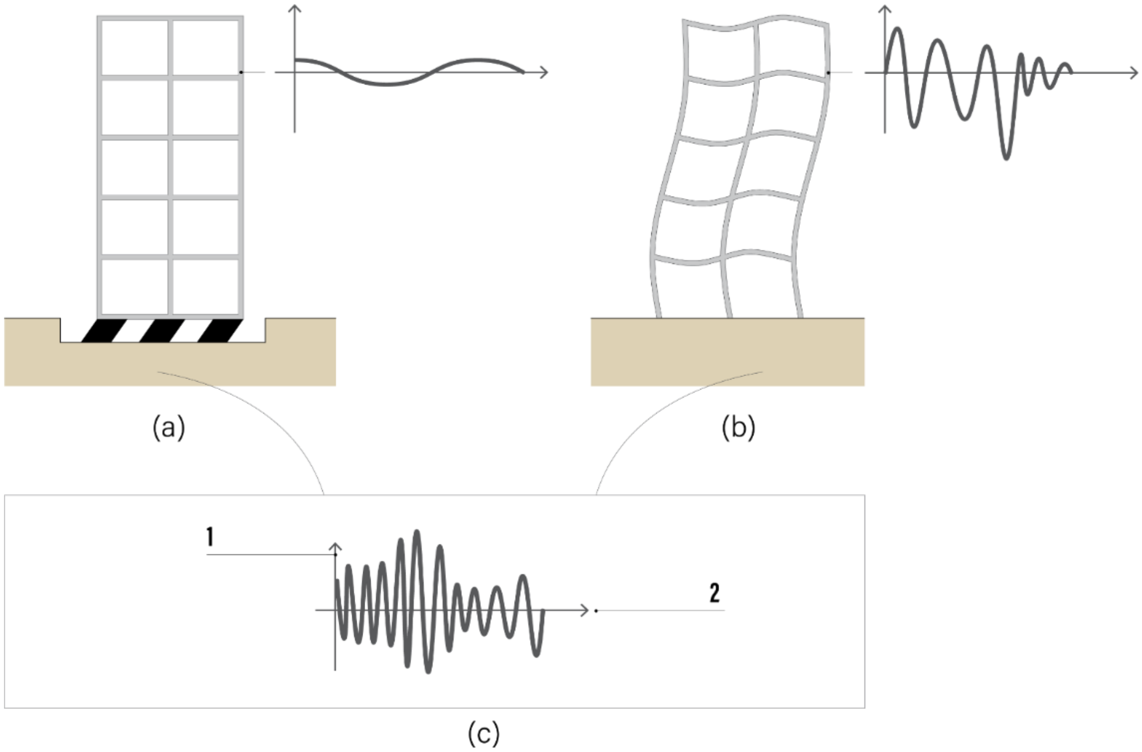
भूकंपरोधी इमारतें

अध्याय 23. मकानों को भूकंपरोधी बनाने के आधुनिक तरीक़े

पूरी दुनिया के सिविल (civil) अभियंता मानते हैं कि एक मकान को भूकंपरोधी बनाने के लिए आधारशिला का मजबूत होना बेहद जरूरी है। विडंबना ये है कि एक तरफ़ मज़बूत आधारशिलाओं की वजह से भूकंप के दौरान मकानों का धँसने या झुकने से बचाव होता है, वहीं दूसरी तरफ इन्हीं मजबूत आधारशिलाओं की वजह से मकानों में काफ़ी भूकंपरोधी ऊर्जा प्रवाहित होती है जिसके कारण ऊपर की मंजिलों में तुलनात्मक ज्यादा कम्पन होता है।

1960 के दशक में एक नई तकनीक का प्रयोग किया गया था: भूकंपीय विलगाव (seismic isolation)। इस तकनीक की मदद से मकान को भूकंप के प्रभावों से काफी हद तक बचाया जा सकता है। मकान और आधारशिला के बीच में कई सारे भूकंपीय विलगाव उपकरण रखे जाते हैं जो कि क्षैतिज दिशा में लचीले तो उर्ध्व दिशा में कठोर होते हैं (तस्वीरें 1 और 2 देखें)। इस तकनीक को आधार विलगाव (base isolation) भी कहा जाता है। इसकी वजह से भूकंप के दौरान भूकंपीय ऊर्जा का एक छोटा हिस्सा ही मकान तक पहुँच पाता है। इसकी तुलना मकान को बॉल-बियरिंग्स (ball-bearings) पर रखे जाने से की जा सकती है।



तस्वीर 1. (a) भूकंपीय विलगाव (base isolation) तकनीक से बने मकानों में भूकंप के दौरान विकृति कम होती है, जबकि (b) एक सामान्य मकान में विकृति काफ़ी ज़्यादा होती है। ऊपर के दोनों मकानों के लिए भू-त्वरण (ground acceleration) समान है (c), लेकिन (a) में दर्शाये गए मकान में विकृति (b) की तुलना में काफ़ी कम है।

सबसे पहले आधुनिक भूकंपीय विलगाव उपकरण रबड़ के बड़े टुकड़ों और स्टील की परतों को मिला के बनते थे। बाद में इसके केंद्र में लेड (lead) का एक टुकड़ा भी डाला जाने लगा, जिसकी वजह से उपकरण भूकंपीय ऊर्जा के कुछ हिस्से को अवशोषित (absorb) कर पाते हैं। उसके बाद अन्य तरह के उपकरण भी बनाये गए हैं। एक उदाहरण फ्रिक्शन पेंडुलम (Friction Pendulum™) है। इस उपकरण में

दो सतहों के बीच विस्थापन होता है। इन सतहों के बीच घर्षण (friction) काफी कम रखा जाता है। इंटरनेट पर “seismic isolation devices” ढूँढ़ कर इस विषय पर ज्यादा जानकारी प्राप्त की जा सकती है।

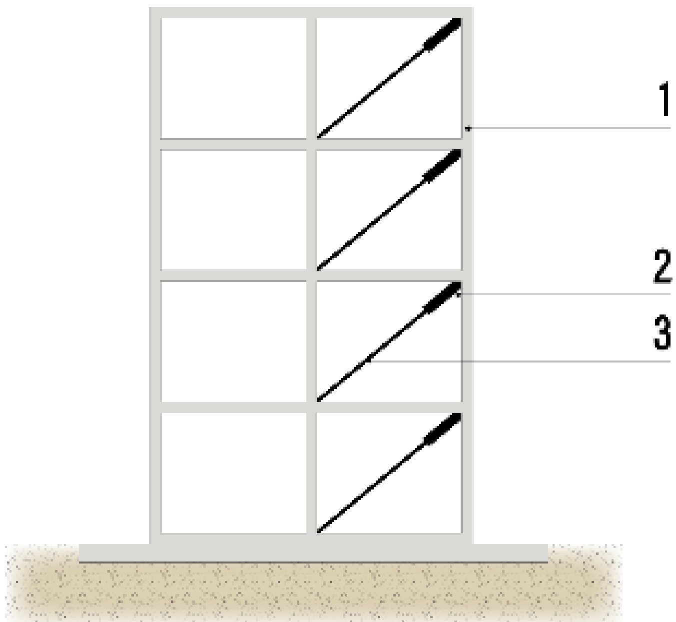
तस्वीर 2. मकान के नीचे काले रंग के दो बेलनाकार (cylindrical) विलगाव उपकरण (isolation devices) देखे जा सकते हैं। हर उपकरण आधारशिला और मकान के स्तंभ (column) से बोल्ट्स (bolts) के माध्यम से जोड़ा गया है।

भूकंपरोधी क्षमता की दृष्टि से भूकंपीय विलगाव तकनीक को एक स्वर्ण मानक (gold standard) की तरह देखा जा सकता है। ये तकनीक मकान के संरचनात्मक एवं गैर-संरचनात्मक हिस्सों, और मकान के अंदर के सामानों को भूकंप के दौरान सुरक्षित रखने में सबसे ज़्यादा प्रभावी होती है। जापान, कैलिफ़ोर्निया और न्यूज़ीलैण्ड में अधिकांश नए अस्पताल भूकंपीय विलगाव तकनीक का उपयोग करते हैं।

मकानों की भूकंपरोधी क्षमता बढ़ाने के कुछ और आधुनिक तरीके भी हैं। उदाहरण के तौर पर मकानों में डैम्पर (damper) भी लगाए जा सकते हैं, जिससे भूकंप का प्रभाव कम होता है। डैम्पर वाहनों में उपयोग किए जाने वाले शॉक अब्सॉर्बर्स (shock absorbers) की तरह काम करते हैं। कई बार दोनों एक जैसे दिखते भी हैं (तस्वीर 3 देखें)। डैम्पर भूकंप के दौरान मकानों में उत्पन्न कम्पन को कम करने में काफी प्रभावी होते हैं। उन्हें प्रायः डायगोनल ब्रेसेस (diagonal braces) के ऊपर या नीचे लगाया जाता है (तस्वीर 4 देखें)। एक वैकल्पिक रास्ता ऐसा भी है जिसमें पूरी ब्रेस (brace) डैम्पर का भी काम करती है। ऐसे उपकरण को बक्लिंग रेस्ट्रेंड ब्रेस (buckling restrained brace) कहा जाता है (तस्वीर 5 देखें) ।

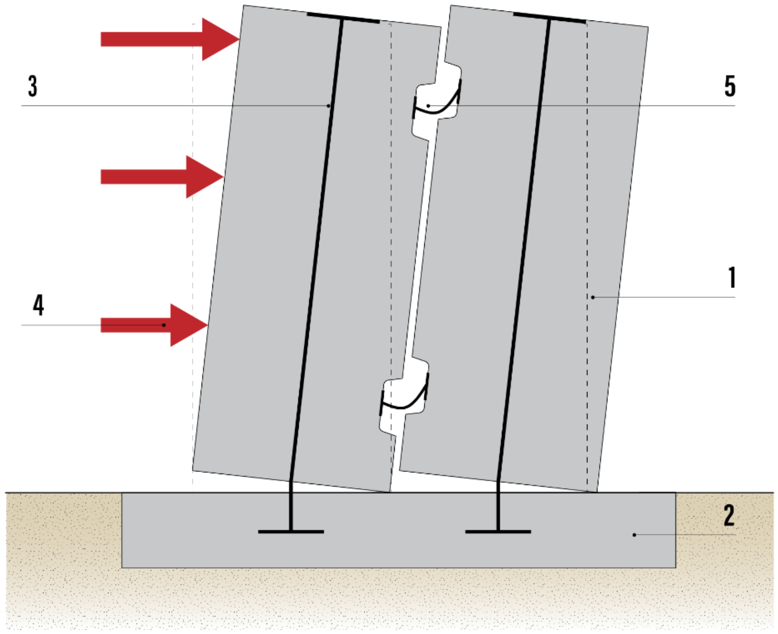
हाल के वर्षों में डिज़ाइन (design) की एक नई अवधारणा प्रचलित हो रही है, जिसे क्षति-रोधी (damage-avoidance) डिज़ाइन भी कहा जाता है। मकानों के संरचनात्मक हिस्से, जैसे कि दीवारें और फ्रेम (frame), इस तरह से डिज़ाइन किए जाते हैं कि वो भूकंप के दौरान क्षतिग्रस्त न हों। इस नई अवधारणा में क्षति पहले से चिन्हित ऊर्जा अवशोषकों (absorbers) में होती है, जिसको एक भूकंप के बाद बदला जा सकता है (तस्वीरें 6 और 7 देखें) ।

तस्वीर 3. भूकंप के दौरान कम्पन कम करने के लिए उपयुक्त डैम्पर (damper) ।



तस्वीर 4. बीम्स (1) और स्तम्भों से बने फ्रेम वाले मकान में विकर्णीय (diagonal) ब्रेसेस (3) के ऊपर डैम्पर (2) लगे हैं।

तस्वीर 5. दो बक्लिंग रेस्ट्रेंड ब्रेस (buckling-restrained brace) भूकंपीय बलों का प्रतिरोध करने के साथ में मकान में होने वाले कम्पन को अवमंदित (damp) करते हैं।



तस्वीर 6. आस पास बनी कांक्रीट की दो दीवारें (1) आधारशिला (2) से स्टील की छड़ों (3) के द्वारा जुड़ी हैं, जो कि भूकंप के दौरान खिंचाव अनुभव करती हैं। इस क्रम में स्टील की पट्टिकाएं (5) विकृत होती हैं और एक हद तक भूकंपीय ऊर्जा का अवशोषण करती हैं जिसके कारण मकान की प्रतिक्रिया (response) में कमी आती है।

तस्वीर 7. दो दीवारों के बीच में लगा एक ऊर्जा अवशोषक (absorber)।

उपरोक्त सारी तकनीकें प्रचलित डिज़ाइन (design) पद्धतियों की तुलना में काफी जटिल हैं। इसीलिए इनका उपयोग सबसे अनुभवी और समर्थ सिविल अभियंताओं के निर्देशन में भी किया जाना चाहिए।

इस लेख श्रृंखला के बारे में:

लेखों की इस श्रृंखला में भूकंपों और इमारतों पर उनके प्रभावों के बारे में चर्चा की गई है। मकानों को भूकंपरोधी बनाने के तरीकों को भी समझाया गया है। उम्मीद है कि इस किताब से मकान मालिकों और भवन निर्माण उद्योग से सम्बंधित नीति निर्धारकों, नियंत्रकों, और अभियंताओं को मदद मिलेगी। ये लेख मूलतः World Housing Encyclopedia (http://www.world-housing.net) के एंड्रयू चार्ल्सन और सहयोगियों द्वारा लिखे गए हैं। यह कार्य Earthquake Engineering Research Institute (https://www.eeri.org) और International Association of Earthquake Engineering (http://www.iaee.or.jp) द्वारा प्रायोजित है । इस लेख का हिंदी अनुवाद मनीष कुमार और जे. काव्य हर्षिता ने किया है।

References:

Advanced Technologies Introduction. World Housing Encyclopedia, EERI. https://www.world-housing.net/major-construction-types/advanced-technologies-introduction.

BRANZ. Concrete structures: techniques and devices used to create a low-damage buildings using concrete. http://www.seismicresilience.org.nz/topics/superstructure/commercial-buildings/concrete-structures/ (accessed 15 June 2020).

Charleson, A. W., and Guisasola, A., 2017. Seismic isolation for architects. London, Routledge.

Equipped with base isolation and/or energy dissipation devices. Glossary for GEM Taxonomy. Global Earthquake Model. https://taxonomy.openquake.org/terms/equipped-with-base-isolation-and-or-energy-dissipation-devices-dbd.