक** मापन करण्याचे साधन आहे, आणि त्यासाठी **रोमन मोटे आकडे** निश्चित करण्यात आले आहेत. तीव्रतेची अनेक प्रमाणे उपलब्ध आहेत. दोन सामान्यपणे वापरता येणारी प्रमाणे म्हणजे **सुधारित मरकेली तीव्रता (MMI) प्रमाण** आणि **एम्.एस्.के. (MSK) प्रमाण**. या दोन्ही प्रमाणांमध्ये वरीच समानता असून दोन्ही देखील I (सर्वात कमी जाणवणारा) पासून XII (सर्वाधिक भीषण) पर्यंत मापण्यात येतात. तीव्रतेची प्रमाणे तीन प्रकारच्या विशिष्ट लक्षणांवर आधारित आहेत मनुष्य आणि प्राणिमात्रांच्या जाणिवा, इमारतींवर होणारे परिणाम आणि सभोवतालच्या निसर्गात घडून येणारे बदल. तक्ता २ मध्ये एम्.एस्.के. प्रमाणावरील VIII च्या तीव्रतेचे वर्णन करण्यात आले आहे.

भूकंपादरम्यान निरनिराळ्या टिकाणांच्या तीव्रतेच्या विवरणास आलेखीय पध्दतीने **समभूकंपरेषेच्या** (isoseismals) स्वरूपाने दर्शविण्यात येते, ही रेषा म्हणजे भूकंपाच्या समान तीव्रतेच्या स्थळांना जोडणारी रेषा होय (आकृती २).



स्रोत: <http://www.nicee.org/nicee/EQReports/Bhuj/isoseismal.html>

तक्ता २९ एम्. एस्. के. प्रमाणानुसार VIII च्या तीव्रतेच्या हाद-यांचे विवरण

तीव्रता VIII- इमारतींचा विध्वंस

- (अ) तीव्र भिंती/ धास्ती आणि घवराट. मोटरकार चालवणा-या व्यक्ती विचलित होतात. काही टिकाणी झाडांच्या फांद्या तुटतात. अवजड फर्निचर देखील सरकते किंवा अंशतः उलटते. लटकणा-या दिव्यांचे काही प्रमाणात नुकसान होते.
- (ब) सी (C) पध्दतीच्या काही इमारतींचे श्रेणी २ किंवा काहींचे श्रेणी ३ ची क्षति होते. बी (B) पध्दतीच्या काही इमारतींचे श्रेणी ३ चे आणि ए (A) पध्दतीच्या अनेक इमारतींचे श्रेणी ४ ची क्षति पोहोचते. कधीकधी पाईपचे जोड तुटतात. स्मारक आणि वास्तु हलतात किंवा त्यांना पीळ पडतो. थड्यातील दगड उलथले जातात. दगडी भिंती कोसळतात.
- (क) पोकळ आणि तीव्र चळणीच्या वळणाच्या रस्त्यांवर लघु भुस्खलन होते. जमिनीमध्ये काही सेंटीमीटर रूंद अशा भेगा पडतात. तलावातील पाणी गढूळ होते. नवीन जलाशयांची निर्मिती होते. कोरड्या विहीरींना पाणी लागते किंवा भरलेल्या विहीरी कोरड्या पडतात. अनेक टिकाणी पाण्याचा प्रवाह आणि त्याच्या पातळीमध्ये बदल होतात.
- टीपः
- * ए (A) प्रकार संरचना - ग्रामीण बांधकामे, बी (B) प्रकार संरचना - साधे दगडी बांधकाम, सी (C) प्रकार संरचना - उलमरित्या बांधलेल्या इमारती
 - * एक्रेरी, कमी - जवळपास ५%; पुष्कळ - जवळपास ५०%; बहुतांशी - जवळपास ७५%
 - श्रेणी १ नुकसान - थोडीफार क्षति; श्रेणी २ क्षति - साधारण क्षति; श्रेणी ३ क्षति - मोठी क्षति; श्रेणी ४ क्षति - विध्वंस; श्रेणी ५ क्षति - संपूर्ण विध्वंस (विनाश)

मूळ फरकः परिमाण विरुद्ध तीव्रता

भूकंपाच्या आकाराचे मोजमाप म्हणजे परिमाण होय. थोडक्यात, प्रस्तरभ्रंशामुळे उत्सर्जित झालेल्या विकृती ऊर्जेच्या प्रमाणावरून भूकंपाचा आकार मोजता येणे शक्य होते. याचा अर्थ असा की एका भूकंपाच्या घटनेसाठी त्या भूकंपाचे परिमाण हे एक एक्रेरी मूल्य असते. दुसरीकडे, तीव्रता ही भूकंपामुळे एखादया विशिष्ट टिकाणी निर्माण होणा-या हाद-यांच्या उपातेचे निदर्शक होय. स्पष्टपणे, अधिकेंद्राच्या जवळील उग्रा ही दुरच्या अंतरापेक्षा जास्त असते. म्हणून, एकाच विशिष्ट परिमाणाच्या भूकंपादरम्यान वेगवेगळ्या टिकाणी वेगवेगळी तीव्रता जाणवते.

या फरकास अधिक स्पष्टपणे समजून घेण्यासाठी, आपण एका विद्युत बल्बचे उदाहरण पाहूया (आकृती ३). १०० वॅटच्या एका बल्बच्या जवळील स्थानावरील प्रकाशमानता ही त्यापासून दूर असलेल्या स्थानापेक्षा जास्त असते. जेव्हा बल्ब १०० वॅट ऊर्जा उत्सर्जित करतो, त्यावेळी एका विशिष्ट टिकाणी प्रकाशाची तीव्रता (किंवा ल्युमेन मध्ये मोजण्यात येणारी प्रकाशमानता) बल्बचे वॉटेज आणि बल्बपासून त्या टिकाणाचे अंतर या दोन बाबींवर अवलंबून असते. इथे, बल्बचा आकार (१०० वॅट) भूकंपाच्या परिमाणप्रमाणे असून त्याटिकाणाची प्रकाशमानता म्हणजे एखादया टिकाणाच्या भूकंपाच्या हाद-यांच्या तीव्रतेची सूचक आहे.

भूकंपीय संकल्पनामध्ये परिमाण आणि तीव्रता

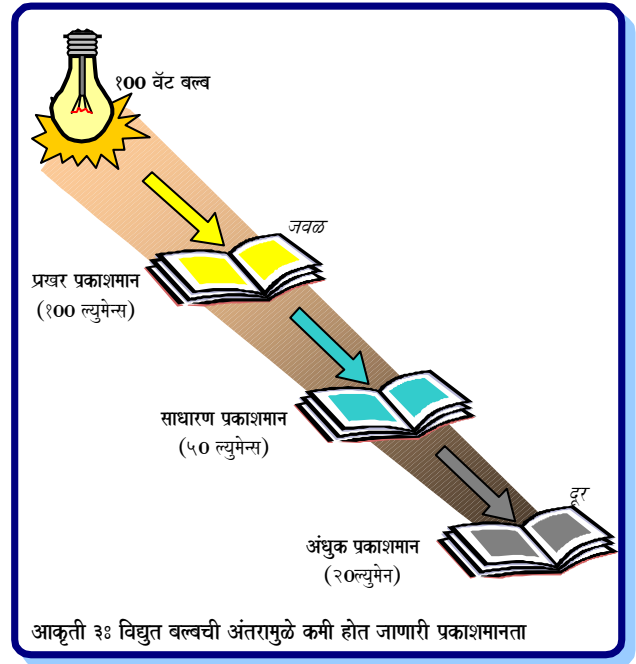
हा प्रश्न नेहमी विचारला जातोः माझी इमारत ७.० परिमाणाचा भूकंप सहन करू शकेल का? परंतु, $M_{7.0}$ च्या भूकंपामुळे निरनिराळ्या टिकाणी हाद-यांची निरनिराळी तीव्रता निर्माण होते आणि, त्यामुळे निरनिराळ्या टिकाणाच्या इमारतींना होणारी क्षति देखील वेगवेगळ्या प्रकारची असते. म्हणजे, खरोखरच संरचना आणि इमारती या भूकंपाची तीव्रता सहन करू शकण्याच्या दृष्टीने संकल्पित करण्यात येतात परंतु, तितक्याशा त्याच्या परिमाणासाठी नाही. उच्चतम भूत्वरण (Peak Ground Acceleration), म्हणजेच, कंप पावतांना जमिनीने अनुभवलेले कमाल त्वरण हे जमिनीच्या कंपनांची उग्रा मोजण्याचे एक माप आहे. जमिनीद्वारे अनुभवण्यात येणारी एम्. एम्. (MM) तीव्रता आणि उच्चतम भूत्वरण यांच्यामध्ये काही अंदाजित अनुभवाधिष्ठित परस्परसंबंध उपलब्ध आहेत (उदा., तक्ता ३). उदाहरणार्थ, सन २००१ च्या भूज (भारत) येथील भूकंपात समभूकंपीय क्षेत्र VIII च्या अंतर्गत अनुभवले गेलेले उच्चतम भूत्वरण ०.२५g- ०.३०g इतके असण्याची शक्यता आहे. तथापि, सध्या जमिनीच्या विध्वंसकारक हालचाली मोजण्यासाठी तीव्र भू हालचाली नोंदणा-या

भूकंपीय उपकरणांवर अवलंबून रहावे लागते. ह्या बाबी कमी खर्चात भूकंपरोधक संकल्पन करण्यासाठी मुल्यप्रभावी ठरतात.

तक्ता ३: विविध तीव्रतेच्या हाद-यां दरम्यानचे उच्चतम भूत्वरण

एम्. एम्. आय. (MM)	V	VI	VII	VIII	IX	X
उच्चतम भूत्वरण (g)	०.०३-	०.०६-	०.१०-	०.२५-	०.५०-	>
	०.०४	०.०७	०.१५	०.३०	०.५५	०.५०

पूर्वी झालेल्या भूकंपाच्या माहितीच्या आधारावर, गटेनवर्ग आणि रिश्टर या दोन शास्त्रज्ञांनी १९५६ मध्ये भूकंपाचे स्थानिक परिमाण M_L (local magnitude) आणि अधिकेंद्रीय क्षेत्रातील तीव्रता I_0 यांच्यामधील एक अंदाजित समीकरण सादर केले ते असे $M_L \approx 2/3 I_0 + 1$ (हे समीकरण वापरण्यासाठी, तीव्रतेचे रोमन आकडे त्याच्या संलग्न अरेविक आकड्यांनी प्रतिस्थापित करण्यात आले आहेत, उदा., तीव्रता IX म्हणजे ९.०). तसेच इतरही अनेक शास्त्रज्ञांनी अनेक सुत्रे सादर केली आहेत.



संदर्भिय साहित्य

१. रिश्टर सी. एफ., (१९५८), एलिमेंटरी सिस्मॉलॉजी, डब्लू. एच्. फ्रीमन आणि कंपनी, न्युयॉर्क, अमेरिका (इंडियन रीप्रिंट इन १९६९ वाय युंरेशिया पब्लिशिंग हाऊस प्रा. लि., नवी दिल्ली)
२. http://neic.usgs.gov/neis/general/handouts/magnitude_intensity.html
३. स्थापत्य अभियांत्रिकी परिभाषा कोश, भाषा संचालनालय, महाराष्ट्र शासन, मुंबई

लेखक: सी. व्ही. आर. मुर्ति, भारतीय पौद्योगिकी संस्थान कानपूर, कानपूर, भारत
 पाठ्योपकरण: बांधकाम साहित्य आणि पौद्योगिकी संवर्धक मंडळ, नवी दिल्ली, भारत
 अनुवाद: शुभदा अ. गडकर, कार्यकारी अभियंता, सार्वजनिक बांधकाम विभाग, महाराष्ट्र शासन
 परीक्षण: डॉ. एम्. एम्. वसोले, माजी अधिव्याख्याता, व्ही. आर. सी. ई., नागपूर आणि डॉ. ओमप्रकाश जयसवाल, 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 विषयांमध्ये बदल न करता आणि योग्य पाच देऊन पुनर्निर्मित करता येऊ शकतील. आपल्या सूचना/अभिप्राय कुप्या nicee@iitk.ac.in या ई-पत्त्यावर पाठवावा. या आधीच्या आय. आय. टी. के., व्ही. एम्. टी. पी. सी. भूकंप सूचना वषण्यकारीत www.nicee.org किंवा www.bmtpc.org या संकेतस्थळांना भेट द्या. नोव्हेंबर २००७