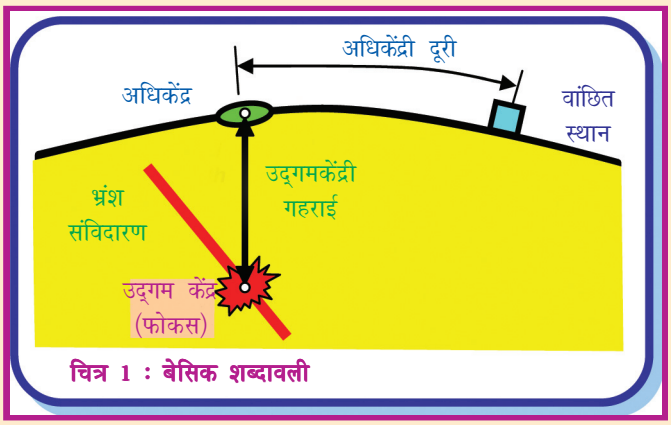
भूकंप टिप - 3
परिमाण और तीव्रता क्या है?

शब्दावली

भ्रंश (फॉल्ट) पर स्थित वह बिंदु जहां सर्पण (स्लिप) शुरू हो जाता है उद्गम केंद्र (फोकस) या 'अवकेंद्र' (हाइपोसेंटर) कहलाता है। पृथ्वी की सतह पर इस बिंदु से ऊर्ध्वाधर दिशा में स्थित बिंदु को अधिकेंद्र (एपिसेंटर) कहते हैं, (चित्र-1)। अधिकेंद्र से उद्गम केंद्र की गहराई, जिसे उद्गमकेंद्री या फोकल गहराई कहते हैं, किसी भूकंप की विनाशकारी क्षमता को निर्धारित करने वाली एक महत्वपूर्ण प्राचल (पैरामीटर) की भूमिका निभाती है। अधिकतर विनाशकारी भूकंपों का उद्गम केंद्र उथला होता है जिसकी फोकल गहराई लगभग 70



चित्र 1 : बेसिक शब्दावली

किलोमीटर से कम होती है। अधिकेंद्र से किसी भी वांछित बिंदु तक की दूरी को *अधिकेंद्री दूरी* कहा जाता है।

किसी बड़े भूकंप (यानी बड़े झटके) से पहले और बाद में बहुत से छोटे-मोटे भूकंप उठते हैं। बड़े भूकंप से पहले आने वाले भूकंपों को *पूर्वघात* या *पूर्वकंप* कहते हैं और बाद में आने वालों को *उत्तरघात या उत्तरकंप*।

परिमाण

किसी भूकंप का परिमाण उसके वास्तविक आकार का *मात्रात्मक* माप होता है। प्रोफेसर चार्ल्स रिक्टर ने देखा कि (क) समान दूरी पर बड़े पैमाने पर उठने वाले भूकंपों का भूकंप अभिलेख (भूकंप के जमीनी कंपनों के रिकार्ड/आलेख) छोटे भूकंपों की तुलना में बड़े तरंग आयाम वाला होता है; और (ख) किसी एक भूकंप के लिए, अधिक दूरी पर स्थित भूकंप अभिलेखों का तरंग आयाम निकट स्थित भूकंप अभिलेखों की अपेक्षा कम होता है। इन प्रेक्षणों ने उन्हें *रिक्टर पैमाने* को प्रस्तावित करने की प्रेरणा दी जो अब सामान्य रूप से प्रयुक्त होने वाला परिमाण पैमाना है। यह भूकंप अभिलेखों से प्राप्त होता है और अभिकेंद्री दूरी पर तरंगरूपी आयाम की निर्भरता को समझाने में अपनी भूमिका निभाता है। इस पैमाने को *स्थानीय परिमाण पैमाना* भी कहते हैं। कुछ अन्य परिमाण पैमाने भी होते हैं, जैसे *काय तरंग परिमाण, पृष्ठीय तरंग परिमाण* और *तरंग ऊर्जा परिमाण*। इन संख्यात्मक परिमाण पैमानों की कोई ऊपरी और निचली सीमाएं नहीं होती हैं। किसी बहुत छोटे-से भूकंप का परिमाण शून्य या ऋणात्मक भी हो सकता है।

परिमाण (एम) में 1.0 की वृद्धि तरंग-रूपी आयाम में 10 गुना तथा उत्सर्जित ऊर्जा में लगभग 31 गुना अधिक ऊर्जा की सूचक होती है। उदाहरण के लिए, एम 7.7 भूकंप में एम 6.7 भूकंप की तुलना में 31 गुना अधिक ऊर्जा निर्मुक्त होती है और यह एम 5.7 भूकंप की अपेक्षा लगभग 1000 (~31×31) गुना अधिक होती है। निर्मुक्त होने वाली अधिकांश ऊर्जा, ऊष्मा के रूप में और चट्टानों को अविभंग करने या उनमें दरार पैदा करने में चली जाती है और (सौभाग्यवश) उसका केवल एक छोटा सा हिस्सा ही भूकंपी तरंगों में जाता है। ये तरंगें बहुत अधिक दूरियों तक संचरित होकर मार्ग में आने वाली धरती को प्रकंपित करती हैं और संरचनाओं इमारती ढांचों को क्षति पहुंचाती हैं। (क्या आप जानते हैं? एम 6.3 भूकंप द्वारा निर्मुक्त ऊर्जा, 1945 में हिरोशिमा पर गिराए गए अणु बम द्वारा निर्मुक्त ऊर्जा के तुल्य होती है!!)

भूकंपों को उनके आकार के आधार पर प्रायः विभिन्न समूहों में वर्गीकृत किया जाता है (सारणी-1)। विश्वभर में उठने वाले भूकंपों की वार्षिक औसत संख्या को भी इन सभी समूहों के लिए, सारणी में दर्शाया गया है। इससे पता लगता है कि प्रत्येक वर्ष में औसतन एक भीषण भूकंप अवश्य आता है।

सारणी 1 : भूकंपों की वैश्विक घटनाएं

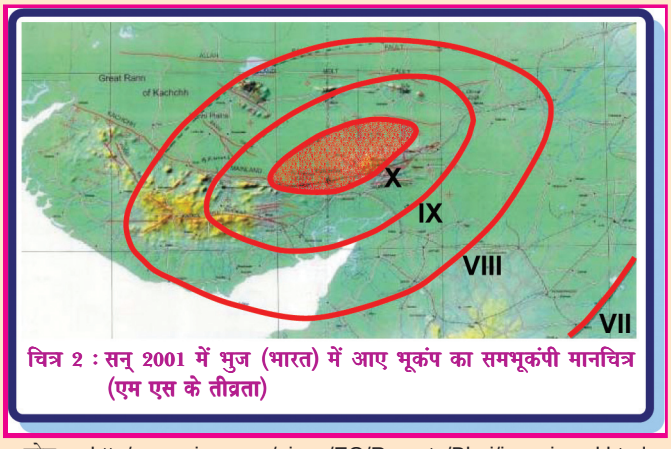
वर्ग	परिमाण	वार्षिक औसत संख्या
भीषण	8 और उससे अधिक	1
मुख्य	7-7.9	18
शक्तिशाली	6-6.9	120
मध्यम	5-5.9	800
हल्का	4-4.9	6,200 (अनुमानित)
गौण	3-3.9	49,000 (अनुमानित)
अति गौण	<3.0	एम 2-3:~1,000 प्रतिदिन; एम 1-2:~8,000 प्रतिदिन

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

तीव्रता

भूकंप के दौरान किसी स्थान पर होने वाले वास्तविक प्रकंपन के गुणात्मक माप को तीव्रता कहते हैं और इसे *रोमन केपिटल संख्याओं* द्वारा दर्शाया जाता है। अनेक प्रकार के तीव्रता पैमाने उपलब्ध हैं। इनमें से सामान्य तौर पर प्रयुक्त होने वाले दो पैमाने, *संशोधित मरकैली तीव्रता (एम एम आई)* पैमाना और एम एस के पैमाना हैं। दोनों पैमानों में काफी हद तक समानता होती है और ये I (सबसे कम तीव्र) से XII (सर्वाधिक भीषण) तक होते हैं। तीव्रता पैमाने, प्रकंपन के तीन अभिलक्षणों पर आधारित होते हैं - व्यक्तियों और पशुओं द्वारा किए गए आभास, इमारतों पर प्रभाव और प्राकृतिक परिवेश में परिवर्तन। एम एस के पैमाने पर तीव्रता VIII संबंधी विवरण को सारणी-2 में दिया गया है।

भूकंप के दौरान, विभिन्न स्थानों पर तीव्रता के विवरण को आलेखीय रूप में *समभूकंपी रेखाओं (चित्र-2)*, द्वारा प्रदर्शित किया जाता है जो समान भूकंपी तीव्रता वाले स्थानों को परस्पर जोड़ती हैं।



चित्र 2 : सन् 2001 में भुज (भारत) में आए भूकंप का समभूकंपी मानचित्र (एम एस के तीव्रता)

स्रोत : http/www.nicee.org/nicee/EQ/Reports/Bhuj/isoseismal.html

सारणी 2 : 'एम.एस.के.' पैमाने के अनुसार VIII तीव्रता कंपन का विवरण

तीव्रता VIII - भवनों का विनाश

(क) घबराहट और भगदड़। मोटर वाहन चलाने में परेशानी होने लगती है। यहां-वहां वृक्षों की टहनियां टूटकर गिर जाती हैं। यहां तक कि भारी फर्नीचर भी हिलते हैं और उनमें से कुछ उलट-पुलट जाते हैं। लटकते हुए लैंपों को भी कुछ हद तक हानि पहुंचती है।

(ख) सी (C) प्रकार की अधिकतर इमारतों में श्रेणी 2 और कुछ इमारतों में श्रेणी 3 के स्तर का विनाश होता है। प्रकार बी (B) के अधिकतर भवनों को श्रेणी 3 की क्षति होती है और ए (A) प्रकार के अधिकतर भवन श्रेणी 4 का विनाश झेलते हैं। कभी-कभी पाइपों के जोड़ भी टूट जाते हैं। स्मारक तथा इमारतें हिलते और ऐंठ जाते हैं। समाधियों में जड़े पत्थर पलट जाते हैं। पत्थर की दीवारें ढह जाती हैं।

(ग) खोखली जगहों और खड़ी ढालों वाली मुड़ी हुई सड़कों पर लघु भू-सर्पण होते हैं। जमीन पर कई सेंटीमीटर चौड़ाई वाली दरारें पैदा हो जाती हैं। तालाबों में पड़ा जल गंदला हो जाता है। नए जलाशय बन जाते हैं। सूखे कुएं पुनः भर जाते हैं और चालू कुएं सूख जाते हैं। कई मामलों में जल के बहाव और उसके स्तर में परिवर्तन भी देखने को मिलता है।

टिप्पणी :

- ए (A) प्रकार की संरचनाएं - गांवों में होने वाले निर्माण, बी (B) प्रकार - साधारण चिनाई वाले निर्माण, सी (C) प्रकार - सुनिर्मित इमारतें
- एकल, कुछ - लगभग 5 प्रतिशत; बहुत सारे - लगभग 50 प्रतिशत; अधिकतर - लगभग 75 प्रतिशत
- श्रेणी 1 क्षति - हल्की क्षति; श्रेणी 2 - मध्यम क्षति; श्रेणी 3 - भारी क्षति; श्रेणी 4 - विनाश; श्रेणी 5 - संपूर्ण विनाश।

मूलभूत अंतर : परिमाण बनाम तीव्रता

किसी भूकंप का *परिमाण* उसके स्तर का एक माप होता है। उदाहरण के लिए, किसी भूकंप के स्तर को भ्रंश संविदारण (फॉल्ट रप्चर) द्वारा विमुक्त ऊर्जा से नाप सकते हैं। मतलब यह कि किसी भूकंप के लिए भूकंप के परिमाण का सकल मान होता है। दूसरी ओर, तीव्रता किसी स्थान पर प्रकंपन की प्रबलता की सूचक होती है। स्पष्ट है कि प्रकंपन की प्रबलता अधिकेंद्र से दूर स्थित स्थल की तुलना में उसके निकट स्थित स्थल में कहीं अधिक होती है। अतः एक ही परिमाण के भूकंप के दौरान अलग-अलग स्थानों पर भूकंप की तीव्रता भी अलग होती है।

इस अंतर को और अधिक स्पष्ट करने के लिए बिजली के बल्ब का उदाहरण लेते हैं (चित्र-3)। एक 100 वाट के बल्ब के निकट स्थित बिंदु पर

चित्र 3 : बिजली के बल्ब से बढ़ती दूरी के अनुसार प्रदीप्ति के मान में गिरावट

प्रदीप्ति उससे दूर स्थित बिन्दु की तुलना में अधिक होगी। जबकि बल्ब से 100 वाट तुल्य ऊर्जा ही उत्सर्जित होती है, किसी स्थान पर प्रकाश की तीव्रता (या ल्यूमेन में मापी जाने वाली प्रदीप्ति) बल्ब की वाटता (वाटेज) और उस स्थान की बल्ब से दूरी पर निर्भर करती है। यहां बल्ब की वाटता (100 वाट) भूकंप के परिमाण के तुल्य है और किसी स्थान पर उसकी प्रदीप्ति उस स्थान पर भूकंप की तीव्रता की सूचक है।

भूकंप अभिकल्पन में परिमाण और तीव्रता

अक्सर यह सवाल पूछा जाता है : क्या मेरा भवन 7.0 परिमाण के भूकंप को झेल सकता है? लेकिन 7.0 तीव्रता का भूकंप अलग-अलग स्थानों पर अलग प्रकंपन तीव्रताओं का कारक बनता है और उन स्थानों पर भवनों को पहुंची क्षति भी अलग होती है। अतः भवनों और संरचनाओं का अभिकल्पन प्रकंपन की तीव्रता के स्तरों को झेलने की उनकी क्षमता न कि भूकंप के परिमाण को अधिक ध्यान में रखते हुए ही किया जाता है। भू-प्रकंपन की प्रबलता को संख्यात्मक रूप से मापने का एक तरीका प्रकंपन के दौरान भूमि में अनुभव किया गया महत्तम त्वरण यानी शिखर भू-त्वरण (पीक ग्राउंड एक्सलेरेशन : PGA) है। MM तीव्रताओं और अनुभव किए गए शिखर भू-त्वरणों (PGA) के मानों के बीच सन्निकट आनुभाविक सहसंबंध उपलब्ध हैं (देखिए सारणी-3)

सारणी 3 : विभिन्न तीव्रताओं के प्रकंपनों के दौरान शिखर भू-त्वरण (PGA) के मान

तीव्रता	V	VI	VII	VIII	IX	X
शिखर भू-त्वरण (*g*)	0.03-0.04	0.06-0.07	0.10-0.15	0.25-0.30	0.50-0.55	>0.60

स्रोत : बी.ए. बोल्ट, अर्थक्वेक्स, डब्ल्यू.एच. फ्रीमैन एंड कंपनी, न्यूयार्क, 1993

उदाहरण के लिए, सन् 2001 में भुज में आए भूकंप के दौरान, समभूकंपी रेखा VIII, (चित्र - 2) ने लगभग 0.25-0.30 g तक के शिखर भू-त्वरण का अनुभव किया होगा। लेकिन, अब विनाशी भू-प्रकंपन के संख्यात्मक मान के लिए भूकंपी उपकरणों द्वारा प्राप्त प्रबल भू-पृष्ठीय संचलन रिकार्डों पर ही भरोसा किया जाता है। इमारतों की लागत प्रभावी भूकंपरोधी डिजाइन तैयार करने में इनका काफी महत्व है।

विगत में आए भूकंपों से प्राप्त आंकड़ों के आधार पर, गुटेनबर्ग और रिक्टर नामक वैज्ञानिकों ने सन् 1956 में अभिकेंद्री क्षेत्र में आए किसी भूकंप के स्थानीय परिमाण M_L और उसी तीव्रता I_0 के बीच अधोलिखत सन्निकट सहसंबंध को प्रस्तुत किया था : M_L H" $\frac{2}{3}$ $I_0 + 1$ (इस समीकरण का प्रयोग करते समय तीव्रता सूचक रोमन संख्याओं की जगह संगत अरबी अंक लिखने होंगे, जैसे IX के स्थान पर 9.0)। अन्य वैज्ञानिकों द्वारा प्रस्तावित अनेक भिन्न समीकरण भी उपलब्ध हैं।

संदर्भ सामग्री

1. रिक्टर, सी.एफ. (1958) एलीमेंटरी सीस्मोलॉजी, डब्ल्यू.एच. फ्रीमैन एण्ड कंपनी, इं., सान फ्रांसिस्को, संयुक्त राज्य अमेरिका (यूरेशियन पब्लिशिंग हाउस प्रा. लि., नई दिल्ली द्वारा इसका भारतीय पुनर्मद्रण 1969 में हुआ)।
2. http://neic.usgs.gov/neis/general/handouts/magnitude_intensity.html

साभार :

लेखक : सी.वी. आर. मूर्ति, भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान कानपुर, कानपुर
प्रायोजक : भवन निर्माण सामग्री एवं प्रौद्योगिकी संवर्धन परिषद, नई दिल्ली
अनुवादक : आभास मुखर्जी **अनुवाद समीक्षक** : स्निग्धा ए. सान्याल