अध्याय 8
गैर इंजीनियरी प्रबलित कंक्रीट के मकान

Chapter 8
Non-Engineered Reinforced Concrete Buildings

8.1 भूमिका
Introduction

विभिन्न देशों के अर्द्धशहरी एवं ग्रामीण क्षेत्रों में फैलाव के कारण मकानों के निर्माण में अब प्रबलित सीमेण्ट कंक्रीट के मकानों में स्तंभ एवं बीम बिना किसी इंजीनियरी रूपरेखा के मात्र, स्थानीय मिस्त्री या राजगीर अथवा छोटे मोटे लेबर ठेकेदार के अनुभव के आधार पर, उन्हीं से बनवा लिया जाता है। भारवाहक दीवारों के समानान्तर, लम्बी आन्तरिक (interval) बीमों अथवा बरामदा और ड्योढ़ी (porch) के निर्माण में, बीमों को टिकाने के लिये एकाकी या अलग-अलग स्तंभों का निर्माण एवं उपयोग आज एक सामान्य बात है। अधिकतर मामले में, इस प्रकार के निर्माण कार्य में भूकम्पीय बलों के प्रभावों से सुरक्षा के उपायों पर बिल्कुल ही ध्यान न देने की कमी प्रायः बनी रहती है। भूकम्प के कारण पड़ने वाले पार्श्विक बलों और जोड़ों के विस्तृत विवरणों (details) पर अपर्याप्त ध्यान दिये जाने के कारण इनकी आघूर्ण क्षमता (moment capacity) संदिग्ध बनी रहती है। बीम मात्र स्तंभों के ऊपर रख दी जाती है और वह घर्षण के कारण टिकी रहती है।

अन्य गम्भीर दोष कंक्रीट की उचित गुणवत्ता का न होना रहता है जैसे उचित संहनन का न होना इत्यादि। इस अध्याय का उद्धेश्य, कम ऊँचाई (तीन मंजिलों तक) के छोटे-छोटे कंक्रीट के ढाँचे (frame) वाले मकानों के निर्माण के लिये एक "दिशा निर्देशिका" तैयार करना है। इसमें यह माना गया है कि भूकम्पीय ऊर्ध्वाधर एवं भूकम्पीय क्षैतिज भार (horizontal seismic loads) स्तंभों द्वारा वहन किये जाये तथा इनके बीच की भराव की दीवारें (infill walls) भार न सहन करे, न ही पार्श्विक बलों का प्रतिरोध करने मे सहायक हो। जिमनेजियम या सभा स्थलों के बड़े हाल जिनका क्षेत्रफल 60.0 वर्ग मीटर से अधिक अथवा इनकी प्रभावी लम्बाई, एक सिरे से दूसरे सिरे तक का विस्तार (span) 7.0 मीटर से अधिक हो, का निर्माण, सक्षम इंजीनियर से रूपरेखा बनवाकर, उसकी देखरेख में करवाना चाहिए।

8.2 सीमेण्ट कंक्रीट के मकानों के ढहने और क्षतिग्रस्त होने का सामान्य विवरण
Typical Damage and Collapse of R.C. Building

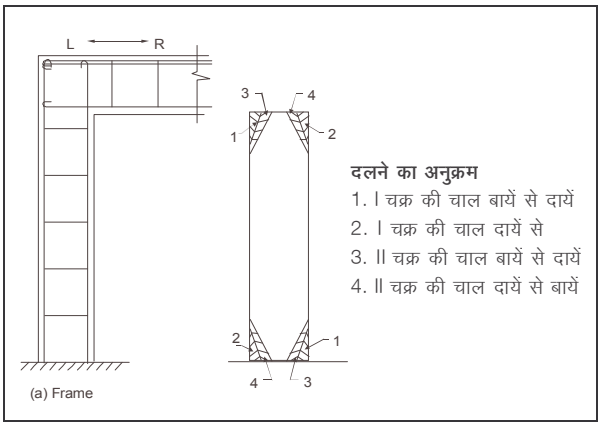
प्रबलित सीमेण्ट कंक्रीट के मकानों के ढहने अथवा क्षतियों में निम्न प्रकार की हानियाँ अत्यन्त सामान्य हैं।

अ) छतों का आधार से खिसकना
Sliding of Roofs Off Supports

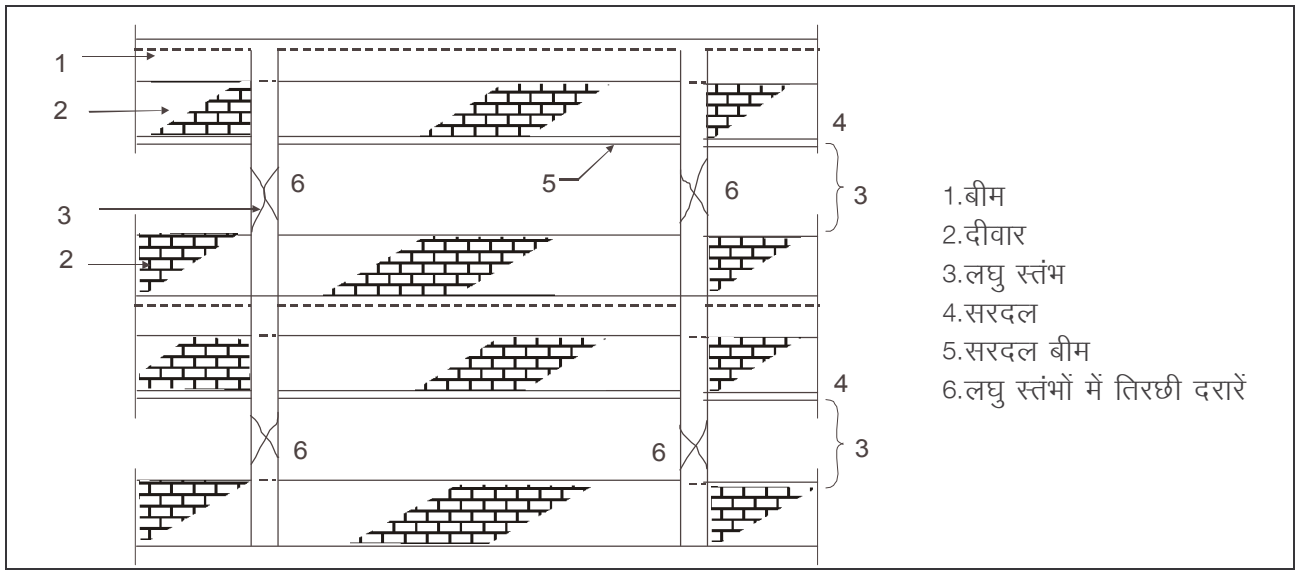
जहाँ बीम सामान्यतः दीवारों या स्तंभो पर टिकी होती है, वहाँ पर उनके खिसकने की प्रवृत्ति निश्चित हो जाती है, जब भूकम्प की तीव्रता उनके घर्षण प्रतिरोध से ज्यादा हो, और कुछ मामलों में, वह आधार से अलग हो जाती है, और फिर धराशायी हो जाती है, खासकर यदि धारक (बेयरिंग) की लम्बाई (bearing length) कम हो।

ब) भराव की दीवारों का गिरना
Falling of Infill Walls

दो प्रबलित कंक्रीट स्तंभों के बीच भराव की दीवार का पैनल बाहरी तरफ को पलट जाते हैं, यदि उन्हें ढाँचे के साथ जोड़कर या बाँध कर न रखा जाए।



चित्र - 8.1 - स्तंभों के छोर की कंक्रीट का कुचलना (या दब कर टूट जाना)



चित्र - 8.2 - लघु स्तंभ का अपरूपण में क्षतिग्रस्त होना

स) स्तंभों के सिरों का दलना (दब कर टूट जाना) और एक प्रकार से 'हिन्ज' (कब्जा) जैसा हो जाना
Crushing Column Ends and Virtual Hinging

तीव्रतम हिलने डुलने के दौरान स्तंभों के छोंरों पर विक्रेन्द्रिक (eccentric) संपीड़क प्रतिबलों के कारण कंक्रीट दब कर टूट जाती है और इसकी बाहरी सतह टुकड़े-टुकड़े होकर स्तंभ से अलग हो जाती है। भूकम्प के झटकों की बार-बार पुनरावृत्ति से उक्त क्षति स्तंभ के अन्दर की ओर बढ़ती जाती है जिससे उसका प्रभावी भाग (effective section) कम हो जाता है तथा स्तंभों के दोनों छोर एक पिन या कील की तरह व्यवहार करने लगते हैं और मकान का पूरा ढाँचा प्रक्रिया की तरह धराशायी हो जाता है। (कृपया चित्र-8.1 देखें)।

द) लघु स्तंभ प्रभाव
Short Column Effect

जब भराव दीवारें जिनमें बड़े-बड़े खुले हिस्से (openings) होते हैं को स्तंभों से जोड़ दिया जाता है तो स्तंभों का उक्त भाग पार्श्विक भूकम्पीय बलों में मुड़ता है और इसके कारण उक्त स्तंभ जो अपनी वास्तविक ऊँचाई से 'छोटा' (या कम हो जाता है) पड़ जाता है। इस प्रकार के लघु स्तंभ अन्य स्तंभों के तुलना में ज्यादा दृढ़ (stiff) हो जाते हैं तथा अपनी ओर ज्यादा अपरूपण बल (shear force) खींचते हैं, इससे उनमें तीव्र तिरछे तनाव (diagonal tension) पैदा हो जातें है और इसके कारण स्तंभ विफल हो जातें हैं, (देखें चित्र-8.2)।

य) स्तंभों में तिरछी दरारें
Diagonal Cracking in Columns

जमीन के तीव्र हिलने-डुलने के दौरान भारी भूकम्पीय अपरूपण (shears) बलों के कारण स्तंभों में तिरछी दरारें आ जाती हैं। इसी दौरान यदि मकान घूम (twisting) जाए तो स्तंभों में घुमावदार दरारें आ जाने से इनकी भार वहन क्षमता में काफी गंभीर कमी आ जाती है।

र) स्तंभों एवं बीम के जोड़ पर तिरछी दरारें
Diagonal Cracking of Column-Beam Joint

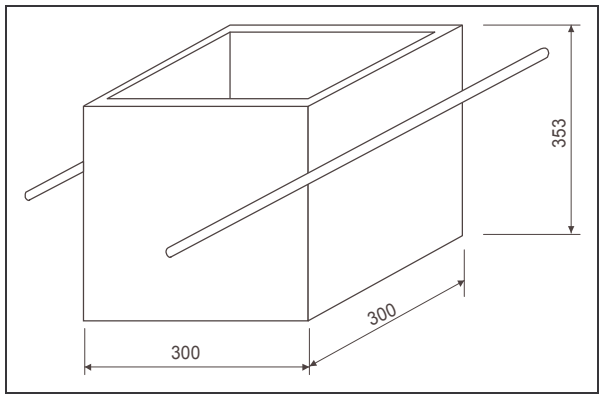
कई बार जहाँ स्तंभ एवं बीम मिलते हैं, के जोड़ों पर तिरछी दरारें (diagonal cracking) आ जाती हैं। इस प्रकार की दरारें पूरे ढाँचे की सामर्थ्य (strength) को गम्भीर रूप से क्षीण कर देती हैं।

ल) प्रबलित सरियों का खिंचकर बाहर आ जाना
Pulling Out of Reinforcing Bars

जिन स्थानों पर स्तंभों में स्थरण (anchor) सरिये की लम्बाई कम हो या जब लम्बे मुख्य सरियों के किनारे परस्पर एक दूसरे पर पर्याप्त दूरी तक व्यापत ना हो तो (inadequate overlapping), यथोचित पूर्ण तनाव क्षमता सरियें में नहीं विकसित हो पाती है और अक्सर तनाव के कारण खींच कर बाहर आ जाते हैं, जब प्रतिबलों में दिशा परिवर्तन होता है।

व) त्रिअंकी-ढाँचे का धाराशायी होना
Collapse of Gable Frames

त्रिअंकी प्रबलित कंक्रीट के ढाँचे प्रायः स्कूल, वर्कशाप, जिमनेजियम या सभाकक्षों के कमरों, अथवा सिनेमा-हाल में बनाये जाते हैं और एक बार दीवारों



चित्र - 8.3 - माप हेतु बक्सा

के जोड़ खुलने से या इनके अलग हो जाने पर कोई दूसरा प्रतिरोधक उपलब्ध न होने से इनकी बाहर की ओर फैलने की प्रवृत्ति होती है। यदि इनकी रूपरेखा पूरे ध्यान से विस्तृत विवरण सहित न की जाए तो जैसा कि चित्र-6.6 में लकड़ी के त्रिअंकी ढाँचे में दिखाया गया था, ये उस प्रकार ढह जाते हैं और धराशायी हो जाते हैं।

क) नींव का धंसना एवं झुक जाना
Foundation Sinking and Tilting

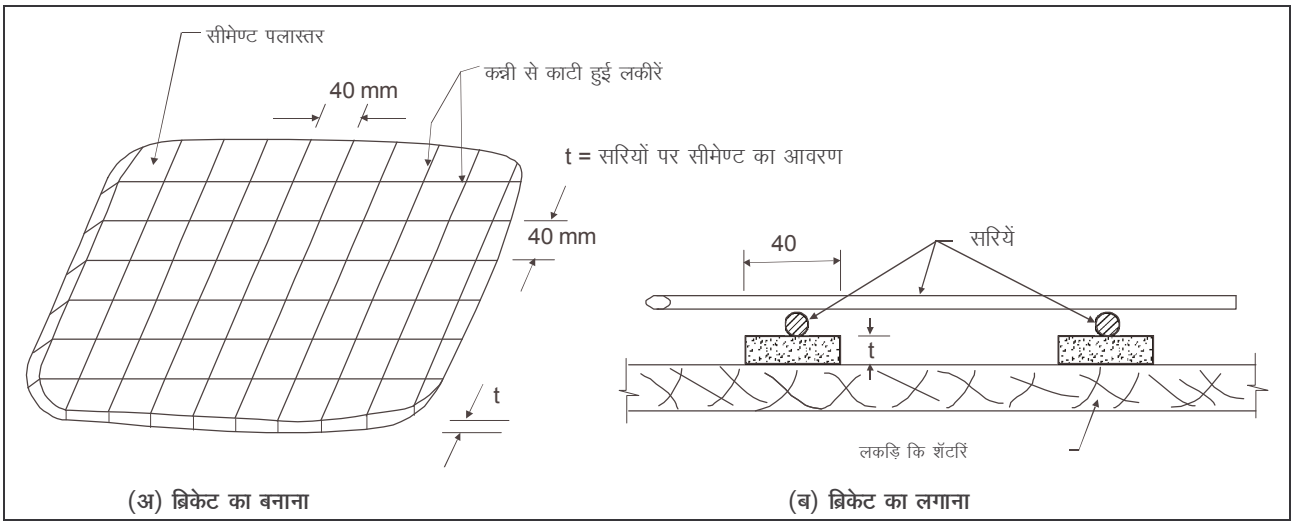
स्तंभों की नींव का धंसना अथवा टेढ़ा होना भूकम्पीय कंपन से नरम कमजोर मिट्टी में होता है और इससे उपरिरचना में काफी गंभीर दरारें आ सकतीं हैं या वह धराशायी भी हो सकती है।

8.3 कंक्रीट निर्माण में ली जाने वाली सावधानियाँ
Care in Concrete Construction

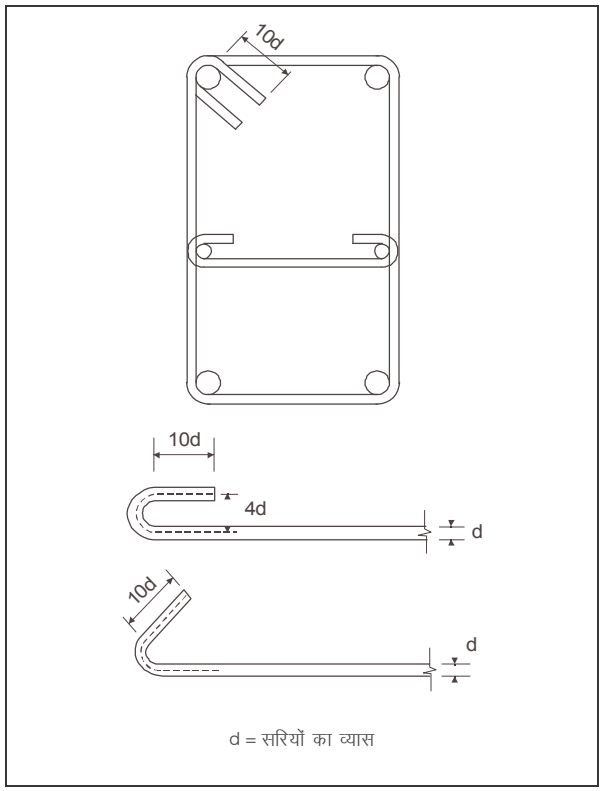
प्रबलित कंक्रीट निर्माण कार्यों में अच्छे प्रदर्शन के लिये अच्छी गुणवत्ता का होना सबसे महत्वपूर्ण कारक होता है जो कि "गैर-इंजीनियरी" निर्माण में सम्भव नहीं हो पाता है। यहाँ पर्याप्त सामर्थ्य की कंक्रीट बनाने के लिये साधारण निर्देश दिये गये हैं :-

अ) कंक्रीट के सामग्री का माप
Measuring Materials

गैर-इंजीनियरी प्रबलित कंक्रीट के निर्माण में प्रायः कंक्रीट मिश्रण का अनुपात 1:2:4 आयतन से (यानि क्रमशः एक भाग सीमेण्ट, दो भाग बालू एवं चार भाग गिट्टी (पत्थर की रोड़ी) होता है। गिट्टी नदी की छनी हुई अथवा पत्थरों को क्रेशर मशीन से तोड़कर 20 मि.मी. आकार की होती है। एक बोरी सीमेण्ट बोरी का वजन 50 कि.ग्रा. तथा आयतन 0.0317 घन मीटर होता है। हमेशा पूरी बोरी सीमेण्ट का मिश्रण तैयार करना उचित रहता है। बालू एवं गिट्टी की माप के लिये लकड़ी का अलग से बाक्स बनवाकर जिसमें हाथ से पकड़ने की व्यवस्था लगी हो तथा आयतन एक बोरी के बराबर हो, का प्रयोग करना चाहिए। इससे एक बोरी सीमेण्ट का सही मसाला तैयार करने में सुविधा रहती है। इस बक्सें की माप चित्र-8.3 में दिखाई गयी है। इस प्रकार का बक्सा लोहे की मोटी चद्दर से भी बनाया जा सकता है।



चित्र - 8.4 - आवरण हेतु सीमेण्ट ब्रिकेट का प्रयोग



चित्र - 8.5 - सरियों के सिरों पर हुक अर्थात मोड़ बनाना

ब) सामग्रियों को मिलाने की विधि
Mixing Materials

जब मिलाने का कार्य हाथों से, बिना मिक्सर मशीन के किया जाना हो तो इसे पक्के अथवा अभेद्य प्लेटफार्म जैसे लोहे की चद्दर अथवा सीमेण्ट के पक्के फर्श पर मिलाना चाहिए। 1:2:4 के अनुपात का मिश्रण तैयार करने के लिये सबसे पहले चार बक्सा गिट्टी (रोड़ी) माप कर प्लेटफार्म पर उड़ेलना चाहिए और उसे अच्छी तरह फैला देना चाहिए इसके बाद उसके ऊपर दो बक्सा बालू डालना चाहिए और सबसे अन्त में एक बोरी सीमेण्ट खोलकर सामग्री के ऊपर डालनी चाहिए। उक्त सभी सामग्रियों को पहले सूखी अवस्था में तब तक मिलाना चाहिए जब तक उसका रंग एकसार न हो जाए और इसके बाद ही उसमें पानी मिलाया जाना चाहिए। इसमें पानी की मात्रा इतनी होनी चाहिए कि मिश्रित कंक्रीट से दोनों हाथों द्वारा एक गोल नरम गेंद आसानी से बनाई जा सके। यदि मशीन कंपन (vibrator) द्वारा संहनन प्रस्तावित हो तो पानी की मात्रा थोड़ी कम रखी जानी चाहिए और यदि कुटाई हाथों से की जानी है तो पानी की मात्रा औसत से थोड़े अधिक मात्रा में मिलाया जाना चाहिए।

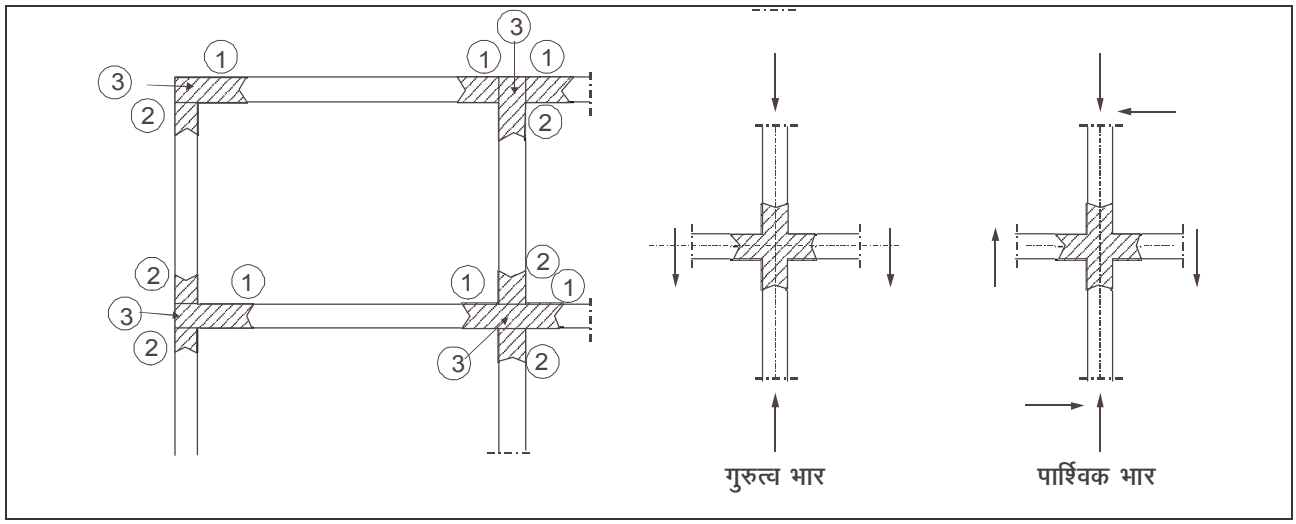
स) फर्मा बन्दी अर्थात फॉर्मवर्क
Formwork

न केवल कंक्रीट की सतह, बल्कि कंक्रीट की गुणवत्ता एवं सामर्थ्य (strength) भी फॉर्मवर्क (फर्माबन्दी) की सतह पर निर्भर करती है। इसके जोड़ अभेद्य (impervious) होने चाहिए ताकि उनसे सीमेण्ट एवं पानी के घोल रिस कर बाहर न टपके। लकड़ी के फॉर्मवर्क जिसमें "समतल सतह" वाले तख्ते और बढ़िया किस्म के जोड़ हों, का प्रयोग किया जाना चाहिए। फॉर्मवर्क की सतह (skin) पर यदि जलरोधी प्लाईवुड का प्रयोग किया जाए तो कंक्रीट की सतह अति उत्तम होती है।

द) सरियों को बिछाना एवं बाँधना
Placing of Reinforcements

जब सरियों को बाँधने एवं बिछाने का कार्य किया जाए तो निम्न बातों पर ध्यान दिया जाए अन्यथा निर्माणाधीन ढाँचे में कई अज्ञात कमजोरियाँ रह जायेंगी :-

- प्रबलित सरियों पर न्यूनतम आवरण (cover) :- प्रबलित स्लैब के सरियों में 15 मि.मी. का आवरण, बीम एवं स्तंभों में 25 मि.मी., यदि स्तंभों का आकार 450 मि.मी. से ज्यादा है तो आवरण 40 मि.मी. मोटाई का होना चाहिए। समुचित आवरण प्राप्त करने के लिये सामान्य एवं प्रभावी विधि ये है कि सीमेण्ट बालू मसाला से बने ब्रिकेट (brickets - एक तरह के गिट्टे के टुकड़े जो कि एक आकार में हो) को फार्मवर्क एवं सरियों के बीच अच्छी तरह से रखकर स्थापित (Install) कर दिया जाए। लोहे के पतले बांधने वाले तारों से सरियों को बाँध कर उचित आवरण प्राप्त करना सुनिश्चित किया जा सकता है, (देखें चित्र-8.4)।
- लम्बे सरिये और अनुप्रस्थ सरियों को और छल्लों एवं जोड़ों को लोहे के पतले बांधने वाली तार से अच्छी तरह कसकर बाँध देना चाहिए।
- न्यूनतम दूरी तक परस्पर सरियों का एक दूसरे पर चढ़ाव होनाः- यह चढ़ाव सामान्य माइल्ड स्टील के व्यास का 45 गुणा और उच्च सामर्थ्य विकृत (deformed) सरिये का 60 गुणा व्यास के बराबर होना चाहिए और परस्पर सरियों के किनारों को बाँधने के लिए बाँधने वाली तार का प्रयोग करना चाहिए।
- छल्लों एवं लिंक का आकार (shape) - सरियों के किनारों को हुक बनाकर मोड़ दिया जाए। सामान्य



चित्र - 8.6 - प्रबलित कंक्रीट ढाचें में संनेदनशील (critical) भाग

माइल्ड स्टील में 180^0 का हुक बेंड तथा विकृत (deformed) सरियों में 135^0 का हुक बेंड दिया जाए, (देखें चित्र-8.5)।

य) कंक्रीट डालना एवं उसको संहनन करना
Casting and Compacting Concrete

कंक्रीट को साधारणतः एक लगातार प्रक्रिया (in one continuous operation) में डालना चाहिए जिससे इसकी एक घंटे से अधिक विच्छिन्नता (discontinuous) भग्न न हो। जो मिश्रण तैयार किया जाए वह प्लेटफार्म पर 45 मिनट से अधिक देरी तक न पड़ा रहे अर्थात वह पानी मिलाने के 45 मिनट के अन्दर-अन्दर साँचो (फार्म) में डाल दिया जाए और उचित मात्रा में संहत भी किया जाए। यदि कुटाई हाथों की जानी है तो वह छड़ द्वारा ताजी कंक्रीट डालने के साथ ही की जानी चाहिए। केवल कन्नी द्वारा सतह को एकसार फैला देने मात्र से उसमें छेद रह जायेंगे। यहाँ यह बता देना उचित होगा कि मात्र संहनन में कमी के कारण कंक्रीट की सामर्थ्य में काफी कमी आ जाती है अतः इस बात पर अधिकतम ध्यान देना चाहिए। जब छड़ द्वारा संहनन की जाती है तो अच्छे परिणाम हेतु इसे 16 मि.मी. व्यास तथा 50 सें.मी. लम्बी छड़ द्वारा किया जाना चाहिए।

र) कंक्रीट की तराई
Curing of Concrete

कंक्रीट के कार्यों में कम से कम 14 दिनों तक तराई की अवश्यकता पड़ती है, जिससें उसकी सामर्थ्य (strength) की प्राप्ति होती है अन्यथा सामर्थ्य कम रह जाती है और इससे भंगुर (brittle) कंक्रीट बनती है जिसके आसानी से टुकड़े किये जा सकते हैं। कंक्रीट की स्लैब पर मिट्टी/बालू की मेढ़े तैयार कर छोटी-छोटी क्यारियाँ बनाकर, उनको पानी से भर दिया जाए। स्तंभों को जूट की गीली बोरियों से लपेटकर एवं ढक कर तराई की जाए। इसी तरह बीम के वेब की दोनों सतहों पर तख्तें लगा कर, पानी को उड़ने से रोककर, तराई में मदद ली जाए। कंक्रीट की सतह की अच्छी तरह से तराई कर उसे पालिथीन-शीट से ढक देने से आर्द्रता (moisture) या नमी को रोके रखने में मदद मिलती है।

ल) निर्माण-जोड़ों
Construction Joints

जहाँ जोड़ बनाया जाना है उस स्थान पर कंक्रीट की सतह को अच्छी तरह से (thoroughly) साफ कर दें और सभी लैटेंस (latence, सीमेण्ट-मल) पूर्ण रूप से हटा दिये जाए। सतह को पहले पूर्ण रूप से पानी से नम किया जाए और उसे एक कोट 'नीट' सीमेण्ट-घोल से तर कर दिया जाए। इसके बाद ही जोड़ में ताज़ी कंक्रीट डाली जाए। फर्श में निर्माण-जोड़ स्लैब, बीम अथवा धरन के दोनो सिरों के मध्य के आसपास में बनाए जाए और यदि कई बीम धरन को इस बिन्दु पर आकर प्रतिच्छेद करे तो उक्त बीम की दो गुना चौड़ाई के बराबर दूरी पर जोड़ निर्माण बना दिया जाए। अपरूपण बल के स्थानान्तरण हेतु कुंजियों (keys) का निर्माण जोड़ों में जरूर किया जाए।

तालिका - 8.1

बीम खण्डों में सरिया-क्षेत्रफल के अनुपात की सीमा संस्तुति

Recommended limits on steel area ratio in beams

कंक्रीट (Concrete)	*सरिया (Steel)*	P_{max}	P_{min}
1:2:4 (F_c' = 15 MPa)	माइल्ड सरिया (MS) (F_y = 250 MPa)	0.011	0.0035
	विरूपति सरिया (HSD) (F_y = 415 MPa)	0.007	0.0022
1:1.5:3 (F_c' = 15 MPa)	माउल्ड सरिया (MS) (F_y = 250 MPa)	0.015	0.0048
	विरूपति सरिया (HSD) F_y = 415 MPa)	0.009	0.0029

टिप्पणियाँ:

F_c' = 15 से.मी. माप के क्यूब (घन) की 28 दिन तराई के पश्चात् सम्पीड़न सामर्थ्य।

F_y = प्रबलन सरियो की छड़ों की पराभव सामर्थ्य (yield strength of reinforcement)

MS = माइल्ड सरिया

HSD = उच्च सामर्थ्य का विरूपित सरिया (high strength deformed bars)

P = A_s/bh यहाँ, A_s = सरियों का क्षेत्रफल, b = बीम की चौड़ाई तथा h = गहराई

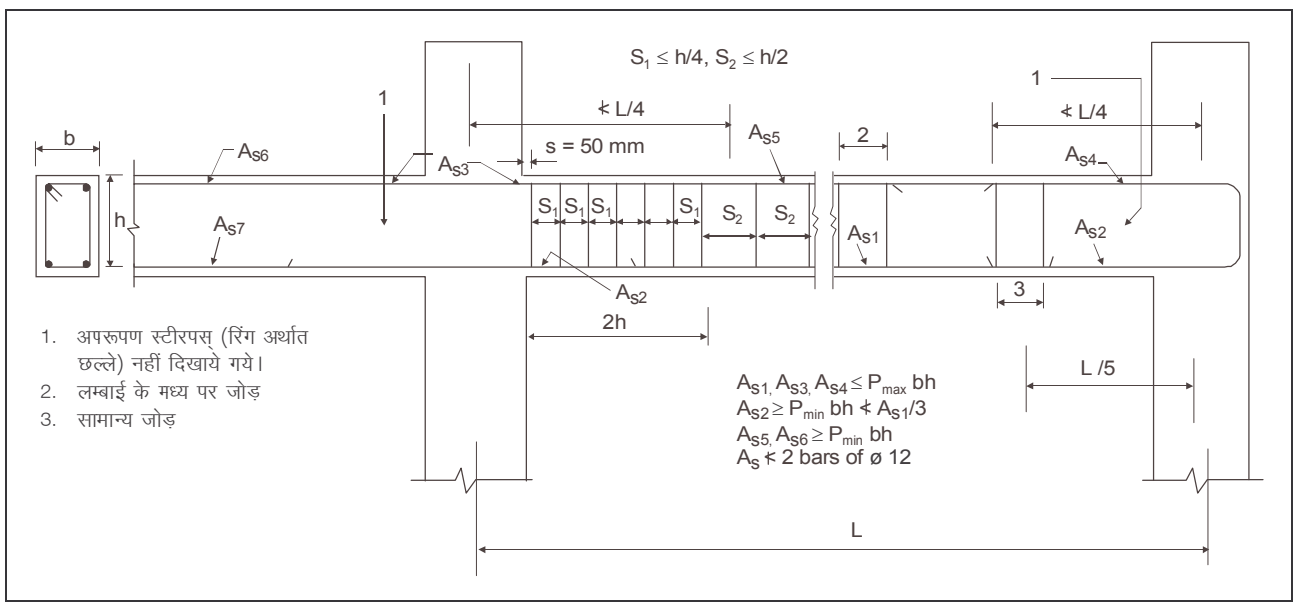
$A_{Smax}bh = P_{max}bh$

$A_{Smin} = P_{min}bh$

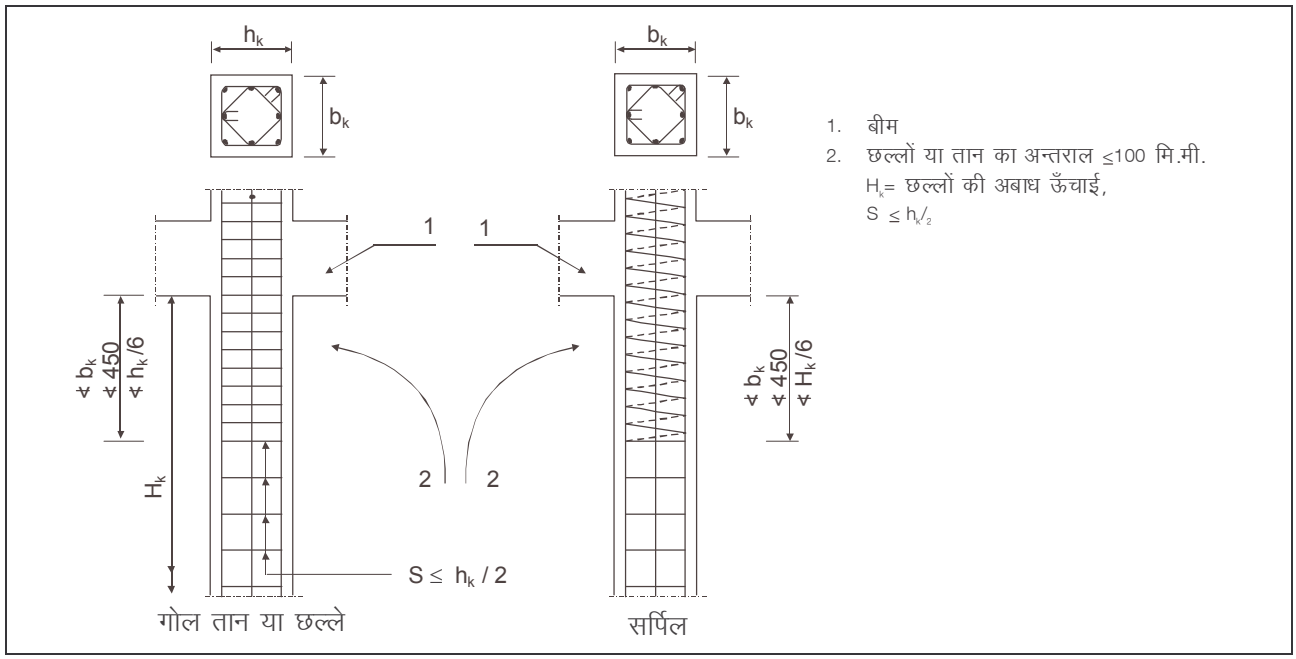
8.4 सामग्री के सामान्य गुण
Typical Material Properties

कंक्रीट को कार्य की आवश्यकतानुसार अपेक्षित सामर्थ्य का बनाया जा सकता है। सामर्थ्य 28 दिनों की उम्र के आधार पर निर्धारित की जाती है। इसे घन अर्थात क्यूब की सम्पीड़न सामर्थ्य अथवा सिलिण्डर सम्पीड़न सामर्थ्य के रूप में व्यक्त किया जाता है। प्रबलित कंक्रीट के मकान कार्यों में घन सामर्थ्य, F_c' 15 से 20 न्यूटन प्रति वर्ग मि.मी. समुचित रहती है। कंक्रीट मिश्रण तदनुसार रूपरेखित की जानी चाहिए, परन्तु सामान्यतः सीमेण्टःबालूःगिट्टी को क्रमशः 1:2:4 के अनुपात अथवा 1:1.5:3 के अनुपात में आयतन से मिलाकर तैयार करते हैं।

प्रबलित सीमेण्ट कंक्रीट का घनत्व लगभग 2400 कि.ग्रा. प्रति घन मी. तथा प्रत्यास्थता-गुणांक 'E' (modulus of elasticity) कंक्रीट की सामर्थ्य पर निर्भर करती है। कंक्रीट के प्रतिबल-विकृति अरेखीय होती है (non-linear stress-strain) इस कारण प्रत्यास्थता गुणांक बिलकुल अस्पष्ट रहता है। इसी प्रकार F_c के लिये विभिन्न प्रचलित-नियम संहिता (codes) में अनुज्ञेय प्रतिबल (allowable stresses) अलग-अलग हैं। प्रत्येक देश में अनुज्ञेय प्रतिबल और भार गुणांक के लिये अपने-अपने अलग मानक लागू होते हैं। लगभग तीन (3) के 'सुरक्षा गुणांक' (factor of safety) का प्रयोग अक्षीय संपीड़क (axial compression) में अनुज्ञेय प्रतिबल के निर्णय के लिये, जो कि 28 दिन घन-सामर्थ्य (cube strength) के सापेक्ष हो, का प्रयोग करतें हैं।



चित्र - 8.7 - कंक्रीट बीम में सरियों का विस्तृत चित्रण



चित्र - 8.8 - कंक्रीट स्तंभों में प्रबलन (सरिये)

भूकम्पीय अवस्था में अनुज्ञेय-मान (allowable values) 33.33% प्रतिशत बढ़ाकर और भार गुणांक को 25 प्रतिशत घटा दिया जाए, बशर्ते राष्ट्रीय मानकों में इसके लिये अलग से कोई निर्देश या उल्लेख न किया गया हो।

यहाँ यह जानना भी महत्वपूर्ण है कि कंक्रीट की तनन सामर्थ्य (tensile strength) उसकी संपीड़न-सामर्थ्य की लगभग 1/10 ही होती है। तिरछें तनाव जो कि भूकम्पीय अपरूपण बलों (seismic shear forces) के कारण उत्पन्न होते हैं, से बचाव के लिये समुचित रूपरेखा की रिंग अथवा बन्धकों का प्रयोग किया जाए अन्यथा गहरी एवं बड़ी दरारें पैदा होगीं, जिससे ढाँचा धराशायी होता है। कंक्रीट एक भंगुर (brittle) पदार्थ है जो कि झटके और कम्पन के आघातों को सहने में कमजोर होता है। इसमें लचीलापन लोहे की सरियों से आता है। संपीड़न सामर्थ्य के साथ-साथ इसकी फैलने की क्षमता में बढ़ोत्तरी, इसमें जो रिंग या पार्श्विक लोहे के घुमावदार छल्ले डाले जाते हैं, की दूरी कम करने से होती है। प्रबलित कंक्रीट के स्तंभ और ढाँचों के भूकम्पीय प्रतिरोधी गुण में वृद्धि के लिये यह अत्यन्त महत्वपूर्ण कारक होता है।

प्रबलित कंक्रीट के ढाँचे में ऐसे संवेदनशील क्षेत्र (critical sections) जहाँ लचीलापन और कम दूरी पर रिंग या घुमावदार छल्ले कंक्रीट को परिसीमित (confinement) करने के लिए डाले जाने की जरूरत ज्यादा पड़ती है को चित्र-8.6 में छायांकन से दर्शाया गया है तथा नीचे इसको विस्तृत रूप से समझाया भी गया है।

1. बीम के छोंरों से उसकी गहराई के दो गुणा तक की लम्बाई तक जहाँ अत्याधिक ऋणात्मक आघूर्ण (negative moments) और अपरूपण होतें हैं, वहाँ 'प्लास्टिक हिंज' (plastic hinge) की स्थिति उत्पन्न होती है। बड़े भूकम्पों के दौरान इसे संवेदनशील क्षेत्र माना जाता है और अपरूपण तथा आघूर्ण की दिशा परिवर्तन की सम्भावना ज्यादा रहती है।

2. स्तंभों के छोर, जहाँ पार्श्विक बलों के कारण सबसे ज्यादा आघूर्ण उत्पन्न होता है, संवेदनशील क्षेत्र के अन्तर्गत आते हैं। यहाँ स्तंभों का उच्च आघूर्ण मान प्लास्टिक आघूर्ण क्षमता (plastic moment capacity) के आसपास तक पहुँचने की संभावना होती है और इन आघूर्णों की दिशा बदलने की सम्भावना ज्यादा रहती है। उच्च पार्श्विक अपरूपण (shear) बल जो कि स्तंभों के छोंरों में विपरीत-आघूर्ण उत्पन्न होने से पैदा होते हैं और इनके दिशा परिवर्तन की सम्भावना प्रायः ज्यादा रहती है। इस संवेदनशील क्षेत्र की लम्बाई प्रायः 1/6 भाग स्तंभों की ऊँचाई (फर्श से फर्श तक) अथवा स्तंभ का माप चौखट के तल में (in the plane of frame), के बराबर होती है।

3. बीम एवं स्तंभों के जोड़ वाले क्षेत्र उच्च स्थानीय अपरूपण बल एवं आघूर्ण तथा इनके दिशा परिवर्तन की सम्भावना के कारण काफी संवेदनशील क्षेत्र माने जाते हैं। ऐसे स्थानों में तिरछे दरारों और स्थानीय विकृति के कारण जोड़ों में मरोड़ उत्पन्न होते हैं और इससे ढाँचों में पार्श्विक विस्थापन (lateral displacement) में वृद्धि होती है।

8.5 कंक्रीट बीमों में सरियों का विस्तृत वर्णन
Detailing of Beams

अ) लम्बे खड़े मुख्य सरिये
Longtitudinal Steel

बीम को पूरी लम्बाई में ऊपर एवं नीचे दोनों सतहों (face) पर प्रबलित किया जाना चाहिए। जहाँ प्रबलित सरियों की गणना की आवश्यकता हो तो उसके तन्य (ductile) व्यवहार को ध्यान में रखते हुए उसके प्रतिशत का अनुपात सुनिश्चित किया जाए। सरिये के क्षेत्रफल के अनुपात की सीमा (limits on steel area) की संस्तुति तालिका-8.1 में दर्शायी गयी है। माइल्ड स्टील का प्रयोग करते समय सरियों का व्यास 12 मि.मी. तथा उच्च सामर्थ्य की विरूपित सरिया (deformed steel or H.S.D.) के लिये 10 मि.मी. व्यास से कम नहीं होना चाहिए, (देखें चित्र-8.7)।

ब) सरियों को जोड़ों पर बाँधना
Splicing of Steel

सभी लम्बे सरियों का स्थरण (anchorage) दोनों किनारों पर और यदि टुकड़ों में हैं तो सभी चढ़ाव/जोड़ संधियों (splices) की लम्बाइ ऐसी होना चाहिए जिससे पूर्ण सामर्थ्य प्राप्त की जा सके। सभी जोड़ों पर कम से कम दो उचित सरियों के छल्लों अर्थात रिंग के दोनों किनारों पर बाँधा जाना चाहिए जिससे कंक्रीट आवरण को बिखरने से रोका जा सके, (देखें चित्र-8.7)।

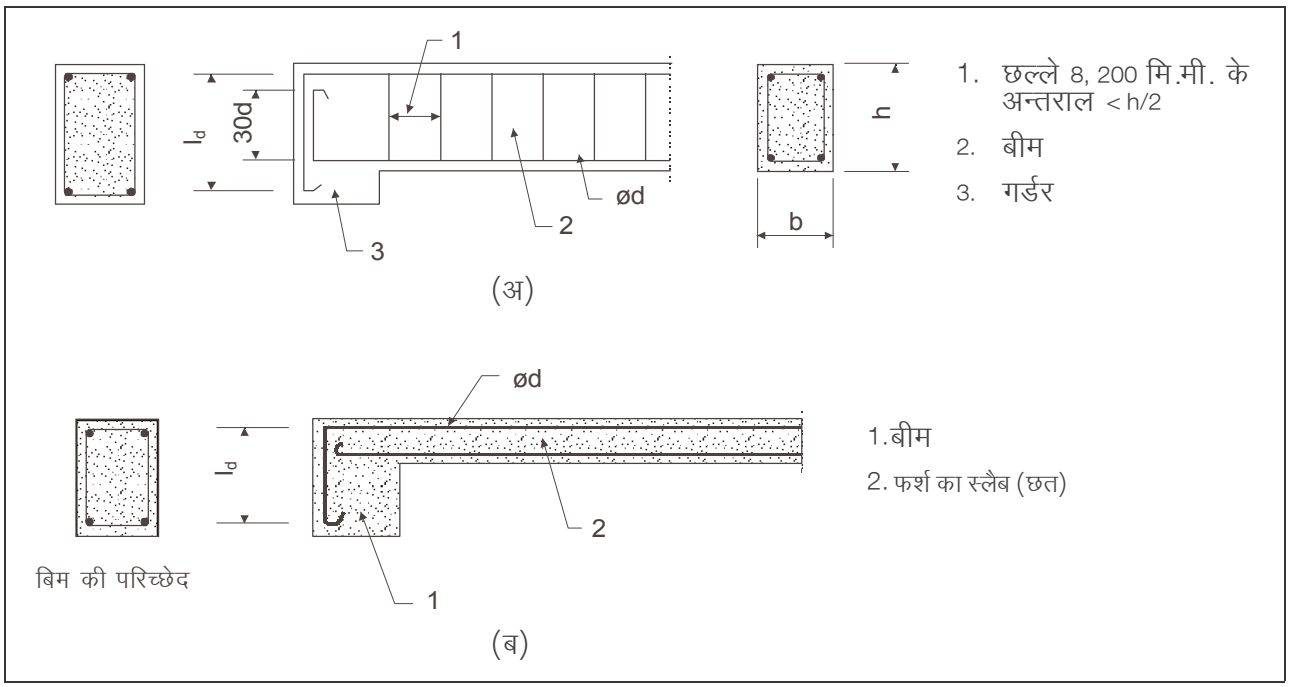
स) बीम में लगे लोहे की रिंग अर्थात छल्लों का विवरण
Transverse steel stirrups

बीम की चरम अपरूपण सामर्थ्य (ultimate shear strength) उसकी चरम आनमन सामर्थ्य (ultimate flexural strength) से ज्यादा रखनी चाहिए, (देखें चित्र-8.7)। बीम में ऊर्ध्वाधर स्टिरप (रिंग अर्थात छल्ले) को कम दूरी पर बीम के दोनों किनारों पर बीम की प्रभावी गहराई के एक चौथाई से अधिक नहीं रखना चाहिए। और यह दूरी बीम के दोनों किनारों से 2h तक की लम्बाई तक अवश्य लेनी चाहिए। बीम की बाकी बची लम्बाई में भी छल्लों/रिंग (stirrups) की आपस की दूरी h/2 से अधिक नहीं होनी चाहिए।

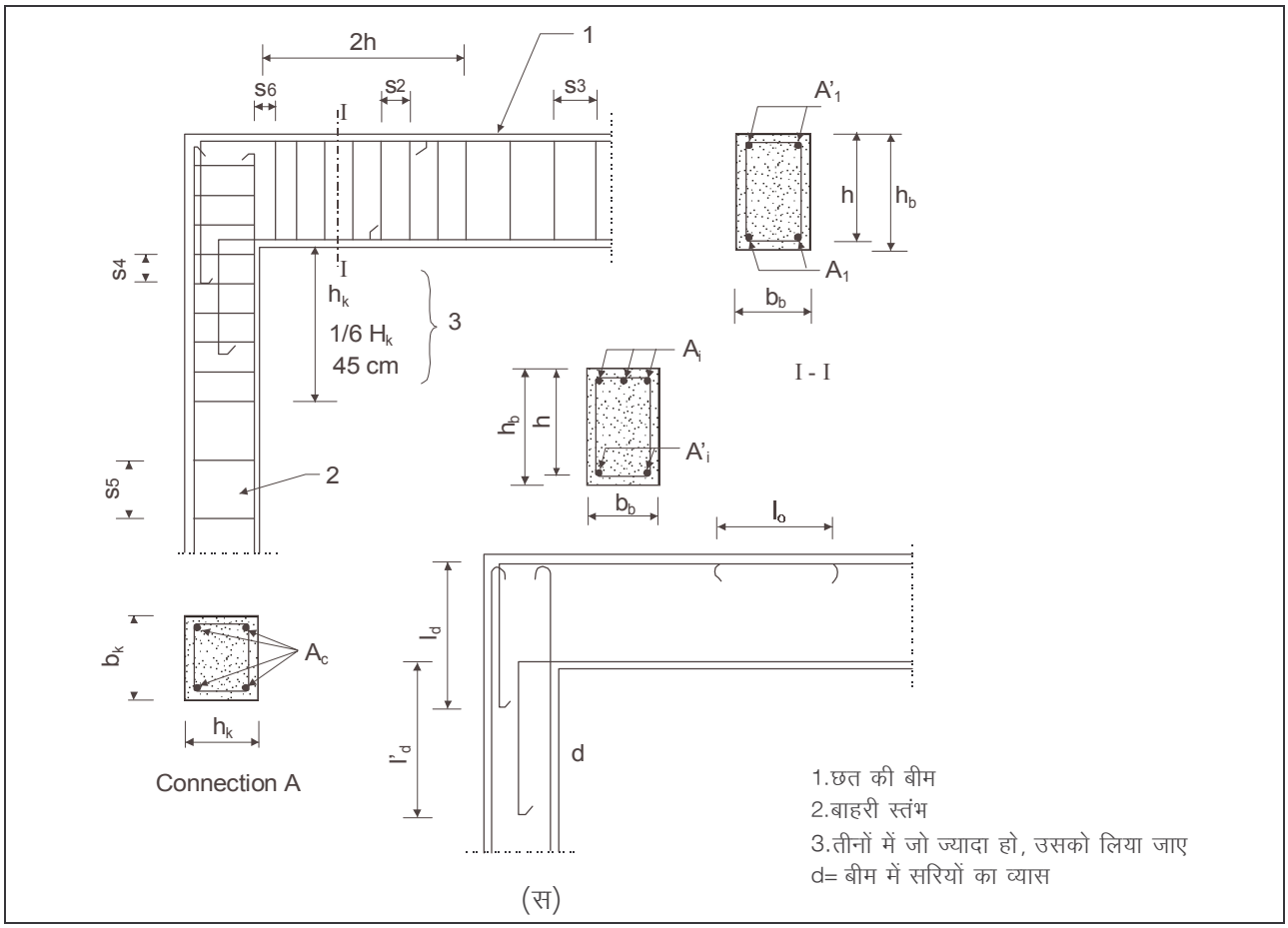
8.6 कंक्रीट स्तंभों में सरियों का विस्तृत वर्णन
Detailing of Columns

अ) कंक्रीट स्तंभ का परिच्छेद (आकार)
Column Section

ऐसे स्थान जहाँ भूकम्प आते हैं, भूकम्पीय बलों के किसी भी दिशा में लगने की सम्भावना के कारण स्तंभों को आयताकार की तुलना में चौकोर बनाना ज्यादा सुरक्षित रहता है।



चित्र - 8.9 - (अ) बीम एवं गर्डर का जोड़-स्थल (ब) फर्श की छत एवं बीम के बीच का जोड़



चित्र - 8.9 - (स) छत की बीम तथा बाहरी स्तंभों के बीच का जोड़

ब) लम्बे खड़े मुख्य सरिये
Longtitudinal Steel

स्तंभों के खड़े सरियों को सभी सतहों पर बराबर-बराबर बाँटना ज्यादा सुरक्षित रहता है। चार बड़े सरियों की तुलना में आठ सरियों का प्रयोग ज्यादा उपयुक्त रहता है और इनका व्यास 12 मि.मी. से कम न हो।

स) पार्श्विक प्रबलन
Lateral Reinforcement

वह कंक्रीट जो घुमावदार (spiral) प्रबलन के भीतर परिसीमित (confined) होती है, तुलनात्मक दृष्टि से साधारण कंक्रीट से या उस कंक्रीट से जिसमें घुमावदार प्रबलन में दूरी अधिक होती है,से अधिक सामर्थ्य का और कहीं अधिक तन्य होता है।

तानों (ties) के प्रयोग से, स्तंभों के व्यवहार में काफी वृद्धि होती है जिनको अनुकुल हुक (hook) जैसा बना कर समुचित स्थरण (anchorage at ends) पर कम अंतर पर लगाया जाता है जैसा कि चित्र-8.5 और 8.8 में दिखाया गया है।

स्तंभों के छोरों में करीब 450 मि.मी. की लम्बाई में लचीलेपन को पाने के लिए, तानों (ties) के बीच में अंतर 100 मि.मी. से अधिक नहीं होना चाहिए।

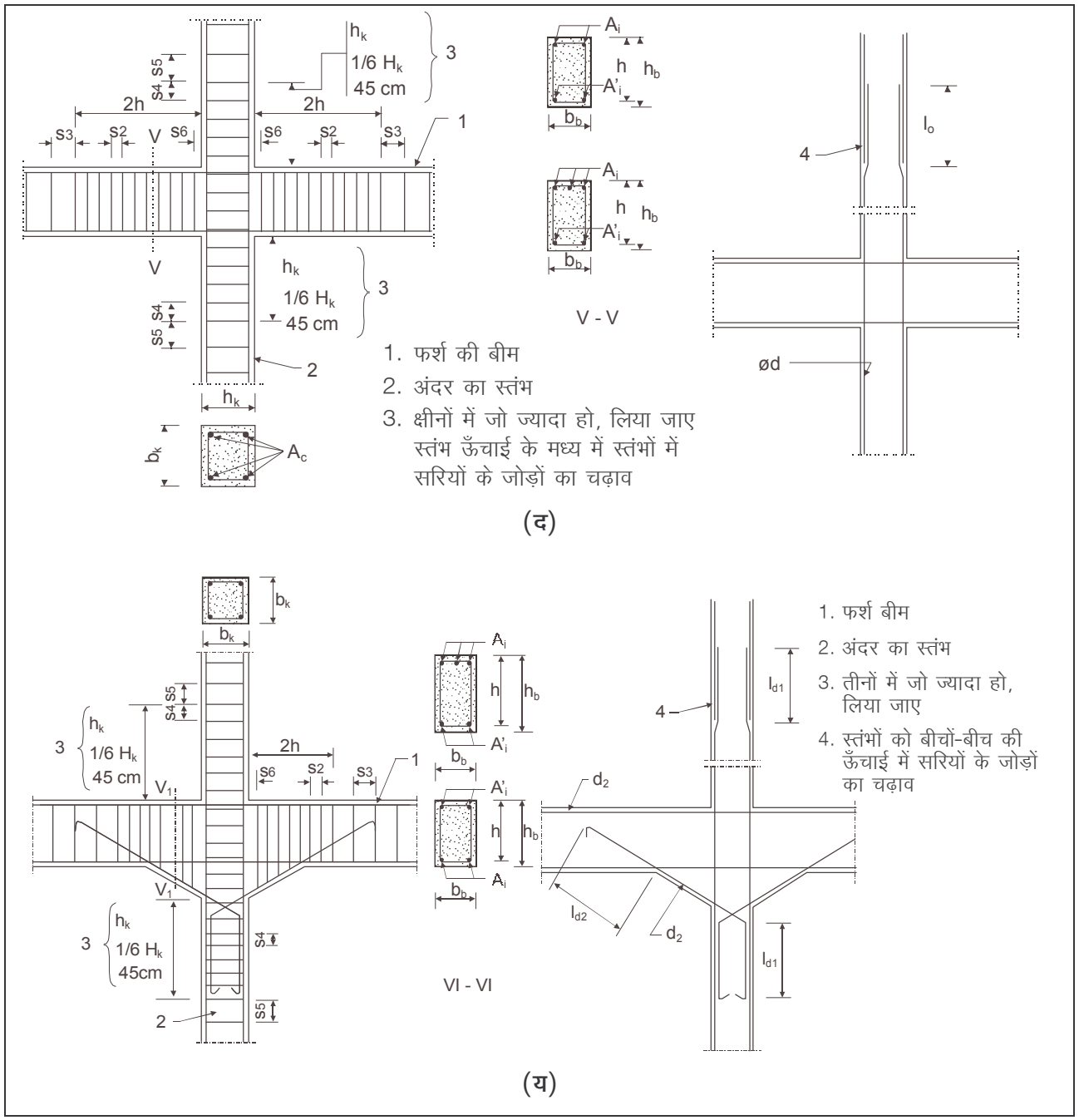
द) किनारे के स्तंभ
Corner Column

भूकम्प के दौरान मकानों के बाहरी किनारों के स्तंभों को द्विअक्षीय नमन अर्थात झुकावों (biaxial bending) के कारण अन्य स्तंभों से कुछ अधिक मात्रा में प्रतिबल झेलने पड़ते हैं। फलस्वरूप सभी बाहरी स्तंभों में लोहे के तानों (ties) की आपस की दूरी भी कम ही रखी जानी चाहिए।

8.7 जोड़
Connection

बीम तथा स्तंभों के सरियों को संपीड़न क्षेत्र में आपस में अच्छी तरह स्थरीकृत या बाँध (anchor) देना चाहिए। इससे पूरी सामर्थ्य प्राप्त की जा सकती है।

जहाँ जोड़, बीमों से चारों तरफ से सीमाबद्ध न हो, तानों को कम दूरी पर स्तंभ और साथ ही साथ जोड़ो की पूरी लम्बाई तक चारों ओर से अच्छी तरह बाँध दिया जाना आवश्यक है।



चित्र - 8.9 - (द) स्थल की बीम और अंदर के स्तंभों की सन्धि (य) स्कन्धवाली (haunched) बीम और स्तंभों का अंदर वाला जोड़

8.8 चित्रों द्वारा विस्तृत वर्णन
Illustrate Sketches

चित्र-8.9 (अ) से (ल) तक में अन्य विभिन्न जोड़ों वाली स्थितियों में भूकम्पीय प्रतिरोधी संरचनाओं का विस्तृत चित्रण एवं संस्तुति की गई हैं। इसमें सभी मापें मिलिमीटर में दी गयी हैं।

S_2: अधिकतम मान = h/4 अथवा 16d इनमें जो भी कम हो, यहां d = बीम में प्रयुक्त प्रबलन सरियों का व्यास।

S_3: अधिकतम मान = h/2

S_4: 75 मि.मी. से 100 मि.मी. मान

S_5: अधिकतम मान = $b_k/2$ अथवा 200 मि.मी. जो भी कम हो

S_6: अनुकूल (optimum) मान = 50 मि.मी.

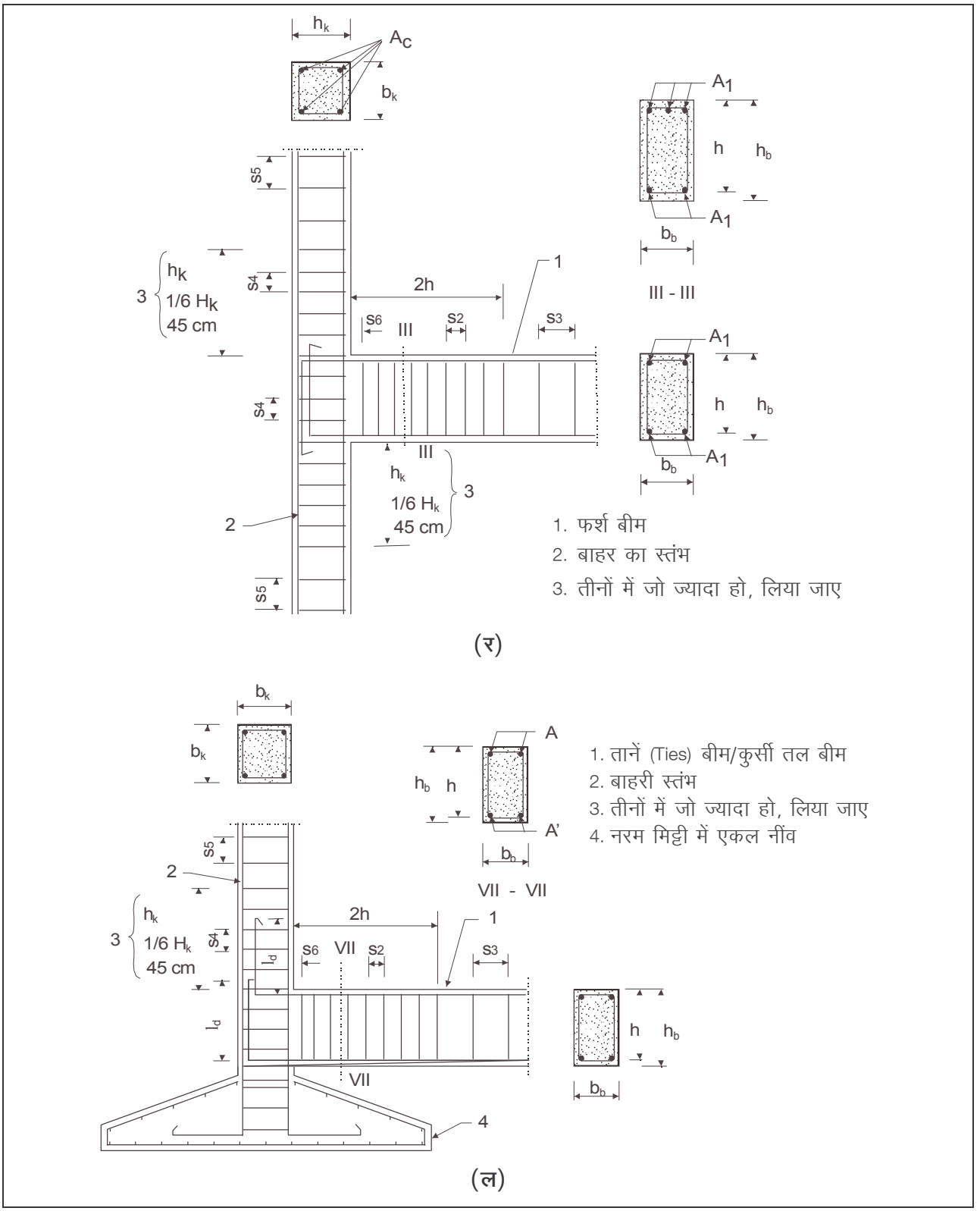
l_o: चढ़ाव के जोड़ की लम्बाई जिसमें पूरी तनन सामर्थ्य उत्पन्न हो सके = 55d मोड़ और हुक को मिला कर।

l_d: स्थरण (anchorage) लम्बाई जिसमें पूरी तनन सामर्थ्य उत्पन्न हो सके।

सरिये के छल्लें जो बीम और स्तंभों में प्रयोग लाए जाए उनका व्यास :-

न्यूनतम = 6 मि.मी.

अधिमान्य = 8 मि.मी.



चित्र - 8.9 - (र) फर्श की बीम और बाहरी स्तंभ की संधि स्थल (ल) स्तंभ नींव और नींव/कुर्सी तल - बीम के सन्धि स्थल का जोड़

■■■