भूकम्प रोधी इमारतें

प्रवीण कुमार

यदि भवन निर्माताओं ने निर्धारित निर्माण संहिता का पालन किया होता तो शायद काफी जानें बच सकती थीं।

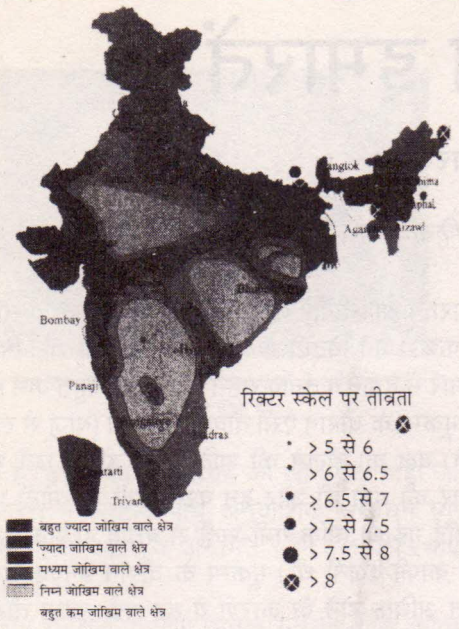
कहते हैं कि लोग भूकम्प से नहीं मरते, यह आपका घर ही है जो आपको मारता है। बताया गया है कि हाल में गुजरात में आए भूकम्प में भुज शहर की 50 प्रतिशत इमारतें धराशायी हो गईं। अहमदाबाद, सूरत और राजकोट में प्रतिष्ठित आर्किटेक्ट्स द्वारा डिज़ाइन की गई और अच्छे निर्माताओं द्वारा निर्मित बहुमंज़िली इमारतें ढह गईं।

भूकम्प एक ऐसा खतरा है जो बार-बार नहीं आता किन्तु जब आता है तो इसके परिणाम भयानक होते हैं। इसलिए भूकम्प के प्रति हमारी प्रतिक्रिया बहुधा 'अब पछताए होत का .....' वाली होती है। भारत में अधिकांश घर गैर इंजीनियरी निर्माण होते हैं : मिट्टी, पत्थर, ईंट की दीवारें। ये आपदा का ख्याल किए बगैर बनाए जाते हैं। नई इमारतों को भूकम्परोधी डिज़ाइन से बनाकर और पुराने मकानों की उपयुक्त मरम्मत करके भूकम्प से होने वाले नुकसान को काफी कम किया जा सकता है।

भूकम्प के कारण अधिकांश नुकसान भवनों के ढहने की वजह से तथा यातायात व्यवस्था और खाद्यान्न सप्लाई अस्तव्यस्त होने की वजह से होता है। पारम्परिक रूप से भारत के ग्रामीण क्षेत्रों में लोग छत की शहतीर को सीधे दीवारों पर टिकाते हैं। जब दीवार टूटती है तो छत नीचे आ जाती है। महाराष्ट्र में लातूर और उस्मानाबाद में जहां सितम्बर 1993 में उग्र भूकम्प आया था, छतों का वज़न दीवार पर था और छत के लिए और कोई उर्ध्व सहारा न था। दीवारें बनाने के लिए हर किस्म व साइज़ के पत्थरों को मिट्टी के गारे से चुना गया था। मिट्टी के गारे में दबाव व तनाव सहने की ताकत बहुत कम होती है। भूकम्प के दौरान ऐसी दीवारों में पार्श्व (बाजू से लगने वाले) बल को झेलने की शक्ति नहीं होती। छतें भारी पत्थर की बनी थीं और इन पर मिट्टी की मोटी परत बिछाई गई थी ताकि गर्मी-सर्दी से बचाव हो सके। अतः छतें काफी वज़नी थीं। भूकम्प के दौरान इनका जड़त्व बहुत अधिक होने के कारण ये ढह गईं। खास तौर से उन मकानों में ऐसा हुआ, जहां छत का पूरा वज़न दीवार पर टिका था। मात्र वही इमारतें इस झटके को सह सकीं जिन्हें इंजीनियरी के हिसाब से बनाया गया था।

यह भविष्यवाणी करना असम्भव है कि भूकम्प कब और कहां आएगा। भूकम्प का खतरा दो बातों से मिलकर बनता है। भूकम्प की तीव्रता और भवनों की दुर्बलता। 1991 की जनगणना के आधार पर 1997 में भारत का एक जोखिम एटलस बनाया गया था। इससे पता चलता है कि देश में कुल 19.5 करोड़ रिहायशी इकाइयां हैं। इनमें से 38 प्रतिशत (अधिकांश ग्रामीण क्षेत्रों में) की दीवारें मिट्टी की हैं और 11 प्रतिशत की दीवारें पत्थर की हैं। ये दो भवन प्रकार हल्के से भूकम्प में भी काफी क्षतिग्रस्त हो सकते हैं। भारत में मात्र 2 प्रतिशत भवन ही (प्रायः शहरों में) कांक्रीट की दीवारों से बने हैं। हल्के/मध्यम तीव्रता के भूकम्प में इनके ढहने

यह भविष्यवाणी करना असम्भव है कि भूकम्प कब और कहां आएगा। भूकम्प का खतरा दो बातों से मिलकर बनता है। भूकम्प की तीव्रता और भवनों की दुर्बलता। 1991 की जनगणना के आधार पर 1997 में भारत का एक जोखिम एटलस बनाया गया था। इससे पता चलता है कि देश में कुल 19.5 करोड़ रिहायशी इकाइयां हैं। इनमें से 38 प्रतिशत (अधिकांश ग्रामीण क्षेत्रों में) की दीवारें मिट्टी की हैं और 11 प्रतिशत की दीवारें पत्थर की हैं। भवन के ये दो प्रकार हल्के से भूकम्प में भी काफी क्षतिग्रस्त हो सकते हैं।



भूकम्प की सम्भावित तीव्रता के अनुसार भूकम्प को पांच क्षेत्रों में बांटा गया है। यहां पिछले सौ सालों में रिक्टर स्केल पर 5.0 तीव्रता से अधिक वाले भूकम्पों को दर्शाया गया है।

की सम्भावना कम ही होती है।

नगर निकायों के कानून-कायदों में भवनों की भूकम्प सुरक्षा के बारे में कुछ नहीं कहा गया है। परिणाम यह है कि शहरों का विस्तार जोखिमग्रस्त क्षेत्रों में भी हो रहा है और असुरक्षित मकानों की तादाद बढ़ती जा रही है। भवनों के भूकम्प रोधी डिज़ाइन और निर्माण के बारे में भारतीय मानक संहिता में 1993 से ही समय-समय पर संशोधन किए जाते रहे हैं। किन्तु जबलपुर (1997), चमोली (1999) और अब कच्छ के भूकम्प से पता चलता है कि इन दिशा-निर्देशों पर अमल नहीं किया गया है। शायद केन्द्र सरकार की कुछ इमारतें इसकी अपवाद हों।

भूकम्प की तीव्रता का जोखिम भौगोलिक स्थिति पर निर्भर करता है। एक मानचित्र तैयार किया गया है जिसमें भारत के लगभग 33 लाख वर्ग कि.मी. क्षेत्र को भूकम्प की सम्भावित तीव्रता के अनुसार पांच भागों में बांटा गया है। देश का लगभग आधा हिस्सा भूकम्प-जोखिम से ग्रस्त है। इस प्रकार के क्षेत्र विभाजन से कमज़ोर भवनों को सुदृढ़ बनाने में मदद मिलेगी। ताकि कम से कम हल्के झटके आने पर तो वे न गिरें। भारतीय मानक ब्यूरो ने पांचों जोखिम क्षेत्रों के लिए भवन संहिताएं तैयार की हैं। राष्ट्रीय भूभौतिकी अनुसंधान प्रयोगशाला, हैदराबाद के निदेशक डॉ. हर्ष गुप्ता का मत है कि इन संहिताओं के पालन को सुनिश्चित किया जाना चाहिए। भूकम्प से होने वाली मौतों से बचने का यही एकमात्र तरीका है।

किसी भी भूकम्प के दौरान दो तरह की गतियां एक साथ उत्पन्न होती हैं : एक पार्श्व या आगे-पीछे की गति तथा दूसरी लहरदार या ऊपर-नीचे की गति। इमारतों को होने वाला नुकसान इस बात पर निर्भर करता है कि धरती की ये गतियां कितनी अधिक हैं और कितनी देर तक जारी रहती हैं। इसके अलावा इन बातों का भी महत्व है कि ये तरंगें धरती पर किस दिशा में बढ़ती हैं, उस जगह धरातल की बनावट कैसी है और खुद इमारत की स्थिति क्या है। कोई इमारत भूकम्प के झटके आने पर किस तरह का व्यवहार करेगी यह इस बात पर भी निर्भर करता है कि उसमें कम्पनों को जज़्ब करने की कितनी क्षमता है। इस्पात की अपेक्षा कांक्रीट में यह दक्षता ज़्यादा होती है। आम तौर पर भूकम्प के दौरान ईंट के भवन क्षतिग्रस्त होते हैं क्योंकि कम्पन के कारण छत और दीवारों का सम्बंध टूट जाता है। दीवारें प्रायः तिरछी दिशा में हिलते-हिलते गिर जाती हैं (चित्र 1क)। यदि इमारत के विभिन्न हिस्सों को आपस में जोड़े रखने की व्यवस्था की जाए, तो इस तरह के नुकसान से बचा जा सकता है। इसके लिए छत, लिन्टेल व नींव के स्तरों पर एक-एक कांक्रीट पट्टी से दीवारों को आपस में जोड़कर रखा जा सकता है (चित्र 1ग)।

नई प्रणालियां

आजकल एक नई व्यवस्था 'बेस-आइसोलेटेड तंत्र' का उपयोग किया जाता है। इससे पूरे ढांचे पर भूकम्प के बल का असर कम हो जाता है और यह तंत्र भूकम्प की अधिकांश ऊर्जा को सोख लेता है। आम तौर पर जो भवन बनते हैं उनमें भूकम्प की ऊर्जा कुछ विशिष्ट बिन्दुओं पर सोखी जाती है - जैसे बीम और कॉलम के जोड़ों में (चित्र 2क)। दूसरी ओर 'बेस आइसोलेटेड तंत्र' में इमारत का ऊपर वाला ढांचा नींव से पृथक ही रहता है। नींव और शेष भवन के बीच 'आइसोलेटर्स' लगे होते

बड़े बांधों के संदर्भ में अंतर्राष्ट्रीय आयोग (आइकोल्ड) ने सिफारिश की है कि सम्बंधित स्थलों के भूकम्प गुणधर्मों की जांच की जानी चाहिए। आम तौर पर बांधों की अपेक्षा परमाणु बिजलीघरों को इस तरह डिज़ाइन किया जाता है कि वे कहीं ज़्यादा परिमाण का भूकम्प झेल सकते हैं। डिज़ाइन की नवीन टेक्नॉलॉजी तथा नवीन भवन सामग्री शायद आदर्श संरचनाओं का सपना साकार कर सकेंगे।

हैं जो भूकम्प की काफी ऊर्जा को सोख लेते हैं तथा ऊपर के भाग को कम्पित होने से बचा लेते हैं (**चित्र 2 ख**)। ऊर्जा को बिखरा देने वाले तंत्र तो परम्परागत 'स्थिर आधार' वाले तंत्रों पर ही जोड़े जाते हैं। ये तंत्र मूल संरचनाओं की कम्पन ऊर्जा को बांट लेते हैं। (**चित्र 2 ग**)।

'अकलमंद' या 'सक्रिय नियंत्रण तंत्र' वे होते हैं जो मूल संरचना के अन्दर ही समायोजन के ज़रिए भूकम्पन की प्रक्रिया को नियंत्रित करते हैं। इनमें संरचना की पार्श्व दृढ़ता का समायोजन होता है तथा उसकी कठोरता व गतिज गुणधर्मों का सामंजस्य किया जाता है ताकि कम्पन के प्रति पूरे ढांचे की प्रतिक्रिया कम हो जाए। हाल में ऐसे नए पदार्थों का उपयोग शुरू हुआ है जो इमारतों को भूकम्प-सह बनाने में मदद करते हैं। जैसे रबर, सीसा युक्त स्टेनलैस स्टील, फाइबर युक्त प्लास्टिक, आकार-स्मृति युक्त मिश्र धातुएं आदि।

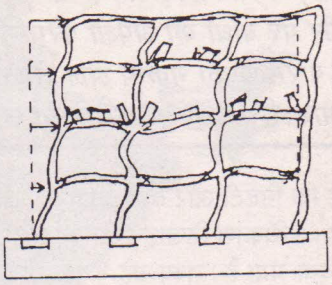
शोधकर्ता आजकल ऐसी किफायती संरचनाएं विकसित करने में लगे हैं जो अर्ध सक्रिय कही जाती हैं। इनमें निष्क्रिय ढांचों की मज़बूती और सक्रिय ढांचों के लचीलेपन के गुणों को जोड़ने के प्रयास हो रहे हैं। भूकम्प इंजीनियरिंग का सबसे कम समझा गया पहलू शायद यह है कि मिट्टी और ढांचे की परस्पर अन्तर्क्रिया क्या होती है। अधिकांश डिज़ाइन मानकों में इस बात पर ध्यान नहीं दिया गया है। तथ्य यह है कि यदि हम मिट्टी के गुणों को मात्रात्मक रूप में व्यक्त कर सकें तो उस पर निर्मित संरचनाओं के गुणधर्मों का पूर्वानुमान कर सकते हैं। मसलन गुजरात के भूकम्प के दौरान पुरानी इमारतें तो खड़ी रहीं जबकि नई बहुमंज़िली इमारतें धराशायी हो गईं। इसका कारण यह बताया गया है कि नई इमारतें कुदरती धरातल के स्तरों पर न बनी होकर भराव वाली ज़मीन पर बनी थीं। और नए भवन बनाते समय यह किसी ने नहीं सोचा था कि अहमदाबाद भूकम्प संवेदी है।

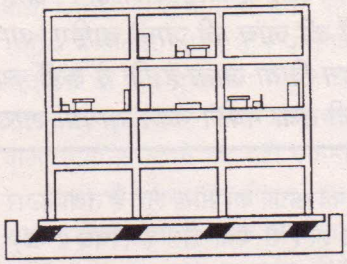
अकम्पनीय ढांचे

आज हम भूकम्प के दौरान धरातल की गति और स्थल की प्रतिक्रिया का पूर्वानुमान कर सकते हैं। इसके आधार पर भूकम्प सह ढांचे बनाना सम्भव है। अकम्पनीय ढांचे बनाते समय इस बात का ध्यान रखा जाता है कि भविष्य में भूकम्प के सम्भव स्थान कौन से हैं, इन भूकम्पों का सम्भावित परिमाण क्या होगा तथा धरातल की अधिकतम गति कितनी होगी। दरअसल परमाणु बिजली संयंत्रों को सुरक्षित रखने की चिन्ता ने भूकम्प इंजीनियरिंग अनुसंधान को काफी प्रोत्साहित किया है। परमाणु बिजली घर की स्थापना से पूर्व उसके आसपास के 300 कि.मी. के दायरे में भूकम्पीय गुणधर्मों का अध्ययन किया जाता है। इसके लिए आधुनिक उपग्रह चित्र तकनीकों का सहारा लिया जाता है। उपयुक्त डिज़ाइन के ज़रिए भूकम्पों के कम्पनजनक प्रभावों को काफी हद तक कम किया जा सकता है। भारत में परमाणु बिजलीघर हल्के

चित्र.1
क. बगैर तान के बनी दो समान्तर दीवारों पर यदि बाजू से दबाव पड़े तो वे गिर जाएंगी।
ख. रिंग बीम प्रतिरोध को बढ़ाएगा।
ग. और यदि समकोण पर रिंग बीम बनाकर एक चौखट बना दी जाए, तो प्रभाव बढ़ जाता है।

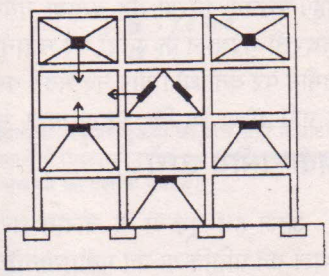
क. स्थिर आधार वाली संरचनाएं : परम्परागत संरचनाओं के विभिन्न घटक लचीले नहीं होते तथा ये भूकम्प की ऊर्जा को सोखते हैं। दो मंज़िलों के बीच विचलन की वजह से ढांचागत व गैर-ढांचागत क्षति होती है किन्तु भवन गिरता नहीं और जानें बच जाती हैं।

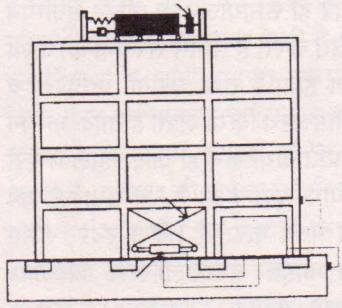




ख. भूकम्प से अलगाव के तंत्र : ये ढांचे आइसोलेटर्स (पृथक्कारकों) पर टिके होते हैं जो पूरे ढांचे को उन घटकों से अलग कर देते हैं जो भूकम्प से क्षतिग्रस्त होते हैं। ये आइसोलेटर्स भूकम्प की काफी ऊर्जा को जज़्ब कर लेते हैं जिससे शेष ढांचे को कम ऊर्जा पहुंचती है और क्षति कम होती है।

ग. ऊर्जा बिखराने वाले तंत्र : ये तंत्र भूकम्प की ऊर्जा को सोख लेते हैं। इस मूल ढांचे तक पहुंचने वाली ऊर्जा बहुत कम हो जाती है। क्षति भी कम होती है।





घ. सक्रिय नियंत्रण तंत्र : भूकम्प के दौरान ढांचे की पार्श्व मज़बूती, कठोरता और गति सम्बंधी गुणधर्मों का समायोजन होता है जिससे ढांचे की कम्पन प्रतिक्रिया काबू में रहती है। इसके लिए काफी पेचीदा नियंत्रण तंत्र व हार्डवेयर की ज़रूरत होती है।

चित्र. 2 भूकम्प के दौरान ढांचे की सुरक्षा

से लेकर मध्यम भूकम्प संवेदी क्षेत्रों में स्थित हैं। गौरतलब है कि सूरत से 80 कि.मी. दूर स्थित काकरापार परमाणु बिजलीघर वर्तमान भूकम्प के बावजूद सुचारू रूप से काम करता रहा। यह तथ्य इस बात का प्रमाण है कि यह इमारत भूकम्पसह टेक्नॉलॉजी से निर्मित है।

बड़े बांधों के संदर्भ में अंतर्राष्ट्रीय आयोग (आइकोल्ड) ने सिफारिश की है कि सम्बंधित स्थलों के भूकम्प गुणधर्मों की जांच की जानी चाहिए। आम तौर पर बांधों की अपेक्षा परमाणु बिजलीघरों को इस तरह डिज़ाइन किया जाता है कि वे कहीं ज़्यादा परिमाण का भूकम्प झेल सकते हैं। डिज़ाइन की नवीन टेक्नॉलॉजी तथा नवीन भवन सामग्री शायद आदर्श संरचनाओं का सपना साकार कर सकेंगे। *स्रोत फीचर्स*

* * * * * * * * * * * * * * * * *