

भूकंपविरोधी बांधकाम

Quake Resistant Structures. Attachment (qrs.pdf), in Marathi, in Devanagari script.
All India Radio Pune station. Talk by M. N. Gogate म. ना. गोगटे (Structural Engineer)
dated 9 Feb 2008 Also see (www.mngogate.com) article E07, points 14 to 20

= 1 =

भूकंप ही एक नैसर्गिक आपत्ती आहे. पूर्वीच्या काळात महाराष्ट्रात भूकंप होत नसत. 1967 मध्ये कोयनानगर येथे केंद्र असलेला मोठा भूकंप झाला. त्यानंतर कित्येक ठिकाणी लहानमोठे भूकंप झाले आहेत. भूकंपाचा प्रभाव केंद्राजवळ खूप असतो. त्याशिवाय कमी प्रमाणात तो शेकडो किलोमीटर दूर अंतरावरही होत असतो. भूकंपामुळे इमारती, पूल, धरणे यांमध्ये काही मिनीटे वेगाने कंपने होतात. वीजेच्या तारा संभाळणारे खांब, कंपाउंड भिंती, रस्ते, छोटी घरे यांतही कंपने होतात. रचना योग्य नसल्यास या सर्व बांधकामात विकृती वा पडझड निर्माण होते, काही जीवितहानी व संपत्तीहानी होते. आपण भूकंपाला थांबवू शकत नाही. पण भूकंपात टिकणारी बांधकामे आपण करू शकतो. त्यासाठी अनुभवी व प्रामाणिक अभियंते हवेत. येथे आपण मुख्यता इमारतींचा विचार करणार आहोत.

= 2 =

कोणत्याही इमारतीवर विविध भार पडतात. हे भार मुख्यत्वे वरून खाली या दिशेने म्हणजेच गुरुत्वाकर्षणाचे असतात. इमारतीतील माणसे, वाहने, सामान यांचे काही वजन असते. खुद्द इमारतीचे काही वजन असते. कधीकधी वादळवाऱ्यामुळे आडवे भार येतात. भूकंपामुळे वेगळा परिणाम घडतो. आपण बसगाडीत उभे असताना बस अचानक चालू झाली किंवा थांबली तर शरीर झोकंडी खाते. इमारतीवर भूकंपाचा तसाच परिणाम होतो. त्याशिवाय पुढे-मागे, डावीकडे-उजवीकडे अशी बदलती कंपने निर्माण होतात. ही कंपने विचारात घेण्याऐवजी डिझाईनसाठी असे मानले जाते की काही आडवे भार भूकंपाच्या वेळी इमारतीवर पडतात. वादळात वाऱ्याचे भोवरे असतात. भूकंपावेळी जमीनीत एक लाट येते. म्हणूनच या आपत्तीत मुख्यता आडवे भार येत असले तरी उभ्या दिशेनेही काही भार येतात.

= 3 =

कोणत्याही इमारतीवर गुरुत्वाकर्षणाचे वरून खाली या दिशेने काही भार असतात. तसेच वारा व भूकंप यामुळे आडवे भार येतात हे आपण पाहिले. इमारत शाबूत रहावी, ती जमीनीत खचू नये, ती आडवी सरकू नये, ती कलंडू नये अशी आपली अपेक्षा असते. कल्पना करा की एक ठोकळा टेबलावर ठेवला आहे. त्या ठोकळ्यावर बोटाने आडवा जोर लावा. जोर जास्ती नसेल तर ठोकळा सरकणार नाही किंवा कलंडणार नाही. टेबलाकडून ठोकळ्यावर घर्षणात्मक आडवे, तसेच वरून खाली व खालून वर अशा दिशेनेही काही प्रतिभार निर्माण होतात. पुरेसे प्रतिभार निर्माण झाले नाहीत तर ठोकळ्याचे संतुलन होणार नाही. पृथ्वीच्या संदर्भात इमारत म्हणजे जणू काही टेबलावर ठेवलेला एक ठोकळा. आवश्यक असे आडवे व उभे प्रतिभार निर्माणारी मजबूत भूमी असली तरच इमारत संतुलित होईल. क्रिकेटमध्ये स्टंपवर चेंडूचा हलका फटका लागला की स्टंप कोसळतो. तो जमीनीत अगदी थोडा पुरला असतो. इमारतीसाठी तसे चालणार नाही. तिचा पाया जमीनीमध्ये पुरेसा खोल असायला हवा

= 4 =

इमारतीवरील उभे व आडवे भार, तसेच भूमीमार्फत येणारे उभे व आडवे प्रतिभार लक्षात घेऊन पूर्ण इमारतीचे संतुलन पाहिले जाते. इमारतीच्या प्रत्येक घटकाचेही संतुलन पाहिले जाते. इमारतीत भारवाहक मुख्य काही घटक असतात. त्यांच्यात काही अंतर्गत ताण किंवा दाब निर्माण होतात. प्रत्येक पदार्थाची ताण व दाब घेण्याची काही क्षमता असते. पातळ घटकापेक्षा जाड घटक अधिक अंतर्गत ताण वा दाब घेऊ शकतो. समजा एखाद्या घटकावर 10 टन दाब दिला तर तो मोडतो. बांधकामात तो वापरताना त्यावरील दाब नित्याचे भार असताना कमाल 4 टन येईल असे पहातात. भूकंप किंवा वादळ 50 वर्षात एकदा अल्प काळ येतात. तेव्हा तो दाब जास्ती म्हणजे 4 ऐवजी 5 टन चालेल. हे आकडे स्थूलपणे सांगितले आहेत. भूकंप व वादळ ही दोन्ही विघ्ने एकाच वेळी येत नाहीत असेही मानले जाते.

= 5 =

भारतीय मानक संस्थेने भूकंपाबाबत देशाचे काही विभाग ठरवले आहेत. अनुभव आणि संशोधन विचारात घेऊन कुठे किती प्रमाणात भूकंपभार येतील याची माहिती त्यात असते. त्यानुसार इमारतीचे डिझाइन केले पाहिजे. इमारत किती उंच आहे, किती मजल्यांची आहे, ती अंतर्गत किती लवचिक आहे, ती किती महत्त्वाची आहे इत्यादी गोष्टी लक्षात घेऊन भूकंपाचे आडवे भार ठरवले जातात. महाराष्ट्रात इमारतीच्या वजनाच्या 5 ते 10 टक्के आडवा भूकंपभार कोणत्याही दिशेने येतो. समजा, चार मजली इमारत डिझाइन करायची आहे व एकूण आडवा भूकंपभार 30 टन आहे. तो खालून वर वाढत जातो. उदाहरणार्थ, पहिल्या मजल्यावर 1 टन, दुसऱ्या मजल्यावर 4 टन, तिसऱ्यावर 9 टन, चौथ्यावर 16 टन अशी भारविभागणी असू शकेल. हे सर्व आकडे स्थूलपणे केवळ कल्पना येण्यासाठी दिले आहेत.

= 6 =

वजनाच्या प्रमाणात आडवा भार असतो हे लक्षात घेतले तर पुरेशी ताकद असलेले पण शक्यतो कमी वजनाचे घटक इमारतीत असावेत हे स्पष्ट होईल. ते जितक्या जास्ती उंचीवर असतील तितके त्यांच्यावरील आडव्या भारामुळे इमारत कलंडण्याची प्रवृत्ती वाढते. म्हणूनच पोहोण्याचे तलाव गच्चीवर बांधणे धोक्याचे असते. तसेच इमारतीची उंची सहसा रुंदीच्या तिप्पटीहून जास्ती नसावी. भूकंपाचा धक्का कोणत्याही दिशेने येतो म्हणून तिला सर्व दिशानी सामर्थ्य हवे. इमारतीची लांबी तिच्या रुंदीच्या दुप्पटीहून जास्ती नसावी. इंग्रजीतील एल अक्षरासारखी इमारत बांधली तर भूकंपात ती खूप घुसळली जाते, म्हणून तसा आकार नसावा. साबण ठेवण्याची डबी पहा. तिचा तळ, व बाजू एकसंध झाले असतात व डबी मजबूत होते. त्याचप्रकारे भारवाहक भिंतींचे परस्पर सांधे व स्लॅबशी सांधे मजबूत हवेत. आरसीसी पद्धतीची इमारत असेल तर त्यातील खांब, बीम, व स्लॅब यांचे सांधे मजबूत हवेत. आरसीसी सांगाडा बांधल्यावर खोल्या निर्मिण्यासाठी भिंती बाधतात. त्या भार वहाण्यास दुर्बल असतात.

= 7 =

इमारतीवर पडणारा आडवा भार अखेर भूमीपर्यंत पोचला पाहिजे व भूमीकडून प्रतिभार यायला हवा हे आपण पाहिले. यासाठी आणखी काही तंत्रे वापरता येतात. उदाहरणार्थ, फार उंच इमारतीच्या बाबतीत पायापासून गच्चीपर्यंत काही आरसीसीच्या भिंती असतात. विशेषता लिफ्ट आणि जिने यांच्या भोवती असणाऱ्या भिंती अशा केल्याने, आणि त्या एकमेकांस नीट सांधून बांधल्याने मजबूत रचना होते. दुसरे तंत्र म्हणजे आरसीसीचे उभे खांब व आडवे बीम यांच्या फ्रेममध्ये काही तिरके घटक अंतर्भूत केले जातात. आपल्याकडे अद्यापि कमी प्रचारात असलेले आणखी एक तंत्र आहे. त्यामध्ये काही खांबांच्या पायाखाली रबरासारखे लवचिक पण मजबूत व टिकाऊ ठोकळे ठेवले जातात. मग वाहनातील शॉक अॅब्सॉर्बर प्रमाणे हे ठोकळे भूकंपाचा धक्का घेतात व इमारतीवरील आडवे भूकंपभार कमी होतात. काही इमारतींच्या बाबतीत असा विचार केला जातो की अतिभीषण भूकंपामुळे इमारत कायमची विकृत व निरुपयोगी झाली तरी चालेल, पण त्यातील माणसे व सामान सुरक्षितपणे बाहेर काढता यावीत.

= 8 =

नकाशे व गणिते कागदावर रहातात. साईटवर अनेक अडचणी येतात. पण बांधकाम दर्जेदार असायला हवे. उदाहरणार्थ, आपण पाहिले की भूकंपभार सोसण्यासाठी आरसीसीचे खांब व बीम यांचे सांधे मजबूत हवेत. तसेच कॉंक्रीट उत्तम हवे. प्रत्यक्षात तसे नसले तर इमारत कमजोर होईल. म्हणून ग्राहकानी बिल्डर व इंजीनियर यांची पूर्वीची कामे पहावीत, प्रामाणिकपणा पहावा, हे सांगावेसे वाटते.

= 9 =

भूकंपाचे स्वरूप, व त्यानुसार बांधकामे कशी डिझाईन करायची व निर्माण करायची हे मोठे गहन शास्त्र आहे. त्याचा एक धावता अल्प परिचय आपण करून घेतला आहे. अज्ञानामुळे किंवा अप्रामाणिकपणामुळे भूकंपात न टिकणाऱ्या कित्येक दुर्बल इमारती यापूर्वी बांधल्या गेल्या आहेत. भूकंप होत नाही तोपर्यंत त्या ठीक आहेत असे वाटते. हल्ली सदनिकांचे भाव खूपच वाढले आहेत. उदा पुणे व मुंबई या क्षेत्रात चौरसफूटास पाच हजार ते वीस हजार रुपये असा भाव असतो. त्यापैकी इमारतीचा खर्च चौरस फूटास एक हजार रुपये असतो. बाकीचे मूल्य जमीनीचे व बिल्डरच्या नफ्याचे. भूकंपाची समस्या लक्षात घेऊन इमारत मजबूत बांधली तर चौरस फूटास एक हजार रुपयांऐवजी समजा बाराशे रुपये खर्च येईल. म्हणजेच सदनिकेच्या एकूण बाजारमूल्याच्या मानाने ही वाढ किरकोळ आहे. उंच इमारतींचे स्ट्रक्चरल डिझाईन अन्य एका अभियंत्याकडून तपासून घ्यावे. इमारतीचे स्ट्रक्चरल नकाशे ग्राहकानी नीट संभाळावेत. भविष्यकालात इमारतदुरुस्ती किंवा वाढ यासाठी त्यांची खूप गरज भासते.

टीप - आकाशवाणी अधिकारी यानी सुचवले त्यानुसार भाषण रेकॉर्ड करताना (व) ऐवजी (आणि) शब्द उच्चारला

----- समाप्त End -----