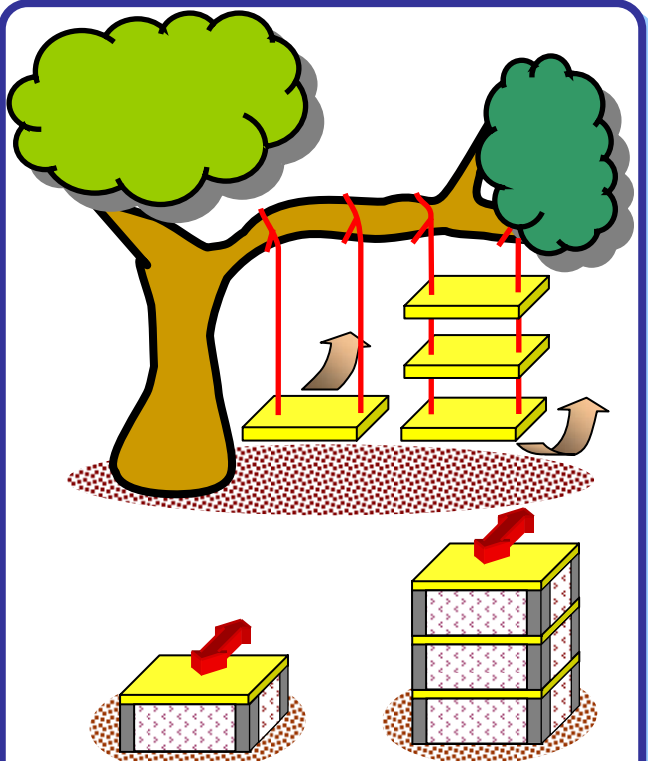


भूकंपादरम्यान इमारतींना पीळ कसा पडतो?

इमारतींना पीळ का पडतो?

तुमच्या लहानपणी, तुम्ही दोरीच्या झोक्यावर बसला असाल - एका लाकडी पाळण्याला काथ्याच्या दोरीच्या सहाय्याने जुन्या झाडाच्या एखादया वळकट फांदीला बांधले जात असे. त्याची आधुनिक आवृत्ती शहरी भागात लहान मुलांच्या वागेत आढळते त्यात पोलादी चौकटीला प्लॅस्टिकचा झुला पोलादी साखळ्या वापरून बांधला जातो. आता दोन सारखे झुले दोन समान दो-यांनी बांधलेले आहेत असे गृहीत धरा. जेव्हा तुम्ही झुल्याच्या मध्यभागी बसता, त्यावेळी तो समानतेने झुलतो. इमारतीसुद्धा या झुल्याप्रमाणेच असतात; केवळ त्या विपरीत झुल्याप्रमाणे असतात (आकृती १). ऊर्ध्व भिंती आणि स्तंभ हे दोरीप्रमाणे असून, लादी ही पाळण्याप्रमाणे असते भूकंपादरम्यान इमारतींची मागे आणि पुढे अशी कंपने होतात. एकापेक्षा अधिक मजले असलेल्या इमारती म्हणजे एकापेक्षा अधिक पाळणे लावलेल्या झुल्याप्रमाणे होत.

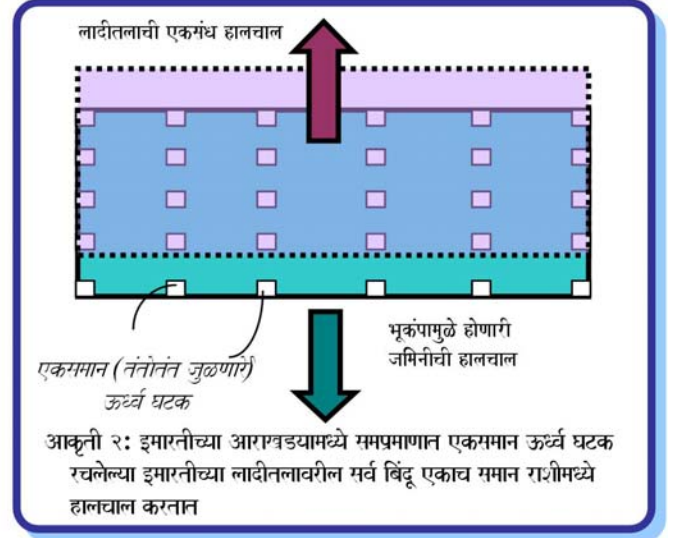


(अ) एक मजली इमारत

(ब) तीन मजली इमारत

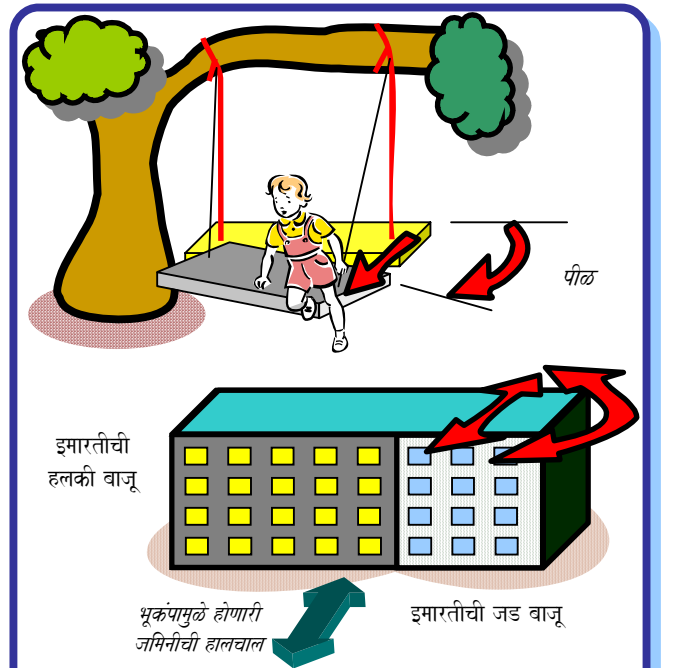
आकृती १: क्षितीज पातळीत कंपित केल्यावर, इमारती आणि झुला पुढे आणि मागे झुलतात. झुले वरून टांगले जातात, तर इमारती खालून वर उभारल्या जातात

म्हणजेच, तुम्ही आकाशातून पाहिल्यास दोन क्षितीज पातळीत समान तसेच समान ऊर्ध्व घटक असलेल्या इमारतीच्या पायाला, जेव्हा एखादया विशिष्ट दिशेत कंपित केले जाते, त्यावेळी ती अशाप्रकारे पुढे आणि मागे झुलते ज्या योगे तिच्या लादीवरील सर्व विंदु ज्या दिशेने तिला कंपित केले आहे त्या दिशेच्या क्षितीज पातळीत एकाच राशीत सरकतात (आकृती २).



आकृती २: इमारतीच्या आराखड्यामध्ये समप्रमाणाने एकसमान ऊर्ध्व घटक रचलेल्या इमारतीच्या लादीतलावरील सर्व विंदू एकाच समान राशीमध्ये हालचाल करतात

आता पुन्हा, झाडावरील दोरीच्या झुल्याकडे जाऊया: तुम्ही पाळण्याच्या एका टोकाला बसलात तर त्याला पीळ पडेल (म्हणजेच, तुम्ही बसलेल्या दिशेला तो अधिक सरकेल). जेव्हा तुमचे अनेक मित्र एकत्र जमतात आणि झुल्याच्या एकाच बाजुला बसतात तेव्हादेखील असेच घडते. त्याचप्रमाणे, इमारतीच्या एखादया भागाचे वस्तुमान अधिक असल्यास (उदा. इमारतीच्या एका बाजुला साठवण खोली आहे किंवा ग्रंथालय आहे), ती बाजु जमिनीच्या हालचालीमुळे त्या बाजुने जास्त हलते (आकृती ३). ही इमारत अशा प्रकारे हलते ज्यामुळे तिचे मजले क्षितीज पातळीत हलण्यासोबतच घूर्णन देखील पावतात.



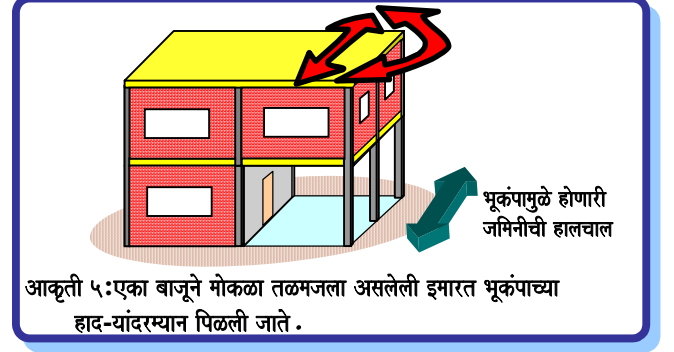
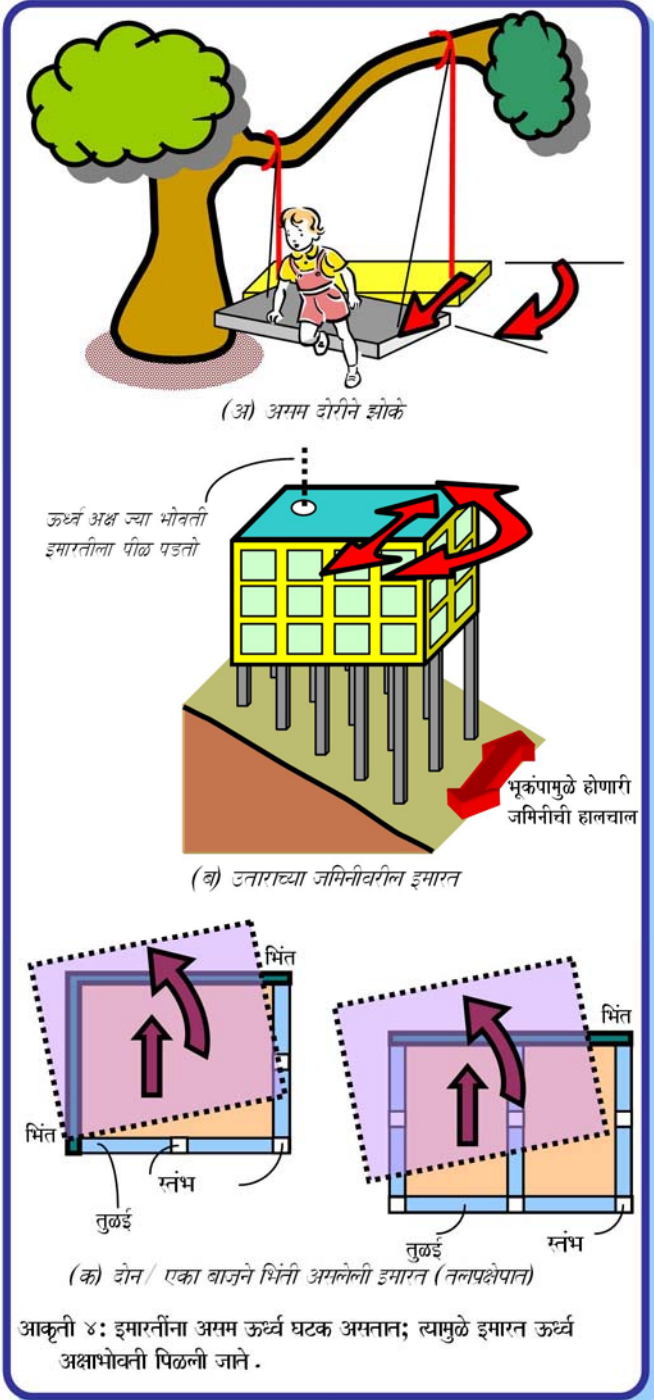
इमारतीची हलकी बाजू

भूकंपामुळे होणारी जमिनीची हालचाल

इमारतीची जड बाजू

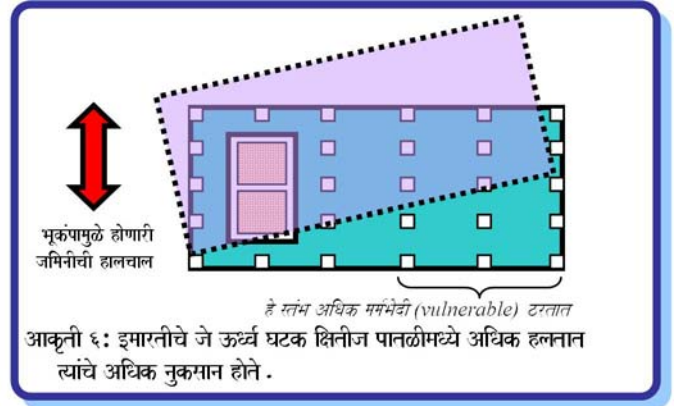
आकृती ३: इमारतीच्या तलप्रक्षेपात ऊर्ध्व घटक जरी समप्रमाणाने रचण्यात आले, तरीही एका बाजूस वस्तुमान जास्त झाल्याने लादीतलाला पीळ पडतो.

पुन्हा एकदा, झाडावरील दोरीच्या झुल्याचे उदाहरण घेऊ या. यावेळी झाडाच्या फांदीला दोरीच्या सहाय्याने बांधलेल्या पाळण्याच्या दोरीची लांबी असमान असू द्या. अशा झुल्याला तुम्ही मध्यभागी बसलात तरीदेखील पीळ पडतो (आकृती ४अ). त्याचप्रमाणे, असमान संरचनात्मक घटक (म्हणजेच, चौकट आणि/ किंवा भिंती) असलेल्या इमारतीची लादी देखील ऊर्ध्व अक्षाभोवती (आकृती ४ब) पिळली जाते आणि क्षितीज पातळीत विस्थापित होते. तसेच दोन वाजुंना भिंती असलेल्या (किंवा एका वाजुला) आणि दुस-या वाजुला सुनम्य चौकट असलेल्या इमारतींना देखील जमिनीच्या पातळीवर हादरे दिल्यास पीळ पडतो (आकृती ४क).



पीळ इमारतीच्या घटकांवर काय परिणाम करतो

इमारतीतील पीळामुळे, ज्याला अभियंत्याकडून विमोटन (torsion) असे म्हटले जाते, इमारतीच्या एका लादीचे विविध भाग पाडले जाऊन ते क्षितीज पातळीत विविध मात्रेने सरकतात. ह्यामुळे ज्या वाजुला ते जास्त प्रमाणात सरकतात त्या चौकटी आणि भिंतीमध्ये जास्त प्रमाणात क्षति करतात (आकृती ६). भुतकाळातील भूकंपामुळे अनेक इमारतींचे अशाप्रकारच्या अतिरिक्त विमोटनामुळे मोठ्या प्रमाणावर नुकसान झाले आहे. इमारती आराग्वडयामध्ये सममिती राखणे हे विमोटन कमी करण्यासाठी (जरी पूर्णतः टाळणे शक्य नसले) अति उत्तम होय. (म्हणजेच, सम प्रमाणात विभागलेले वस्तुमान आणि सम प्रमाणात विभागण्यात आलेली पार्श्वीय भार विरोधक प्रणाली). जर हे विमोटन टाळता येत नसेल तर इमारतीच्या संरचनेमध्ये या वाढीव कर्तन वलांना (shear forces) सामावून घेण्यासाठी विशिष्ट पध्दतीचे परिगणित करणे आवश्यक ठरते; भारतीय भूकंप मानकांमध्ये (आय. एस., १८९३-२००२) अशा परिगणितांची तरतुद करण्यात आलेली आहे. परंतु, निश्चितचपणे, पीळ असणा-या इमारती तीव्र भूकंपादरम्यान दुर्बल कृती करतील.



संदर्भिय साहित्य

१. आरनॉल्ड सी. आणि रेदरमन आर., (१९८२), इमारत विन्यास आणि भूकंपीय संकल्पन, जॉन विली, अमेरिका
२. लागारियो एच.जे., (१९९०), अर्थक्वेक्स अँड आर्किटेक्चर गाईड टू नॉन स्ट्रक्चरल सिस्मिक हाझार्ड, जॉन विली, अमेरिका
३. स्थापत्य अभियांत्रिकी परिभाषा कोश, भाषा संचालनालय, महाराष्ट्र शासन, मुंबई

लेखक: सी. व्ही. आर. मुर्ति, भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान कानपूर, कानपूर, भारत
 प्रायोजक: बांधकाम साहित्य आणि प्रौद्योगिकी संवर्धक मंडळ, नवी दिल्ली, भारत
 अनुवाद: शुभदा अ. गडकर, कार्यकारी अभियंता, सार्वजनिक बांधकाम विभाग, महाराष्ट्र शासन
 परिक्षण: डॉ. एम्. एम्. बसोले, माजी अधिव्याख्याता, व्ही. आर. सी. ई., नागपूर आणि डॉ. ओमप्रकाश जयस्वाल, सहाय्यक अधिव्याख्याता, व्ही. एन्. आय. टी., नागपूर

आराग्वडयामध्ये असम असलेल्या इमारती भूकंपाच्या हाद-यांदरम्यान मोठ्या प्रमाणावर पिळल्या जातात. उदा., प्रक्षेपित टेकू (Propped overhanging) (आकृती ५), असलेल्या इमारतीमध्ये प्रक्षेपित भाग त्या खालील तुलनेने तनु (slender) असलेल्या स्तंभावर फिरतो. लादया पिळल्या जाऊन क्षितीज पातळीत विस्थापित होतात.