

## भूकंपादरम्यान वास्तुशास्त्रीय वैशिष्ट्यांचा इमारतींवर कसा प्रभाव पडतो?

### वास्तुशास्त्रीय वैशिष्ट्यांचे महत्व

भूकंपादरम्यान इमारतींची वर्तणूक ही प्रामुख्याने भूकंपीय बल जमिनीपर्यंत कशा रितीने वाहून नेले जाते यासोबतच त्यांचा एकंदर आकार, आकारमान आणि भूमिती यांच्यावर प्रामुख्याने अवलंबून असते. म्हणूनच, इमारतीचा आराखडा तयार होण्याच्या वेळीच वास्तुशास्त्रज्ञ आणि संरचना अभियंता यांनी एकत्रितपणे काम करून प्रतिकूल ठरणारी वैशिष्ट्ये टाळून इमारतीचा उत्तम विन्यास (बाह्यरूपण अथवा configuration) निवडले जाईल अशी काळजी घेणे आवश्यक आहे.

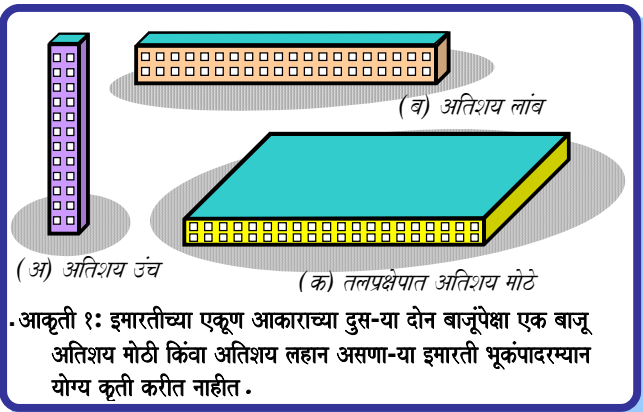
अमेरिकेतील नामांकित भूकंप अभियंता कॅ. हेन्री डेन्कोव यांनी इमारतींच्या उत्तम विन्यासाचे महत्व अचूकपणे सारांश रूपात मांडले आहे, ते असे:-

“जर आपल्याला दुर्बल विन्यासावरून सुरुवात करायची असेल तर सर्व अभियंते एक गोष्ट करू शकतात ती म्हणजे मलमपट्टी करणे - अस्तित्वातील दुर्बल उपायावर शक्य तेवढी उत्तम सुधारणा करणे. याविरुद्ध, जर आपण चांगला विन्यास आणि सांगाड्याच्या योग्य प्रणालीपासून सुरुवात केली, तर एखादा दुर्बल अभियंतादेखील त्यांच्या अंतिम कृतीला जास्त नुकसानकारक होऊ शकणार नाही.”

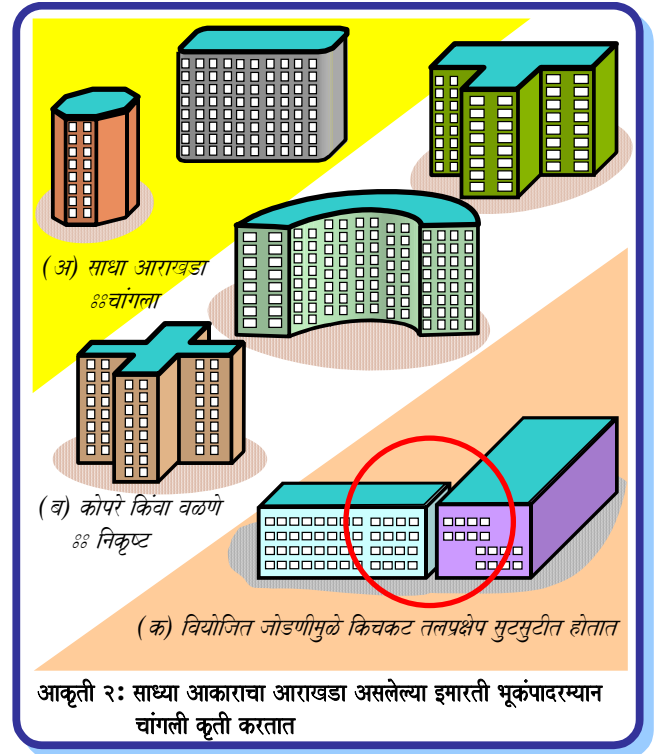
### वास्तुशास्त्रीय वैशिष्ट्ये

सौंदर्यपूर्ण आणि उत्तम कार्यात्मक संरचना तयार करण्याची तीव्र इच्छाच वास्तुशास्त्रज्ञांना सुंदर आणि कल्पनात्मक संरचना कल्पित करण्यासाठी प्रवृत्त करतात. कधी कधी इमारतीचा आकार बघणा-याचे लक्ष वेधून घेतो, तर कधी कधी संरचनात्मक प्रणाली त्याला मोहवून टाकते आणि इतरवेळी संरचनात्मक प्रणाली आणि आकार दोन्ही मिळून ती संरचना उत्कृष्ट बनविण्यास कारणीभूत ठरतात. तथापि, इमारतीचा आकार आणि संरचना यांच्या प्रत्येकी निवडीचा तीव्र भूकंपादरम्यान इमारतींच्या कृतीशी महत्वपूर्ण संबंध असतो. जगभरात भूतकाळातील भूकंपात मोठ्या प्रमाणावर झालेल्या संरचनांच्या क्षतिचे निरीक्षण हे अपेक्षित उत्तम संरचनात्मक विन्यास आणि टाळण्यासारखे संरचनात्मक विन्यास ओळखण्यासाठी बोधप्रत ठरते.

**इमारतींचा आकार** इमारतींची उंची आणि पायाच्या आकाराचे मोठे गुणोत्तर असणा-या उंच इमारतींमध्ये जमिन हादरतांना निर्माण होणारी लादीची क्षितीज हालचाल जास्त असते (आकृती १ अ). थोडक्यात भूकंपाच्या हाद-यांदरम्यान अतिशय लांब (आकृती १ ब), इमारतींवर क्षतिचा मोठा प्रभाव पडतो आणि तलप्रक्षेपात (plan) मोठे क्षेत्र असलेल्या इमारती उदा. गोदामे (आकृती १ क), यांच्यात स्तंभ आणि भिंतीद्वारे घेतले जाणारे क्षितीज भूकंपीय बल मर्यादितपेक्षा जास्त असू शकते.



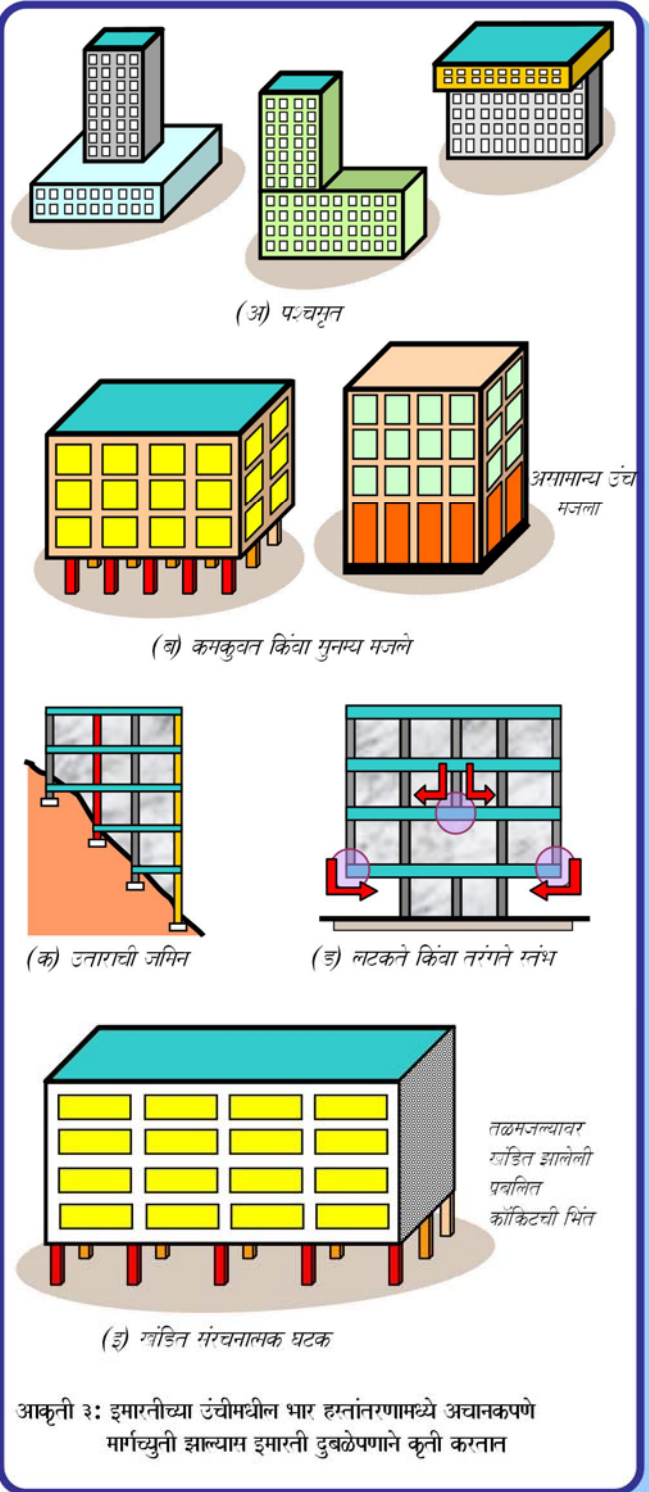
**इमारतींचा क्षितीजीय आराखडा** साधारणपणे, तलप्रक्षेपात सोप्या भूमिती आकाराच्या इमारतींनी (आकृती २ अ) तीव्र भूकंपादरम्यान चांगली कृती केली आहे. तलप्रक्षेपात पुनश्च आत वळणा-या आकाराच्या (आकृती २ ब) उदा. तलप्रक्षेपात U, V, H आणि + आकार असलेल्या इमारतींचे मोठ्या प्रमाणावर क्षति झाली आहे. अनेकदा इमारतींच्या तलप्रक्षेपातील या अंतर्गत कोप-यांचे दुष्परिणाम इमारत दोन भागांमध्ये बांधून टाळता येऊ शकतात. उदा., तलप्रक्षेपात L आकाराच्या इमारतीला वियोजन (separation joint) जोड देऊन दोन आयताकृती आकारात विभागता येऊ शकते (आकृती २ क). नेहमी, तलप्रक्षेप साधा असला तरीही स्तंभ/ भिंती आराखड्यात समप्रमाणात विभागल्या जात नाहीत. अशी वैशिष्ट्ये असलेल्या इमारतींना भूकंपादरम्यानच्या धक्क्याने पीळ पडतो. या बाबीवरील चर्चा पुढील आय. आय. टी. के. - वी. एम. टी. पी. सी. भूकंप मार्गदर्शक सूचना ७, भूकंपादरम्यान इमारतींना पीळ कसा पडतो? या सूचनेत करण्यात आली आहे.



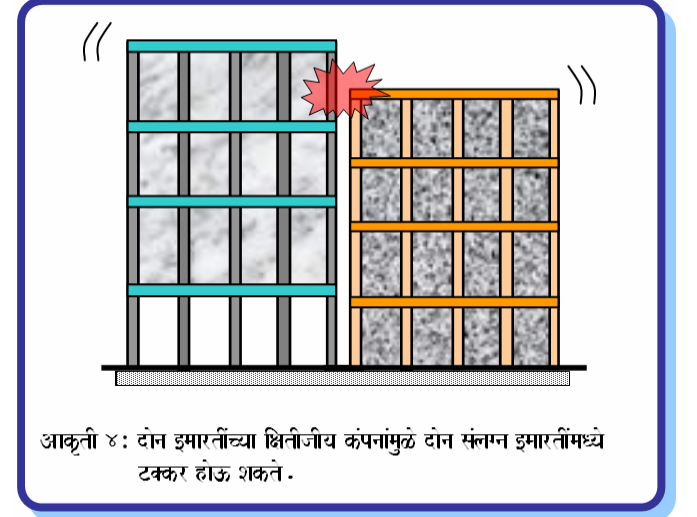
**इमारतींचा ऊर्ध्व आराखडा** इमारतींमध्ये विविध लादीतलाच्या पातळीत निर्माण झालेले भूकंपीय बल तिच्या उंचीद्वारे जमिनीकडे अगदी जवळच्या मार्गाने आणणे आवश्यक आहे; या बल स्थानांतरित करणा-या मार्गांमध्ये कुठल्याही प्रकारचे विचलन किंवा खंडन (deviation or discontinuity) त्या इमारतीची कृती दुर्बल करण्यास कारणीभूत ठरते. इमारतींमधील ऊर्ध्व पश्चांतरामुळे (setback) (जसे की हॉटेलच्या इमारतीतील काही मजले इतरांच्या तुलनेत रुंद असतात) खंडीत झालेल्या पातळीमध्ये भूकंपाचे बल अचानकपणे वाढते (आकृती ३ अ). इमारतीच्या एखाद्या मजल्यावर कमी स्तंभ किंवा भिंती किंवा असाधारण उंच मजल्यामुळे (आकृती ३ ब) त्या मजल्याची क्षति होते किंवा तो कोसळतो. सन २००१ मध्ये भूज (भारत)

येथील भूकंपात वाहनतळासाठी राखून ठेवण्यात आलेल्या विवृत तळ मजला असणा-या अनेक इमारती कोसळल्या किंवा त्यांना प्रचंड क्षति पोचली.

उतारावरील इमारतींना उताराप्रमाणे असमान उंचीचे स्तंभ असतात, त्यामुळे पीळ पडणे किंवा कमी उंचीच्या स्तंभांचा विनाश असे दुष्परिणाम घडून येतात (आकृती ३ क). ज्या इमारतींमध्ये मधल्या मजल्याच्या तुळईवर तरंगते किंवा लटकते स्तंभ आहेत आणि जे पायापर्यंत जात नाहीत अशा इमारतींच्या भार स्थानांतराच्या मार्गात खंड पडतो (आकृती ३ ड). काही इमारतींना भूकंपीय बल पायापर्यंत नेण्यासाठी प्रबलित कॉंक्रीटच्या भिंती असतात. ज्या इमारतींमध्ये, अशा भिंती पायापर्यंत न जाता वरच्या पातळीपर्यंतच बांधण्यात येतात, अशांना भूकंपादरम्यान मोठ्या प्रमाणावर क्षति होण्याचा संभव असतो.



**इमारतीची संलग्नता:** जेव्हा दोन इमारती एकमेकांच्या अतिशय जवळ असतात, तेव्हा तीव्र हाद-यांदरम्यान त्यांच्यात टक्कर होण्याचा संभव असतो. अधिक उंच इमारतींमध्ये अशा प्रकारची टक्कर हे मोठे संकट ठरू शकते. जेव्हा दोन इमारतींची उंची असमान असते (आकृती ४), त्यावेळी कमी उंचीच्या इमारतींचे छत त्यापेक्षा उंच स्तंभ असणा-या इमारतीच्या मधल्या भागावर आदळले जाऊ शकते आणि हे भयंकर ठरू शकते.



#### इमारतीचे संकल्पन आणि मानके...

भविष्याचा विचार करता, निश्चितपणे, कुणीही इमारती त्याचत्याचप्रकारे न बांधता त्यांना अधिकाधिक चित्तवेधक बनविल. तथापि, असे करताना इमारतीची दुर्बल वर्तणूक आणि भूकंप सुरक्षा यांच्या बदल्यात तसे करणे आवश्यक नाही. भूकंपाचा सामना करताना धोकादायक ठरणारी इमारतींची वास्तुशास्त्रीय वैशिष्ट्ये टाळली गेली पाहिजेत. जर हे जमले नाही, तर ते कमी करण्याचा प्रयत्न केला गेला पाहिजे. ज्यावेळी इमारतींमध्ये अनियमित वैशिष्ट्ये समाविष्ट केली जातात त्यावेळी संकल्पनासाठी मोठ्या प्रमाणावर अभियांत्रिकी प्रयत्नांची गरज भासते. तरी देखील ती इमारत साध्या वास्तुशास्त्रीय वैशिष्ट्यांप्रमाणे उत्तम असेलच असे नाही.

आराखडा तयार करताना इमारतींच्या विन्यासाविषयी घेतले गेलेले निर्णय महत्वपूर्ण ठरतात, किंवा मानकामध्ये विनिर्देशित केल्याप्रमाणे संकल्पित बल अचूकपणे काढण्यापेक्षा असे म्हटले जाते की त्यामुळे मोठ्या प्रमाणावर फरक पडू शकतो.

#### संदर्भिय साहित्य

१. आर्नॉल्ड सी. आणि रेडरमन आर., (१९८२), इमारत विन्यास आणि भूकंपीय संकल्पन, जॉन विली, अमेरिका
२. लागारियो एच.जे., (१९९०), अर्थक्वेक्स अॅन आर्किटेक्ट्स गार्ड टू नॉन स्ट्रक्चरल सिस्मिक हार्डार्ड, 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

हे प्रकाशन आय. आय. टी. कानपूर आणि वी. एम्. टी. पी. सी. नवी दिल्ली यांच्या मालकीचे आहे. या सूचना त्यातील विषयांमध्ये बदल न करता आणि योग्य पोच देऊन पुनर्निर्मित करता येऊ शकतील. आपल्या सूचना/ अभिप्राय कृपया [nicee@iitk.ac.in](mailto:nicee@iitk.ac.in) या ई पत्त्यावर पाठवाव्यात. या आधीच्या आय. आय. टी. के., वी. एम्. टी. पी. सी. भूकंप सूचना वगण्याकरीत [www.nicee.org](http://www.nicee.org) किंवा [www.bmtpc.org](http://www.bmtpc.org) या संकेतस्थळांना भेट द्या.