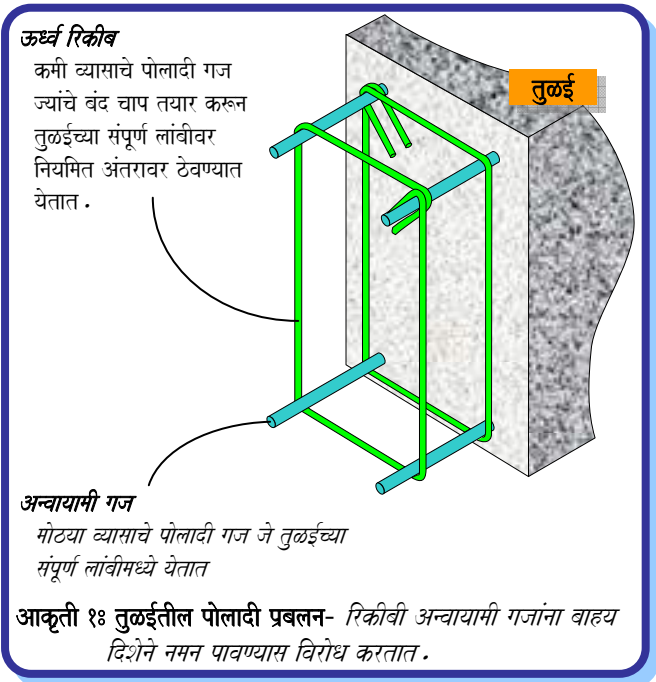


प्रबलित कॉंक्रीटच्या इमारतीमधील तुळ्या भूकंपाचा प्रतिरोध कसा करतात?

प्रबलन आणि भूकंपीय नुकसान

प्रबलित कॉंक्रीटच्या इमारतीमध्ये, ऊर्ध्व आणि क्षितीज घटक (म्हणजेच, तुळ्या आणि स्तंभ) एकसंधपणे वांधण्यात येतात. म्हणजेच, भारांच्या कियेच्या प्रभावाखाली, ते एकत्रितपणे एकाकडून दुसरीकडे बल हस्तांतरित करणा-या चौकटीचे कार्य करतात. ही सूचना तुळ्या ज्या इमारतीच्या चौकटीचा एक घटक आहेत आणि ज्या भूकंप उत्पन्न बल वाहून नेतात त्यासाठी आहे.

प्रबलित कॉंक्रीटच्या इमारतीमधील तुळ्यांच्या पोलादी प्रबलनाचे दोन समूह असतात, म्हणजेच: (अ) लांब सरळ गज (ज्यांना अन्वायामी गज असे म्हणतात) जे तुळईच्या लांबीतलं टाकले जाते, आणि (ब) कमी व्यासाच्या पोलादी गजाचे वंद चाप (ज्यांना रिकीव असे म्हणतात) जे संपूर्ण लांबीवर नियमित अंतरावर ऊर्ध्व दिशेत टाकले जाते (आकृती १).



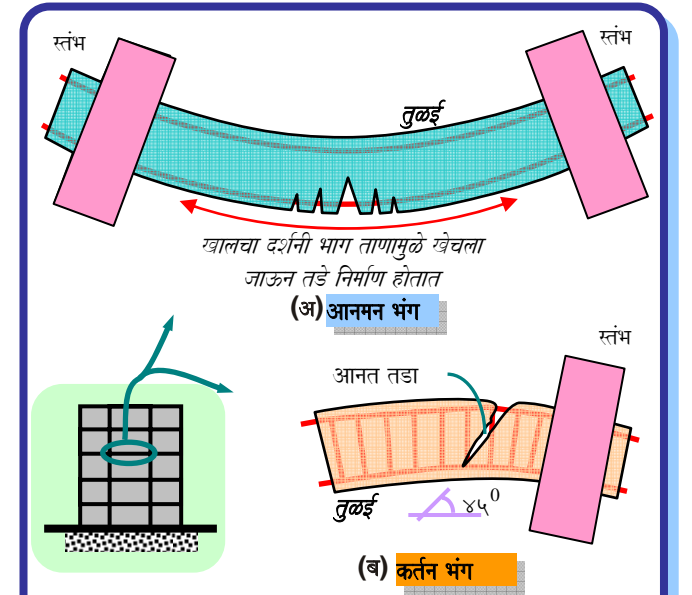
तुळ्यांचे प्रामुख्याने दोन प्रकारचे भंग होतात, म्हणजेच:

(अ) आनमन (किंवा नमन) भंग: वाढत्या भाराच्या प्रभावामुळे तुळईचे अवतलन झाल्याने ती दोन प्रकारांनी भंग होऊ शकते. जर ताणाच्या दर्शनी बाजूने तुलनेने अधिक पोलाद उपलब्ध असेल तर कॉंक्रीट संपीडनामध्ये दलित होते; हा ठिसूळ भंग असल्याने तो अनिष्ट आहे. ताणाच्या दर्शनी बाजूने जर कमी पोलाद उपस्थित असेल तर प्रथम पोलाद शरण येईल (ते दीर्घीभवन पावत राहिल परंतु तुटत नाही, कारण पोलादामध्ये ते तुटण्याआधी मोठ्या प्रमाणावर दीर्घीभवन पावण्याची क्षमता असते. पहा भूकंप सूचना ९) आणि तुळईमध्ये शेवटी कॉंक्रीट संपीडनामध्ये भंग पावेतोवर पुनर्वगीकरण होत राहिल हा तंतुक्षम भंग होय आणि म्हणूनच इष्ट आहे. म्हणजेच, ताणाच्या दर्शनी बाजूने अधिक पोलाद नक्कीच इष्ट नाही! तंतुक्षम भंग ताणलेल्या तुळईच्या टोकापासून सुरु होऊन त्याच्या मध्यखोलीपर्यंत जाणा-या अनेक ऊर्ध्व भेगांमुळे वैशिष्ट्यपूर्ण ठरतो (आकृती २अ).

(ब) कर्तन भंग: तुळईचा कर्तनामुळे देखील भंग होऊ शकतो. कर्तन तडा क्षितीजाशी 45° अंशाचा कोन करते; तो टोकाजवळील मध्य खोलीपासून निर्माण होऊन वरच्या आणि खालच्या दर्शनी भागाकडे वाढत जातो (आकृती २ब). ही कर्तन क्रिया टाळण्यासाठी वंद चाप रिकीवीची व्यवस्था करण्यात येते. या रिकीवीचे क्षेत्रफळ अगुरे असल्यास कर्तनी नुकसान होते. कर्तनी भंग हा ठिसूळ असतो, त्यामुळे, प्रबलित कॉंक्रीट तुळ्यांच्या संकल्पनामध्ये कर्तनी भंग टाळले पाहिजेत.

संकल्पन कौशल्य

तुळ्यांच्या संकल्पनामध्ये तिच्या साहित्याच्या गुणधर्माची निवड (म्हणजेच पोलादी गज आणि कॉंक्रीटची श्रेणी) आणि सामान्यतः त्यांचे आकारमान आणि प्रमाण यांची संपूर्ण इमारतीची अखंड संकल्पन कौशल्याचा एक भाग म्हणून निवड केली जाते आणि, तुळईमध्ये टाकण्यात येणा-या पोलादाचे प्रमाण आणि वर्गीकरण हे आय.एस. ४५६३ २००० आणि आय. एस. १३९२०: १९९३ मानकांनुसार संकल्पन परिगणिते करून टाकण्यात यावे.

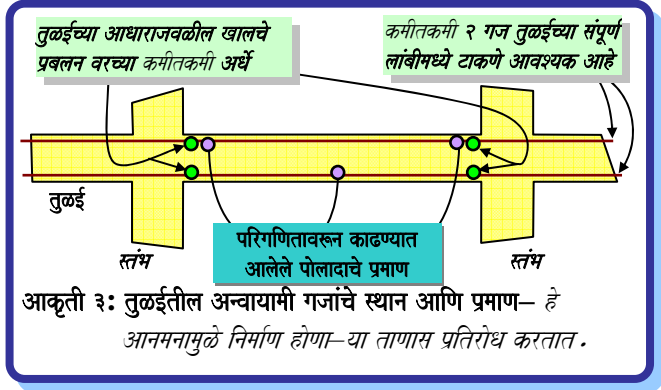


आकृती २: तुळईतील क्षतिचे दोन प्रकार: आनमन क्षतिस प्राधान्य दिले जाते. अन्वायामी गज नमनामुळे येणाऱ्या ताणाच्या बलांना प्रतिरोध करतात तर ऊर्ध्व रिकीवी कर्तन बलांना प्रतिरोध करतात.

तुळईची जी बाजू खेचली जाते त्या बाजूला आनमन तड्यांना प्रतिरोध करण्यासाठी अन्वायामी गजांची व्यवस्था करण्यात येते. भूकंपाच्या तीव्र हाद-यांदरम्यान (आय.आय.टी.के.- वी.एम्.टी.पी.सी. भूकंप सूचना १७) वरचे आणि खालचे दोन्ही दर्शनी भाग खेचले जात असल्याने अन्वायामी पोलादाचे गज मध्य लांबीच्या दोन्ही दर्शनी भागाच्या खाली आणि वरपर्यंत आवश्यक असतात (आकृती ३). भारतीय तंतुक्षम तपशीलवार आरेखन मानक आय. एस. १३९२०- १९९३ मधील नियमांनुसार:

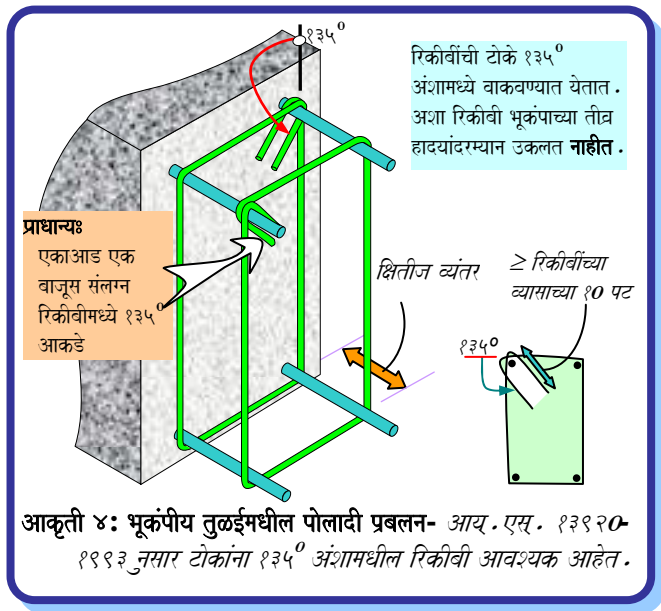
(अ) तुळईच्या संपूर्ण लांबीमध्ये वर आणि खाली कमीतकमी दोन गज असणे आवश्यक आहे.

(ब) तुळईच्या टोकांना, खाली दिलेल्या पोलादाचे प्रमाण वरील पोलादाच्या किमान अर्धे असणे आवश्यक आहे .

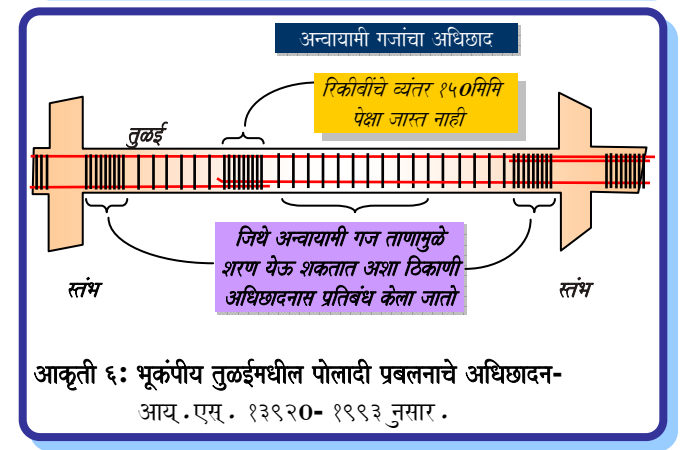
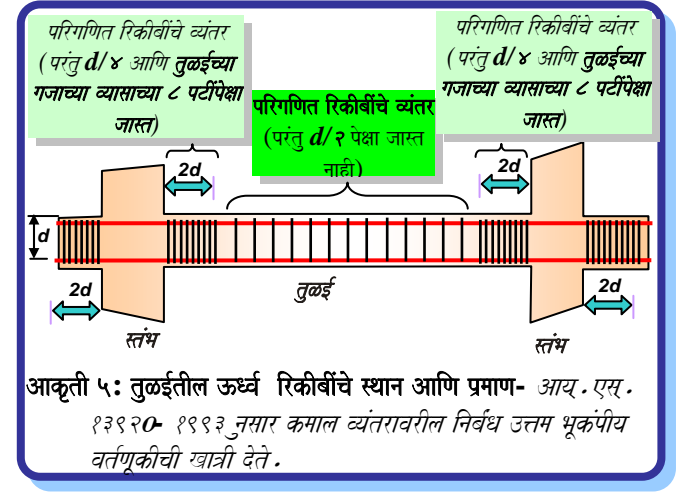


प्रबलित कोंक्रीटच्या तुळईतील रिक्वीची ३ प्रकारे मदत करतात, म्हणजेच (१) ते ऊर्ध्व कर्तन बल घेतात आणि त्यामागनि कर्णरिपेतील कर्तन तड्यांना प्रतिरोध करतात (आकृती २ब), (२) तसेच आनमनामुळे कोंक्रीटच्या बाहेर फुगून येण्याला वाचवते, आणि (३) आनमनामुळे संपीडित अन्वयामी गजांचे होणारे उपचयन (buckling) टाळते .साधारण ते तीव्र भूकंपप्रवण प्रदेशांमध्ये भारतीय मानक आय.एस्. १३९२०- १९९३ मध्ये प्रबलित कोंक्रीटच्या तुळईतील रिक्वीचीसंदर्भात खालील नियम देण्यात आले आहेत:

- (अ) रिक्वीचीचा व्यास किमान ६ मिमी असणे आवश्यक आहे, ५ मी. पेक्षा अधिक लांबी असलेल्या तुळयांमध्ये तो किमान ८ मिमी असला पाहिजे .
- (ब) ऊर्ध्व रिक्वीचीची दोन्ही टोके १३५° अंशाच्या आकड्यांमध्ये (आकृती ४) वाकवून आणि त्यापलिकडे पुरेसे अनुवर्धन करून ही रिक्वीची भूकंपामध्ये बाहेर उकलून येणार नाही याची काळजी घेणे आवश्यक आहे .
- (क) तुळईतील कुठल्याही भागातील ऊर्ध्व रिक्वीचीचे व्यंतर परिगणितावरून काढण्यात यावे .
- (ड) रिक्वीचीमधील कमाल व्यंतर तुळईच्या खोलीच्या अर्ध्यापेक्षा कमी असते (आकृती ५) .
- (इ) स्तंभाच्या दर्शनीभागापासून खोलीच्या दुप्पट लांबीच्या तुळईसाठी, रिक्वीचीचे यापेक्षा अधिक कठोर व्यंतर नमुद करण्यात आले आहेत, म्हणजेच, वर (क) मध्ये नमुद करण्यात आलेल्या व्यंतराच्या अर्ध्याइतके (आकृती ५) .



१९९३ च्या नियमांनुसार अन्वयामी गजांचे छद (अ) स्तंभाच्या दर्शनीभागापासून लांब अंतरावर बनवावेत, आणि (ब) जेथे ते मोठ्या प्रमाणावर खेचले जाऊन शरण येण्याची शक्यता असते (उदा. तुळईच्या मध्य लांबीतील खालचे गज) अशा ठिकाणी ते असू नयेत. तसेच, छदस्थानी, ऊर्ध्व रिक्वीची जवळच्या व्यंतरावर देण्यात याव्यात (आकृती ६) .



संबंधित भूकंप मार्गदर्शक सूचना

सूचना ९९ भूकंपाचा उत्तमरित्या सामना करण्यासाठी इमारती तंतुक्षम कशा बनविता येतील? सूचना १०९ प्रबलित कोंक्रीटच्या इमारतीवर भूकंप कसा परिणाम करतात?

संदर्भिय साहित्य

- आय.एस्. १३९२०, (१९९३), "इंडियन स्टॅन्डर्ड कोड ऑफ प्रॅक्टिस फॉर डक्टाईल डिटेल्स ऑफ रिन्फोर्सड कोंक्रीट स्ट्रक्चर्स सबजेक्टेट टू सिस्मीक फोर्सस," ब्युरो ऑफ इंडियन स्टॅन्डर्ड्स, नवी दिल्ली
- पॉले टी आणि प्रिस्टले एम जे एन (१९९७), "सिस्मीक डिझाईन ऑफ मेसनरी अॅण्ड रिन्फोर्सड कोंक्रीट विल्डिंग्ज" जॉन विली अॅण्ड सन्स, अमेरिका
- मॅक गेगर जे एम्. (१९९७), "रिन्फोर्सड कोंक्रीट मेकॅनिक्स अॅण्ड डिझाईन", थर्ड एडिशन, प्रेन्टिस हॉल, अमेरिका
- 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

प्रबलनाचे पोलादी गज साधारणतः १२ ते १४ मीटरच्या लांबीमध्ये उपलब्ध असतात. म्हणूनच, त्यापेक्षा अधिक लांबीच्या तुळया बनविण्यासाठी अधिछादी गजांची आवश्यकता भासते. छदस्थानी गज मोठ्या प्रमाणावर एकमेकांकडून बल हस्तांतरित करतात. म्हणूनच, भारतीय मानक आय.एस्. १३९२०-

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 पोंच देऊन पुनर्निर्मित करता येऊ शकतील. आपल्या सूचना/अभिप्राय कृपया nicee@iitk.ac.in या ई पत्त्यावर पाठवाव्यात. या आधीच्या आय.आय.टी.के., वी.एम्.टी.पी.सी. भूकंपसूचना वधण्याकरीता www.nicee.org किंवा www.bmtpc.org या संकेतस्थळांना भेट द्या. फेब्रुवारी २००८