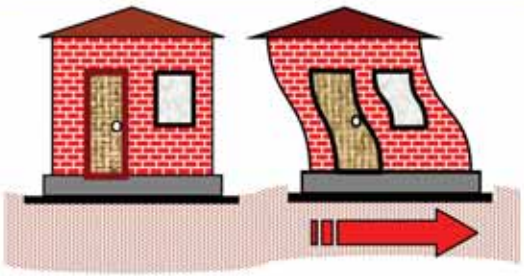
भूकंप टिप - 5

ढांचों पर भूकंपी प्रभाव क्या होते हैं?

ढांचों में जड़त्व बल

भूकंप के कारण जमीन हिल उठती है। इसलिए जमीन पर खड़ी इमारत अपने आधार पर गति का अनुभव करेगी। न्यूटन के गति के पहले नियम के अनुसार, हालांकि भवन का आधार भूमि के साथ हिलने लगता है, पर छत की यह प्रवृत्ति होती है कि वह अपने मूल स्थान पर ही बनी रहे। लेकिन, चूंकि दीवारें और स्तंभ छत से जुड़े होते हैं, वे अपने साथ-साथ छत को भी खींचते हैं। इसकी तुलना काफी कुछ उस स्थिति से की जा सकती है जब वह बस जिस पर आप खड़े होते हैं अचानक चल पड़ती है। आपके पांव तो बस के साथ गतिमान होते हैं, लेकिन आपके शरीर के ऊपरी भाग की यह प्रवृत्ति रहती है कि वह अपनी पहली वाली स्थिति में ही रहे। इस कारण आप पीछे की ओर झटका महसूस करते हैं! पहले वाली स्थिति में ही बने रहने की इस प्रवृत्ति को जड़त्व (इनर्शिया) कहते हैं। चूंकि किसी इमारत में दीवारें या स्तंभ लचीलापन लिए होते हैं, इसलिए छत की गति, भूमि की गति से भिन्न होती है (चित्र 1)।

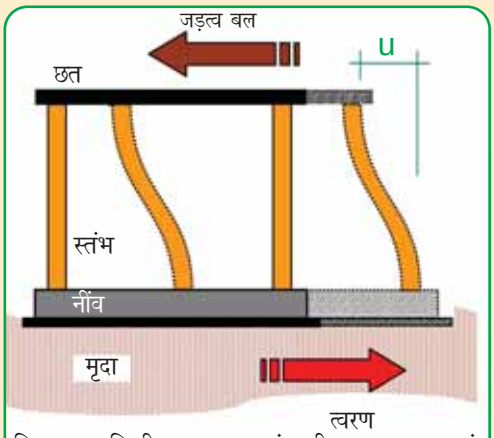


चित्र 1 : आधार पर प्रकंपित किए जाने पर किसी इमारत में जड़त्व का प्रभाव

एक इमारत की कल्पना कीजिए, जिसकी छत स्तंभों पर टिकी हुई हो (चित्र 2)। आपके बस में सवार होने के उदाहरण पर एक बार फिर से विचार करते हैं : जब अचानक बस चल पड़ती है, तब आप पीछे की ओर झटके से गिर पड़ते हैं, मानो किसी ने आपके शरीर के ऊपरी हिस्से पर बल का प्रयोग किया हो। जब धरती हिलने लगती है, वह इमारत भी उसी तरह पीछे की ओर गिरती है और छत एक बल का अनुभव करती है जिसे जड़त्व बल कहते हैं। यदि उस छत का द्रव्यमान एम (M) है और वह त्वरण ए (a) का अनुभव करती है तो न्यूटन की गति के दूसरे नियम के अनुसार, जड़त्व बल एफ (F_1) त्वरण ए (a) और द्रव्यमान एम (M) का गुणनफल होता है और उसकी दिशा, त्वरण की दिशा के विपरीत होती है। स्पष्ट है कि अधिक द्रव्यमान का अर्थ अधिक जड़त्व बल का होना है। इसलिए हल्की इमारतें भूकंप के झटकों को बेहतर ढंग से सहती हैं।

ढांचों पर विरूपणों का प्रभाव

छत द्वारा अनुभव किया गया जड़त्व बल स्तंभों के माध्यम से भूमि को स्थानांतरित कर दिया जाता है, जिससे स्तंभों में बलों का सृजन होता है। स्तंभों में सृजित इन बलों को एक दूसरे ढंग से भी समझा जा सकता है। भूकंप के झटकों के दौरान, ये स्तंभ अपने सिरों के बीच आपेक्षिक गति का अनुभव करते हैं। चित्र 2 में छत और जमीन के बीच की इस गति को राशि यू (u) से दर्शाया गया है। लेकिन, यदि स्तंभों का वश चले तो वे उसी सीधी खड़ी या उर्ध्वाधर स्थिति में ही वापस आना पसंद करेंगे, यानी स्तंभ विरूपणों के विरुद्ध प्रतिरोधिता दिखाते हैं। सीधी उर्ध्वाधर स्थिति में स्तंभ किसी क्षैतिज भूकंपी बल को अपने अंदर वहन नहीं करते हैं लेकिन

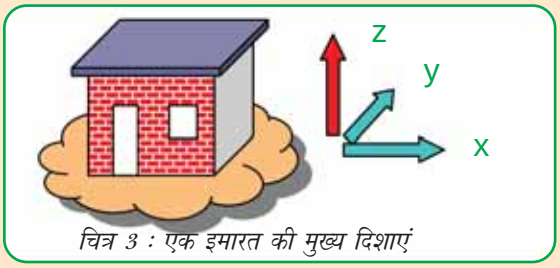


चित्र 2 : किसी भवन का अंदरूनी जड़त्व बल एवं आपेक्षिक गति

बलपूर्वक मोड़े जाने पर उनमें आंतरिक बलों की उत्पत्ति होती है। स्तंभ के ऊपरी और निचले हिस्से के बीच आपेक्षिक क्षैतिज विस्थापन यू (u) का मान जितना अधिक होगा, स्तंभों में उत्पन्न यह आंतरिक बल भी उतना ही अधिक होगा। स्तंभ जितने अधिक दृढ़ या सख्त होंगे (यानी स्तंभ का आकार जितना बड़ा होगा), यह बल भी उतना ही विशाल होगा। इसी कारण स्तंभों में उत्पन्न इन आंतरिक बलों को दुर्नम्यता (स्टिफनेस) बल कहते हैं। दरअसल, किसी स्तंभ में पैदा हुआ दुर्नम्यता बल, स्तंभ दुर्नम्यता और उसके सिरों के बीच के आपेक्षिक विस्थापन के गुणनफल के बराबर होता है।

क्षैतिज एवं ऊर्ध्वाधर प्रकंपन

भूकंप के कारण तीनों दिशाओं - दो क्षैतिज दिशाओं जिन्हें एक्स (x) और वाई (y) मान लें तथा एक ऊर्ध्वाधर दिशा (जिसे ज़ेड (z) मान लें)



चित्र 3 : एक इमारत की मुख्य दिशाएं

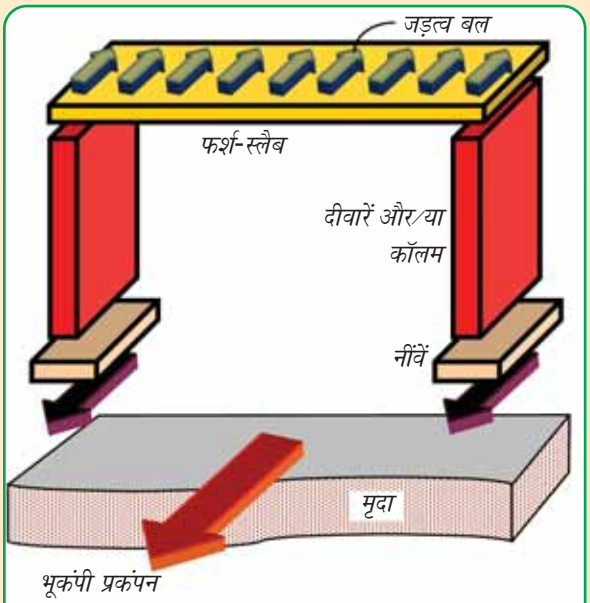
(चित्र 3) में जमीन हिल उठती है। भूकंप के दौरान, जमीन यादृच्छिक रूप से सभी एक्स (x), वाई (y) और ज़ेड (z) दिशाओं में पीछे और आगे की

ओर (- और +) डोलने लगती है। इमारतों के सभी ढांचे मुख्य रूप से गुरुत्वीय भारों को उठाने के हिसाब से बनाए जाते हैं यानी वे द्रव्यमान एम (M) (जिसमें स्व भार व आरोपित भारों के कारण द्रव्यमान शामिल होता है) और ऊर्ध्वाधर अधोमुखी दिशा '-ज़ेड' (-z) में कार्यरत गुरुत्वीय त्वरण के गुणनफल से प्राप्त होने वाले बल के हिसाब से बनाए जाते हैं। इस अधोमुखी बल एमजी (Mg) को *गुरुत्वीय भार* कहते हैं। जमीन के हिलने के दौरान ऊर्ध्वाधर त्वरण को या तो गुरुत्वीय त्वरण में जोड़ा जाता है या फिर इससे घटाया जाता है। चूंकि संरचनाओं की डिजायन में गुरुत्व भारों का प्रतिरोध करने के लिए सुरक्षा कारकों का ध्यान रखा जाता है, इसलिए ऊर्ध्वाधर प्रकंपनों को अधिकतर ढांचे अक्सर सह लेते हैं।

लेकिन एक्स (X) तथा वाई (Y) दिशाओं में क्षैतिज प्रकंपन (दोनों के ही + तथा - दिशाओं में) चिंता का विषय हैं। सामान्यतया गुरुत्वीय भारों के लिए डिजायन की गई संरचनाएं भूकंप के क्षैतिज प्रकंपनों को सुरक्षित रूप से झेल पाने में सक्षम नहीं होती हैं। अतः क्षैतिज भूकंपी प्रभावों के विरुद्ध संरचनाओं की मजबूती को सुनिश्चित करना आवश्यक होता है।

नींवों तक जड़त्वीय बलों का पहुंचना

धरती के क्षैतिज प्रकंपन के अंतर्गत, संरचना की संहति (जो सामान्यतया फर्श के स्तरों पर स्थित होती है) के स्तर पर क्षैतिज जड़त्वीय बलों का सृजन होता है। ये पार्श्वीय जड़त्वीय बल फर्श-स्लैब द्वारा दीवारों या कॉलमों तक, नींवों तक और अंततः नीचे मृदा तंत्र (चित्र 4) पर स्थानांतरित कर दिए जाते हैं। अतः इन सभी संरचनात्मक घटकों (फर्श-स्लैब, दीवारें, कॉलम और नींवें) और इनके बीच के संयोजनों को इन जड़त्वीय बलों को अपने में से होकर सुरक्षित रूप से गुजार पाने हेतु डिजायन किया जाना आवश्यक है।



चित्र 4 : सभी संरचनात्मक घटकों से होकर भूकंपी जड़त्वीय बलों का गुजरना

जड़त्वीय बलों के स्थानांतरण में दीवारें और कॉलम बहुत अहम् होते हैं। लेकिन, पारंपरिक निर्माण कार्य में डिजायन तथा निर्माण के दौरान दीवारों और कॉलमों की तुलना में फर्श-स्लैबों और बीमों पर अधिक ध्यान

क) सन् 1991 में उत्तरकाशी (भारत) में आए भूकंप के दौरान पत्थर की चिनाई वाली दीवारों का आंशिक रूप से ध्वस्त होना

ख) सन् 2001 में भुज (भारत) में आए भूकंप के दौरान प्रबलित कंक्रीट वाले कॉलमों (और भवनों) का ध्वस्त होना

चित्र 5 : क्षैतिज भूकंपी बलों के लिए दीवारों/कॉलमों के डिजायन का महत्व

देने के साथ-साथ अधिक सावधानी से भी काम लिया जाता है। दीवारें आपेक्षिक रूप से पतली और अक्सर चिनाई के भंगुर पदार्थ से निर्मित होती हैं। भूकंप के क्षैतिज जड़त्वीय बलों को अपनी मोटाई की दिशा में झेलते हुए ले जाने में वे कमजोर पड़ जाती हैं। चिनाई की दीवारों की नाकामी विगत में आए अनेक भूकंपों में देखी जा चुकी है। (उदाहरण के लिए, चित्र 5 क)। उसी तरह, खराब ढंग से डिजायन की गई और निर्मित प्रबलित कंक्रीट के कॉलम खतरनाक हो सकते हैं। निचली मंजिल के कॉलमों की कमजोरी के कारण ही सन् 2001 में भुज (भारत) में आए भूकंप के दौरान अनगिनत भवन ध्वस्त हो गए थे (चित्र 5 ख)।

सदंर्भ सामग्री

1. चोपड़ा, ए.के. (1980), डायनामिक्स ऑफ स्ट्रक्चर्स-ए प्राइमर, ईईआरआई मोनोग्राफ, भूकंप इंजीनियरी अनुसंधान संस्थान, 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