भूकंप टिप 8

इमारतों के लिए भूकंपी डिजायन का दर्शन

भूकंप समस्या

भूकंप आने के दौरान किसी स्थान पर जमीन के हिलने की उग्रता लघु, मध्यम और शक्तिशाली हो सकती है। सापेक्षिक रूप से लघु प्रकंपन बारंबार, मध्यम प्रकंपन यदा-कदा और शक्तिशाली प्रकंपन विरले ही होते हैं। उदाहरण के लिए, औसत रूप से सालाना 5.0-5.9 परिमाण वाले लगभग 800 भूकंप विश्व भर में उठते हैं, जबकि 7.0-7.9 के परिमाण परिसर में केवल 18 ही भूकंप साल भर में उठते हैं (देखिए, IITK-BMTPC भूकंप निरोधी टिप 03 www.nicee.org की सारणी 1)। तो, क्या हमें किसी चुने हुए प्रायोजना स्थल पर किसी इमारत का अभिकल्प और उसका निर्माण 500 वर्षों में केवल एक बार या शायद 2000 वर्षों में एक बार आने वाले विरल भूकंपी प्रकंपन का प्रतिरोध करने के लिए करना चाहिए, चाहे उस इमारत का अपना जीवनकाल महज 50 या 100 वर्ष ही क्यों न हो? चूंकि इमारतों में अतिरिक्त भूकंप संबंधी सुरक्षा प्रबंधों को मुहैया कराने में काफी लागत आती है, इसलिए एक दुविधा खड़ी होती है : *क्या हमें भूकंपी प्रभावों को झेल सकने वाली इमारतों की डिजायन (अभिकल्पना) से मुंह फेर लेना चाहिए? या फिर हमें इमारतों की ऐसी "भूकंपरोधी" डिजायन बनानी चाहिए, जिससे शक्तिशाली लेकिन विरल भूकंपी प्रकंपनों के दौरान किसी प्रकार का नुकसान न हो?* स्पष्ट है कि पहले वाले उपाय को अपनाने का मतलब है किसी बड़ी आपदा को निमंत्रण देना, और दूसरा उपाय बहुत ही महंगा है। अतः इमारत का डिजायन दर्शन उपर्युक्त दो चरम सीमाओं के बीच में कहीं होना चाहिए।

भूकंप-प्रतिरोधी इमारतें

इंजीनियर ऐसी *भूकंपरोधी इमारतें* बनाने का प्रयत्न ही नहीं करते जो विरल किंतु शक्तिशाली भूकंप के समय भी क्षतिग्रस्त *न हों*। ऐसी इमारतें जरूरत से ज्यादा सबल और बहुत महंगी होंगी। इसके बरअक्स, इंजीनियरी मंशा इमारतों को *भूकंप-प्रतिरोधी* बनाने की होती है। ऐसी इमारतें भू-प्रकंपनों के प्रभावों का प्रतिरोध करती हैं। हालांकि वे बुरी तरह से क्षतिग्रस्त हो सकती हैं लेकिन फिर भी प्रबल भूकंप के आने पर भी वे नहीं ढहेंगी। अतः भूकंप प्रतिरोधी इमारतों में जान और माल की सुरक्षा का पूरा आश्वासन रहता है और इस तरह हम आपदा से बच पाते हैं। विश्वभर में भूकंपी डिजायनों संहिताओं का यह एक मुख्य उद्देश्य होता है।

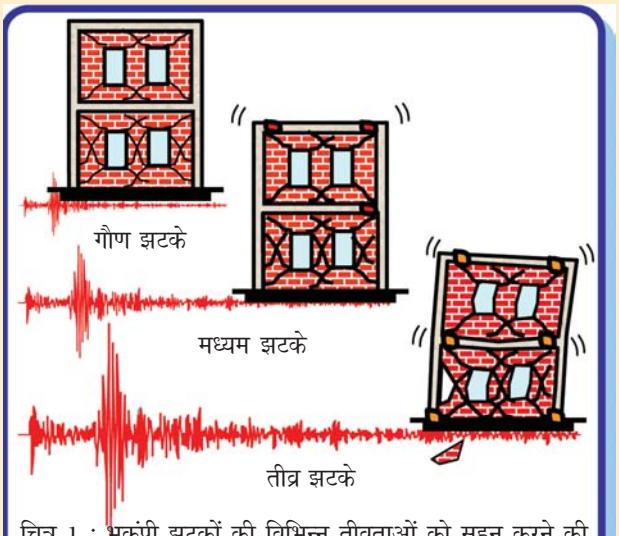
भूकंप डिजायन दर्शन

भूकंप डिजायन दर्शन का रारांश इस तरह है (चित्र 1) :

(क) गौण किंतु बारंबार उठते प्रकंपनों के अंतर्गत ऊर्ध्वाधर और क्षैतिज बलों को उठाने वाले इमारत के मुख्य हिस्से क्षतिग्रस्त नहीं होने चाहिए, हालांकि इमारत के वे हिस्से जो भार नहीं उठाते हैं मरम्मत योग्य क्षति सहन कर सकते हैं।

(ख) मध्यम किंतु यदा-कदा उठने वाले प्रकंपनों के अंतर्गत, मुख्य मेंबर मरम्मत योग्य क्षति सहन कर सकते हैं, जबकि इमारत के अन्य भागों को इतना नुकसान हो सकता है कि भूकंप के बाद संभवतः उन्हें दोबारा बनाने की भी आवश्यकता पड़ सकती है।

(ग) शक्तिशाली किंतु विरल प्रकंपनों के अंतर्गत, मुख्य हिस्सों को अति विनाशकारी क्षति (यहां तक कि अपूर्णनीय क्षति भी) पहुंच सकती है, लेकिन इमारत ढह नहीं जानी चाहिए।



चित्र 1 : भूकंपी झटकों की विभिन्न तीव्रताओं को सहन करने की क्षमता के उद्देश्य - *गौण झटकों के दौरान, हल्की मरम्मत योग्य क्षति और तीव्र झटकों के दौरान इमारत को ढह जाने से बचा लेना।*

इसलिए गौण झटकों के बाद इमारत कुछ ही समय के अंदर फिर से पूरी तरह रहन-सहन योग्य हो जाएगी और मरम्मत की लागत भी कम होगी। मध्यम झटकों के बाद इमारत मरम्मत और क्षतिग्रस्त मुख्य मेंबरों को पुनः सशक्त बनाए जाने के बाद एक बार फिर से रहने योग्य हो जाएगी। लेकिन, तीव्र भूकंप के बाद वह इमारत आगे उपयोग के लिए बेकार हो जाएगी, फिर भी इस हाल में होगी कि लोगों को उसमें से बाहर निकाला जा सके और संपत्ति को बचाया जा सके।

डिजायन दर्शन में क्षति के परिणामों को ध्यान में रखा जाना चाहिए। उदाहरण के लिए, अस्पतालों और दमकल केंद्रों जैसे महत्वपूर्ण इमारतें, भूकंप के बाद की गतिविधियों के लिए एक महत्वपूर्ण भूमिका निभाती हैं और भूकंप के तुरंत बाद उनका सही हालत में रहना जरूरी है। ऐसे ढांचों को बहुत कम क्षति पहुंचनी चाहिए और उनका निर्माण भूकंप से बचाव के उच्चस्तरीय मानदंडों को ध्यान में रखते हुए होना चाहिए। भूकंपों के दौरान बांधों के ढह जाने से निचले बहाव क्षेत्रों में बाढ़ आने की संभावना बन जाती है, जो अपने आप में एक द्वितीयक आपदा का रूप धारण कर सकती है। अतः बांधों (और इसी प्रकार, नाभिकीय शक्ति संयंत्रों) की डिजायन भी भूकंपी गति के अन्य उच्च स्तरों को ध्यान में रखते हुए बनाई जानी चाहिए।

इमारतों में क्षति : अपरिहार्य

भूकंपों का प्रतिरोध करने के लिए इमारतों की डिजायन कुछ इस तरह तैयार की जाती है कि क्षति को स्वीकार्य स्तरों तक उचित लागत पर नियंत्रित

किया जा सके। इस सामान्य सोच के बरअक्स कि भूकंप के बाद इमारत में कहीं भी कोई दरार आ जाने का अर्थ यह है कि अब वह इमारत रिहायश के लिए सुरक्षित नहीं है, भूकंप प्रतिरोधी इमारतों की डिजायन बनाने वाले इंजीनियर यह जानते हैं कि कुछ भूकंपों के दौरान इमारतों में विभिन्न प्रकार की क्षतियां (जो मुख्यतः दरारों के रूप में देखने को मिलती हैं, खासतौर पर कंक्रीट एवं चिनाईयुक्त इमारतों में) उत्पन्न होती हैं। इनमें से कुछ दरारें अपने *आकार* एवं *स्थिति* दोनों ही संदर्भों में स्वीकार्य होती हैं, जबकि अन्य दरारों के साथ ऐसा नहीं होता। उदाहरण के लिए जिस प्रबलित कंक्रीट ढांचे वाली इमारत में कॉलमों के बीच चिनाईयुक्त पूरक दीवारें होती हैं, उसमें उर्ध्वाधर कॉलमों और चिनाई वाली पूरक दीवारों के बीच की दरारें स्वीकार्य होती हैं लेकिन कॉलमों के बीच में से होकर गुजरने वाली तिरछी (विकर्ण) दरारें अस्वीकार्य होती हैं (चित्र 2)। आम तौर पर योग्यता प्राप्त तकनीकी व्यवसायियों को भूकंप प्रतिरोधी इमारतों में क्षति के कारणों एवं भीषणता का पूरा ज्ञान होता है।

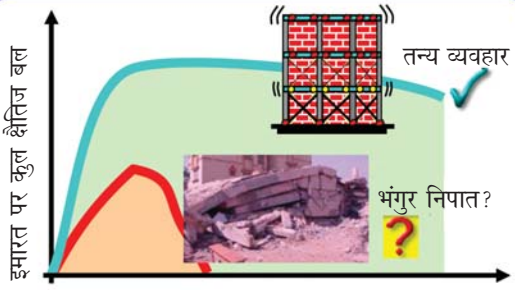
चित्र 2 : कॉलमों में तिरछी दरारों के कारण इमारतों के उर्ध्वाधर भार उठाने की क्षमता पर बुरा प्रभाव पड़ता है - *अस्वीकार्य क्षति।*

अतः भूकंप प्रतिरोधी डिजायन में मुख्य चिंता यह सुनिश्चित करने की होती है कि भूकंप उठने के दौरान इमारतों में होने वाली क्षतियां स्वीकार्य प्रकार की हों। और, यह भी कि वे सही स्थानों पर सही मात्राओं में उत्पन्न हों। भूकंप प्रतिरोधी डिजायन का यह दृष्टिकोण घरों में विद्युत फ्यूज के समान है : *घर के समस्त बिजली के तारों और उपकरणों की रक्षा करने के लिए आप विद्युत परिपथ के कुछ छोटे-छोटे हिस्सों यानि फ्येज का बलिदान दे देते हैं। अति विद्युत धारा के अधिक प्रवाहित हो जाने के बाद इन फ्यूजों को आसानी से बदला जा सकता है।* इसी तरह पूरी इमारत को ढह जाने से बचाने के लिए, आपको कुछ पूर्व-निर्धारित भागों की क्षति स्वीकार्य बनानी पड़ती है।

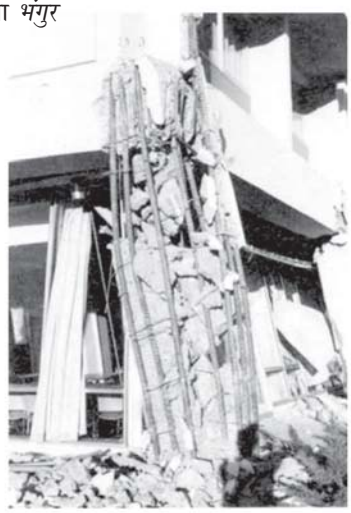
स्वीकार्य क्षति : तन्यता

अब हमारा कार्य भूकंपों के दौरान क्षति के स्वीकार्य स्वरूपों और इमारत के वांछित व्यवहार को पहचानना है। ऐसा करने के लिए, चलिए सर्व प्रथम हम यह समझने की कोशिश करते हैं कि विभिन्न पदार्थ किस तरह से व्यवहार करते हैं। ब्लैकबोर्ड पर लिखने के लिए इस्तेमाल में लाई जाने वाली सफेद चॉक और कागजों को एक साथ नत्थी करने के लिए इस्तेमाल किए जाने वाले ठोस शीर्षों वाले *स्टील पिनों* पर विचार करें। हां... एक चॉक *आसानी से टूट जाती है!* इसके बरक्स *स्टील का पिन* आगे-पीछे मुड़ सकता है। इंजीनियर इस गुण को *तन्यता* कहते हैं। चॉक एक *भंगुर* पदार्थ है।

भूकंपरोधी इमारतों, खास तौर पर उनके मुख्य अवयवों का कुछ इस तरह से निर्माण करने की आवश्यकता होती है कि उनमें तन्यता उत्पन्न हो। ऐसी इमारतें भूकंप आने के दौरान पीछे और आगे की ओर डोलती तो हैं लेकिन थोड़ा-बहुत नुकसान होने के बावजूद खड़ी रहती हैं (चित्र 3)। तन्यता, इमारत की क्षमता को प्रभावित करने वाले सबसे अधिक महत्वपूर्ण कारकों में से एक है। अतः भूकंपरोधी डिजायन से उन स्थानों को पूर्व-निर्धारित करने की कोशिश की जाती है जहां भूकंप से क्षति उत्पन्न होती है और इससे ऐसे स्थानों में इमारतों को तन्य बनाने का विस्तृत विवरण प्राप्त हो जाता है।



(क) भूकंपों के दौरान इमारतों के व्यवहार की दो चरम स्थितियां : *तन्य* तथा *भंगुर*



हाउसनर एवं जेनिंग्स, अर्थक्वेक डिजाइन क्राइटीरिया, ई ई आर आई, संयुक्त राज्य अमेरिका के सौजन्य से।

(ख) एक प्रबलित कंक्रीट कॉलम की भंगुरता से क्षति

चित्र 3 : *तन्य तथा भंगुर संरचनाएं* - भूकंपी डिजायन से भंगुर इमारतों का निर्माण रोका जा सकता है।

संदर्भ सामग्री :

1. नईम, एफ, सं. (2001), *द सीस्मिक डिजाइन हैंडबुक*, क्लुवेर एकेडेमिक पब्लिशर्स, बोस्टन, संयुक्त राज्य अमेरिका।
2. एम्ब्रोस, जे., एवं बर्गुन, डी (1999), *डिजाइन फॉर अर्थक्वेक्स*, जॉन वाइली एंड संस, इं., न्यूयार्क।

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