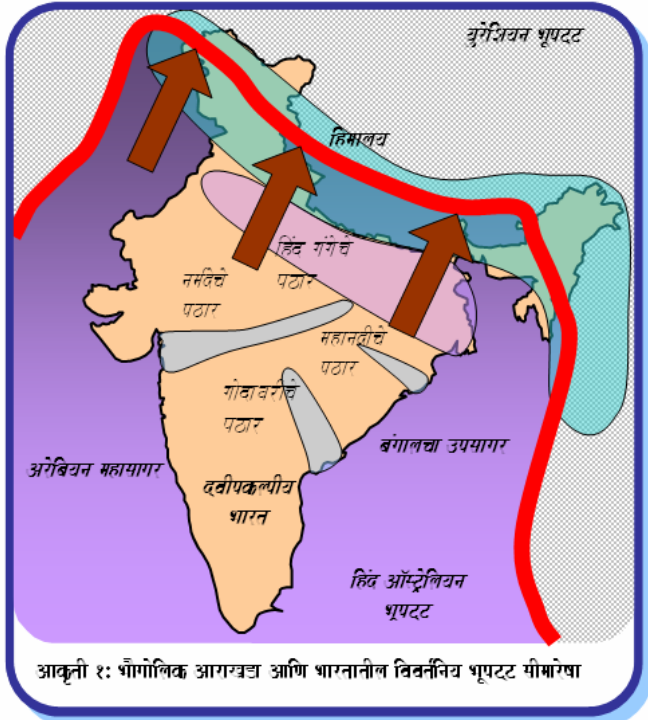


भारतातील भूकंपप्रवण क्षेत्रे कोणती?

मूळ भौगोलिक आणि भूविवर्तनी विशिष्ट लक्षणे

भारत हा *इंडोऑस्ट्रेलियन भूपट्टाच्या* उत्तर पश्चिम दिशेला असून तो ऑस्ट्रेलिया, हिंदी महासागराचा मोठा भाग आणि इतर काही लहान देशांनी घेरला गेला आहे. हे भूपट्ट अवाढव्य अशा *युरेशियन भूपट्टावर* आदळत असून युरेशियन भूपट्टाच्या खाली सरकत आहे (आकृती १); एक भूपट्ट दुसऱ्या भूपट्टाखाली सरकण्याच्या या प्रक्रियेला *अधोगमन (subduction)* असे म्हणतात. हे भूपट्ट एकमेकांवर आदळण्यापूर्वी *टॅथिस* नावाचा समुद्र या दोन भूपट्टांना विभागत होता. शिलावरणाचा भाग असलेला, पृथ्वीचा काही पृष्ठभाग महासागरांनी व्यापलेला असून उरलेला भाग हा खंडांनी व्यापलेला आहे. महासागरांमध्ये अधोगमनाची प्रक्रिया अधिक खोलीवर त्यावेळी सुरू होते जेव्हा दुसऱ्या एखाद्या भूपट्टाविरुद्ध त्याचे अभिसरण होते, परंतु खंड तरणशील असल्याने त्यांची पृष्ठभागाजवळ राहण्याची शक्यता वाढते. जेव्हा दोन खंड अभिसरित होतात, तेव्हा त्यांचे मोठ्या प्रमाणावर लघूकरण (shortening) आणि सांदीभवन (thickening) होते, उदा. हिमालय आणि तिबेटप्रमाणे.

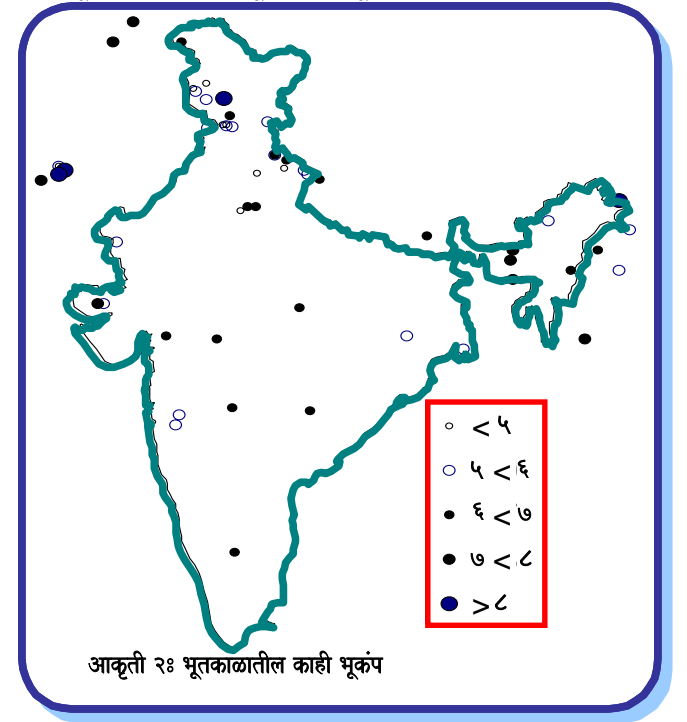


भारतातील तीन प्रमुख भूविवर्तनीय उपप्रदेश म्हणजे उत्तरेकडील अफाट हिमालय, गंगा आणि इतर नद्यांचा मैदानी प्रदेश, आणि दवीपकल्प (peninsula). हिमालयात प्रामुख्याने टॅथिस समुद्रात मोठ्या भूगर्भीय कालखंडात साठल्या गेलेल्या गाळाचा समावेश होतो. खोल जलोढ (alluvium) असलेले हिंद- गंगा खोरे म्हणजे हिमालयाच्या भागामुळे खंडात निर्माण झालेले मोठे गर्त (great depression) होय. देशातील दवीपकल्पाच्या भागात भूतकाळातील हिमालयसदृश्य समाघातामुळे (collision) विकृत झालेल्या पुरातन खडकांचा समावेश होतो. जमिनीच्या अपक्षरणामुळे (erosion) अनेक पुरातन खडकांची मुळे उघडी पडली असून मूळच्या स्थलाकृती पूर्णपणे बदलून गेल्या आहेत. खडक अतिशय कठीण असतात, परंतु अपक्षयनामुळे (weathering) ते पृष्ठभागाजवळ मृदु झाले आहेत. हिमालयीन समाघातापूर्वी, कित्येक दशलक्ष वर्षे आधी भारताच्या दवीपकल्पीय भागाच्या

मध्यभागातून लाव्हारस वाहिल्यामुळे वेसॉल्ट खडकाचे थर पसरलेले दिसतात. कच्छसारख्या किनारी प्रदेशांमध्ये सागरी गाळ (deposits) साठलेला दिसून येतो जो कित्येक लक्ष वर्षापूर्वी सागराखाली निमज्जन झालेल्या घटनेचा पुरावा होय.

पूर्वी भारतात झालेले प्रमुख भूकंप

गेल्या शतकात भारतात आणि भारताच्या आजुबाजुच्या प्रदेशात अनेक उल्लेखनीय भूकंप घडून गेले (आकृती २). यातील काही भूकंप गजबजलेल्या आणि नागरी भागात झाल्यामुळे मोठी क्षति झाली. अनेक भूकंप पृथ्वीच्या पृष्ठभागापासून खोल अंतरावर झाल्यामुळे किंवा त्यामानाने तुळक लोकवस्तीच्या भागात झाल्याने त्यांची नोंद घेतली गेली नाही. काही विध्वंसकारक आणि नजीकच्या काळात झालेल्या भूकंपाची यादी तक्ता १ मध्ये देण्यात आली आहे. हिमालयीन भूपट्टाच्या सीमारेषेवर अनेक भूकंप होतात (हे *आंतरभूपट्टीय* भूकंप होत) परंतु, दवीपकल्पीय भागातदेखील अनेक भूकंप झाले आहेत (हे *भूपट्टांतर्गत* भूकंप होत).



सन १८९७ ते १९५० या ५३ वर्षांच्या कालखंडात चार मोठे भूकंप झाले ($M > 7$); तर जानेवारी २००१ मध्ये भूज येथील भूकंप ($M > 7.9$) हा देखील तेवढाच भयंकर होता. या प्रत्येक भूकंपामुळे वराच विनाश झाला परंतु, त्यामुळेच आपल्याला भूकंपाविषयी शिकण्याची आणि भूकंप अभियांत्रिकी प्रगत करण्याची संधी मिळाली. उदाहरणार्थ, सन १८९९ मध्ये कच्छच्या भूकंपात *१०० किलोमीटरच्या* परिसरात साधारणतः *३.० मीटर* उंचीचा अभूतपूर्व असा जमिनीचा पृष्ठभाग वर उचलला जाऊन उंचवटा निर्माण झाला (त्याला *अल्लावद* असे म्हणतात). तसेच १८९७ च्या आसाममधील भूकंपामुळे *५०० किलोमीटर* त्रिज्येच्या अंतरामध्ये मोठ्या प्रमाणावर नुकसान झाले; तसेच नुकसानाच्या घडलेल्या प्रकारांमुळे भूकंपाच्या तीव्रतेच्या मापनाच्या श्रेणीची I- X पासून I- XII पर्यंत सुधारणा करण्यात आली. सन १९३४ च्या विहार-नेपाल भूकंपात अतीव दवीपकल्पीय (extensive liquefaction) जमिनीच्या *३०० किलोमीटरच्या* (ज्याला slump belt असे म्हणतात) परिसरातील अनेक बांधकामे वाहून गेली.

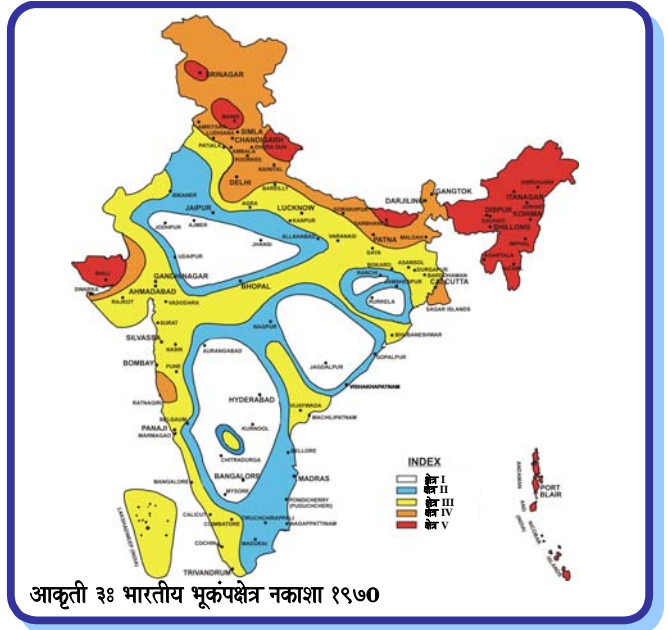
तक्ता १४ भूतकाळातील भारतातील काही भूकंप

दिनांक	घटना	वेळ	परिमाण	कमाल तीव्रता	मृत्यु
१६ जुन १८१९	कच्छ	११.००	८.३	VIII	१,५००
१२ जुन १८९७	आसाम	१७.११	८.७	XII	१,५००
४ फेब्रुवारी १९०७	कोईंबतुर	०३.११	६.०	X	निरंक
४ एप्रिल १९०५	कांग्रा	०६.२०	८.६	X	१९,०००
१५ जानेवारी १९३४	विहार-नेपाळ	१४.१३	८.४	X	१९,०००
३१ मे १९३५	क्वेट्टा	०३.०३	७.६	X	३०,०००
१५ ऑगस्ट १९५०	आसाम	१९.३१	८.५	X	१,५३०
११ जुलै १९५६	अंजार	२१.०२	७.०	IX	११५
१० डिसेंबर १९६७	कोयना	०४.३०	६.५	VIII	२००
२३ मार्च १९७०	भडोच	२०.५६	५.४	VII	३०
२१ ऑगस्ट १९८८	विहार-नेपाळ	०४.३९	६.६	IX	१,००४
२० ऑक्टोबर १९९१	उत्तरकाशी	०२.५३	६.६	IX	७६८
३० सप्टेंबर १९९३	किल्लारी (लातुर)	०३.५३	६.४	IX	७,९२८
२२ मे १९९७	जबलपुर	०४.२२	६.०	VIII	३८
२९ मार्च १९९९	चमोली	१२.३५	६.६	VIII	६३
२६ जानेवारी २००१	भूज	०८.४६	७.७	X	१३,८०५

भूकंपामुळे मृत्यु पावणा-या व्यक्तींची संख्या मुख्यत्वे भूकंप घडतांना दिवसातली वेळ आणि वर्षाचा कालावधी यावर अवलंबून असते. थंडीच्या दिवसात रात्रीच्या वेळी झालेल्या भूकंपात मरण पावणा-या व्यक्तींची संख्या वाढते, जेव्हा मोठ्या प्रमाणावर लोक आपल्या घरांच्या आत असतात.

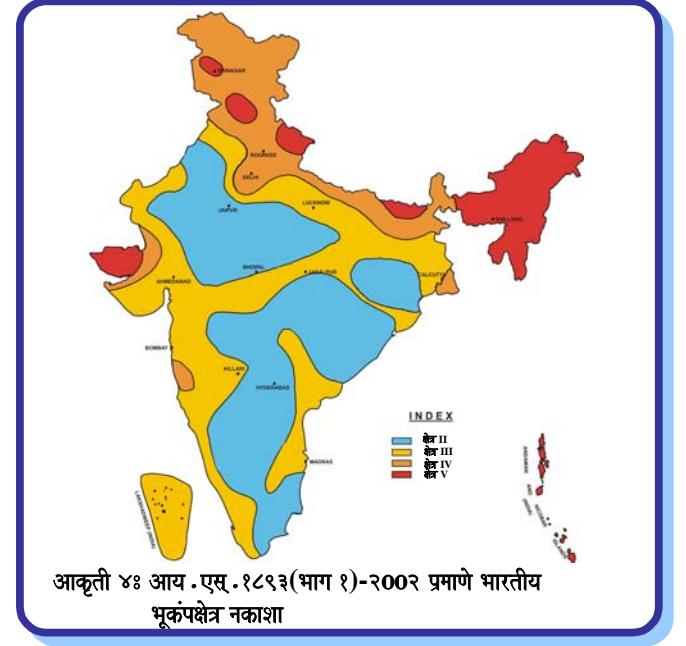
भारतातील भूकंपप्रवण क्षेत्रे (seismic zones)

भारतातील विविध ठिकाणी आढळून येणा-या वैविध्यपूर्ण भूगर्भशास्त्रीय रचनेमुळे विविध ठिकाणी घडून येणा-या विध्वंसकारक भूकंपाची शक्यता वेगवेगळी आहे. त्यामुळेच अशी ठिकाणे ओळखण्यासाठी भूकंपीय क्षेत्रदर्शक नकाशाची गरज भासते. भारतात पूर्वी झालेल्या विध्वंसकारी भूकंपांच्या तीव्रतेवर आधारित असलेला सन १९७० चा भूकंपीय क्षेत्रे दर्शविणारा नकाशा ५ भागांमध्ये विभागण्यात आला— I, II, III, IV आणि V (आकृती ३). या क्षेत्रांमध्ये संभाव्य भूकंपाच्या हाद-यांची अधिकतम परिवर्तित मरकेली (MM) तीव्रता अनु. क्रमे V किंवा त्यापेक्षा कमी, VI, VII, VIII आणि IX किंवा त्यापेक्षा जास्त असते. हिमालयाच्या सीमेवरील उत्तर आणि उत्तरपूर्वेकडील काही भाग आणि पश्चिमेकडील कच्छचा भाग यांचे क्षेत्र V मध्ये वर्गीकरण करण्यात आले.



देशातील भूगर्भशास्त्र, भूकंपविवर्तनीकी (seismotectonics) आणि भूकंपीय हालचालींच्या अधिक आकलनामुळे भूकंपीय क्षेत्राच्या नकाशात वेळोवेळी सुधारणा करण्यात आल्या आहेत. सन १९६२ साली भारतीय मानक संस्थेने भूकंपीय क्षेत्र नकाशा प्रथम प्रकाशित केला जो, नंतर सन १९६७ साली आणि नंतर पुन्हा सन १९७० साली सुधारित करण्यात आला. हा नकाशा पुन्हा सन २००२ साली (आकृती

सुधारित करण्यात आला असून आता त्यात केवळ चारच भूकंप क्षेत्रांचा II, III, IV आणि V यांचा समावेश आहे. सन १९७० सालच्या नकाशाच्या आवृत्तीमधील भूकंप क्षेत्र I प्रदेश भूकंप क्षेत्र II च्या प्रदेशांमध्ये एकत्रित करण्यात आले आहेत. तसेच, भारताच्या दक्षिणेकडील भागाचा भूकंपक्षेत्रीय नकाशा देखील सुधारित करण्यात आला आहे. चेन्नईचा भाग आता सन १९७० च्या तुलनेत क्षेत्र II मधून भूकंपक्षेत्र III मध्ये समाविष्ट करण्यात आला आहे. सन २००२ सालचा हा भूकंपक्षेत्रीय नकाशादेखील देशातील भूकंपाच्या संभाव्य धोक्याचा अंतिम निर्देशक मानता येत नाही त्यामुळे त्यातच परिपूर्णतेचे समाधान करून घेणे योग्य नाही.



राष्ट्रीय भूकंपक्षेत्र नकाशा म्हणजे देशातील भूकंप क्षेत्रांचा विस्तृत दर्शक आहे. परंतु, देशातील मृदेतील बदल आणि भूगर्भशास्त्र या वावी स्थानिक अंतरावर नकाशात दाखविणे शक्य नाही. म्हणूनच कुठल्याही मोठ्या प्रकल्पासाठी उदा. मोठे धरण किंवा अणुऊर्जा प्रकल्प इ. साठी भूकंपाच्या संभाव्य धोक्यांचा प्रत्यक्ष त्याठिकाणी विशिष्ट प्रकारे अभ्यास करणे आवश्यक ठरते. तसेच मोठ्या शहरी योजना राबवतांना महानगरांची छोट्या छोट्या क्षेत्रांत विभागणी (microzonation) केल्यामुळे भूगर्भ शास्त्रातील स्थानीय बदल तसेच स्थानिक मृदेचा प्रकार इ. वावीची माहिती मिळवणे सोपे होते.

संदर्भिय साहित्य

१. वी. एम्. टी. पी. सी. (१९९७), *क्लॉरेविलीटी अँटलस ऑफ इंडिया*, इमारत सामग्री आणि प्रौद्योगिकी संवर्धन परिषद, शहर विकास मंत्रालय, भारत सरकार, नवी दिल्ली
२. दासगुप्ता एम्. आणि इतर (२०००), *सिस्मोटॅक्टॉनिक अँटलस ऑफ इंडियन अँड इट् एन्व्हॉयरन्स*, भारतीय भूविज्ञान संवर्धन
३. आय. एम्. १८९३ (१९९७), इंडियन स्टँडर्ड्स/कायदेगोया फॉर अर्थक्वेक रेझिस्टंट डिझाइन ऑफ स्ट्रक्चर्स, भारतीय मानक संस्था, नवी दिल्ली
४. 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 वी. एम्. टी. पी. सी. नवी दिल्ली यांच्या मालकीचे आहे. या सूचना त्यातील विषयामध्ये बदल न करता आणि योग्य पोच देऊन पुनर्निर्मित करता येऊ शकतील. आपल्या सूचना/अभिप्राय कृपया nicee@iitk.ac.in या ई फ्यावर पाठवाव्यात. या आधीच्या आय. आय. टी. के., वी. एम्. टी. पी. सी. भूकंप सूचना वषण्याकरीता www.nicee.org किंवा www.bmtpc.org या संकेतस्थळांना भेट द्या. नोव्हेंबर २००७