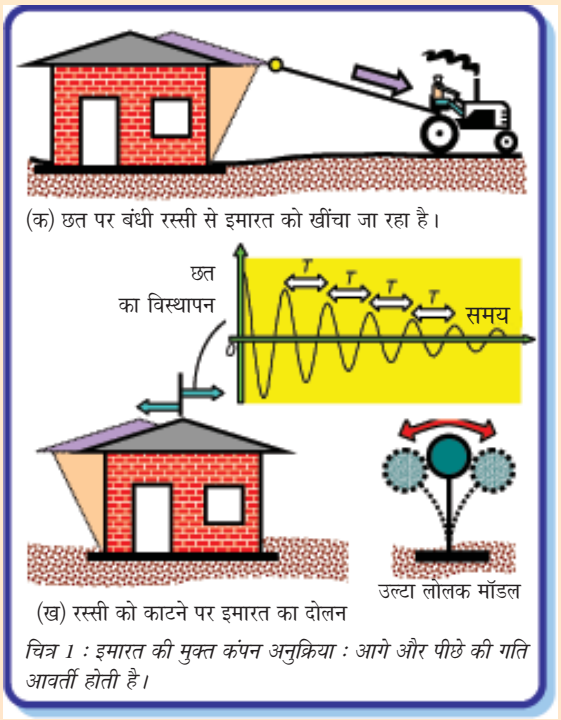
भूकंप टिप - 10

इमारतों का लचीलापन और भूकंप

लचीली इमारतों के दोलन

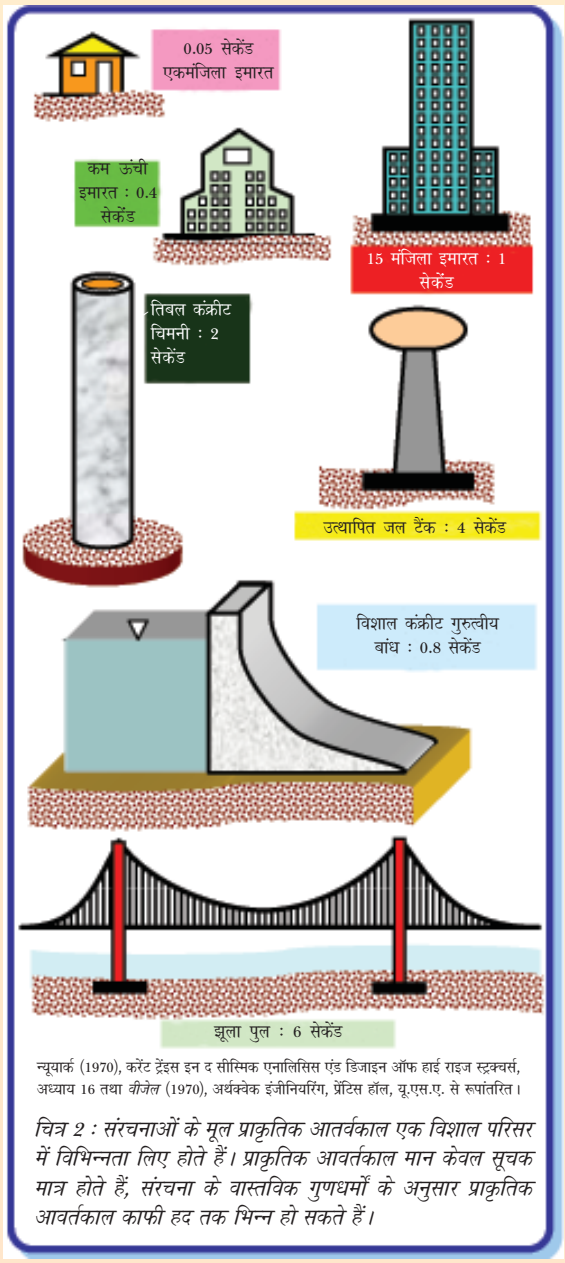
जब भू-तल प्रकंपित होता है, तब इमारत का आधार भी भू-तल के साथ हिलने लगता है और वह इमारत पीछे तथा आगे की ओर दोलन करने लगती है। यदि वह इमारत मजबूत होती तो उस पर स्थित प्रत्येक बिंदु की गति भी भू-तल की गति के समान ही होती। लेकिन, अधिकतर इमारतें लचीली होती हैं और उनके विभिन्न भाग अलग-अलग परिमाण में पीछे और आगे की ओर गतिशील होते हैं।

एक मोटी, नारियल की जटा से बनी रस्सी को लें और उसके एक सिरे को किसी इमारत की छत से बांध दें। उस रस्सी के दूसरे सिरे को किसी मोटर वाहन (जैसे ट्रैक्टर) से बांध दें। इसके बाद ट्रैक्टर को चलाकर इमारत को खींचने की कोशिश करें। वह इमारत खींचे जाने की दिशा में गतिमान होगी (चित्र 1 क)। उसी परिमाण के खिंचाव बल के लिए अधिक लचीली इमारत में अधिक गति उत्पन्न होगी। अब इस रस्सी को काट दीजिए! इमारत क्षैतिज दिशा में आगे और पीछे की ओर दोलन करने लगेगी और कुछ समय के बाद फिर अपनी पूर्व स्थिति में आ जाएगी (चित्र 1 ख); ये दोलन आवर्ती होते हैं। हर दोलन चक्र (यानी एक पूर्ण आगे और पीछे की गति) को पूर्ण होने में एक ही समय (सेकंडों में) लगेगा। इसे इमारत का मूल प्राकृतिक आवर्तकाल T कहते हैं। T का मान इमारत के लचीलेपन और उसके द्रव्यमान पर निर्भर करता है। लचीलापन जितना अधिक होगा, T भी उतना ही अधिक होगा। इसी तरह द्रव्यमान जितना अधिक होता है, T भी उतना ही अधिक होगा। सामान्यतया ऊंची इमारतें अधिक लचीली होती हैं और उनका द्रव्यमान भी उतना ही अधिक होता है, परिणामस्वरूप उनका T भी अधिक होता है। इसके विपरीत, कम ऊंचाई से लेकर मध्यम ऊंचाई वाली इमारतों का T सामान्यतया छोटा होता है (0.4 सेकेंड से कम)।



चित्र 1 : इमारत की मुक्त कंपन अनुक्रिया : आगे और पीछे की गति आवर्ती होती है।

मूल प्राकृतिक आवर्तकाल T इमारत का अंतर्निहित गुणधर्म होता है। इमारत में किए गए किसी भी किस्म के परिवर्तन से उसके T में परिवर्तन हो जाता है। सामान्य एक मंजिला इमारतों से लेकर बीस मंजिला इमारतों के मूल प्राकृतिक आवर्तकाल T सामान्यतया 0.05 से लेकर 2.00 सेकेंड के परिसर के बीच होते हैं। विभिन्न संरचनाओं के प्राकृतिक आवर्तकाल चित्र 2 में दर्शाए गए हैं।

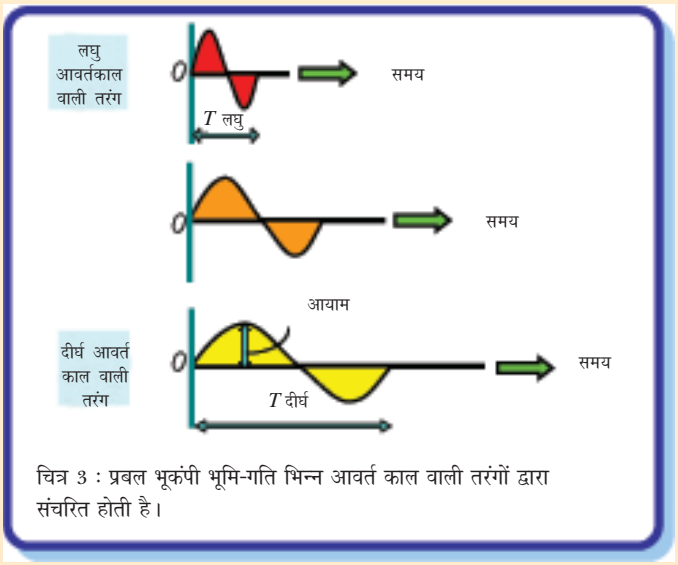


न्यूयार्क (1970), करेंट ट्रेंड्स इन द सीस्मिक एनालिसिस एंड डिजाइन ऑफ हाई राइज स्ट्रक्चर्स, अध्याय 16 तथा *बीजेल* (1970), अर्थक्वेक इंजीनियरिंग, प्रेंटिस हॉल, यू.एस.ए. से रूपांतरित।

चित्र 2 : संरचनाओं के मूल प्राकृतिक आतर्वकाल एक विशाल परिसर में विभिन्नता लिए होते हैं। प्राकृतिक आवर्तकाल मान केवल सूचक मात्र होते हैं, संरचना के वास्तविक गुणधर्मों के अनुसार प्राकृतिक आवर्तकाल काफी हद तक भिन्न हो सकते हैं।

लचक का महत्व

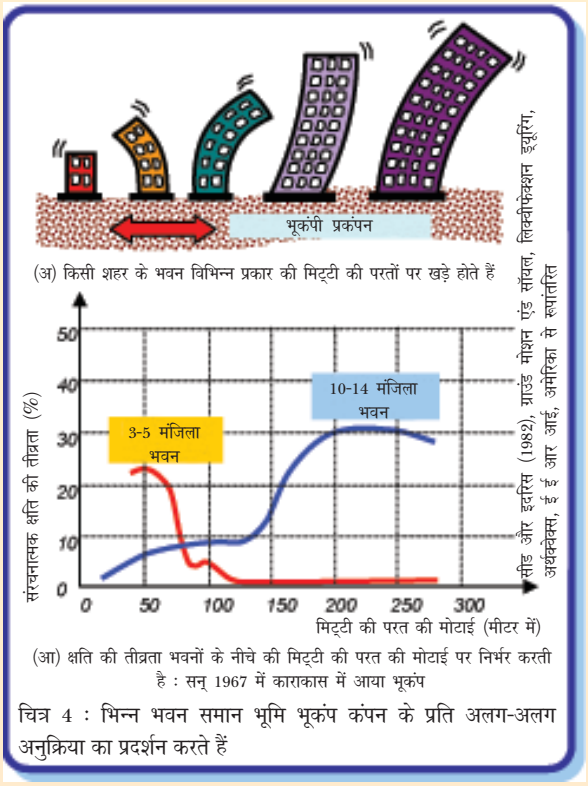
किसी भूकंप के दौरान भूमि के प्रकंपन में भिन्न आवृत्तियों वाले अनेक ज्यावक्रीय (सायनुसोडियल) तरंगों का मिश्रण होता है। ये आवृत्तियां लघु से दीर्घ आवर्त कालों के बीच के परिसर में स्थित होती हैं (चित्र 3)। गति के एक चक्र को पूरा करने में लगने वाले समय को *भूकंपी तरंग का आवर्त काल* कहते हैं। सामान्य रूप से, भूमि के भूकंपीय प्रकंपन में ऐसी तरंगों का समावेश होता है जिनके आवर्तकाल 0.03-33 सेकेंड के परिसर में होते हैं। इस परिसर के भीतर भी कुछ भूकंपी तरंगें दूसरों की तुलना में प्रबल होती हैं। किसी विशेष भवन स्थल पर भूकंपी तरंगों की तीव्रता कई कारकों पर निर्भर करती हैं। जैसे भूकंप का *परिमाण, अधिकेंद्रीय दूरी* तथा भूमि जिससे होकर इच्छित स्थल तक पहुंचने से पहले भूकंपी तरंगें यात्रा करती हैं।



चित्र 3 : प्रबल भूकंपी भूमि-गति भिन्न आवर्त काल वाली तरंगों द्वारा संचरित होती है।

किसी भी शहर में, भिन्न आकारों और आकृतियों के अनेक भवन होते हैं। *मूल सहज आवर्तकाल T* के आधार पर भी उनका वर्गीकरण किया जा सकता है। इन भवनों के नीचे भूमि की गति शहर भर में परिवर्तित होती है (चित्र 4 अ)। अगर भूमि आगे-पीछे उन भूकंपी तरंगों द्वारा प्रकंपित होती है जिनके आवर्त काल लघु हैं, तो लघु आवर्त काल भवनों द्वारा प्रदर्शित अनुक्रिया अधिक होगी। इसी तरह, अगर भूकंपी भूमि गति में दीर्घ आवर्त काल वाली तरंगें हैं तो दीर्घ आवर्त काल वाले भवनों द्वारा प्रदर्शित की जाने वाली अनुक्रिया अधिक होगी। इस तरह भवन के *T* मान तथा भूकंपी भूमि गति (यानी भूकंपी तरंगों के आवर्त काल और आयाम) के अभिलक्षणों पर निर्भरता के अनुसार, कुछ भवन अन्य भवनों की तुलना में अधिक प्रकंपित होंगे।

सन् 1967 में दक्षिणी अमेरिका के काराकास में आए भूकंप के दौरान पता लगा कि भवन की अनुक्रिया, भवनों के नीचे मौजूद मिट्टी की परत की मोटाई पर निर्भर है। चित्र 4 आ यह प्रदर्शित करता है कि 3-5 मंजिला भवनों के लिए क्षति की तीव्रता उन क्षेत्रों के लिए अधिक थी जिनके नीचे मिट्टी की परत की मोटाई करीब 40-60 मीटर थी। लेकिन, उन क्षेत्रों के लिए, जहां भवनों के नीचे मिट्टी की परत की मोटाई अधिक थी, क्षति की यह तीव्रता न्यूनतम थी। दूसरी तरफ 10-14 मंजिला भवनों के लिए क्षति की तीव्रता इससे एकदम उलट थी। क्षति की तीव्रता मिट्टी की परत की मोटाई के 150-300 मीटर के परिसर में होने की स्थिति में अधिक और परत की मोटाई के कम होने की स्थिति में कम



चित्र 4 : भिन्न भवन समान भूमि भूकंप कंपन के प्रति अलग-अलग अनुक्रिया का प्रदर्शन करते हैं

थी। यहां, भवन के नीचे मिट्टी की परत एक फिल्टर का कार्य करती है जो कुछ भूमि तरंगों को गुजरने देती हैं और बाकी को रोक देती हैं।

लचकदार भवनों में अधिक आपेक्षिक क्षैतिज विस्थापन उत्पन्न होता है, जो भवन के भिन्न असंरचनात्मक घटकों व उसमें मौजूद चीजों को क्षति पहुंचा सकता है। उदाहरण के लिए, भवन के कुछ घटक, जैसे कांच की खिड़कियां अधिक पार्श्व गति को नहीं झेल पातीं और इसलिए वे बुरी तरह से क्षतिग्रस्त या चकनाचूर हो जाती हैं। बिना ठुकी अलमारियों के खाने, खासकर जो बहुमंजिली इमारतों की ऊपरी मंजिलों में स्थित होते हैं, उलट सकते हैं। इस तरह की क्षतियां भवन की सुरक्षा को तो प्रभावित नहीं करती हैं लेकिन अधिक हानि व आघात देने तथा भवनवासियों के भीतर भय पैदा कर सकती हैं।

आईआईटीके-बीएमपीसी संबंधित टिप

1. आईआईटीके-बीएमपीसी भूकंपी टिप 2 : भूमि कैसे प्रकंपित होती है?
2. आईआईटीके-बीएमपीसी भूकंपी टिप 5 : संरचनाओं पर भूकंपी प्रभाव क्या हैं?

संदर्भ सामग्री

1. वीगल, आर., (1970) अर्थक्वेक इंजीनियरिंग, प्रेंटिस हॉल इं., अमेरिका।
2. चोपड़ा, ए.के., (1980) *डायनामिक्स ऑफ स्ट्रक्चर्स - ए प्राइमर,* अर्थक्वेक इंजीनियरिंग रिसर्च इंस्टीट्यूट, अमेरिका।

साभार :

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