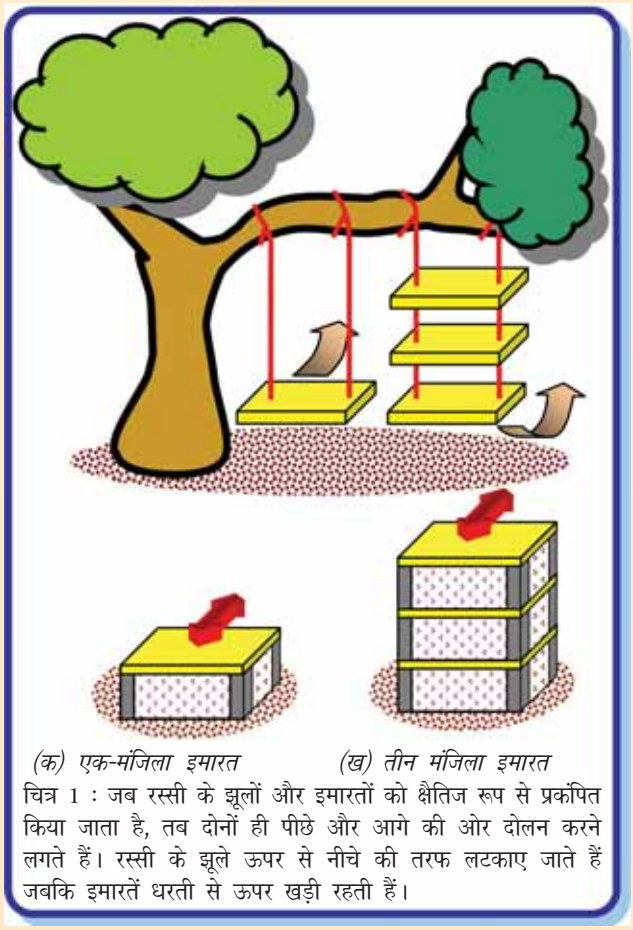
भूकंप टिप - 7

भूकंप के समय इमारतें किस तरह व्यावर्तित होती हैं?

किसी इमारत में व्यावर्तन (ट्विस्ट) क्यों उत्पन्न होता है?

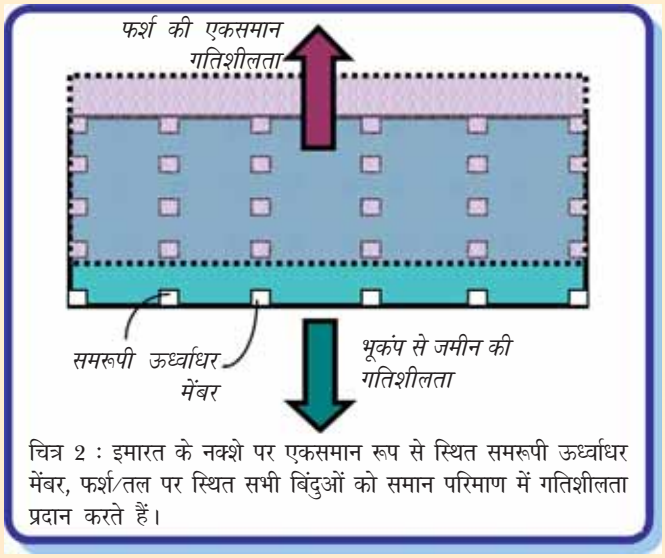
बचपन में आप एक रस्सी के झूले पर जरूर बैठे होंगे जो नारियल की जटा से बनी रस्सियों से किसी पुराने पेड़ के मजबूत तने से बंधा हुआ एक लकड़ी का पालना होता है। इन झूलों के आधुनिक संस्करण आज शहरी इलाकों के 'चिल्ड्रन पार्कों' में देखे जा सकते हैं। इन झूलों में एक प्लास्टिक का पालना इस्पाती ढांचे पर इस्पात की जंजीरों से बंधा होता है। रस्सी के एक झूले की कल्पना कीजिए जो दो बराबर लंबाई वाली रस्सियों से समरूपता से बंधा हुआ है। जब आप झूले के बीच में बैठते हैं तो यह दोनों तरफ बराबर रूप से डोलता है। इमारतें भी इन्हीं रस्सी के झूलों के समान होती हैं। ये केवल सीधे न होकर उल्टे झूलों की तरह होती हैं (चित्र 1)। ऊर्ध्वाधर दीवारें और स्तंभ, रस्सियों सदृश होते हैं तथा फर्श पालने की तरह। भूकंपों के दौरान इमारतें आगे और पीछे की ओर कंपन करती हैं। एक मंजिला इमारतों से ऊंची इमारतें, एक पालने से अधिक पालनों वाले रस्सी के झूलों के समान होती हैं।



(क) एक-मंजिला इमारत (ख) तीन मंजिला इमारत

चित्र 1 : जब रस्सी के झूलों और इमारतों को क्षैतिज रूप से प्रकंपित किया जाता है, तब दोनों ही पीछे और आगे की ओर दोलन करने लगते हैं। रस्सी के झूले ऊपर से नीचे की तरफ लटकाए जाते हैं जबकि इमारतें धरती से ऊपर खड़ी रहती हैं।

अतः यदि आप आसमान से एक ऐसी इमारत को देखते हैं जिसके ऊर्ध्वाधर (खड़े) मेंबर एक जैसे हैं और जो समान रूप से दो क्षैतिज दिशाओं में स्थित है तो जब इस इमारत को किसी खास दिशा में इसके आधार पर प्रकंपित किया जाता है तब यह इस तरह पीछे और आगे की ओर दोलन करने लगती है कि इसके फर्श पर स्थित सभी बिंदु क्षैतिज रूप से प्रकंपित किए जाने वाली दिशा में उसी परिमाण में गतिशील हो जाते हैं (चित्र 2)।

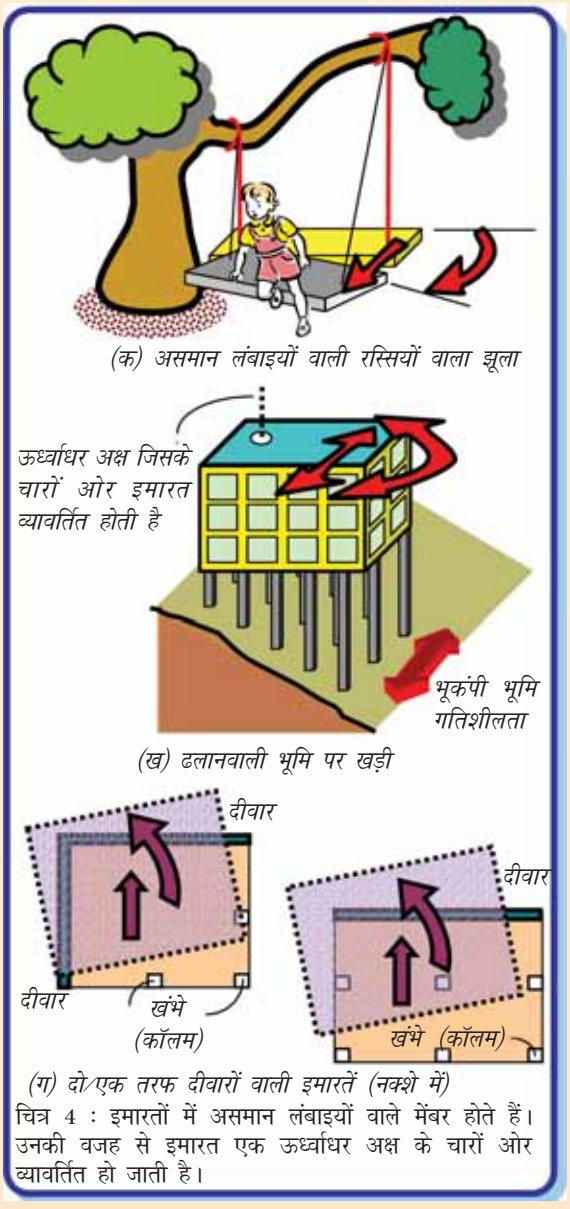


चित्र 2 : इमारत के नक्शे पर एकसमान रूप से स्थित समरूपी ऊर्ध्वाधर मेंबर, फर्श/तल पर स्थित सभी बिंदुओं को समान परिमाण में गतिशीलता प्रदान करते हैं।

चलिए, एक बार पुनः पेड़ से लटकते रस्सी के झूलों की चर्चा करते हैं : यदि आप पालने के एक सिरे पर बैठ जाएं, तो यह व्यावर्तित हो जाता है (यानी जिस दिशा में आप बैठे हुए हैं उसी दिशा में यह अधिक घूमने लगता है)। ऐसा कभी-कभार तब भी होता है जब आपके ज्यादातर मित्र झूले की एक तरफ एक साथ बैठ जाते हैं। ठीक उसी तरह अगर किसी इमारत के फर्श के एक तरफ द्रव्यमान अधिक है (उदाहरण के लिए, इमारत की एक तरफ गोदाम या पुस्तकालय वगैरह हो सकता है), तो जमीन के हिलते समय इमारत के उसी तरफ का हिस्सा अधिक गतिशील हो जाता है (चित्र 3)। इमारत इस तरह हिलती है कि इसके फर्श क्षैतिज रूप से विस्थापित होने के साथ-साथ घूमते भी कराते हैं।

चित्र 3 : इमारत के नक्शे में यदि ऊर्ध्वाधर मेंबर एकसमान रूप से भी स्थित हों तो भी एक तरफ अधिक द्रव्यमान होने के कारण फर्शों में व्यावर्तन उत्पन्न हो जाता है।

आइए, एक बार और पेड़ से लटकती रस्सी के झूले की चर्चा करें। इस बार उन दो रस्सियों की लंबाइयों को अलग-अलग रहने देते हैं, जिनकी मदद से पालना पेड़ की शाखा से बंधा हुआ है। ऐसे झूले पर यदि आप बिल्कुल बीच में भी बैठते हैं तो वह मुड़ जाता है (चित्र 4 क)। इसी प्रकार समान उर्ध्वाधर मेंबरों (यानी खंभे और/या दीवारें) वाली इमारतों में भी फर्श एक उर्ध्वाधर अक्ष के चारों ओर व्यावर्तित (चित्र 4 ख) और क्षैतिज रूप से स्थानांतरित हो जाते हैं। ठीक इसी तरह केवल दो तरफ (या एक तरफ) दीवारों और दूसरी ओर पतले खंभों यानी कॉलमों वाली इमारतों को जब भूमि के स्तर पर प्रकंपित किया जाता है तो वे व्यावर्तित हो जाती हैं (चित्र 4 ग)।



(क) असमान लंबाइयों वाली रस्सियों वाला झूला

(ख) ढलानवाली भूमि पर खड़ी

(ग) दो/एक तरफ दीवारों वाली इमारतें (नक्शे में)

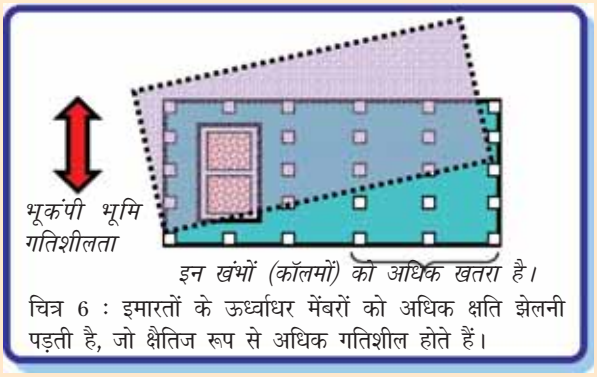
चित्र 4 : इमारतों में असमान लंबाइयों वाले मेंबर होते हैं। उनकी वजह से इमारत एक ऊर्ध्वाधर अक्ष के चारों ओर व्यावर्तित हो जाती है।

ऐसी इमारमें जो नक्शे (प्लान) में अनियमित आकार वाली होती हैं, उनमें भूकंपी प्रकंपनों के दौरान व्यावर्तित होने की अधिक संभावना बनी रहती है। उदाहरण के लिए, एक आगे की ओर निकली हुई प्रलंबी इमारत में (चित्र 5), इमारत का प्रलंबी भाग अपने से आपेक्षिक तौर पर हल्के कॉलमों पर झूलता है। फर्श व्यावर्तित होकर क्षैतिज रूप से स्थानांतरित हो जाते हैं।

चित्र 5 : भूकंपी प्रकंपनों के दौरान एक ओर से खुली हुई भू-मंजिल वाली इमारत व्यावर्तित हो जाती है।

इमारत के मेंबरों पर व्यावर्तित का क्या प्रभाव पड़ता है?

इमारतों में व्यावर्तन (ट्विस्ट), जिसे इंजीनियर मरोड़ यानी टॉर्शन की संज्ञा देते हैं, समान फर्श के स्तर पर भिन्न हिस्सों को अलग-अलग परिणामों से क्षैतिज रूप से गतिशील करता है। इससे अधिक गतिशीलता प्रदर्शित करने वाले किनारे की ओर स्थित कॉलमों और दीवारों को अधिक क्षति पहुंचती है (चित्र 6)। विगत समय में आए कई भूकंपों में इस अत्यधिक मरोड़ी (टॉर्शनल) व्यवहार के कारण अनेक इमारतों को भारी नुकसान झेलना पड़ा है। इस व्यावर्तन से (यदि इससे पूरी तरह से छुटकारा नहीं पाया जा सकता तो भी इसे) कम से कम रखना ही सबसे बेहतर है। इमारतों के नक्शे में सममिति (यानी एकरूपता से वितरित द्रव्यमान और एकरूपता से रखे हुए ऊर्ध्वाधर मेम्बर) को सुनिश्चित करके इसे हासिल किया जा सकता है। यदि इस व्यावर्तन को रोक पाना संभव नहीं है तो इमारतों की अभिकल्पना में इन अतिरिक्त अपरूपणी बलों (शीयर फोर्सेज) का ख्याल रखने के लिए विशेष परिकलन किए जाने की आवश्यकता होती है। ऐसे परिकलनों के लिए भारतीय भूकंप संहिता यानी इंडियन सीस्मिक कोड (आईएस 1893, 2002) में प्रावधान मौजूद हैं। लेकिन, इसमें कोई संदेह नहीं कि प्रबल भूकंपी प्रकंपनों के दौरान व्यावर्तित इमारतों पर काफी बुरा प्रभाव पड़ता है।



चित्र 6 : इमारतों के ऊर्ध्वाधर मेंबरों को अधिक क्षति झेलनी पड़ती है, जो क्षैतिज रूप से अधिक गतिशील होते हैं।

संदर्भ सामग्री :

1. आर्नोल्ड, सी., तथा रीथरमैन, आर. (1982) बिल्डिंग कंफिगुरेशन एंड सीस्मिक डिज़ाइन, जॉन वाइली, संयुक्त राज्य अमेरिका

2. लेगोरियो, एच.जे. (1990), अर्थक्वेक्स, एन आर्किटेक्ट्स गाइड टू नॉन स्ट्रक्चरल सीस्मिक हेज़ार्ड, जॉन वाइली एंड संस, इं., संयुक्त राज्य 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 : स्निग्धा ए. सान्याल