भूकंपरोधी इमारतें

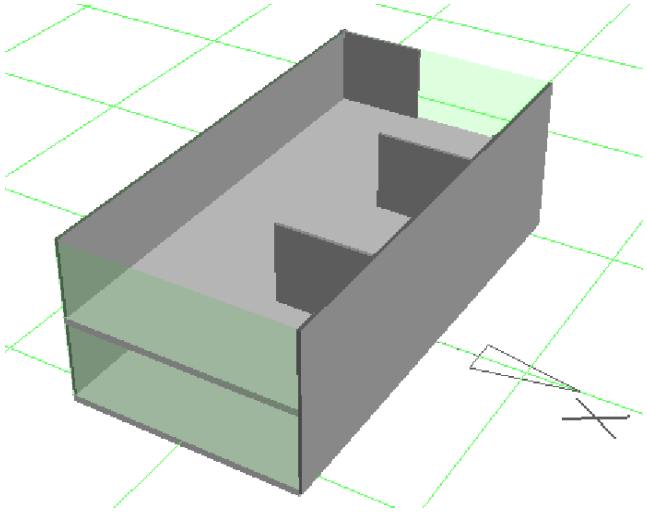
अध्याय 4. भूकंप के दौरान संरचनात्मक दीवारें सबसे ज्यादा प्रभावी क्यों होती हैं?

पिछले अध्याय में इमारतों में प्रयोग होने वाली तीन भूकंपरोधी संरचना प्रणालियों की चर्चा की गयी है । इन तीनों प्रणालियों में शीयर वाल (shear wall) संभवतः सबसे ज्यादा कारगर होते हैं, और निर्माण के समय होने वाली गलतियों का प्रभाव भी इन पर अपेक्षाकृत रूप से कम होता है। पूरी दुनिया में शीयर वाल प्रणाली का प्रदर्शन भूकंप के दौरान अच्छा पाया गया है (तस्वीर 1 देखें) । अधिकांशतः, शीयर वाल का उपयोग कम ऊंचाई के मकानों में होता है। मध्यम या ज्यादा ऊंचाई के मकानों में मुख्य रूप से मोमेंट फ्रेम (moment frame) का उपयोग ही किया जाता है । ये ध्यान देने की बात है कि भूकंप के दौरान इस संरचना प्रणाली में ज्यादा क्षति पहुँच सकती है। चिली एक ऐसा देश है जहाँ प्रायः बड़े भूकंप आते रहते हैं। वहाँ के कई मकानों में शीयर वाल का उपयोग देखा गया है, और ऐसे मकानों में भूकंप के दौरान काफ़ी कम क्षति हुई है।

तस्वीर 1. भूकंप से प्रभावित एक मकान। सफ़ेद रंग की ईंट की दीवारों के कारण क्षति कम हुई है। इस दीवार के समकोण की दिशा में एक लचीली संरचना प्रणाली है, जिसमें काफी विक्षेपण (deformation) की वजह से फसाड (façade) टूट गए हैं, और इन्हें प्लाईवुड (plywood) से ढका गया है।

शीयर वाल में उपयोग की जाने वाली वस्तु का इस्तेमाल मकान की ऊँचाई पर निर्भर करता है । एक या दो मंजिले मकानों के लिए संकुचित चिनाई (confined masonry) (अध्याय 7 देखें) का प्रयोग निर्माण में आसानी, एवं ख़र्च के हिसाब से उपयुक्त माना जाता है (तस्वीर 2 देखें) । ऐसे मकानों में टाई बीम (tie column) एवं टाई कॉलम (tie beam) का आकार मोमेंट फ्रेम्स के बीम और कॉलम की तुलना में कम होता है । जैसा कि पहले बताया गया है, दीवारों के उपयोग से मकानों में विक्षेपण (deformation) कम होता है । ऐसे मकानों में ईंट की दीवारों, विभाजक दीवारों, और मकान के बाकी हिस्सों में भूकंप के दौरान कम क्षति होती है। हालाँकि इन मकानों में आंतरिक सज्जा और प्राकृतिक रोशनी की संभावना अन्य मकानों की तुलना में कम होती है । इसके अलावा इनकी आधारशिला बनाने में ख़र्च भी ज़्यादा आता है।

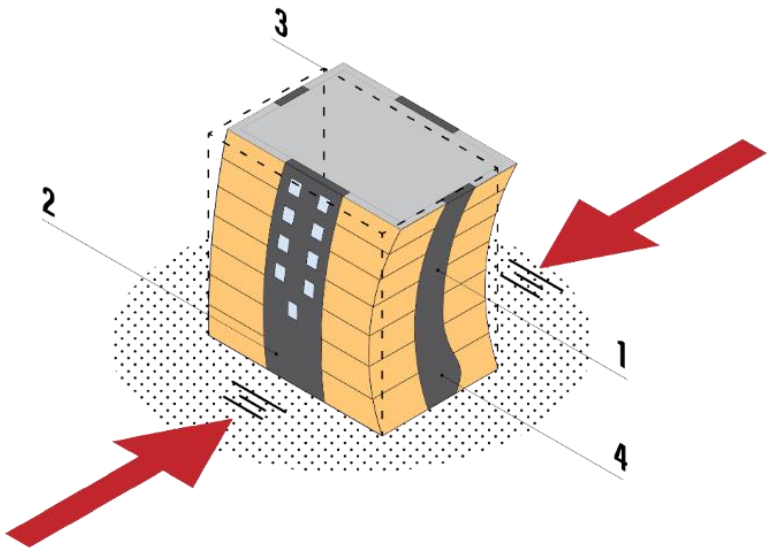
भूकंप से प्रभावित देशों में प्रबलित कंक्रीट से बनी दीवारों का प्रयोग ऊँचे मकानों में सामान्य रूप से किया जाता है। ये दीवारें मजबूत आधारशिलाओं से शुरू होकर मकान की छत तक जाती हैं (तस्वीर 3 देखें) । निचली मंजिलों में ऐसी दीवारों से होते हुए खिड़कियाँ या दरवाजे नहीं दिए जाते हैं। मकान के हर तल (floor) का शीयर वाल से मजबूती से जुड़ा होना ज़रूरी होता है।



तस्वीर 2. संकुचित चिनाई (confined masonry) से बनी दो मंजिली इमारत। लम्बी दीवारें भूकंप का प्रतिरोध मकान की लम्बी दिशा में करती हैं। तीन छोटी दीवारें लंबवत (perpendicular) दिशा में आने वाले भूकंप का प्रतिरोध करती हैं। इस तस्वीर में स्तम्भों (columns) एवं विभाजक दीवारों (partition walls) को नहीं दर्शाया गया है।

तस्वीर 3. एक निर्माणाधीन भवन। दीवारें भूकंप का प्रतिरोध अलग-अलग दिशाओं में करती हैं। एक दिशा में स्टील फ्रेम (steel frame) भी थोड़ा सहयोग करती है।

सुरक्षा की दृष्टि से शीयर वाल की लम्बाई और मोटाई पर्याप्त होनी चाहिए। पतली दीवारें भूकंप के दौरान काफी ज्यादा मुड़ सकती हैं, और क्षतिग्रस्त हो सकती हैं। अगर दीवारों की लम्बाई पर्याप्त न हो तो मकान में विक्षेपण काफी ज्यादा हो सकता हैं। ईंट से बने छोटे मकानों के लिए लम्बाई और मोटाई से सम्बंधित दिशानिर्देश उपलब्ध हैं (Meli 2011) । इसके अलावा स्टील की छड़ों को सही तरीके से रखना भी काफ़ी ज़रूरी है (Carlevaro 2018) । ऊँची इमारतों के लिए दीवारों का डिज़ाइन (design) एक प्रशिक्षित सिविल अभियंता द्वारा ही किया जाना चाहिए।



तस्वीर 4. दो पतली दीवारें भूकंप का प्रतिरोध करती हैं। हालांकि इनमें विक्षेपण (deflection) काफी ज्यादा होता है । दूसरी दिशा (2) में अपेक्षाकृत लम्बी दीवारें भूकंप का प्रतिरोध करती हैं। मकान की मूल स्थिति भी तस्वीर में विखंडित (broken) लकीरों (3) एवं (4) के माध्यम से दर्शायी गयी हैं। इससे साफ़ दिखता है कि दीवारें आधार के नजदीक काफी ज्यादा मुड़ रही हैं।

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:

Carlevaro, N., Roux-Fouillet, G., and Schacher, T., 2018. Guide book for building earthquake-resistant houses in confined masonry. Guide book for technical training for earthquake-resistant construction of one to two-storey buildings in confined masonry. Swiss Agency for Development and Cooperation Humanitarian Aid and Earthquake Engineering Research Institute. http://www.world-housing.net/wp-content/uploads/2018/11/Guide-book-for-building-eq-re-houses-in-cm_version-1806.pdf (accessed December 2019).

Charleson, A. W., 2008. Seismic design for architects: outwitting the quake. Oxford, Elsevier. Chapter 5, pp. 66-76.

Meli, R., Brzev, S., Astroza, M., Boen, T., et al., 2011. Seismic design guide for low-rise confined masonry buildings. EERI and IAEE. http://www.world-housing.net/wp-content/uploads/2011/08/ConfinedMasonryDesignGuide82011.pdf(accessed April 2020).

Murty, C. V. R., 2005. *Why are buildings with shear walls preferred in seismic regions?– Earthquake Tip 23*. IITK-BMTPC "Learning earthquake design and construction", NICEE, India. http://www.iitk.ac.in/nicee/EQTips/EQTip17.pdf (accessed 5 May 2020).