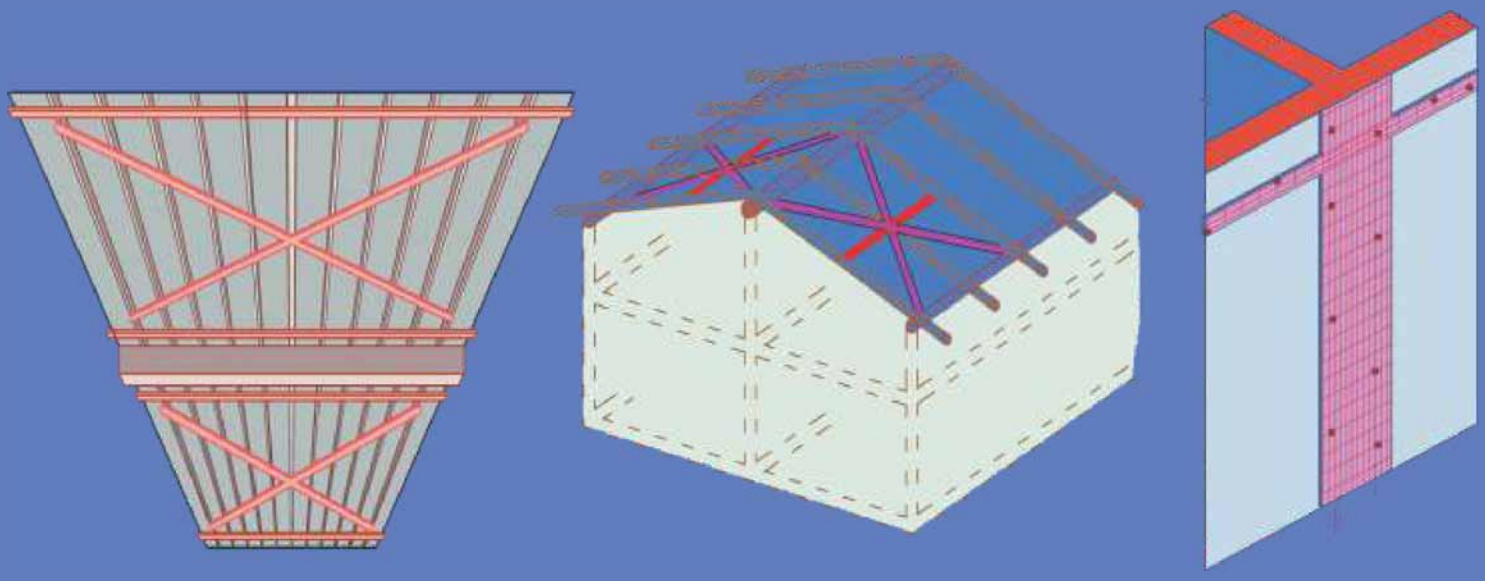
बिहार सरकार

बिहार में, ईंट जोड़ाई दीवार पर आधरित भवनों के लिये,

रेट्रोफिटिंग की मार्गदर्शिका



जनवरी 2013

बिहार राज्य आपदा प्रबंधन प्राधिकरण

द्वितीय तल, पन्त भवन, बेली रोड, पटना

फोन : 0162–2522032

website : www.bsdma.org

ईंट जोड़ाई भारवाहक दीवार पर आधारित, बिहार राज्य के वर्तमान भवनों को, भूकम्पीय दृष्टि से सुदृढ़ीकरण (रेट्रोफिटिंग) के लिये, यह मार्गदर्शिका लिखी गयी है।

प्रस्तुतिः–

पद्मश्री, डा. आनन्द स्वरूप आर्य,
अवकाशप्राप्त प्राध्यापक, आई. आई. टी. रूड़की,
सदस्य, बिहार राज्य आपदा प्रबंधन प्राधिकरण।

बरूण कान्त मिश्र,
कार्यपालक अभियंता, पथ निर्माण विभाग,
सह माननीय सदस्य, डा. आर्य के आप्त सचिव।

ईंट जोड़ाई भारवाहक दीवार पर आधारित, बिहार राज्य के वर्तमान भवनों के लिये, भूकम्पीय दृष्टि से सुदृढ़ीकरण (रेट्रोफिटिंग) की मार्गदर्शिका

विषय सूची

		पृष्ठ संख्या
1	परिचय	1
2	भवन संरचनाओं पर भूकम्प का प्रभाव	1
3	रेट्रोफिटिंग पर विचार	3
4	भूकम्परोधी सामर्थ्य का मूल्यांकन (assessment)	5
5	भूकम्परोध में कमी एवं रेट्रोफिटिंग के सुझााव	7
6	ईंट जोड़ाई के दीवारों पर आधारित भवनों का सुदृढ़ीकरण तकनीकि	9
6.1	भूकम्पीय पट्टियों या प्रीस्ट्रेसिंग के द्वारा, दीवारों को एक बक्से की तरह बाँधना	9
6.2	वर्तमान दीवार का सुदृढ़ीकरण	17
6.3	ईंट जोड़ाई के मेहराब (Masonry Arches) का सुदृढ़ीकरण	19
6.4	ढ़लान वाले छत का सुदृढ़ीकरण	19
6.5	लकड़ी या स्टील के बीम से बनाये गये सपाट छत का सुदृढ़ीकरण	21
6.6	Precast आर.सी.सी बीम (या तख्ता) को जोड़कर बनाये गये छत में सुधार	22
6.7	मौजूदा भवनों में नया दीवार बनाना	23
6.8	ईंट के पीलर का सुदृढ़ीकरण	25
6.9	पारापेट का सुदृढ़ीकरण	26

ईंट जोड़ाई भारवाहक दीवार पर आधारित, बिहार राज्य के वर्तमान भवनों के लिये, भूकम्पीय दृष्टि से सुदृढ़ीकरण (रेट्रोफिटिंग) की मार्गदर्शिका

1 परिचय

1.1 बिहार राज्य में, ईंट जोड़ाई भारवाहक दीवार पर आधारित भवन बहुतायत में हैं। परम्परागत ढ़ंग से बने, इस प्रकार के अधिकतर भवन, भूकम्प सुरक्षा के दृष्टिकोण से खतरनाक हैं। इन पूर्वनिर्मित मौजूदा भवनों को सम्भावित भूकम्प क्षति से बचाने के लिये, इस मार्गदर्शिका में, रेट्रोफिटिंग विधियों का वर्णन है। रेट्रोफिटिंग से वर्तमान घर क्षतिग्रस्त होने से बचेंगे एवं जानमाल की सुरक्षा होगी। साथ ही, यह भी ध्यान रखा गया है कि इन विधियों को अपनाने में न्यूनतम व्यय करना पड़े।

1.2 इस मार्गदर्शिका के तरीके, भारतीय मानक संस्थान द्वारा प्रकाशित संहिता (BIS Code) IS:4326-1993, "Earthquake Resistant Design and Construction of Buildings - Code of Practice" एवं IS: 13935-1993 "Repair and Seismic Strengthening of Masonry Buildings - Guidelines" पर आधारित हैं। ईंट जोड़ाई वाले भवनों के मॉडल बनाकर, भूकम्प के सदृश्य कम्पन उत्पन्न कर, इन तरीकों को shake table test से जाँचा परखा जा चुका है।

2 भवन संरचनाओं पर भूकम्प का प्रभाव

2.1 भूकम्प प्राकृतिक घटना है। भवनों एवं अन्य मानव निर्मित आधारभूत संरचनाओं के ढ़हने या क्षतिग्रस्त होने पर भूकम्प एक आपदा बन जाती है। आजतक भूकम्प को रोकने के लिये कुछ नहीं किया जा सका है। परन्तु भूकम्प आने से पहले ही, यदि योजनाबद्ध रूपरेखा बना ली जाय, जिसमें नये भवनों का भूकम्परोधी निर्माण करायी जाय अथवा वर्तमान भवनों के मूल्यांकन एवं सुदृढ़ीकरण करायी जाय तो भूकम्प जनित क्षति को बहुत कम किया जा सकता है।

2.2 भूकम्प से क्षति के कई कारण हो सकते हैं, जैसे भूकम्पन का स्वरूप, नींव के नीचे मिट्टी की प्रकृति, भवन अंगों की शक्ति एवं एकात्मता तथा समुदाय की अपर्याप्त तैयारी। भूकम्पन से बलुआही मिट्टी का धँसन (settlement) एवं द्रवीकरण (liquefaction) हो सकता है। घटिया निर्माण सामग्री एवं घटिया कर्म कौशल (workmanship) अथवा अपर्याप्त रखरखाव के कारण, भूकम्प में भवन संरचना विफल हो सकती है।

2.3 सम्भावित भूकम्प तीव्रता के आधार पर बिहार को तीन भूकम्प जोन में बाँटा गया है। भूकम्प जोन सारणी–1 में दर्शाया गया है।

सारणी–1 : बिहार के भूकम्प जोन

भूकम्प जोन		बिहार राज्य के जिले
V	सर्वाधिक क्षति करनेवाला MSK IX या अधिक	सीतामढ़ी, मधुबनी, दरभंगा, सहरसा, सुपौल, मधेपुरा, अररिया एवं किशनगंज
IV	अधिक क्षति करनेवाला MSK VIII	पूर्वी चम्पारण, पश्चिमी चम्पारण, शिवहर, छपरा, सिवान, गोपालगंज, मुजफ्फपुर, वैशाली, समस्तीपुर, बेगूसराय, खगड़िया, पूर्णियॉ, कटिहार, भोजपुर, पटना, जहानाबाद, नालन्दा, नवादा, शेखपुरा, लक्खीसराय, जमुई, मुंगेर, भागलपुर एवं बांका
III	मध्यम क्षति करनेवाला MSK VII	बक्सर, कैमूर, रोहतास, औरंगाबाद एवं गया

2.4 भवनों का वर्गीकरण

2.4.1 इंजीनियरी–तकनीक रहित भवन निर्माण (Non-Engineered Building)
सहज, अनौपचारिक या परंमपरागत तरीके से, बिना इंजीनियरी तरीकों को उपयोग किये, कतिपय भवनों के निर्माण किए जाते हैं। ऐसे घरों के निर्माण में, मिट्टी, अनपकी ईंट, पकी ईंट, लकड़ी, बाँस, जस्ती चादर, खपरैल, फूस या अन्य उपलब्ध स्थानीय सामग्रियों का संयोजन होता है।

2.4.2 भवनों एवं आधारभूत संरचनाओं के इंजीनियरी निर्माण (Engineered Building)
आर.सी.सी. (प्रबलित सिमेंट कंक्रीट) या इस्पात का समुचित उपयोग कर, इंजीनियरी भवनों तथा संरचनाओं के निर्माण किए जाते हैं। ऐसे भवन, आमतौर पर, वास्तुविद् (आर्किटेक्ट्स) और सिविल इंजीनियर द्वारा मिलकर, अथवा, विभिन्न सरकारी विभागों या परामर्शी संस्थाओं में कार्यरत सिविल इंजीनियरों द्वारा निरूपित (design) किये जाते हैं।

2.4.3 विगत भूकम्पों में, इंजीनियरी–तकनीक रहित मकानों के ध्वस्त होने से जान–माल का सबसे ज्यादा नुकसान हुआ है। भूकम्प के खतरों से न्यूनीकरण हेतु इन भवनों में भूकम्परोधी अंग लगाकर रेट्रोफिटिंग किया जाना आवश्यक है।

2.5 भूकम्प से भवनों की सम्भावित क्षति

विभिन्न प्रकार के भवनों के लिये, विभिन्न भूकम्प जोन में, मकानों के क्षतिग्रस्त होने की सम्भावना सारणी – 2 में वर्णित है।

सारणी – 2 : भूकम्प जोन एवं सम्भावित क्षति

क्र. स.	भूकम्प जोन	III	IV	V
	अधिकतम सम्भावित भूकम्पीय तीव्रता	MSK VII	MSK VIII	MSK IX या अधिक
1	मिट्टी की दीवार वाले कच्चे मकान या मिट्टी के गारे में ईंट–दीवार वाले मकान या बिना भूकम्पीय बैंड एवं खड़े छड़ के अपर्याप्त मोटाई के दीवार वाले मकान	बहुतों में, चौड़े दरार	बहुतों में, भीषण क्षति	कुल ध्वस्त
2	लकड़ी के छत वाले ईंट के दीवार या क्षैतिज भूकम्पीय बैंड वाले मिट्टी–गारे में ईंट–दीवार	कई में, दीवार में दरार	बहुतों में, चौड़े दरार	कई विध्वस्त
3	बिना भूकम्पीय बैंड एवं खड़े छड़ के, आर.सी.सी. छत एवं अच्छे सिमेंट गारे में पर्याप्त मोटाई के ईंट–दीवार वाले एक या दो मंजिले मकान	कई में, दीवार में दरार	बहुतों में, दीवार में दरार	सामान्य या भारी क्षति
4	उपर (3) की तरह, परन्तु तीन या चार मंजिले मकान	बहुतों में, चौड़े दरार	बहुतों में, भीषण क्षति, कुछ मंजिलें ध्वस्त	कुल ध्वस्त
5	उपर (3) की तरह, परन्तु दीवार की मोटाई के अनुपात में लम्बाई एवं उॅचाई ज्यादा हो	बहुतों में, चौड़े दरार	बहुतों में, भीषण क्षति, कुछ मंजिलें ध्वस्त	कुल ध्वस्त
6	भूकम्पीय बैंड तथा खड़े के साथ, अच्छे सिमेंट गारे में ईंट–दीवार	कुछ में, बाल के बराबर दरार	कुछ में, दीवार में मामूली दरार	केवल कुछ में, चौड़े दरार
7	उच्च जलस्तर वाले महीन बलुआही मिट्टी पर बने मकान	भीषण क्षति	भीषण क्षति	कईयों में, झुकाव/घॅसन

3 रेट्रोफिटिंग पर विचार

3.1 रेट्रोफिटिंग हेतु भवनों और संरचनाओं की प्राथमिकता

3.1.1 महत्वपूर्ण भवन :

(i) वार्ड सहित अस्पताल, औषधालय, क्लिनिक, आदि;

(ii) शैक्षिक संस्थान के भवन : जिनमें शिक्षण, प्रशिक्षण, प्रयोगशाला तथा पुस्तकालय के कार्य; होते है (विद्यालय, कॉलेज और विश्वविद्यालय आदि) की इमारतें;

(iii) सभा भवन, मंदिर, चर्च, सिनेमाघर, मॉल, आदि;

(iv) महत्वपूर्ण अधिकारियों तथा उच्च प्रशासनिक पदाधिकारियों के आवास;

(v) तत्कालिक उत्तरदायी उच्चाधिकारी (यथा, जिलाधिकारी, पुलिस अधीक्षक, मुख्य चिकित्सा पदाधिकारी) के कार्यालय एवं आवास;

3.1.2 सेवा संरचनाएं और बुनियादी ढांचें :

(i) पानीटंकी;

(ii) टेलीफोन केंद्र, अग्निशमन केंद्र, जलापूर्ति पम्प घर, आदि;

(iii) बिजली घर एवं सब–स्टेशन;

(iv) रेलवे स्टेशन, हवाई अड्डा भवन एवं नियंत्रण टावर, आदि;

(v) पुल और पुलियाँ;

(vi) स्मारण चिन्ह या धरोहर स्वरूप महत्वपूर्ण भवन, संग्रहालय;

(vii) उद्योगों के गंभीर और खतरनाक अंग, जिनमें भूकम्प में क्षति संभावित हो;

भूकम्प जोन V, IV एवं III के क्रम में प्राथमिकता दी जा सकती है।

3.2 मरम्मति, जीर्णोद्धार (Restoration) एवं रेट्रोफिटिंग में अंतर

3.2.1 मरम्मति (Repair)

मरम्मति का अर्थ है, गैर–संरचनात्मक अंगों को दुरूस्त करना, जैसे पाइपलाइन, बिजली, प्लास्टर, रंगरोगन, आदि की मरम्मति।

3.2.2 जीर्णोद्धार / पुनरूद्धार (Restoration)

यह संरचना के मूल स्वरूप एवं मूल शक्ति प्राप्त करने की विधि है। यह क्षतिग्रस्त संरचना अंगों के पुर्नजीवन तक सीमित है। जीर्णोद्धार कार्य में दीवारों के दरार की मरम्मति, दीवारों की सिलाई, दीवार तथा आर.सी.सी. अंगों के दरार में पतला मसाला भरने के कार्य आते हैं।

3.2.3 भूकम्पीय दृष्टि से रेट्रोफिटिंग

रेट्रोफिटिंग का अर्थ है, मौजूदा भवन संरचना की भूकम्पीय सामर्थ्य का उन्न्यन। रेट्रोफिटिंग के अंतर्गत, ऐसे सुदृढ़ीकरण कार्य आते हैं, जिससे भूकम्प की अवस्था में, भारतीय मानक संस्थान द्वारा प्रकाशित संहिता मानकों के अनुसार, संरचना का सामर्थ्य प्रदर्शित हो। इसमें निम्नलिखित कार्य सम्मिलित है।

(i) संरचना के अंगों को अधिक मजबूत बनाना,

(ii) संरचना के नये अंगों (जैसे दीवार, पाये और तिरछा बंधनी) लगाना,

(iii) संरचना के अंगों (धरन, स्तंभ तथा इनकी संधि) की तन्यता बढ़ाना,

(iv) मंजिलों पर बोझ कम करना, इत्यादि।

3.3 किन भवनों को रेट्रोफिटिंग द्वारा उन्नत करने की आवश्यकता है ?

(i) वैसे मौजूदा मकान, जो कमजोरी के कारण असुरक्षित हों।

(ii) वैसे मौजूदा मकान, जो BIS Code के अनुसार नहीं बने हैं।

(iii) पुरानी संरचनाऐं, जिनके निर्माण सामग्री की शक्ति में ह्रास हो गया हो।

(iv) संरचना में प्रतिकूल बदलाव के कारण, शक्ति में ह्रास हो गया हो।

(v) मकान के उपयोग में परिवर्तन, जिससे मंजिलों पर बोझ बढ़ गया हो।

3.4 रेट्रोफिटिंग के अंतर्गत हेतु सम्भावित कार्यों का चुनाव

(i) रेट्रोफिटिंग की कोई आवश्यकता नहीं

(ii) भवन का उपयोग प्रतिबंधित या निम्न वर्गीकृत करना

(iii) अपर्याप्त और पर्याप्त अंगों का छिटपुट या व्यापक संशोधन

(iv) मौजूदा गैर–संरचनात्मक अवयवों को ढांचे की संरचना अवयवों के रूप में उन्न्यन करना

(v) तल की संख्या कम करना या तल का भार घटाना

(vi) नए संरचनात्मक अंगों को बढ़ाना, (यथा तिरछा बंधनी, ईंट पायों की चिनाई, आदि)

(vii) अपर्याप्त अंगों का पूर्ण प्रतिस्थापन

(viii) आंशिक रूप से संरचना को गिराकर हटा देना

3.5 रेट्रोफिटिंग के चरण

3.5.1 प्रारम्भिक छान–बीन

शीघ्रता से देखकर, BIS Code के प्रावधान के आधार पर क्षति की सम्भावना का आकलन करना तथा रेट्रोफिटिंग की आवश्यकता है या नहीं, यह निर्धारित करना, यथा Rapid Visual Screening।

3.5.2 विस्तृत छान–बीन

(i) नींव के नीचे की मिट्टी की परतों के विस्तृत विवरण प्राप्त करने के लिये सर्वेक्षण, यथा नींव की भार वहन क्षमता, द्रवीकरण की सम्भावना की जाँच।

(ii) भवन संरचना के संकटपूर्ण अंगों को पता करने के लिये विस्तृत सर्वेक्षण, यथा ईंट का दबाब सामर्थ्य, जोड़ाई में प्रयुक्त मसाला की जाँच, आदि।

(iii) भवन के वर्तमान उपयोग विवरण प्राप्त करने के लिये सर्वेक्षण

3.5.3 भूकम्परोधी सामर्थ्य का मूल्यांकन (assessment)

वर्तमान भवनों के सामर्थ्य ज्ञात करने के लिये, BIS Code के सुरक्षा प्रावधानों से, वर्तमान भवन की तुलना करना।

3.5.4 मरम्मति / जीर्णोद्धार / रेट्रोफिटिंग का चुनाव

(i) यदि सम्भावित भूकम्प के स्तर तक, वर्तमान संरचना की प्रतिरोध क्षमता है और भूकम्प के दौरान छिटपुट हल्की क्षति की सम्भवना हो, तो, मरम्मति एवं जीर्णोद्धार करना।

(ii) यदि सम्भावित भूकम्प के स्तर तक, वर्तमान भवन संरचना की भूकम्प प्रतिरोध क्षमता नहीं है और भूकम्प के दौरान भारी क्षति की सम्भवना हो, तो, रेट्रोफिटिंग करना।

(iii) अगर मकान के वर्तमान उपयोग के दृष्टिकोण से, रेट्रोफिटिंग पर खर्च सुसंगत नहीं हो तो मंजिलों पर बोझ घटाने के उद्येश्य से उपयोग में परिवर्तन कर सकते हैं।

3.5.5 रेट्रोफिटिंग हेतु कार्यों का चुनाव, निरूपण, आरेखन एवं प्राक्कलन तैयार करना।

3.5.6 रेट्रोफिटिंग करने के बाद, भवन संरचना के भूकम्प प्रतिरोध क्षमता सुनिश्चित करने के लिये, पुनः निरीक्षण करना उपयोगी होगा।

4 भूकम्परोधी सामर्थ्य का मूल्यांकन (assessment)

4.1 मूल्यांकन का आधार

भारतीय मानक संस्थान द्वारा प्रकाशित संहिता IS: 4326-1993, में ईंट जोड़ाई भारवाहक दीवार वाले भूकम्परोधी भवनों के नवनिर्माण हेतु आवश्यक प्रावधान वर्णित है। बिहार राज्य आपदा प्रबंधन प्राधिकरण द्वारा प्रकाशित ''भूकम्प से सुरक्षित ईंट जोड़ाई वाले भवनों की निर्माण मार्गदर्शिका'' में भी इन प्रावधानों का विवरण दिया गया है।

वर्तमान भवनों के भूकम्परोधी क्षमता ज्ञात करने के लिये, कोड के सुरक्षा प्रावधानों से, वर्तमान भवन की सीधे–सीधे तुलना की जा सकती है। यदि भवन की वर्तमान स्थिति कोड के प्रावधानों को पूरा करते हैं, तो, भवन को सुरक्षित माना जा सकता है, अन्यथा, कमजोर एवं असुरक्षित मानकर, IS: 13935-1993 के मार्गदर्शन में रेट्रोफिटिंग करना चाहिए।

ईंट जोड़ाई के दीवारों में IS:1905-1987, "Code of Practice for Structural use of Unreinforced Masonry" के प्रावधानों को सन्निहित करना चाहिए।

4.2 भूकम्परोधी संरचना व्यवस्था

(i) मकान की सम्पूर्ण आकृति लगभग आयताकार हो।

(ii) प्लान में, आयताकार खंडों की लम्बाई, इसके चौड़ाई के तीन गुने से कम रहे।

(iii) प्लान में, दोनो दिशाओं में, भवन के दीवार एकसमान वितरित एवं symmetrical रहे।

(iv) जहाँ तक सम्भव हो, भवन के छत एवं उपरी मंजिलें हल्का हो।

(v) निचले मंजिल की दृढ़ता (stiffness) उपर की मंजिल से ज्यादा रहे।

(vi) एक मंजिल से दूसरे मंजिल के बीच दृढ़ता में ज्यादा अंतर नहीं रहे।

(vii) ऐंठन से वचाव हेतु center of mass एवं center of rigidity के बीच दूरी कम से कम रहे।

(viii) उर्ध्वाधर एवं क्षैतिज बलों के नींव की ओर अग्रसर होने का रास्ता सीधा एवं सरल हो।

(ix) बहुत सारे या भवन से अत्यधिक बाहर निकले हुए cantilever (छज्जा) नहीं लगाऐं।

(x) सुदृढ़ भवन संरचना भूकम्परोधी होते हैं। स्टील छड़ों के उचित उपयोग से समेकित एवं तन्य (ductile) संरचना बनाये जा सकते हैं।

4.3 ईंट जोड़ाई पर आधारित भवनों के भूकम्प सुरक्षा हेतु सामान्य मार्गदर्शन

(i) 230 से 250 मिलीमीटर मोटाई के भारवाहक दीवार पर आधारित, एक से दो मंजिल के भवन ज्यादा सुरक्षित हैं। मंजिलों की संख्या बढ़ाने पर भूकम्प में, निचली मंजिलों के क्षति का खतरा बढ़ जाता है।

(ii) 115 से 125 मिलीमीटर मोटाई के भारवाहक दीवार पर आधारित दो मंजिल के भवन, MSK VIII की भूकम्पीय तीव्रता में पूर्णतया क्षतिग्रस्त हो सकते हैं।

(iii) दीवारों में अत्यधिक खुला भाग (खिड़की, भेन्टीलेटर या दरवाजा) मकान को कमजोर करते हैं। खिड़कियों एवं दरवाजों के बीच की दूरी 500 मिलीमीटर से कम रहने पर, क्षति का सम्भावना बढ़ जाती है।

(iv) सिमेंट–बालू का 1:4 अनुपात में बना मसाला, 1:6 अनुपात में बने मसाले की अपेक्षा, 2.5 से 3 गुना मजबूत होता है। सिमेंट–बालू का 1:6 अनुपात में बना मसाला, सुर्खी–चूना के मसाले की अपेक्षा, मजबूत होता है।

(v) चिकनी मिट्टी के गारा में बना ईंट–दीवार सबसे कमजोर होता है। बरसात में भींग जाने पर इसकी शक्ति आधी से भी कम रह जाती है। ऐसे दीवारों को वर्षाजल से बचाव हेतु अच्छे से प्लास्टर करना आवश्यक है।

(vi) दो आड़ी दीवारों के बीच लम्बा दीवार, छोटे दीवार की अपेक्षा कमजोर होता है। मोटाई के अनुपात में दीवार की लम्बाई परखनी चाहिए।

(vii) दो मंजिलों के बीच बहुत उँचा दीवार कमजोर होता है। मोटाई के अनुपात में दीवार की उँचाई परखनी चाहिए।

(viii) सभी कमरों के चारों कोनों पर, दीवारों के बीच परस्पर समुचित संम्बंधन होना चाहिए। भूकम्प में, अपर्याप्त रूप से जुड़े दीवार, कोना पर आसानी से अलग हो सकते हैं और पलटकर गिर सकते हैं।

(ix) मकान के सभी अंग यथा नींव, पीलर, बीम, दीवार, छत के ट्रस, छत की छावनी सभी परस्पर प्र्याप्त बँधा रहना चाहिए, जिससे भूकम्प के दौरान हिलने–डुलने पर, मकान एक ईकाई की तरह व्यवहार कर सके।

(x) भारवाहक दीवार पर आधारित ढलान वाले छत कैची (ट्रस) या कड़ी (रैफ्टर) डालकर, बनाये जाते हैं। इन छतों में तिरछा बन्धनी तथा दीवार के साथ पर्याप्त संम्बंधन होना चाहिए।

(xi) भूकम्प के दौरान खपरैल आसानी से बिखर सकते हैं, अतएव उनके बदले GI शीट का उपयोग करना अच्छा होगा।

(xii) False ceiling में हल्के non-brittle सामग्रियों (यथा, बाँस की चटाई, मोटे कपड़े, फोम) का उपयोग करना अच्छा होगा।

4.4 नींव

(i) कई भवन, जिनकी संरचना भूकम्प सहन करने में सश्क्त है, कभी–कभी अपर्याप्त नींव निरूपण के कारण नाकाम हो जाते हैं।

(ii) भूकम्पन में द्रवीकरण के फलस्वरूप, नींव विफल हो सकता है अथवा असमान रूप से बैठ सकता है तथा superstructure में झुकाव या दरार हो सकता है।

5 भूकम्परोध में कमी एवं रेट्रोफिटिंग के सुझाव

5.1 मंजिलों की संख्या

भूकम्प जोन V में अधिकतम तीन मंजिल तक, भूकम्प जोन IV में अधिकतम चार मंजिल तक (महत्वपूर्ण भवन केवल तीन मंजिल तक) तथा भूकम्प जोन III में अधिकतम चार मंजिल तक ही भवन अनुमान्य हैं, यदि मंजिलों की संख्या ज्यादा हो, तो, अतिरिक्त उपरी मंजिलें हटा लेना चाहिए।

5.2 दीवार के ईंटों का दबाब सामर्थ्य (compressive strength)

ईंट के compressive strength का मान 35 या 50 kg/cm^2 से कम हो, तो, दीवार में आवश्यक आकार का, आर.सी.सी. या स्टील का, अतिरिक्त पीलर खड़ा कर सकते हैं, अथवा, दीवार पर Ferrocement plate चढ़ाया जा सकता हैं या PFRP (polypropylene fibre reinforced plaster) प्लास्टर कराया जा सकता हैं।

5.3 भारवाहक दीवार की मोटाई

मोटाई 230 मिलीमीटर से कम हो, तो, दीवार में आवश्यक आकार का आर.सी.सी. पीलर खड़ा सन्निहित कर सकते हैं, अथवा, दीवार पर Ferrocement plate चढ़ाया जा सकता हैं या PFRP प्लास्टर कराया जा सकता हैं।

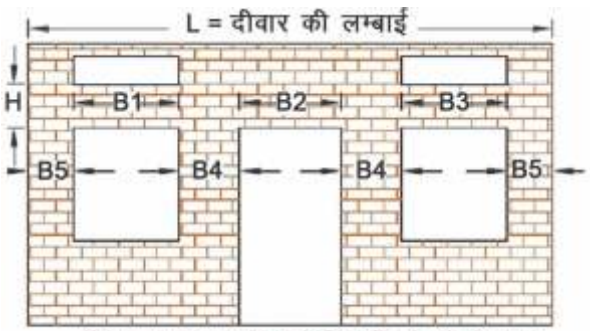
5.4 मसाला में सिमेंट–बालू का अनुपात

अनुमान्य अनुपात : भूकम्प जोन V में 1:4, भूकम्प जोन IV में 1:6, भूकम्प जोन III में 1:6 है। यदि, मसाला कमजोर हो, तो, दीवार में आवश्यक आकार के आर.सी.सी. पीलर एवं बीम का प्रावधान कर सकते हैं, अथवा, दीवार पर Ferrocement plate चढ़ाया जा सकता हैं या PFRP प्लास्टर कराया जा सकता हैं।

5.5 किसी भी कमरे में दीवार की भीतरी लम्बाई तथा फर्श से छत तक दीवार की उँचाई

यदि लम्बाई, दीवार की मोटाई का 35 गुना (या अधिकतम 8 मीटर) से ज्यादा हो, अथवा उँचाई, अपने मोटाई का 15 गुना (या अधिकतम 4 मीटर) से ज्यादा हो, तो, दीवारों में समान दूरी पर (करीब प्रति 4 से 5 मीटर पर), ईंट जोड़ाई से संम्बंधन करते हुए, भीति–स्तम्भ (buttress) बनाकर कर, आर.सी.सी. बीम के सहारे, सामने के भीति–स्तम्भ से बाँध देना चाहिए।

5.6 दरवाजों एवं खिड़कियों की चौड़ाई तथा उनकी स्थिति : दीवार की मजबूती के लिये, खिड़कियों एवं दरवाजों के आकार को कम से कम रखना चाहिए। चित्र–1 देखें।



चित्र–1 : दरवाजों एवं खिड़कियों के आकार

यदि, कमरे के किसी भी दीवार में, दरवाजों एवं खिड़कियों की चौड़ाई का योग (B1+B2+B3), एकमंजिले मकान में, L के 50 प्रतिशत से ज्यादा हो, अथवा, दो मंजिले मकान में, L के 42 प्रतिशत से ज्यादा हो, अथवा, तीनमंजिले मकान में, L के 33 प्रतिशत से ज्यादा हो, तो, एकाघ खिड़कियों में दीवार जोड़कर, खिड़कियों की चौड़ाई कम कर लें।

यदि, दरवाजों एवं खिड़कियों के बीच दीवाल की चौड़ाई, B4, 500 मिलीमीटर से कम हो, अथवा, दीवाल के कोने से दरवाजा या खिड़की की दूरी, B5, 450 मिलीमीटर से कम हो, अथवा, खिड़की एवं भेन्टीलेटर के बीच दीवाल की उँचाई, H, 450 मिलीमीटर से कम हो, तो, दीवार के उस अंश पर Ferrocement plate चढ़ाकर, मजबूतीकरण करे।

5.7 छत तल का निर्माण

(i) आर.सी.सी. अथवा आर.बी. स्लैब से बना सपाट क्षैतिज छत अच्छा होता है।

(ii) यदि, पूर्वनिर्मित आर.सी.सी तख्तों को जोड़कर, छत बनाया गया हो और तख्तों के उपर पतला आर.सी.सी. ढ़लाई नहीं की गयी हो, तो, छत की परिधि पर आर.सी.सी. बीम बनाते हुए पतला आर.सी.सी. ढ़लाई करें।

(iii) यदि, लकड़ी के घरन के उपर खपरैल रखकर छत बनाया गया हो तिरछा बन्धनी नहीं बनाया गया हो,, तो, छत के नीचे तान (tie) के साथ तिरछा बन्धनी बनायें।

(iv) यदि, छत Jack arch से बनाया गया हो और छत में तान (tie) नहीं लगाया गया हो, तो, वेल्ड करके tie लगाऐं तथा महत्वपूर्ण भवनों में तिरछा बन्धनी भी बनायें।

5.8 छत संरचना का निर्माण

(i) आर.सी.सी. अथवा आर.बी. स्लैब से बना सपाट क्षैतिज छत अच्छा होता है।

(ii) यदि, ढ़लान वाला छत ट्रस से बनाया गया हो और ट्रस में तिरछा बन्धनी नहीं बनाया गया हो,, तो, Tie level पर तथा rafter level पर तिरछा बन्धनी बनायें।

(iii) यदि, ढ़लान वाला छत कड़ी से बनाया गया हो और कडियों (Rafters) के बीच तिरछा बन्धनी नहीं बनाया गया हो, तो, लकड़ी के कड़ियों के नीचे तिरछा बन्धनी बनाऐं तथा आमने–सामने के कड़ियों को Cross tie से बाँध दें।

(iv) ढ़लान वाले छतो की संरचना के ट्रस, पर्लिन अथवा कड़ियों का, उनके आधार प्रदान करनेवाले दीवार के साथ जोड़ की जाँच करनी चाहिए, अगर जोड़ का अपर्याप्त हो, तो, उनके संम्बंधन का उन्नयन करना अनिवार्य होगा।

5.9 भूकम्परोधी आर.सी.सी. बैंड

(i) यदि, कुरसी 900 मिलीमीटर या ज्यादा उँचा हो और कुरसी स्तर पर बैंड नहीं बनाया गया हो, तो, कुरसी स्तर पर भूकम्परोधी पट्टी बनायें।

(ii) यदि, लिंटेल स्तर पर, बैंड नहीं बनाया गया हो, तो, लिंटेल स्तर पर भूकम्परोधी पट्टी बनायें।

(iii) भूकम्प जोन V के सभी भवनों में तथा भूकम्प जोन IV के तीन या चार मंजिल के भवनों में, यदि, खिड़कियों के सिल्ल स्तर पर बैंड नहीं बनाया गया हो, तो, उन भवनों में सिल्ल स्तर पर भूकम्परोधी पट्टी बनायें।

(iv) ढ़लान वाले छत के नीचे ओलती (eaves) स्तर पर, यदि, बैंड नहीं बनाया गया हो, तो, ओलती स्तर पर, भूकम्परोधी पट्टी बनायें।

(v) दो तरफ ढ़लान वाले छतों के छोड़ पर, यदि, त्रिकोना (gable) बैंड नहीं बनाया गया हो, तो, त्रिकोना भूकम्परोधी पट्टी बनायें।

5.10 भूकम्प जोन V या IV के सभी भवनों में तथा भूकम्प जोन III के तीन या चार मंजिल के भवनों में, यदि, अंदर या बाहर दीवारों के जोड़ पर (कमरों के सभी कोनों पर), दीवार में स्टील के छड़ खड़े नहीं किये गये हो, तो, उन भवनों में दीवारों के सभी जोडों़ पर, IS: 4326-1993 के अनुसार छड़ खड़ा करें अथवा खड़ा भूकम्परोधी पट्टी बनायें।

5.11 दरवाजों एवं खिड़कियों के पाखों का प्रबलन

भूकम्प जोन V के एक मीटर से बड़े दरवाजों एवं खिड़कियों के दोनों तरफ तथा भूकम्प जोन IV के 2 मीटर बड़े से द्वारों के दोनों तरफ, यदि, स्टील के छड़ खड़े नहीं किया गया हो, तो, द्वारों के परिधि पर भूकम्परोधी पट्टी बनायें।

6 ईंट जोड़ाई के दीवारों पर आधारित भवनों का भूकम्पीय दृष्टि से सुदृढ़ीकरण तकनीकि

6.1 भूकम्पीय पट्टियों या प्रीस्ट्रेसिंग के द्वारा, दीवारों को एक बक्से की तरह बाँधना

6.1.1 भूकम्पीय पट्टी (बेल्ट) के द्वारा सुदृढ़ीकरण

1) भूकम्पीय पट्टी की स्थिति

(i) सभी दीवारों पर, सामने–सामने दोनों सतहों पर, दरवाजों एवं खिड़कियों के लिंटल के उपर, छत के नीचे तथा कुरसी स्तर पर क्षैतिज भूकम्पीय पट्टी बनायी जाती है।

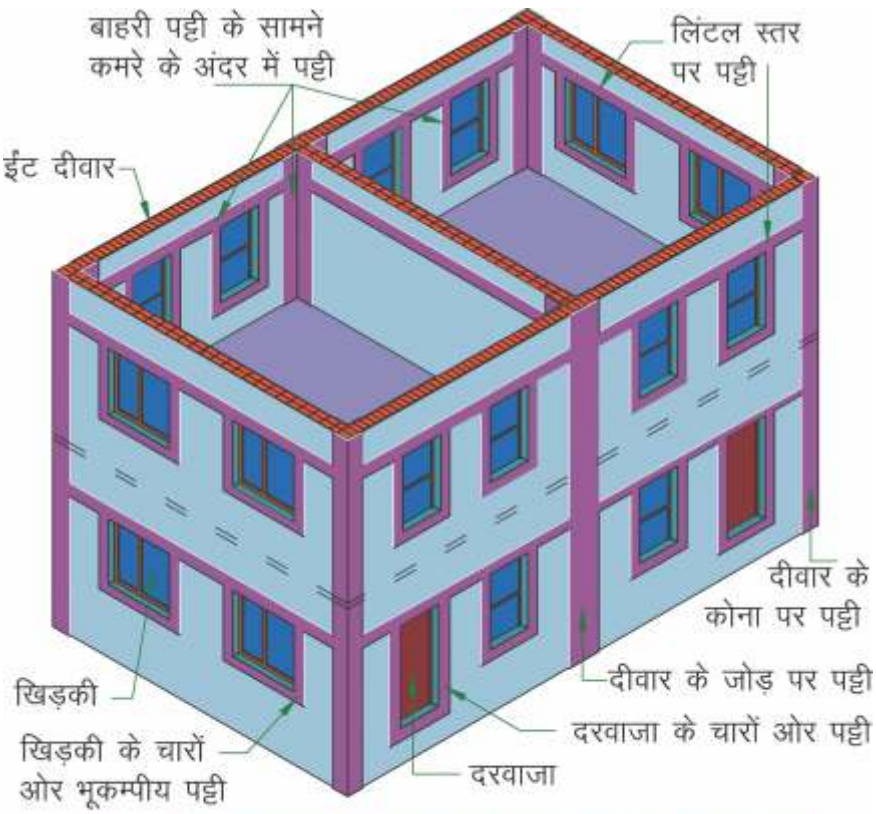
(ii) अगर छत आर.सी.सी. स्लैब से बना हो, तो, छत के स्तर पर क्षैतिज पट्टी आवश्यक नहीं है। अगर कुरसी तल की उँचाई 900 मिलीमीटर से कम हो, तो, कुरसी स्तर पर क्षैतिज पट्टी आवश्यक नहीं है।

(iii) अगर कमरे के दीवार की लम्बाई 5 मीटर से कम हो, तो, केवल दीवार के बाहरी सतहों पर, क्षैतिज भूकम्पीय पट्टी बनायी जा सकती है। इसमें, आमने–सामने के दीवारों को सम्बद्ध करने के लिये, ओलती (या छत) स्तर के भूकम्पीय पट्टी को, प्रति 2.5 मीटर की दूरी पर, तान (Tie) के सहारे बाँध दिया जाता है।

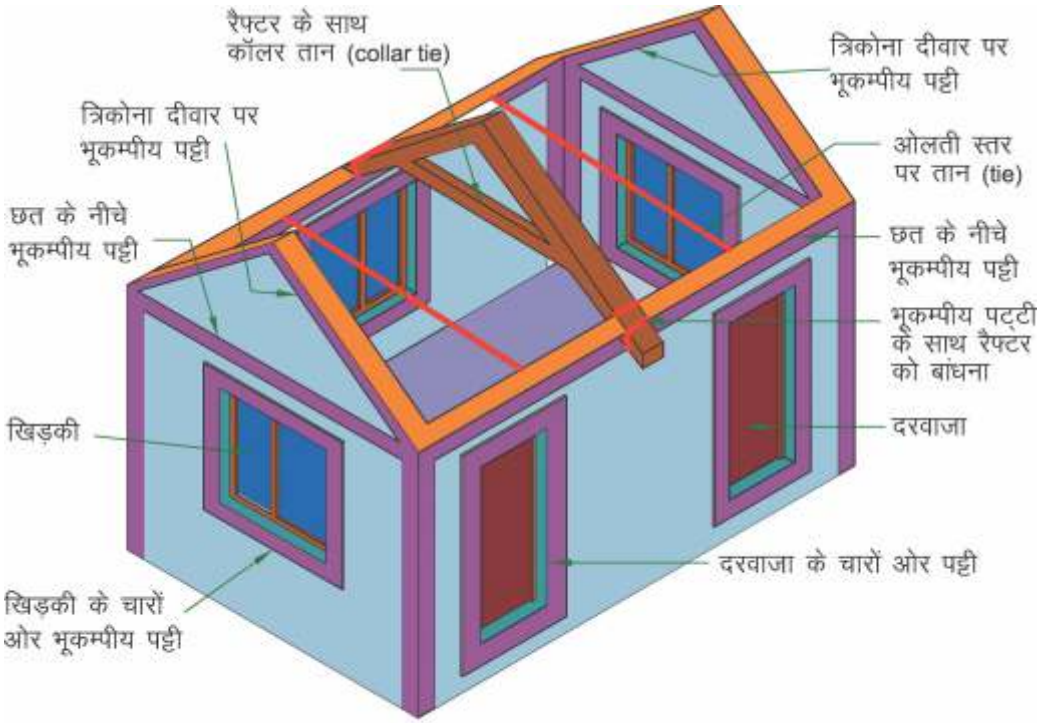
(iv) ढ़लान छत वाले भवनों में, ओलती स्तर पर (छत के नीचे) एवं त्रिभुजाकार गेबल अंत में भी, भूकम्पीय पट्टी बनायी जाती है। यदि ओलती स्तर एवं लिंटल स्तर के बीच ऊर्ध्वाधर दूरी 900 मिलीमीटर से कम हो, तो, केवल ओलती स्तर पर क्षैतिज पट्टी बनायी जाय एवं लिंटल स्तर क्षैतिज पट्टी नहीं बनायी जाय।

(v) कमरों के कोनों और दीवारों के जोड़ों पर ऊर्ध्वाधर भूकम्पीय पट्टी लगाई जाती है।

(vi) चित्र–2 में, सपाट आर.सी.सी छत वाले भवनों के लिये तथा चित्र–3 में, ढ़लान छत वाले भवनों के लिये, क्षैतिज भूकम्पीय पट्टी तथा ऊर्ध्वाधर भूकम्पीय पट्टी दिखायी गयी है।



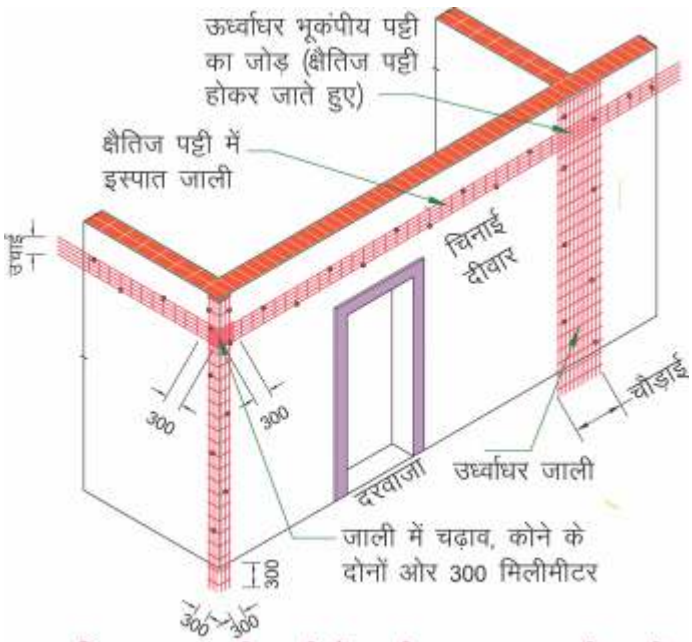
चित्र – 2. ईंट जोड़ाई के भवन को भूकम्पीय पट्टी से सुदृढ़ीकरण
सपाट क्षैतिज आर.सी.सी. छत



चित्र – 3. ईंट जोड़ाई के भवन को भूकम्पीय पट्टी से सुदृढ़ीकरण
ढ़लान वाले छत

2) भूकम्पीय पट्टियों में जस्ती (galvanized) स्टील के तार वाले जाली से प्रबलन

स्टील का जालीदार प्रबलन डालकर एवं सिमेंट मसाला अथवा सूक्ष्म कंक्रीट (micro concrete) का उपयोग कर भूकम्पीय पट्टी बनायी जाती है। चित्र–4 में भूकम्पीय पट्टियों में जस्ती तार का जाली दिखाया गया है।



चित्र – 4. भूकम्पीय पट्टी में जस्तीकृत स्पात तार की जाली

(i) विभिन्न भूकम्पीय जोन में, दीवार की विभिन्न लम्बाई के लिये, क्षैतिज भूकम्पीय पट्टी (बेल्ट) की ऊँचाई तथा जस्तीकृत वेल्डेड इस्पात जाली के तार की संख्या एवं व्यास सारणी–3 में दर्शाये गये हैं।

सारणी–3 भूकम्पीय बेल्ट की उँचाई एवं जाली में इस्पात के तार की मात्रा

दीवार की लम्बाई मीटर में	बेल्ट की ऊँचाई, तारों की संख्या एवं गेज								
	भूकम्प जोन III			भूकम्प जोन IV			भूकम्प जोन V		
	ऊँचाई	संख्या	गेज	ऊँचाई	संख्या	गेज	ऊँचाई	संख्या	गेज
≤ 5.0	250	9	g 13	250	9	g 12	280	10	g 10
6.0	250	9	g 12	280	10	g 10	380	14	g 10
7.0	280	10	g 10	380	14	g 10	460	18	g 10
8.0	380	14	g 10	460	18	g 10	580	23	g 10

नोट :–

1) गेजः g10=3.25 mm, g11=2.95 mm, g12=2.64 mm, g13=2.34 mm, g14=2.03 mm.
2) संख्या = पट्टी में लम्बे तारों की संख्या, 25 मिलीमीटर की दूरी पर मि.मी. में
3) ऊँचाई = सूक्ष्म कंक्रीट निर्मित दीवार पर पट्टी की ऊँचाई, मिलीमीटर में।
4) पट्टी में अनुप्रस्थ तारों की आपस दूरी 150 मिलीमीटर तक हो सकती है।
5) क्षय से बचाने हेतु जाली का जस्तीकरण आवश्य कराना चाहिए।

(ii) कमरों के कोनों और दीवारों के जोड़ों पर ऊर्ध्वाधर भूकम्पीय पट्टी में जालीदार प्रबलन की मात्रा सारणी–4 में दर्शायी गयी है।

प्रत्येक कोने के दोनों ओर पट्टी की चौड़ाई, जाली की चौड़ाई से 25 मिलीमीटर ज्यादा रखनी चाहिए। कुरसी तल से 300 मिलीमीटर नीचे से प्रारम्भ कर, छत/ओलती तल के क्षैतिज पट्टी के अंदर तक, जाली को ले जाते हैं।

सारणी–4 कमरों के कोनों पर उर्ध्वाधर भूकम्पीय बेल्ट द्वारा प्रबलन							
मंजिलों की संख्या	तल्ला	भूकम्प जोन III		भूकम्प जोन IV		भूकम्प जोन V	
		10 गेज के तार की संख्या	बेल्ट की चौड़ाई mm में	10 गेज के तार की संख्या	बेल्ट की चौड़ाई mm में	10 गेज के तार की संख्या	बेल्ट की चौड़ाई mm में
एक	एक	–	–	10	300	14	400
दो	ऊपर	–	–	10	300	14	400
	नीचे	–	–	14	400		
तीन	ऊपर	10	300	10	300	14	400
	बिचला	10	300	14	400	25	650
	नीचे	14	400	14	400	25	650

नोट :–

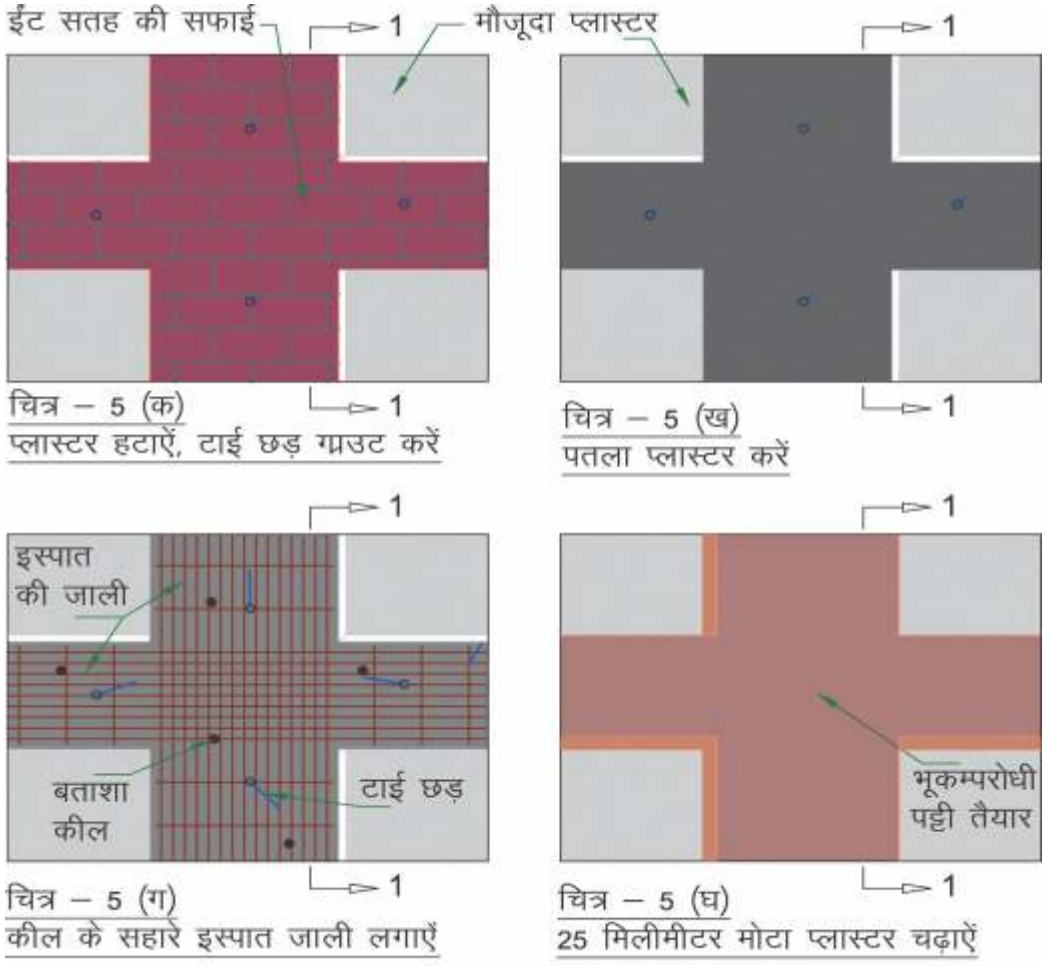
1) जस्तीदार जाली, तार का गेजः10 (व्यास 3.25 मिलीमीटर), तारों के बीच में 25 मिलीमीटर की दूरी
2) 10 गेज के तार की संख्या का मतलब है, जाली में लम्बे तारों की संख्या।
3) पट्टी की चौड़ाई यानी सूक्ष्म कंक्रीट पट्टी की चौड़ाई, कोनों या टी जोड़ पर, दोनों ओर आधी–आधी
4) अनुप्रस्थ तारों की आपस में दूरी 150 मिलीमीटर तक रख सकते हैं।

3) भूकम्पीय पट्टी (बेल्ट) बनाने की विधि

भूकम्पीय पट्टियों के आकार तथा इसके प्रबलन की मात्रा, सारणी–3 एवं सारणी–4 में दिखाया गया है। सारणी में दर्शाये गये जाली के बदले समतुल्य लम्बे तारों अथवा छड़ों का उपयोग किया जा सकता है। चित्र–5 एवं चित्र–6 में पट्टी बनाने के विभिन्न चरण दिखाया गया है।

(i) मौजूदा दीवार के उपर क्षैतिज पट्टी तथा उर्ध्वाधर पट्टी का निशान बना लें। निशान बनाये गये अंश से, दीवार का मौजूदा प्लास्टर हटा लें। चित्र–5(क) एवं 6(क) देखें। सामान्यतया दीवार की दोनों सतहों पर पट्टी बनायी जाती है, अतएव, दोनों सतहों सामने–सामने मौजूदा प्लास्टर हटाना आवश्यक है। प्लास्टर हटाने के बाद, ईंट के सतह पर चिपके मसाला को लोहे के ब्रश से साफ करें तथा ईंट के जोड़ों के बीच ढ़ीला मसाला हटाकर खाँच बना लें।

(ii) पट्टी के अंश में टाई छड़ डालने के लिये, करीब 450 मिलीमीटर की दूरी पर, 16 मिलीमीटर व्यास के drill bit वाले ड्रिल मशीन द्वारा दीवार में छेद बनाऐं। चित्र–5(छ) देखें। यदि ड्रिल मशीन या बिजली उपलब्ध नही हो, तो, 12 मिलीमीटर व्यास के GI पाईप के एक सिरे पर दाँत बना लें और पाइप को घुमाघुमाकर, दूसरे सिरे को ठोकते हुए भी छेद बनाये जा सकते हैं। चित्र–5(ज) देखें। ब्लोअर से, छेद के गर्द को उड़ाकर साफ कर लें। छेद में, 8 मिलीमीटर व्यास के टाई छड़ डालकर सिमेंट–पोलीमर मसाला से ग्राउट कर दें। चित्र–6(ख) देखें।



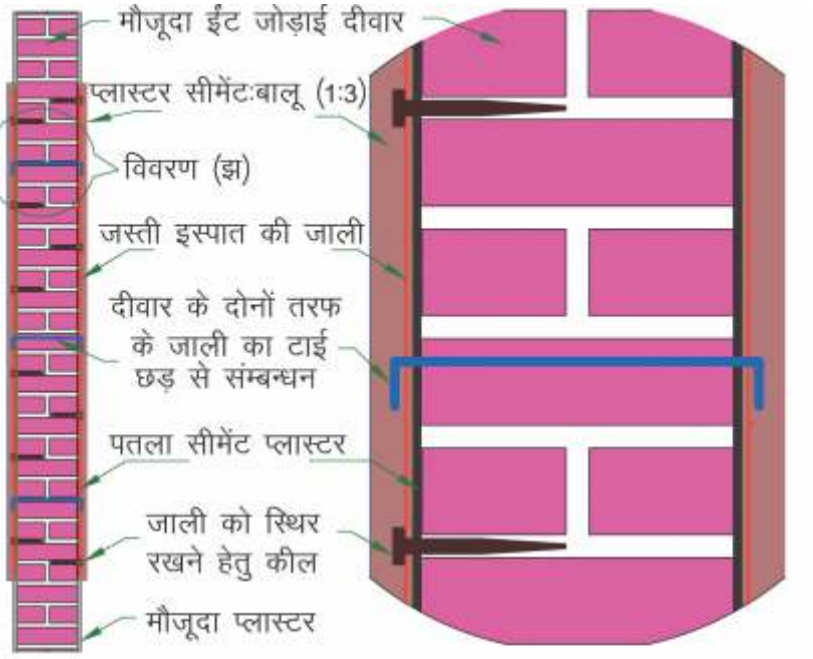
चित्र – 5 (क)
प्लास्टर हटाऐं, टाई छड़ ग्रउट करें

चित्र – 5 (ख)
पतला प्लास्टर करें

चित्र – 5 (ग)
कील के सहारे इस्पात जाली लगाऐं

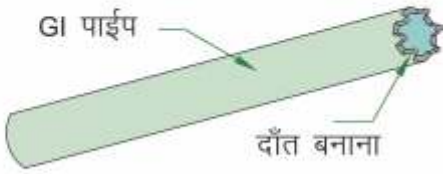
चित्र – 5 (घ)
25 मिलीमीटर मोटा प्लास्टर चढ़ाऐं

चित्र – 5. भूकम्पीय पट्टी का निर्माण के चरण



चित्र – 5 (च). काट 1 – 1 (झ) पर विवरण

चित्र – 5 (छ).
छेद करने के लिए,
ड्रिल मशीन का उपयोग



चित्र – 5 (ज).
छेद करने के लिए,
दाँत को दीवार में ठोकना

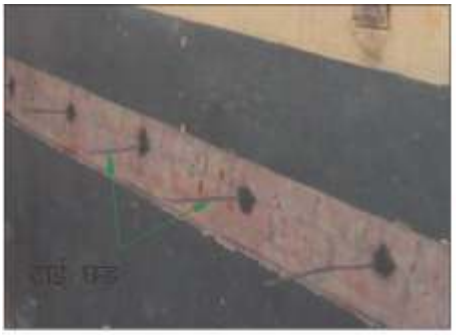
(iii) साफ किये गये जोड़ाई के दोनों सतहों पर, सिमेंट:बालू के 1:3 के अनुपात में, पतला प्लास्टर करें। चित्र–5(ख) देखें। यह जाली का आधार तह है। प्लास्टर की मोटाई अधिकतम 10 मिलीमीटर रखें।

(iv) दीवार के दोनों सतहों पर, जस्ती इस्पात की जाली को कील के सहारे लटकाऐं। चित्र–5(ग) देखें। जाली को जोड़ना पड़े, तो, एक दूसरे पर 300 मिलीमीटर तक चढ़ा दें। दीवार के कोनों पर, आरी दीवार के उपर, जाली को 300 मिलीमीटर तक चढ़ा दें।

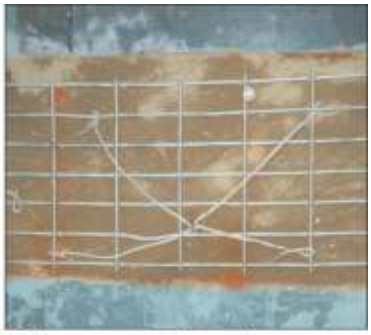
दीवार के दोनों सतहों पर स्थित जाली को टाई छड़ से बॉध दें। दीवार के दोनों तरफ के जालियों के बीच, टाई छड़ संम्बंध स्थापित करता है। चित्र–6(ग) देखें।

(v) सिमेंट–बालू 1:3, जल–सिमेंट अनुपात 0.4, पौलीप्रोपीलीन 0.5 से 1 प्रतिशत का मसाला बनाकर 50 मिलीमीटर मोटा प्लास्टर करें। चित्र–5(घ) देखें। प्लास्टर को अगले 10 दिनो तक स्वच्छ जल से भिंगोकर रखें।

भूकम्पीय पट्टी से सुदृढ़ीकरण का फोटोग्राफ चित्र–6(घ) एवं चित्र–7 पर देखा जा सकता है।



चित्र – 6(ख). टाई छड़ ग्राउट करना



चित्र – 6 (ग) जाली लगाना

चित्र – 6(क). निशान बनाकर प्लास्टर हटाना

चित्र – 6(घ). दिल्ली के एक प्राईमरी स्कूल का भूकम्पीय पट्टी से मजबूतीकरण

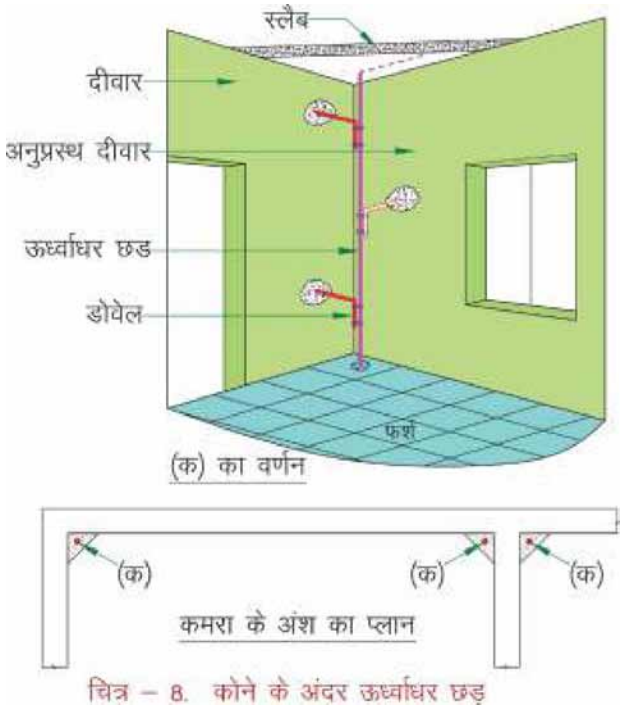
चित्र – 6. भूकम्पीय पट्टी निर्माण के फोटोग्राफ

चित्र – 7. नई दिल्ली में MC Primary School, Vivek Vihar का रेट्रोफिटिंग

6.1.2 वैकल्पिक ऊर्ध्वाधर प्रबलन (दीवार के कोने के अंदर छड़)

ऊर्ध्वाधर जालीदार बेल्ट के बदले, कमरों के अंदर, सभी कोनों पर, समतुल्य ऊर्ध्वाधर छड़ खड़ा किया जा सकता है। ऊर्ध्वाधर छड़ की मात्रा सारणी–5 में दर्शायी गयी है।

कुरसी तल से 750 नीचे से प्रारम्भ कर, बीच के छतों के स्लैब में छेद करके, छेद होकर, अंतिम छत के स्लैब के अंदर तक, छड़ को ले जाते हैं। चित्र–8 देखें।



चित्र – 8. कोने के अंदर ऊर्ध्वाधर छड़

L आकार के 8 मिलीमीटर के डोवेल की सहायता से, ऊर्ध्वाधर छड़ का दीवार के साथ संम्बंधन करते हैं। दीवार में 75 मिलीमीटर का छेद बनाकर, L डोवेल के 150 मिलीमीटर क्षैतिज भाग को दीवार के अंदर, नहीं सिकुड़ने वाले सिमेंट–पोलीमर से ग्राउट कर देते हैं। L डोवेल के 400 मिलीमीटर ऊर्ध्वाधर भाग को, खड़े छड़ के साथ तार से बाँध देते हैं। पहला डोवेल को कुरसी के कुछ उपर, और बाद के डोवेल करीब 1 मीटर के अंतराल पर प्रावधान करना चाहिए।

दीवार के कोने का प्लास्टर हटाकर, सिमेंट–बालू 1:3 के मसाले का अथवा सूक्ष्म कंक्रीट (micro concrete) 1:1.5:3 का आवरण ढ़ालकर, खड़े छड़ों को छिपा देते हैं।

सारणी–5 कमरों के कोनों पर उर्ध्वाधर छड़ द्वारा प्रबलन

मंजिलों की संख्या	तल्ला	भूकम्प जोन III	भूकम्प जोन IV	भूकम्प जोन V
		एक छड़, व्यास mm में	एक छड़, व्यास mm में	एक छड़, व्यास mm में
एक	एक	–	10	12
दो	ऊपर	–	10	12
	नीचे	–	12	16
तीन	ऊपर	10	10	12
	बिचला	10	12	16
	नीचे	12	12	16

नोट :–

- यदि एक छड़ उपयोग करना हो, तो, टौर छड़ का उपयोग करना चाहिए।
- दीवारों के टी जोड़ पर यदि दो छड़ो प्रयोग करना हो, तो, 10 या 12 मिलीमीटर के एक छड़ के बदले 8 मिलीमीटर की दो छड़ और 16 मिलीमीटर के एक छड़ के बदले 12 मिलीमीटर की दो छड़ का उपयोग करना चाहिए।

6.1.3 सम्पूर्ण बाहरी दीवारों पर उर्ध्वाधर (खड़ा) फट्टियों एवं क्षैतिज पट्टियों के द्वारा सुदृढ़ीकरण

मकान के सम्पूर्ण बाहरी दीवारों को परिबंधित करते हुए, क्षैतिज एवं ऊर्ध्वाधर भूकम्पीय पट्टी (बेल्ट), एक बक्सा की तरह, एक इकाई के रूप में, मकान को बाँध देता है। पट्टी में स्टील जाली के साथ, सिमेंट मसाला अथवा सूक्ष्म कंक्रीट (micro concrete) का उपयोग किया जा सकता है। कोनों पर, आरी दीवार के उपर, जाली को 300 मिलीमीटर तक चढ़ा देना चाहिए। पट्टी की चौड़ाई 400 मिलीमीटर से ज्यादा रखना चाहिए। चित्र–9 के अनुसार, opening के बीच उर्ध्वाधर फट्टी तथा opening कतारों के बीच क्षैतिज पट्टी लगाया जा सकता है।

चित्र–9

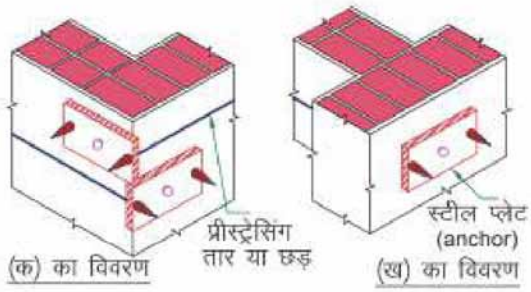
6.1.4 प्रीस्ट्रेसिंग के द्वारा दीवारों का सुदृढ़ीकरण

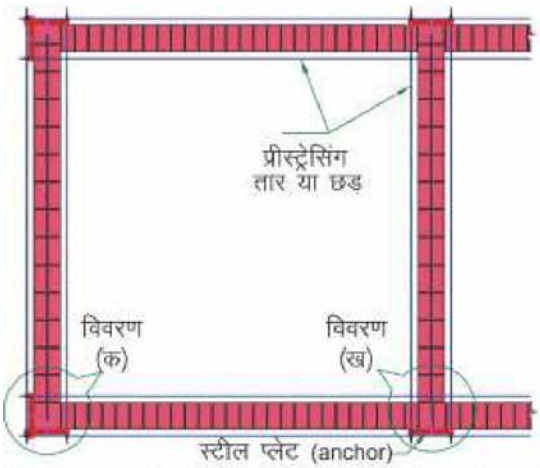
क्षैतिज तारों/छड़ों के तनाव द्वारा, दीवार में क्षैतिज दबाब उत्पन्न कर, दीवार की कर्तन शक्ति (shear strength) बढ़ाया जा सकता है। साथ ही, इससे आरी दीवारों के साथ संम्बंधन भी बढ़ जाता है। दबाब (प्रीस्ट्रेस) उत्पन्न करने का सरलतम तरीका यह हो सकता है कि दीवार के दोनो तरफ एक–एक छड़ लगाकर, छड़ों को turnbuckles के सहारे तान दिया जाय। चित्र–10 देखें। उर्ध्वाधर दिशा में भी हलका प्रीस्ट्रेस (करीब 0.1 mpa) का अच्छा प्रभाव हो सकता है।

दीवार पर opening के दो कतारों के बीच, (यदि दृढ़ स्लैब नहीं हो, तो) spandrel बीम के मजबूतीकरण में, प्रीस्ट्रेसिंग उपयोगी हो सकता है।

प्रीस्ट्रेस तारों के द्वारा, अंदर के आरी दीवार, आमने–सामने के सामानान्तर दीवारों को पकड़ लेते हैं। पकड़ के लिये, छोटे–छोटे स्टील प्लेट के बदले, स्टील चैनेल (channel) का उपयोग करना चाहिए। एक आरी दीवार (cross wall) से दूसरे आरी दीवार तक, स्टील चैनेल दीवारों को एक साथ रखते हैं और दीवारों को बक्से की तरह बाँधकर रखते हैं।

Turnbuckles के सहारे तान (Tension)





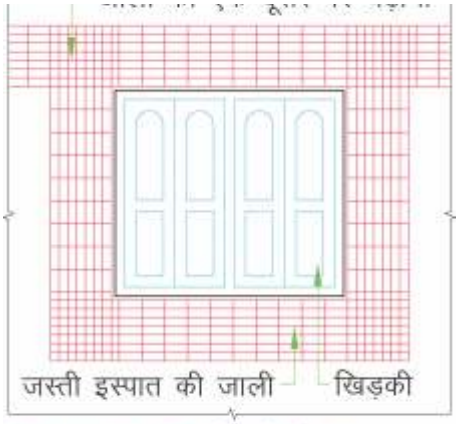
चित्र – 10. प्रीस्ट्रेसिंग द्वारा दीवारों का मजबूतीकरण

6.2 वर्तमान दीवार का सुदृढ़ीकरण

वर्तमान दीवार के आड़ी (lateral) दिशा में, शक्ति (strength) एवं दृढ़ता (stiffness) में उन्नयन कर, भवनो की ताकत बढ़ायी जा सकती है।

6.2.1 बड़ी खिड़कियों का प्रबलन

भूकम्पन के दौरान, बड़ी खिड़कियों या बड़े openings के कोनों पर, दीवार में दीवार दरार पड़ सकते हैं।
इससे बचाव के लिये, खिड़की के चारों ओर 250 मिलीमीटर चौड़े पट्टी में, 25 मिलीमीटर की दूरी पर स्थित 13 गेज के तार से बना जाली, लगाया जा सकता है। चित्र–11 देखें।

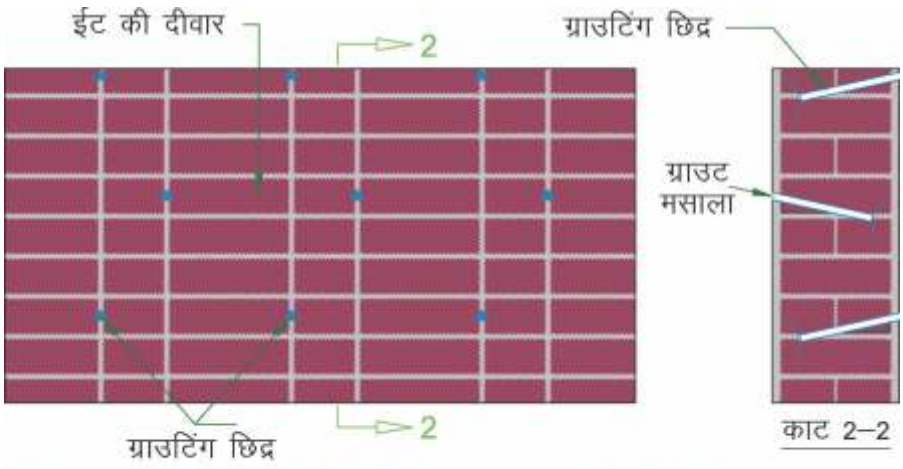


चित्र – 11. बड़ी खिड़कियों का भूकम्पीय पट्टी से सुदृढ़ीकरण

6.2.2 ग्राउटिंग करके (by grouting)

दीवार में कई छेद बनाये जाते है (प्रति वर्गमीटर 2 से 4 छेद)। पिचकारी से जल प्रक्षेपित कर छिद्रों की सफाई की जाती है। नीचे के छेदों से प्रारम्भ कर, फिर, उपर के छेदों की तरफ, कम दबाव (0.1 से 0.25 mpa) पर जल–सिमेंट (1:1) के घोले से ग्राउटिंग किया जाता है। चित्र–12 देखें। उँचाई पर रखे टैंक से गुरूत्व बहाव के द्वारा ग्राउटिंग के लिए उचित दबाव प्राप्त किया जा सकता है।

जल–सिमेंट के घोले के बदले पोलीमर मसाला से भी ग्राउटिंग किया जा सकता है। ग्राउटिंग से दीवार की कर्तन शक्ति (shear strength) बढ़ जाती है। परन्तु जबतक आरी दीवारों के साथ पर्याप्त संम्बंधन नहीं हो, भूकम्पन के दौरान, केवल दीवार की कर्तन शक्ति पर भरोसा नहीं किया जा सकता।

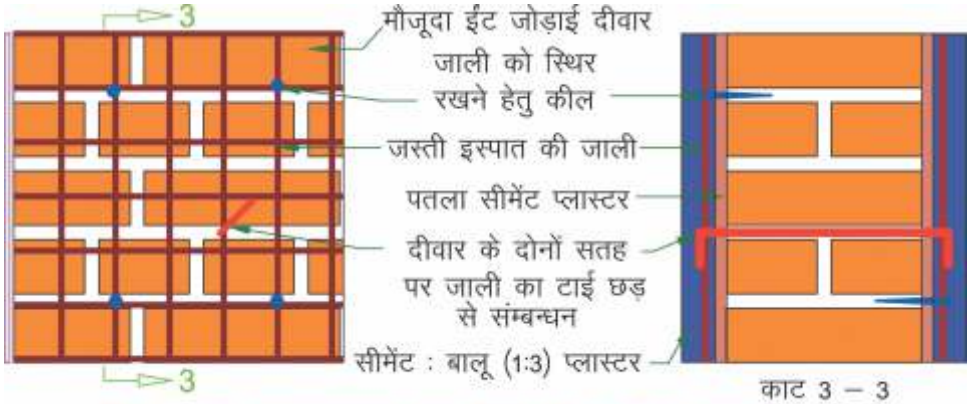


चित्र – 12. वर्तमान कमजोर दीवारों का ग्राउट या इपोक्सी अवशोषण

6.2.3 Ferro cement द्वारा दीवार की सतह का उपचार

Ferro cement का परत चढ़ाकर कमजोर दीवार की कर्तन शक्ति बढ़ायी जा सकती है। चित्र–13 देखें। परत चढ़ाने की विधि नीचे वर्णित है।

- दीवार की दोनों सतहों से मौजूदा प्लास्टर हटाकर 10 मिलीमीटर मोटा प्लास्टर करें।
- 13 गेज के जस्ती इस्पात की जाली को कील के सहारे दीवार के दोनों सतहों पर लटकाऐं।
- जाली को जोड़ना पड़े तो एक दूसरे पर 300 मिलीमीटर तक चढ़ा दें।
- दीवार के कोनों पर, आरी दीवार के उपर, जाली को 300 मिलीमीटर तक चढ़ा दें।
- दीवार में छेद कर, दीवार के दोनों सतहों पर स्थित जाली को, 6 मिलीमीटर व्यास के टाई छड़ के सहारे संम्बन्ध स्थापित करें।
- सिमेंट–बालू 1 : 3, जल– सिमेंट अनुपात 0.4, पौलीप्रोपीलीन 0.5 से 1 प्रतिशत का मसाला बनाकर 50 मिलीमीटर मोटा प्लास्टर करें।

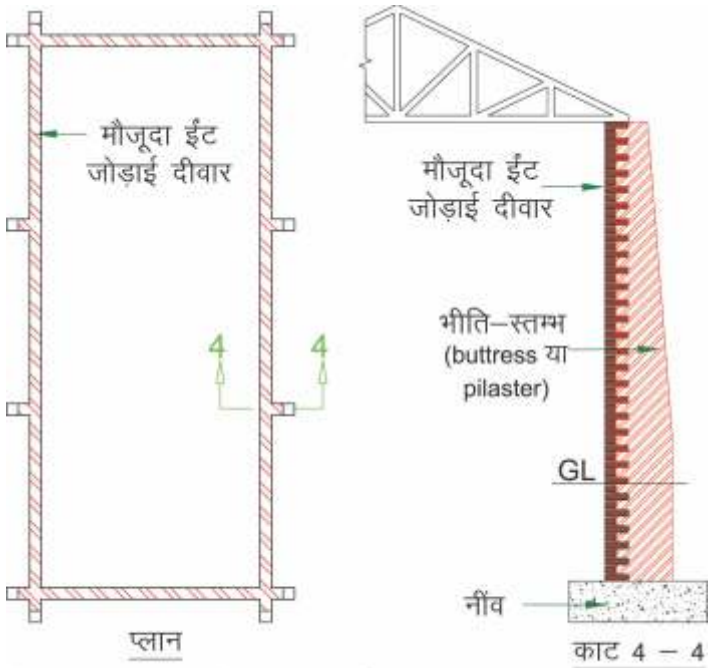


चित्र – 13. Ferro cement द्वारा दीवार की सतह का उपचार

6.2.4 भीति–स्तम्भ (buttress) बनाकर दीवार का सुदृढ़ीकरण, चित्र–9 देखें।

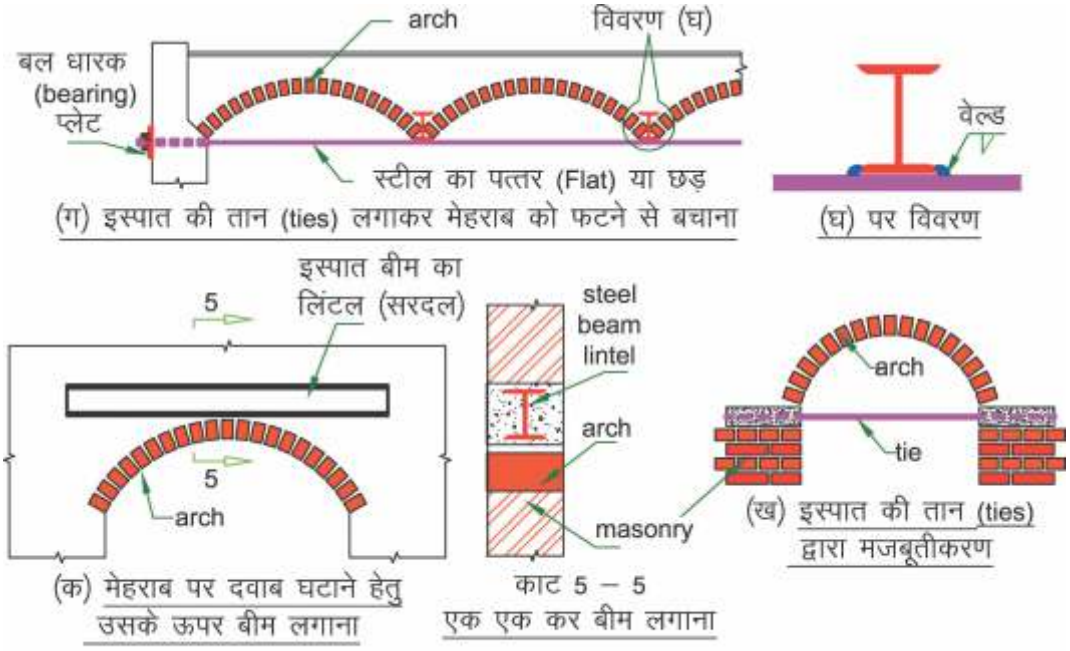
बैरेक या हॉल के दीवार अधिक लम्बे या अधिक उँचे हो सकते हैं।

ऐसे दीवारों के effective length कम करने के लिये, दीवार से संम्बंधन करते हुए, भीति–स्तम्भ बनाया जाता है। भीति–स्तम्भ में झुकाव न हो, इसके लिये इसके पर्याप्त आकार तथा पर्याप्त नींव का निरूपण करना चाहिए। चित्र–14 देखें।



चित्र – 14. भीति–स्तम्भ से दीवार का मजबूतीकरण

6.3 ईंट जोड़ाई के मेहराब (Masonry Arches) का सुदृढ़ीकरण, चित्र–15 देखें।

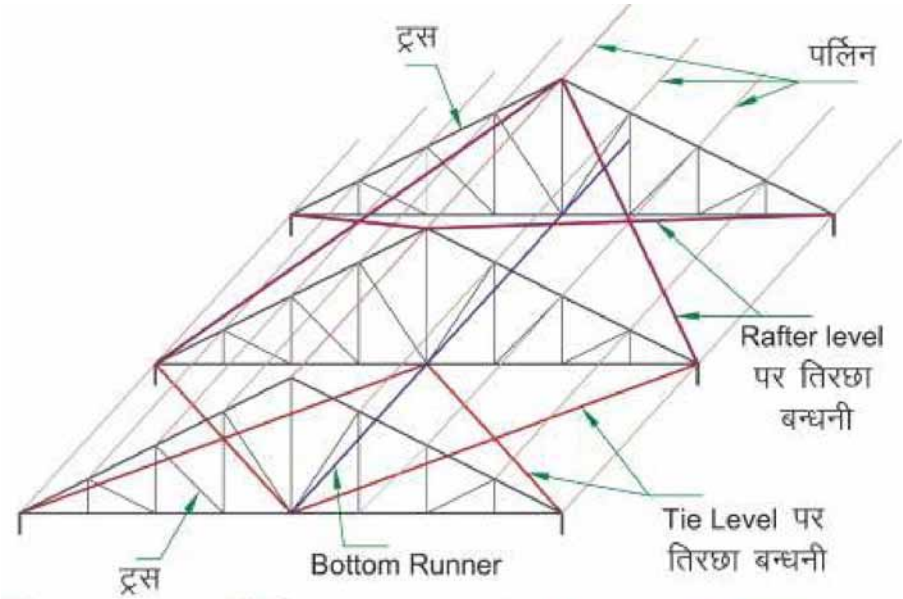


चित्र – 15. चिनाई मेहराब (Masonry Arches) का मजबूतीकरण

6.4 ढ़लान वाले छत का सुदृढ़ीकरण

6.4.1 लकड़ी या स्टील ट्रस (कैची) का Tie level एवं Rafter level पर सुदृढ़ीकरण

छत के ट्रस के टेक (Anchor) एवं दीवार के बीच संम्बंधन में सुधार करना चाहिए तथा Tie level एवं Rafter level पर तिरछा बन्धनी का प्रावधान करना चाहिए। चित्र–16 देखें।

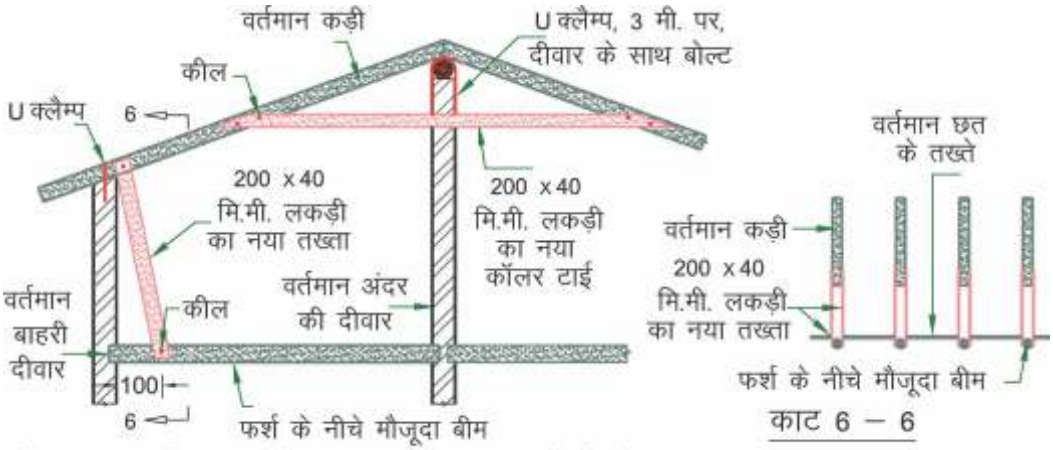


चित्र – 16. ट्रस (कैची) का Tie level एवं Rafter level पर सम्बन्धन

6.4.2 लकड़ी के कड़ी (रैफ्टर) वाले छत का सुदृढ़ीकरण

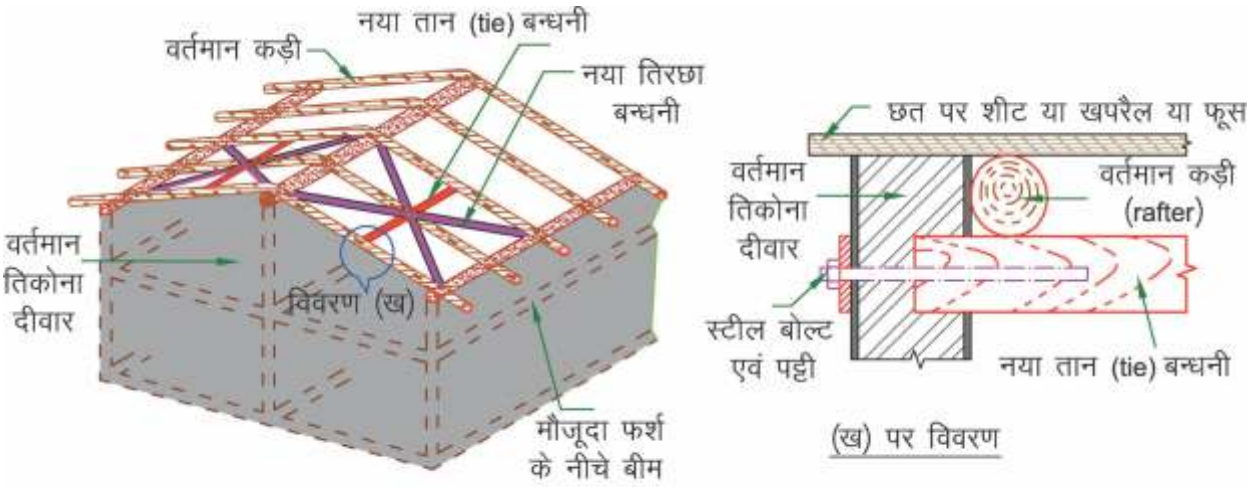
कड़ी (रैफ्टर) के उपर पर्लिन एवं उसके उपर खपरैल रखकर, सामान्यतया, ढ़लान वाले छत बनाये जाते हैं। उसी प्रकार, मुख्य कड़ी एवं तिकाने गेबल दीवार के बीच पर्लिन एवं उसके उपर सिमेंट की चादरें या GI शीट का उपयोग किया जाता है। परन्तु, ढ़लवाँ कड़ियों के बीच, क्षैतिज तान (tie) के अभाव के कारण, भूकम्प के दौरान, ऐसे छत दीवार बाहर की तरफ ढ़केलते हैं। इस प्रकार के छत के सुदृढ़ीकरण के लिये, कड़ियों को ओलती स्तर के भूकम्पीय पट्टी के साथ बाँध देना चाहिए तथा दोनों ढ़लान पर स्थित आमने–सामने के कड़ियों के आधी उँचाई के पास कॉलर टाई लगााकर, कील के सहारे, आपस में बाँध देना चाहिए

(i) दीवार पर क्षैतिज बल का प्रभाव कम करने के लिए, लकड़ी के नये तख्तों का उपयोग कर वर्तमान कड़ियों का आपस में संम्बंधन, कड़ी का फर्श के बीम के साथ संम्बंधन तथा शीर्ष पर स्थित बीम का U क्लैम्प के सहारे, दीवार के साथ संम्बंधन, चित्र–17 में दर्शाया गया है।



चित्र – 17. दीवार पर क्षैतिज बल का प्रभाव कम करने के लिए

(ii) नया तिरछा बन्धनी या नया सीधा बन्धनी अथवा दोनों बन्धनी का उपयोग करके, छत को दृढ़ बनाया जा सकता है। बन्धनी के सिरों को दीवार के साथ संम्बंधन करना चाहिए। चित्र–18 देखें।



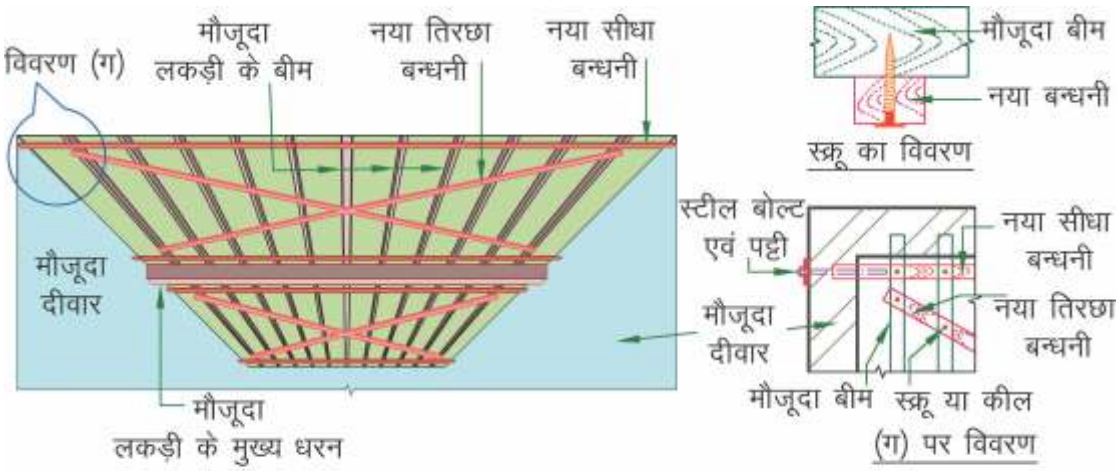
चित्र – 18. कड़ी पर आधारित ढ़लान वाले छत का मजबूतीकरण, छत में नया बन्धनी

6.5 लकड़ी या स्टील के बीम के उपर ईंट और उसके उपर सुर्खी–चूना पीटकर बनाये गये सपाट छत का सुदृढ़ीकरण

ऐसे छत को एकीकृत रखने के लिये, चित्र–19 एवं चित्र–20 के अनुसार, नया तिरछा बन्धनी या नया सीधा बन्धनी अथवा दोनों बन्धनी का उपयोग किया जा सकता है। बन्धनी के सिरों को दीवार के साथ संम्बंधन करना चाहिए। सीधा बन्धनी एवं तिरछा बन्धनी का वर्णन किया गया है।

6.5.1 लकड़ी के मुख्य धरन एवं दीवार के उपर लकड़ी के बीम वाले छत का सुदृढ़ीकरण

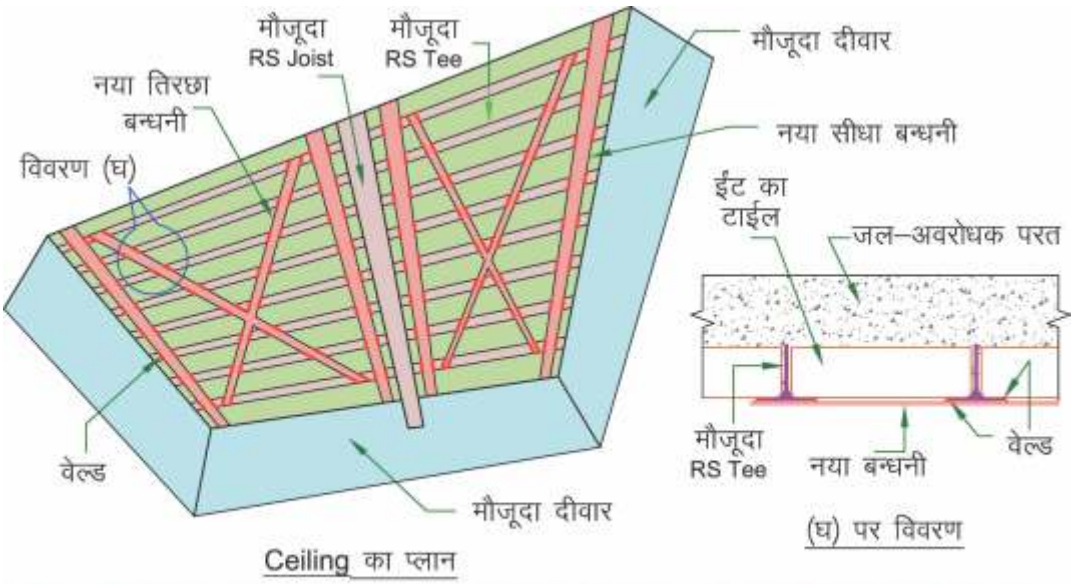
लोहे के कील, spike, अथवा स्क्रू के सहारे, बन्धनी को लकड़ी के मौजूदा कड़ी के साथ संम्बंधन करना चाहिए।



चित्र – 19. लकड़ी के बीम पर आधारित सपाट क्षैतिज छत का मजबूतीकरण, छत में लकड़ी का नया बन्धनी

6.5.2 RS Joist के एवं दीवार के उपर उपर RS Tee के बीम वाले छत का सुदृढ़ीकरण

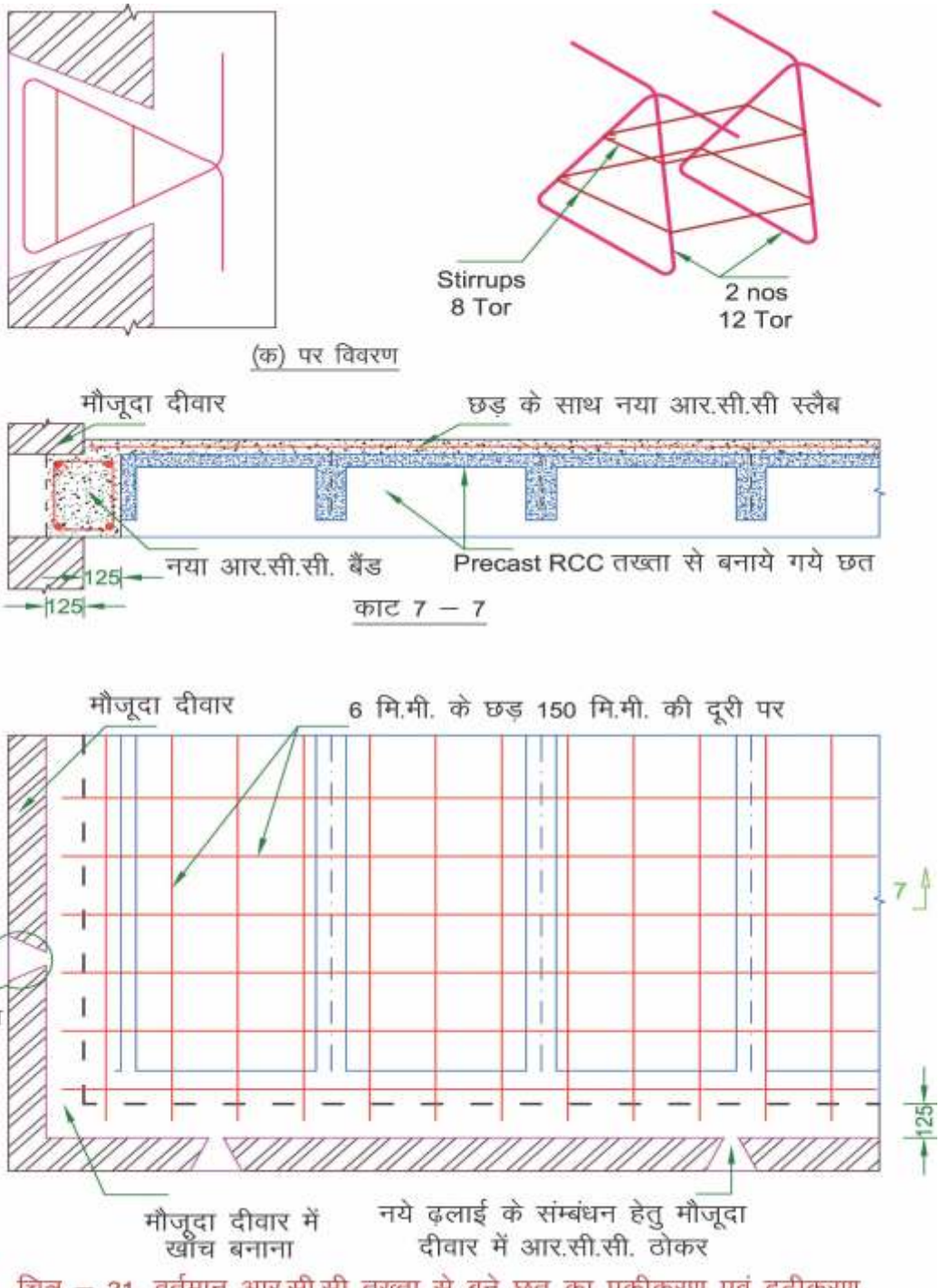
वेल्डिंग के सहारे, बन्धनी को लोहे के मौजूदा कड़ी के साथ संम्बंधन करना चाहिए।



चित्र – 20. RS Joist एवं RS Tee पर आधारित सपाट क्षैतिज छत का मजबूतीकरण, छत में नया स्टील प्लेट का बन्धनी

6.6 पूर्वनिर्मित (precast) आर.सी.सी बीम (या तख्ता) को जोड़कर बनाये गये छत में सुधार

ऐसे छतों के उपर, दोनों दिशाओं में 6 मिलीमीटर के छड़ 150 मिलीमीटर की दूरी पर रखकर, 40 मिलीमीटर मोटा आर.सी.सी ढ़लाई कर सकते हैं अथवा छत को परिबन्धित करते हुए एवं मौजूदा अवयवों के सिरे से संम्बंधन स्थापित कर, क्षैतिज आर.सी.सी रिंग बीम ढ़ाल सकते हैं। चित्र–21 देखें।

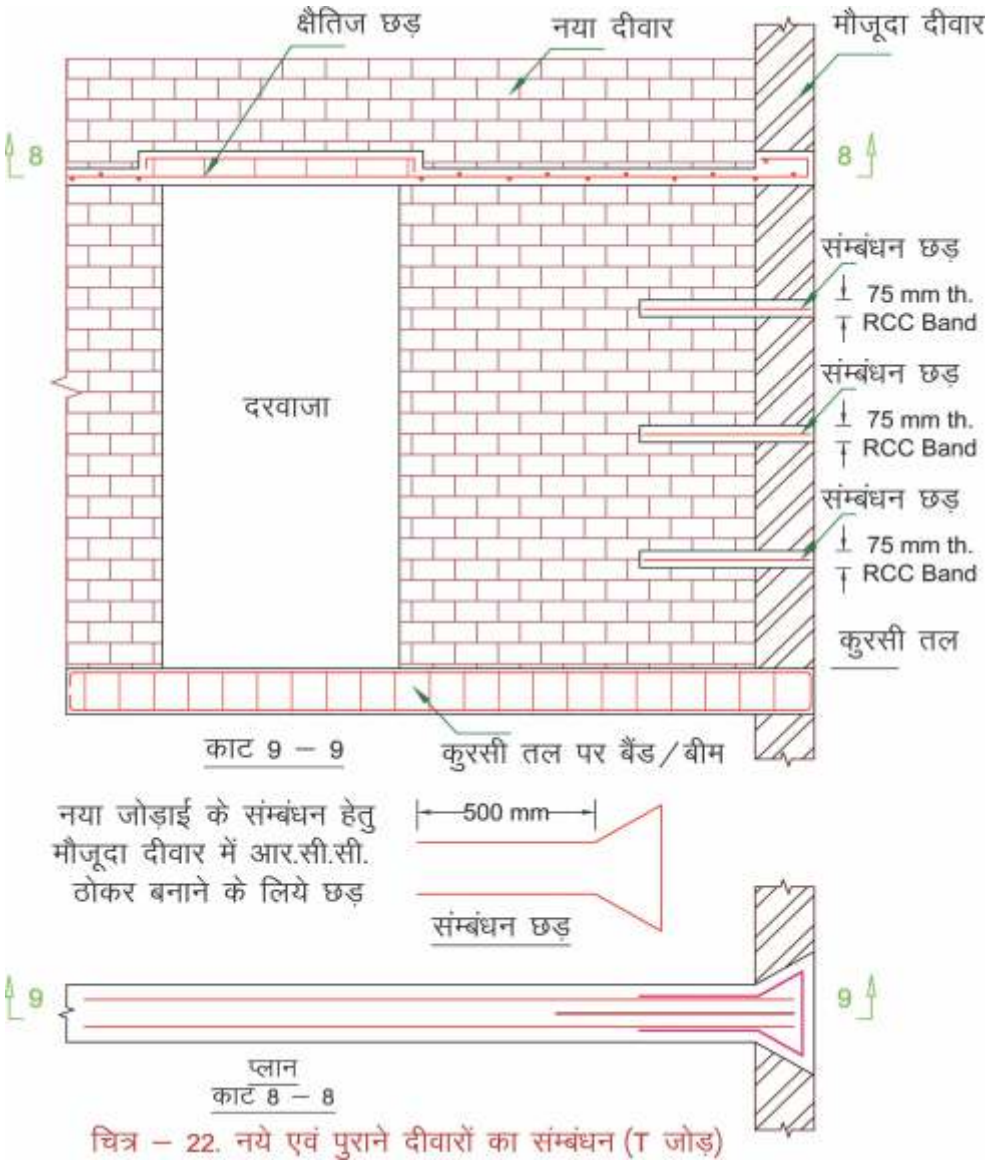


चित्र – 21. वर्तमान आर.सी.सी तख्ता से बने छत का एकीकरण एवं दृढ़ीकरण

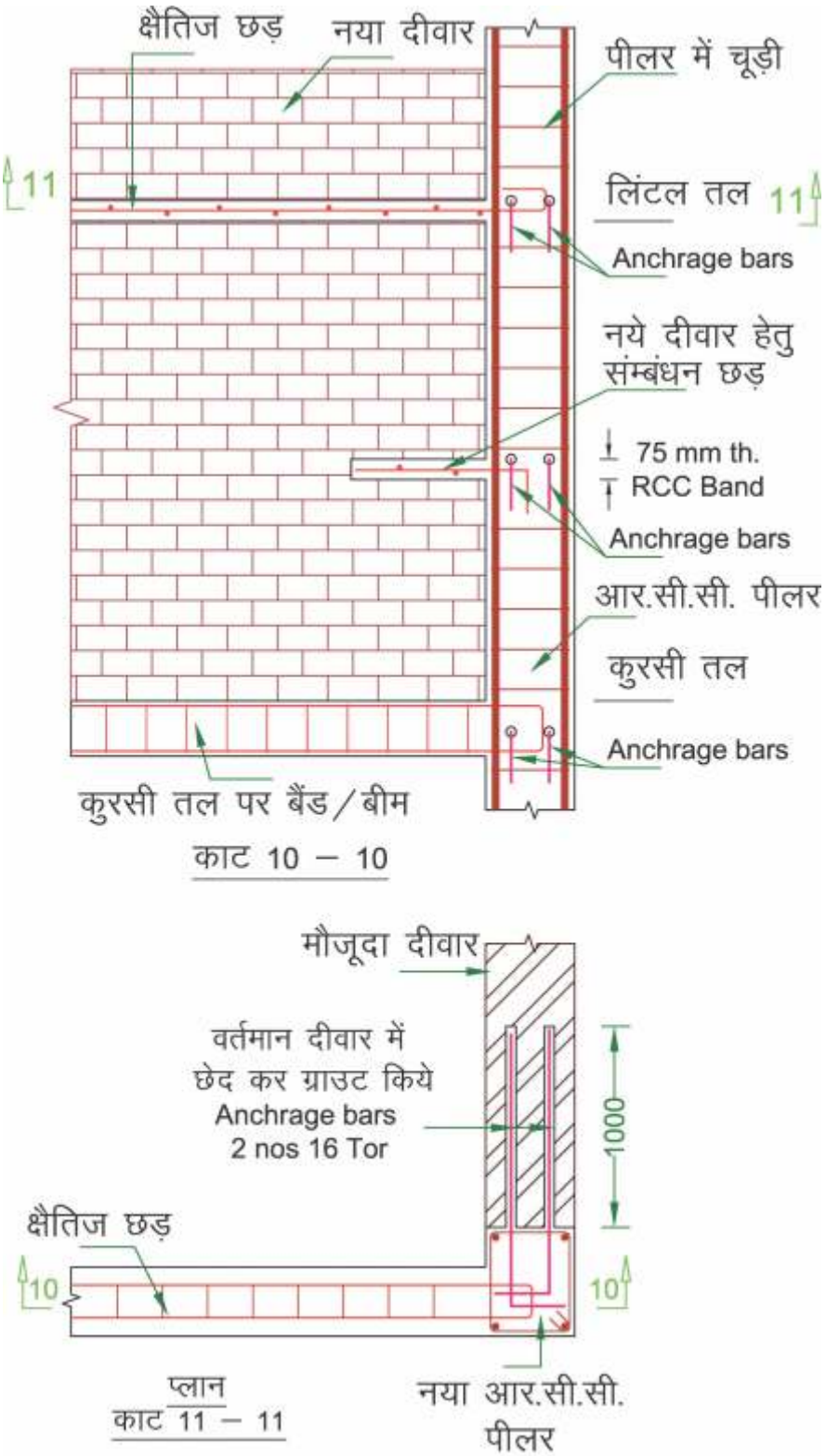
6.7 मौजूदा भवनों में नया दीवार बनाना

भूकम्प में, unsymmetrical भवनों में, center of mass एवं center of rigidity के बीच अधिक दूरी रहने के कारण, खतरनाक ऐंठन पैदा हो सकते हैं। ऐंठन से वचाव के लिये, भवन को अलग–अलग सरल आयताकार खंडों में विभक्त करने की आवश्यकता पड़ सकती है। इस हेतु खंडों के बीच, नया भूकम्परोधी दीवार बनाया जाता है। बैरक किस्म के (लम्बे हॉल वाले) भवन के लम्बे दीवारों को, अनुप्रस्थ दिशा में सम्भालने के लिये, लम्बे दीवारों के बीच आरी दीवार जोड़ने की आवश्यकता पड़ सकती है।

ऐसे सुधार कार्यों में, नये एवं पुराने दीवारों को संयुक्त करना मुख्य समस्या है। चित्र–22 में दीवार के T जोड़ पर तथा चित्र–23 में दीवार के कोने के जोड़ पर संम्बंधन दिखाया गया है। सभी उदाहरणों में, संम्बंधन के लिये, पुराने दीवारों में कई स्थिरक (keys) लगाये गये हैं। स्थिरक बनाने के लिये, दीवार में प्र्याप्त जगह बनाकर, अंदर स्टील छड़ डाल देते हैं और इस जगह को कंक्रीट से भर देते हैं। स्थिरक के बदले, वर्तमान दीवार में कई छेद बनाये जा सकते हैं, जिसमें, स्टील छड़ डालकर, ताजे सिमेंट ग्राउट से भर देते हैं।



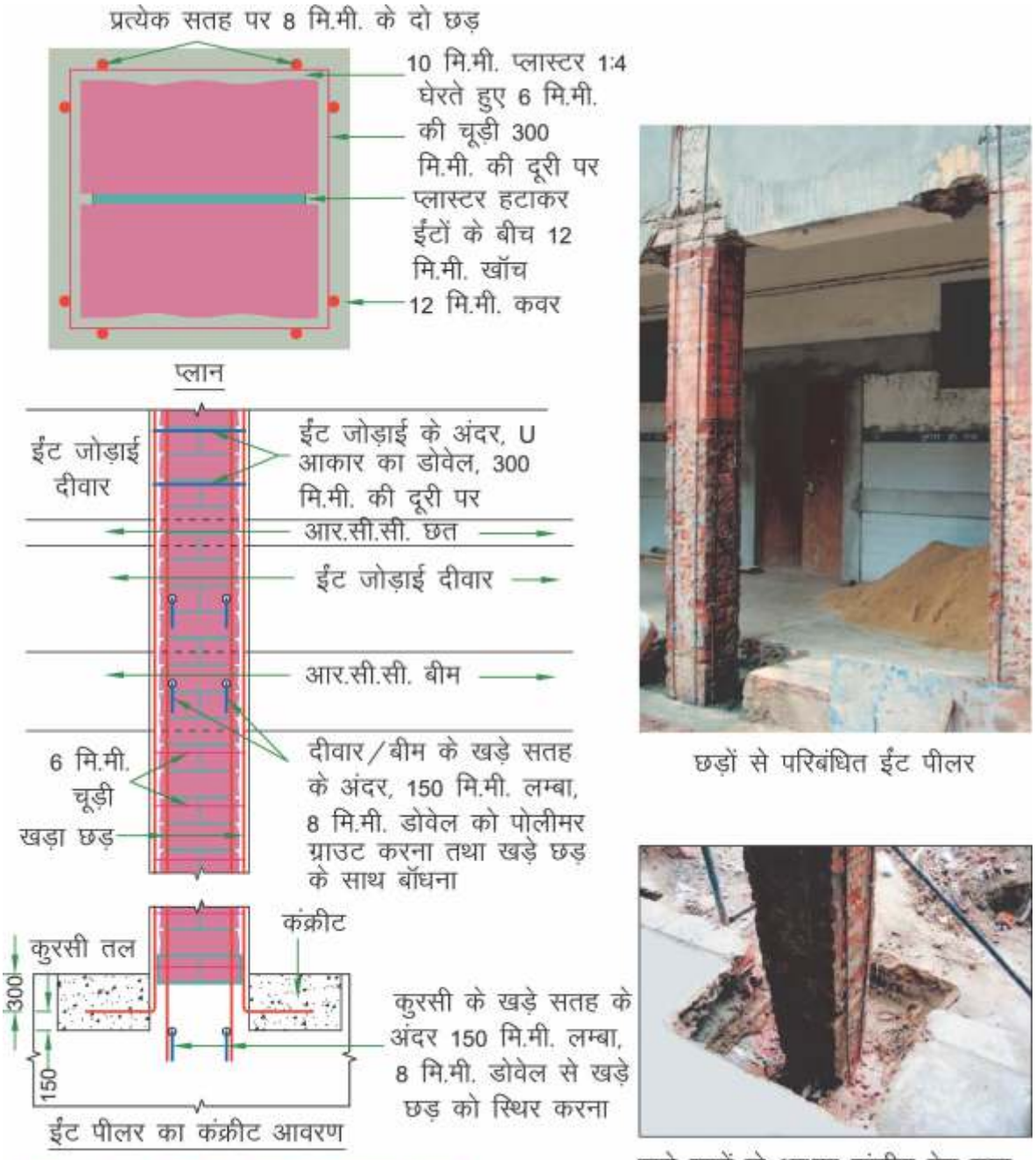
चित्र – 22. नये एवं पुराने दीवारों का संम्बंधन (T जोड़)



चित्र – 23. नये एवं पुराने दीवारों का संम्बंधन (L जोड़)

6.8 ईंट के पीलर का सुदृढ़ीकरण

ईंट जोड़ाई के दीवारों पर आधारित भवनों में यदि बरामदा के किनारे ईंट के पीलर बनाये गये हों तो, पीलर के चारो कोनों पर छड़ खड़ा करके कंक्रीट के आवरण से ढ़क दिया जाता है। खड़ा किये गये छड़ों को नींव से संम्बंधन करना चाहिए। चित्र–24. देखें।



छड़ों से परिबंधित ईंट पीलर

खड़े छड़ों के आधार कंक्रीट हेतु गड्ढा

चित्र – 24. ईंट के पीलर का मजबूतीकरण

6.9 पारापेट का सुदृढ़ीकरण

यदि, छत के उपर, ईंट के पारापेट अथवा रेलिंग बनाये गये हों तो, इन्हें छत के साथ पर्याप्त संम्बंधन की आवश्यकता है। संम्बंधन के लिये, क्षैतिज भूकम्पीय पट्टी एवं ऊर्ध्वाधर भूकम्पीय पट्टी लगाई जाती है। सामने–सामने दोनों सतहों पर, पारापेट को पूरा–पूरा घेरते हुए, क्षैतिज भूकम्पीय पट्टी लगाना चाहिए। अंदर की तरफ, ऊर्ध्वाधर भूकम्पीय पट्टी के छड़ों का मौजूदा आर.सी.सी स्लैब के साथ संम्बंधन करते हैं। बाहर की तरफ, ऊर्ध्वाधर भूकम्पीय पट्टी को मकान के बाहरी सतह के साथ मोड़कर नीचे लिंटल स्तर के पट्टी के साथ संम्बंधन करना चाहिए। उर्ध्वाधर भूकम्पीय पट्टी के छड़ों के उपर क्षैतिज भूकम्पीय पट्टी के छड़ों के चढ़ाकर ले जाना चाहिए। चित्र–25. देखें।

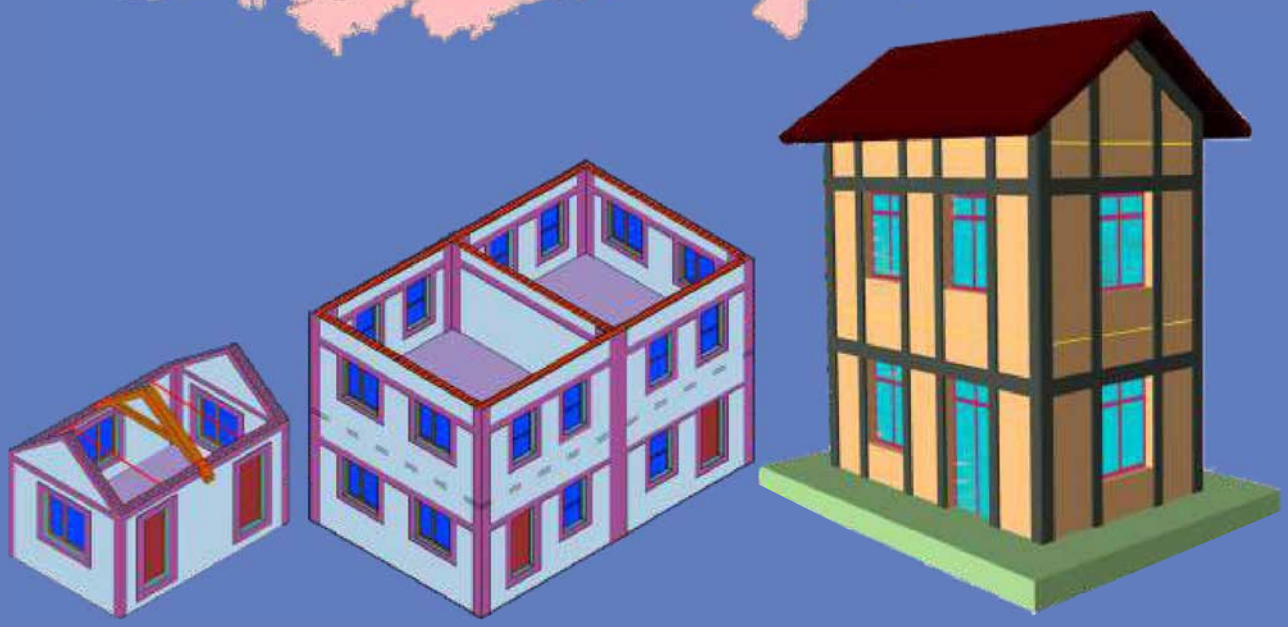
चित्र–25. पारापेट पर क्षैतिज एवं ऊर्ध्वाधर भूकम्पीय पट्टी तथा संम्बंधन छड़

बिहार राज्य का भूकम्प जोन मानचित्र

भूकम्प जोन *V*, सर्वाधिक क्षति करनेवाला, *MSK IX* या ज्यादा

भूकम्प जोन *IV*, अधिक क्षति करनेवाला, *MSK VIII*

भूकम्प जोन *III*, मध्यम क्षति करनेवाला, *MSK VIII*



Issued in public interest by Bihar State Disaster Management Authority (BSDMA) under GoI-UNDP Disaster Risk Reduction Program

बिहार स्टेट टेक्स्टबुक पब्लिशिंग कॉरपोरेशन लि० पाठ्य-पुस्तक भवन, बुद्ध मार्ग, पटना-800 001 द्वारा आदेशित
तथा न्यू फाईन आर्ट ऑफसेट पटना द्वारा 2000 प्रतियाँ मुद्रित