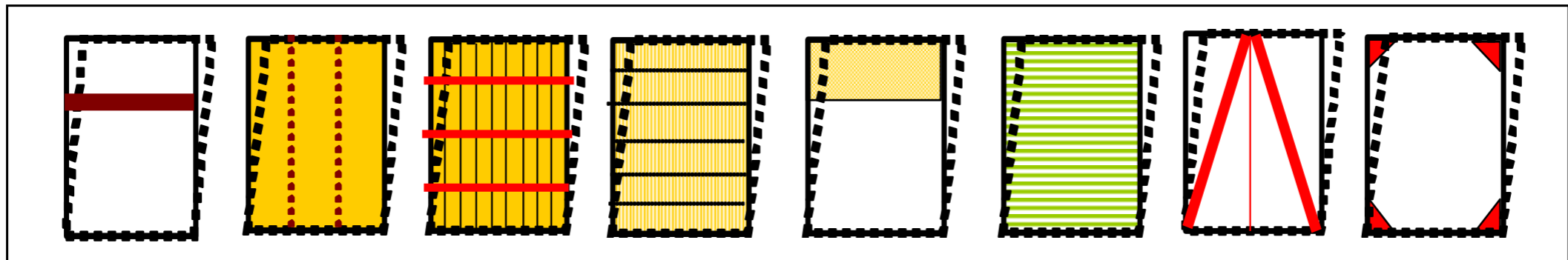
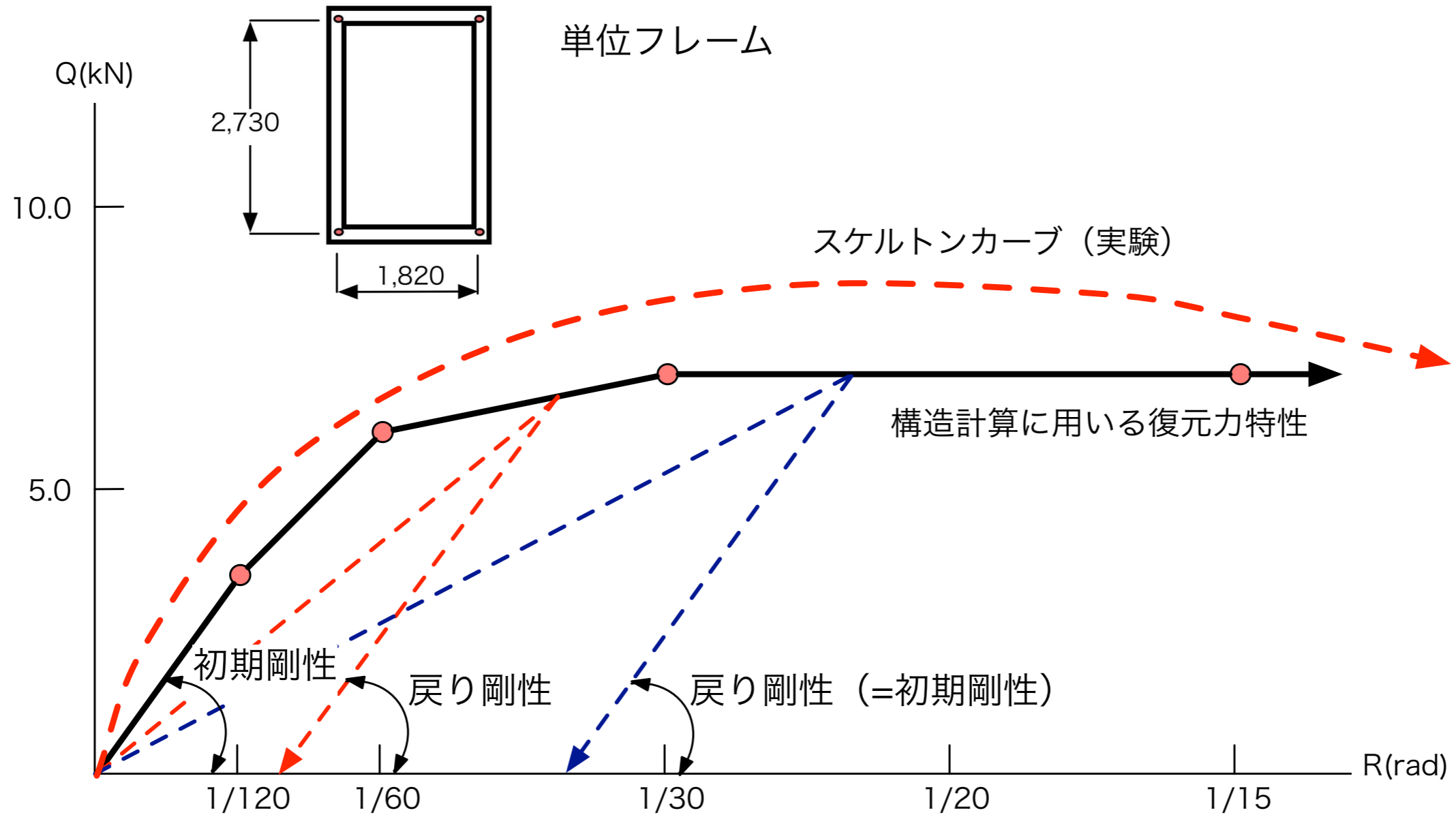
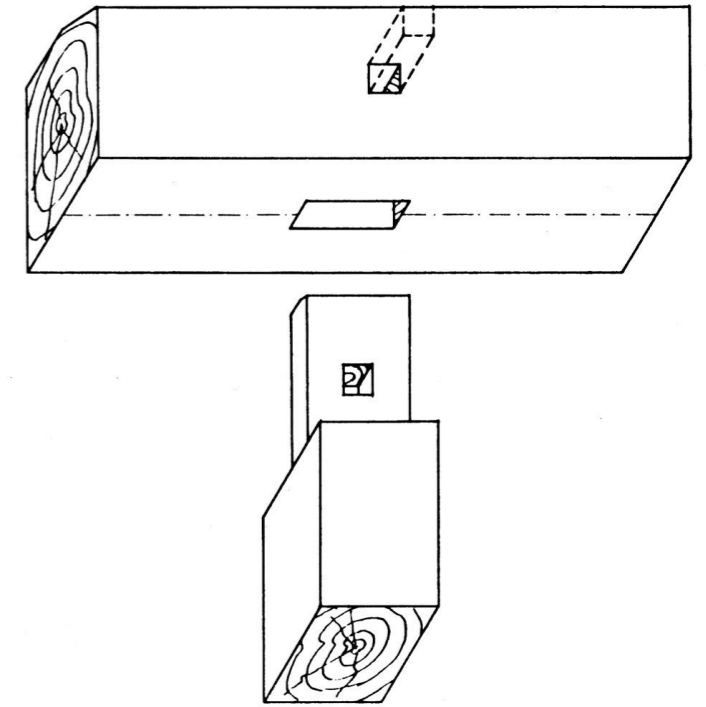
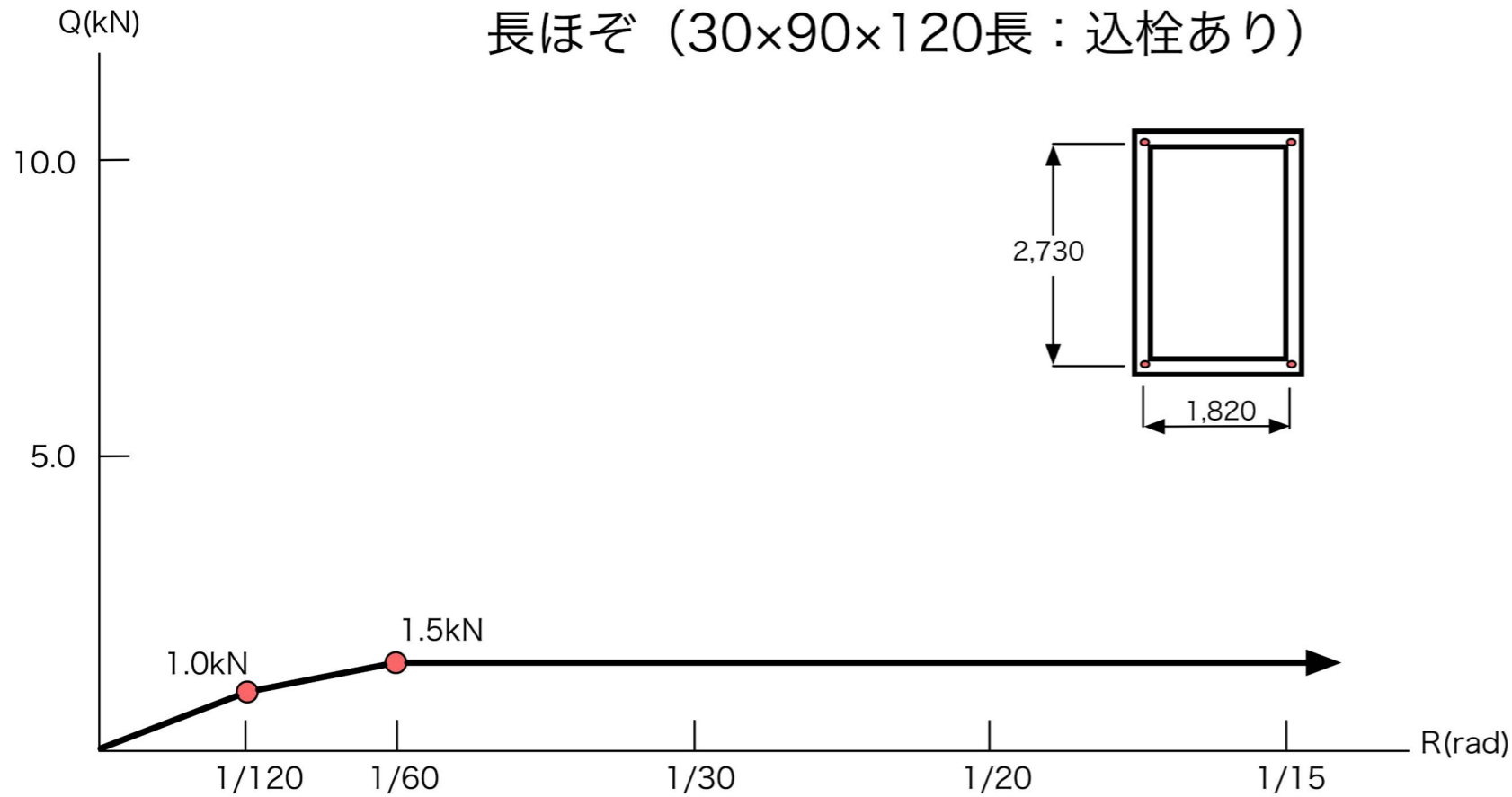


単位フレームの復元力特性シート (木造住宅設計用)



長ほぞ (30×90×120長：込栓あり)



長ほぞ (込栓)

【仕様】

- ・ 長ほぞ：幅30mm×成90mm×深さ120mm（込栓付き）

【復元力特性に含まれるもの】

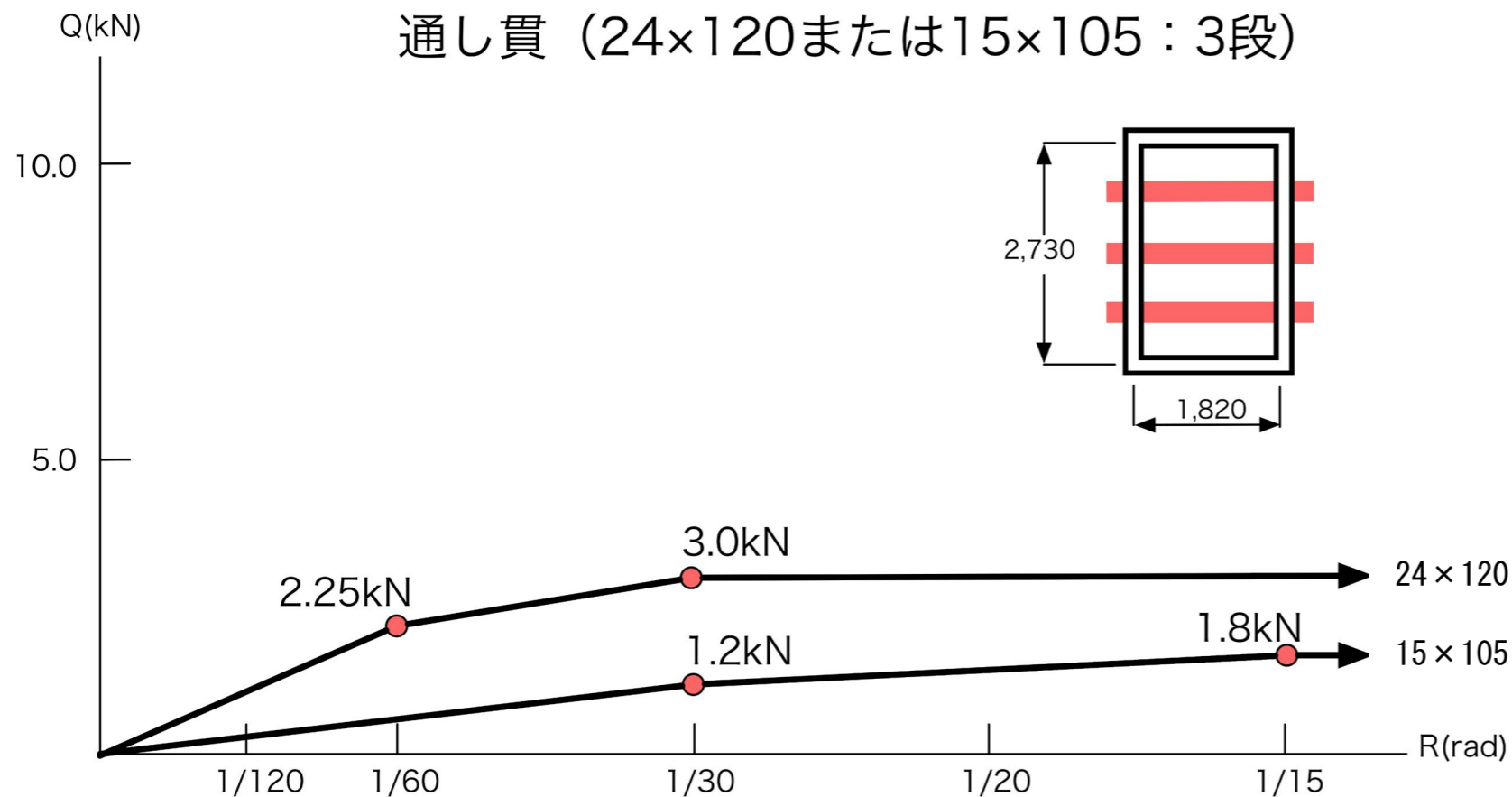
- ・ 柱の上下にある「長ほぞ」4箇所分

【適用の方法】

- ・ 架構の耐力は架構の高さに反比例し、柱間寸法には関係しない。
- ・ 架構の耐力はほぞの数に比例するので2個の場合は1/2に低減する。
- ・ ほぞの耐力は建物全体の耐力から較べると小さいので、無視しても計算上は大きな影響はない。
- ・ 柱のサイズが105mm角～150mm角程度であれば同等の耐力とし、柱断面による区分はない。
- ・ 調査の際に込栓がなければ短ほぞとみなして耐力は無視する。
- ・ 短ほぞ接合された柱で、引き抜きが生じるものは、柱と土台、柱と梁の接合部にV型金物（またはT型金物）が必要である。これらの金物は耐力に関係せず、接合部の抜け出しを防止するためのものである。



V型金物（試験体）



通し貫の実験

【注】 貫のサイズや柱の大きさが異なる場合、貫の耐力は貫のめり込み面積（貫の幅×柱の見付け幅）に比例すると考えてよいが、別途「木材のめり込み特性」にもとづく計算によって求めるのがのぞましい。

【仕様】

- 貫は24mm×120mm（柱は120mm角）または15mm×105mm（柱は105mm角）である。

【復元力特性に含まれるもの】

- 通し貫3段分。

【適用の方法】

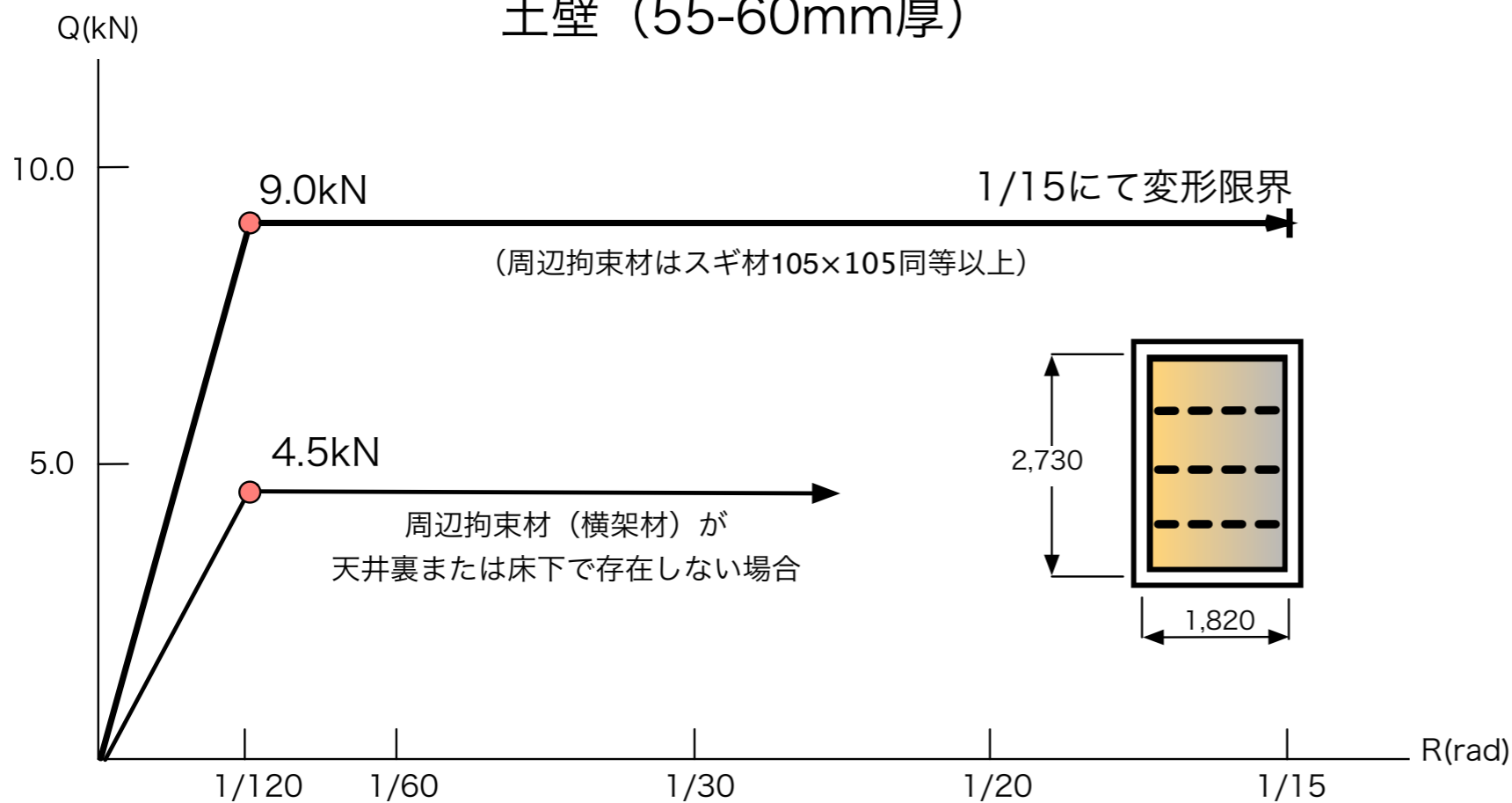
- 復元力特性は柱を貫通する通し貫の仕口6箇所分の耐力であるとする。
- 架構の耐力は通し貫の仕口の数に比例する。
- 架構の耐力は架構の高さに反比例し、柱間には関係しない。
- 通し貫でない場合、略鎌継手は1/2、外端の大入れは1/4の耐力とする。

（例）貫が1段で片側が通し貫、片側が大入れの場合

通し貫の仕口の数に換算すると、1箇所+1/4箇所=5/4箇所

図は通し貫6箇所の耐力なので図の耐力を5/24倍して使う

土壁 (55-60mm厚)



土壁の施工 (愛媛県)

周辺の拘束された土壁

【仕様】

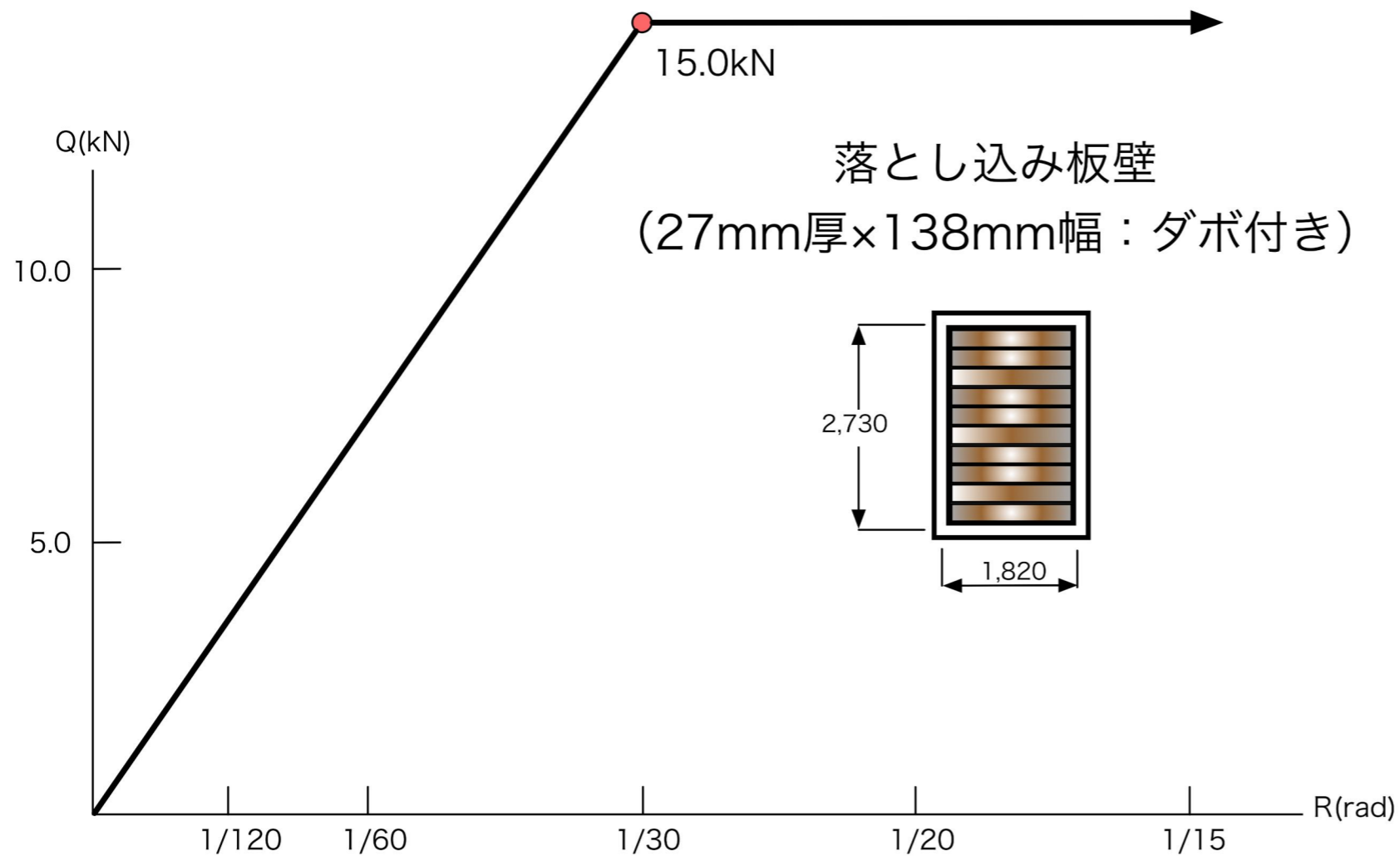
- 壁厚55～60mm。小舞下地に貫 (15mm×105mm) 3段。柱は105mm角。

【復元力特性に含まれるもの】

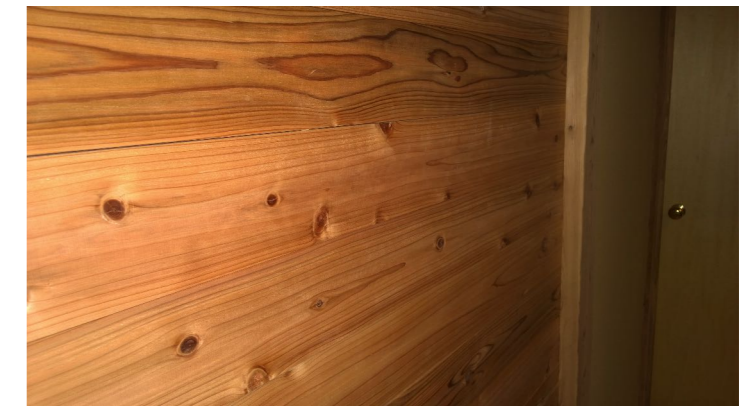
- 土壁 (貫や下地をすべて含む) と、柱の短ほぞ4箇所分。

【適用の方法】

- 耐力は柱間の寸法に比例するが、架構の高さには関係しない。
- 耐力は壁厚に比例するが、改修工事においては、60～80mm程度の壁厚であれば安全側の判断として、壁厚による耐力の割り増しはしない方がよい。ただし土壁が55mmより薄い場合は耐力を厚みに比例して低減する。



落とし込み板壁（宮城県・米蔵）



落とし込み板壁（長野県・個人住宅）

【仕様】

- 柱の15mm深さの溝に沿ってスギ板を落とし込んだ真壁である。スギ板は厚み27mm×幅138mmで、板どうしの接触面にダボを埋め込む。ダボのサイズは15mm×15mm、長さは120mmで、1つの接触面（1820mmのスパン）に303mmピッチで5本設置する。ただし上図の復元力特性のもとになった実験は、板と横架材の間にはダボは設けていない。

【復元力特性に含まれるもの】

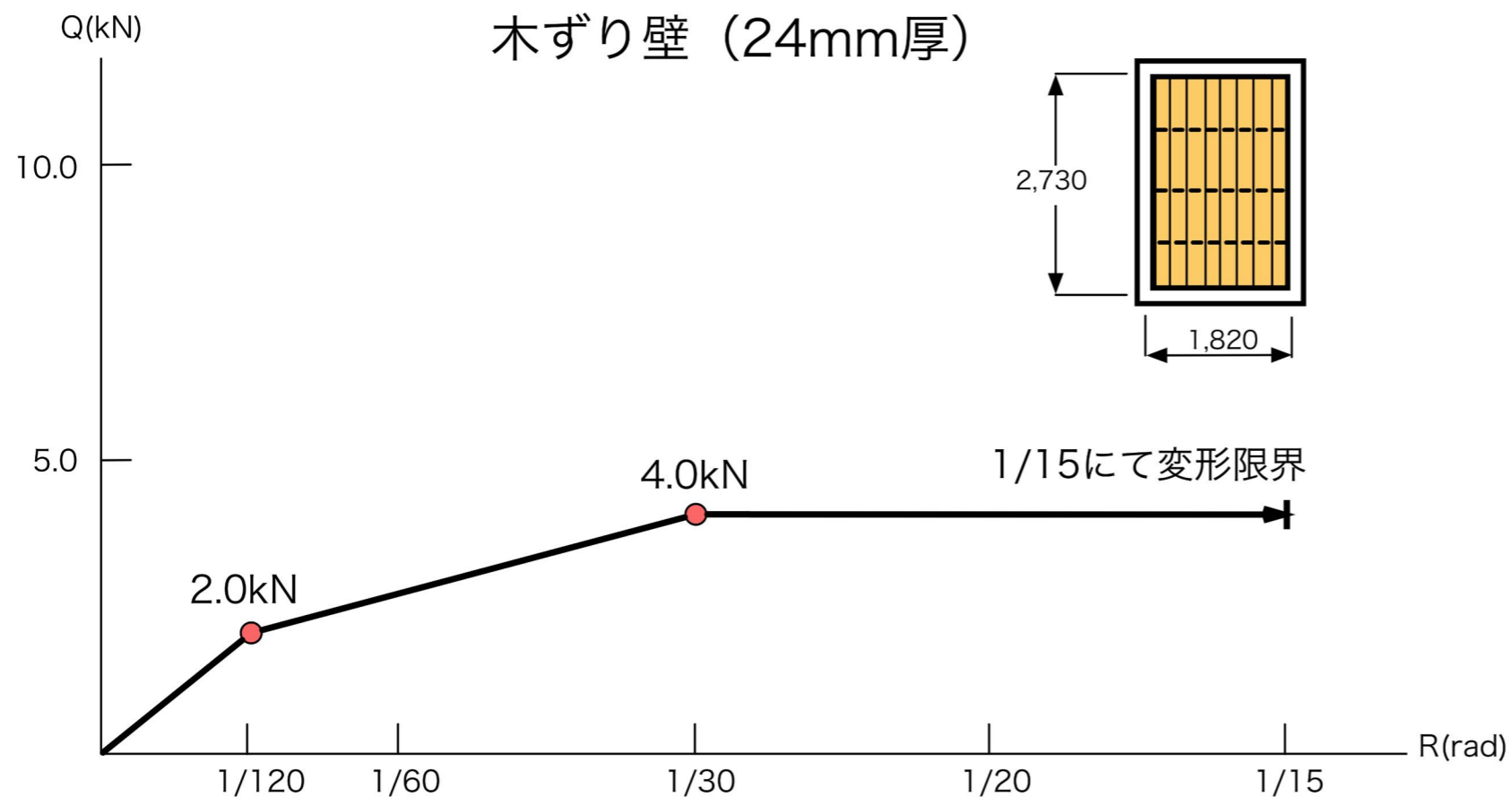
- 落とし込み板壁と柱の短ほぞ4箇所分を含む。

【適用の方法】

- 耐力は柱間の寸法に比例するが、架構の高さには関係しない。

【参考】

実験ではダボのサイズや本数による剛性や耐力の差は顕著には表れていない。
 施工で生じるガタが初期剛性に影響するため、実際の初期剛性は上図の復元力特性よりやや低い。



木ずり壁 (兵庫県舞子浜公園内)

【仕様】

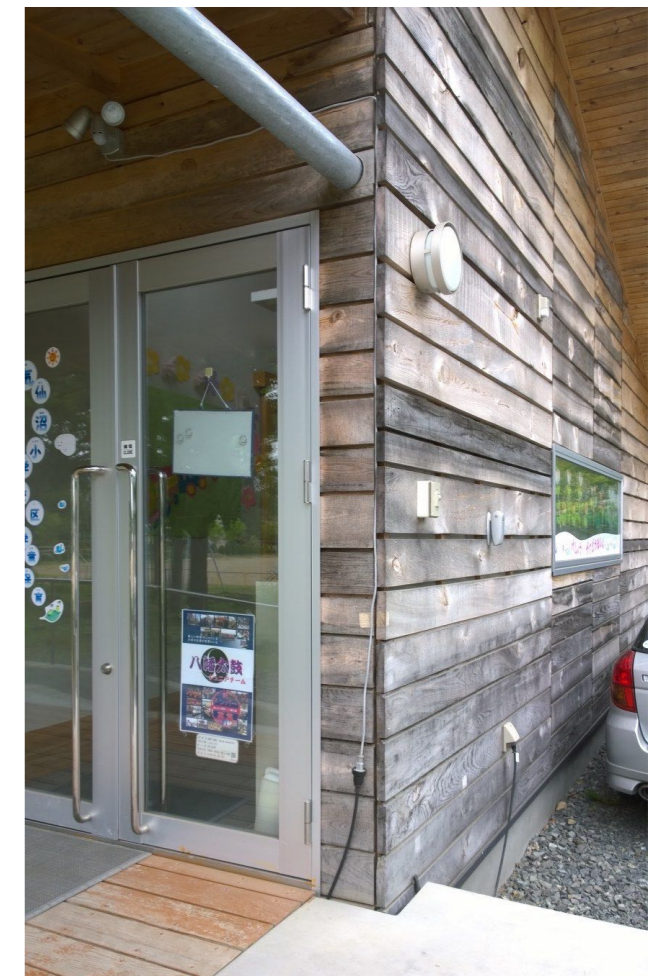
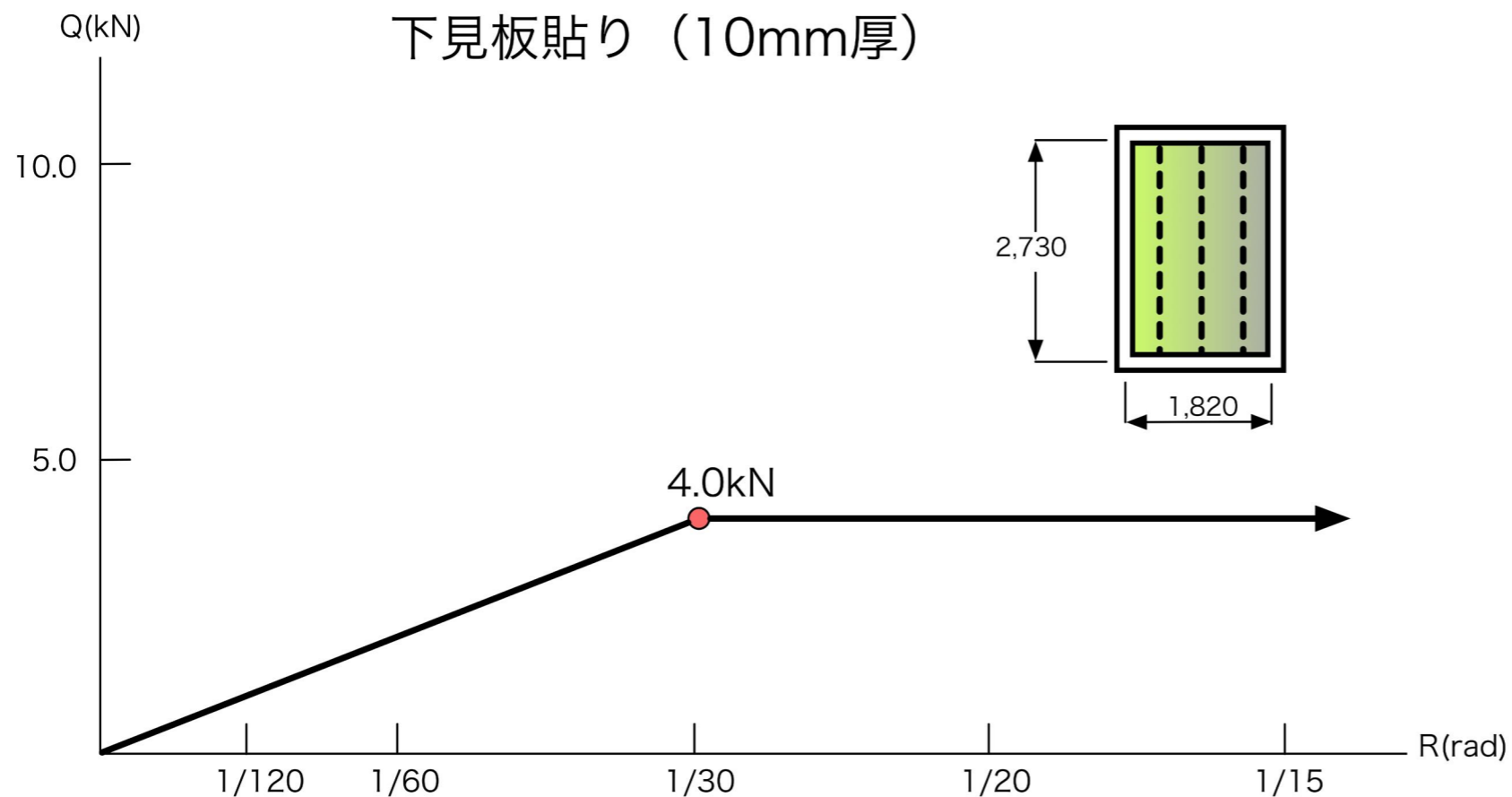
- 24mm厚×200mm幅 (ヒノキ) を縦貼りし、貫は24mm×120mmを3段設けている。
- 板は貫に釘止めし、板どうしまたは板と周辺架構との間は突きつけとしている

【復元力特性に含まれるもの】

- 3段の通し貫と板壁 (縦貼り) と柱の短ほぞ4箇所分を含む。

【適用の方法】

- 貫の耐力を差し引くと、板壁のみでは1 kNの降伏耐力となる。
- 耐力は柱間寸法に比例する。



下見板貼り (気仙沼市・校舎)

【仕様】

- 10mm厚×6尺×164mm幅、間柱@455、(釘) N38を柱・間柱に各2本ずつ

【復元力特性に含まれるもの】

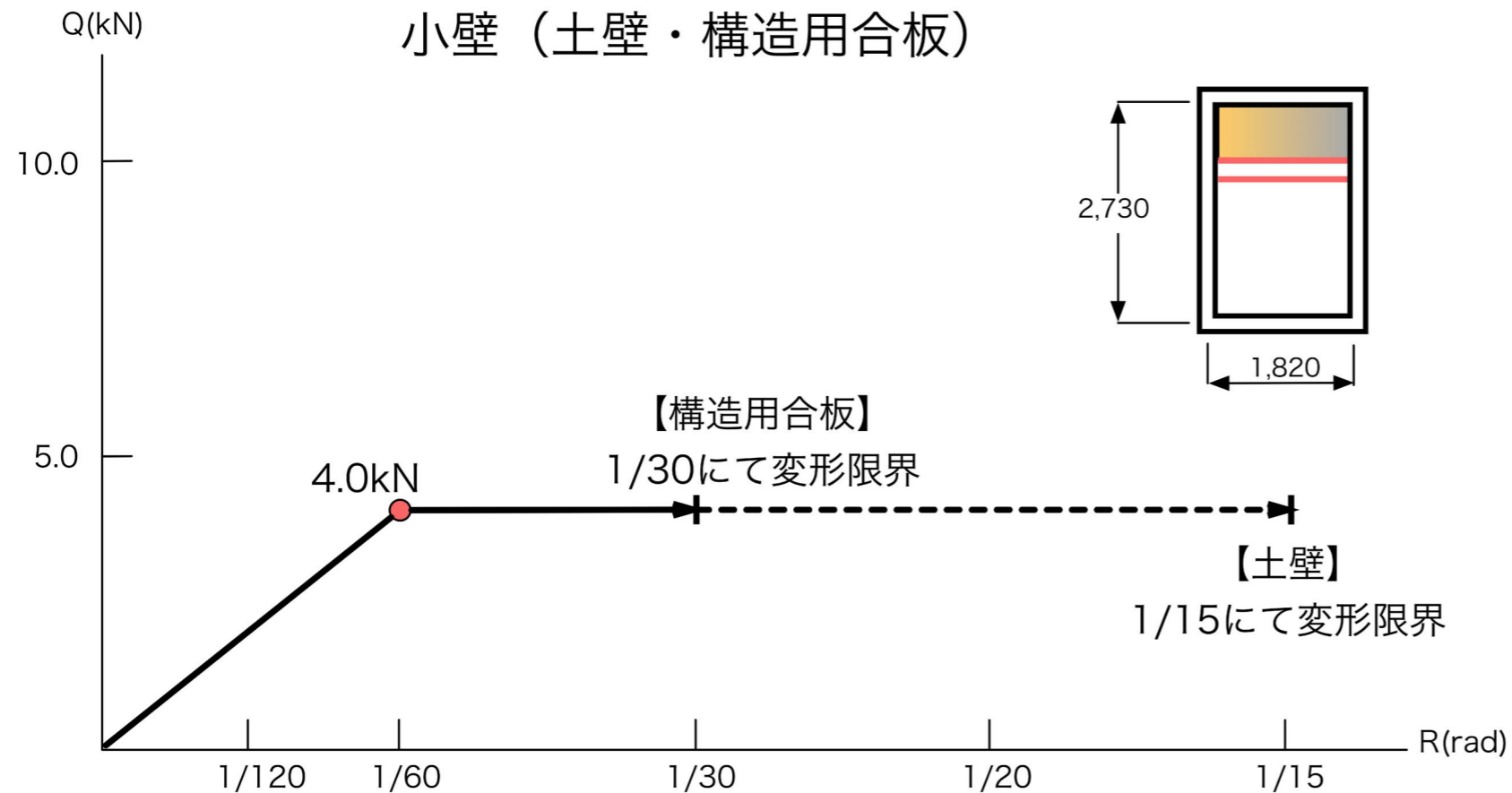
- 下見板貼りとその下地と柱の短ほぞ4箇所分。

【適用の方法】

- 耐力は柱間寸法に比例する。
- 板の厚みを変えても留め付けの釘本数が同じなら耐力の変化はないとする。
- 開口のある場合は開口補強枠の仕様に応じて適切に設計判断を行う。



下見板貼り (青森県東津軽郡・校舎)



【仕様】

- ・ 通し貫一段とたれ壁の土壁（壁厚60mm）からなる小壁。小壁の成はフレームの高さの1/3を標準とする。
- ・ 小壁は土壁に限らず、構造用合板でも同様の復元力特性とみなす。

【復元力特性に含まれるもの】

- ・ 小壁と柱の短ほぞ4個分と通し貫一段を含む。

【適用の方法】

- ・ 小壁の耐力は、小壁成のフレームの高さに対する割合が0の時は0kN、1/3の時は4kN、1の時は全面壁の耐力とし、それ以外の場合は比例関係を使ってその中間の値をとる。
- ・ 小壁の下端で柱の曲げ耐力を検討し、柱が折損する場合は柱の曲げ耐力で決める。
- ・ 柱の耐力を検討した場合は変形限界を1/15rad、確認できない場合は1/30radとする。
- ・ 複数スパン連続する小壁の耐力は、柱の検討により折損しないことが確認できた場合はスパン数に比例し、確認できない場合は柱の本数に比例すると考える。
- ・ たれ壁とともに腰壁の付いたフレームは、両者の成を合計して耐力を計算してよい。
- ・ 小壁の壁厚は耐力に関係しない。
- ・ 柱が折れる可能性が高い場合は添え柱を設けるなど、軸力を保持する手当てを講じておく。

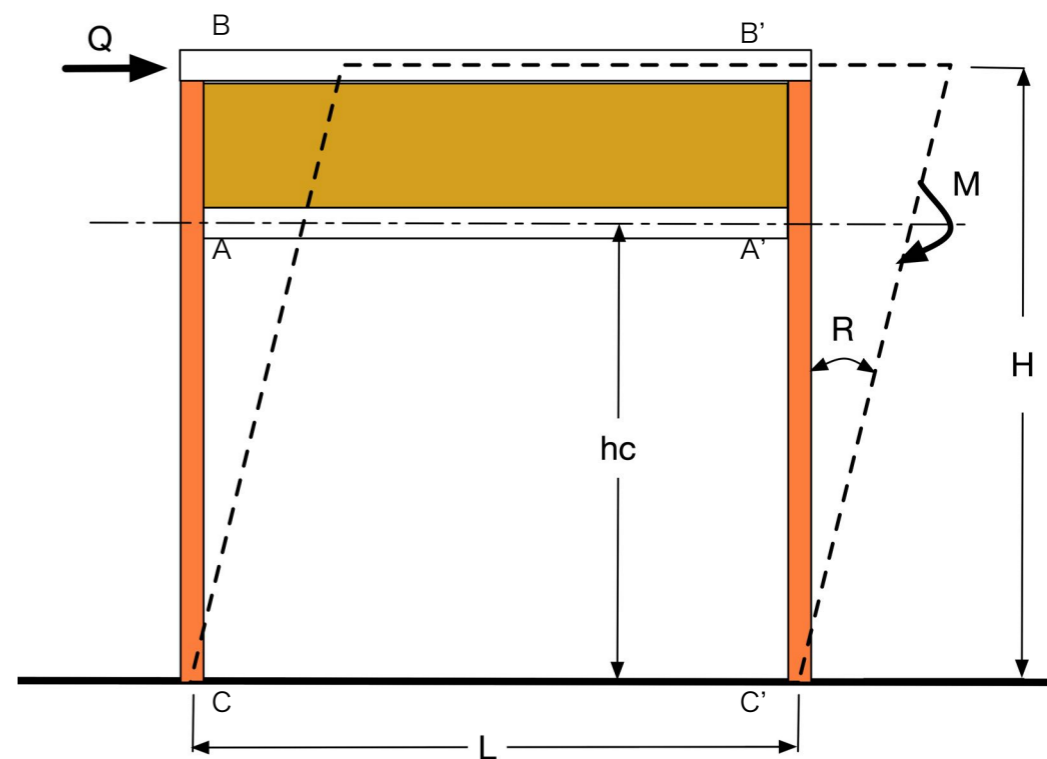
小壁耐力表

()内は1/120rad時の耐力を示す
(単位; kN)

柱間	910mm以上	1365mm以上	1820mm以上	2275mm以上	2730mm以上	3185mm以上	3640mm
1/6×H以上							
耐力	(0.7) 1.5	(0.8) 1.7	(1.0) 2.0	(1.1) 2.2	(1.2) 2.5	(1.3) 2.7	(1.5) 3.0
2/6×H以上							
耐力	(1.5) 3.0	(1.7) 3.5	(2.0) 4.0	(2.2) 4.5	(2.5) 5.0	(2.7) 5.5	(3.0) 6.0
3/6×H以上							
耐力	(2.2) 3.3	(2.9) 4.3	(3.7) 5.2	(4.4) 6.1	(5.2) 7.1	(5.9) 8.0	(6.7) 9.0
4/6×H以上							
耐力	(3.0) 3.7	(4.2) 5.1	(5.5) 6.5	(6.7) 7.8	(8.0) 9.2	(9.2) 10.6	(10.5) 12.0
5/6×H以上							
耐力	(3.7) 4.1	(5.4) 5.9	(7.2) 7.7	(8.9) 9.5	(10.7) 11.3	(12.4) 13.1	(14.2) 15.0
6/6×H							
耐力	(4.5) 4.5	(6.7) 6.7	(9.0) 9.0	(11.2) 11.2	(13.5) 13.5	(15.7) 15.7	(18.0) 18.0

小壁架構の復元力特性

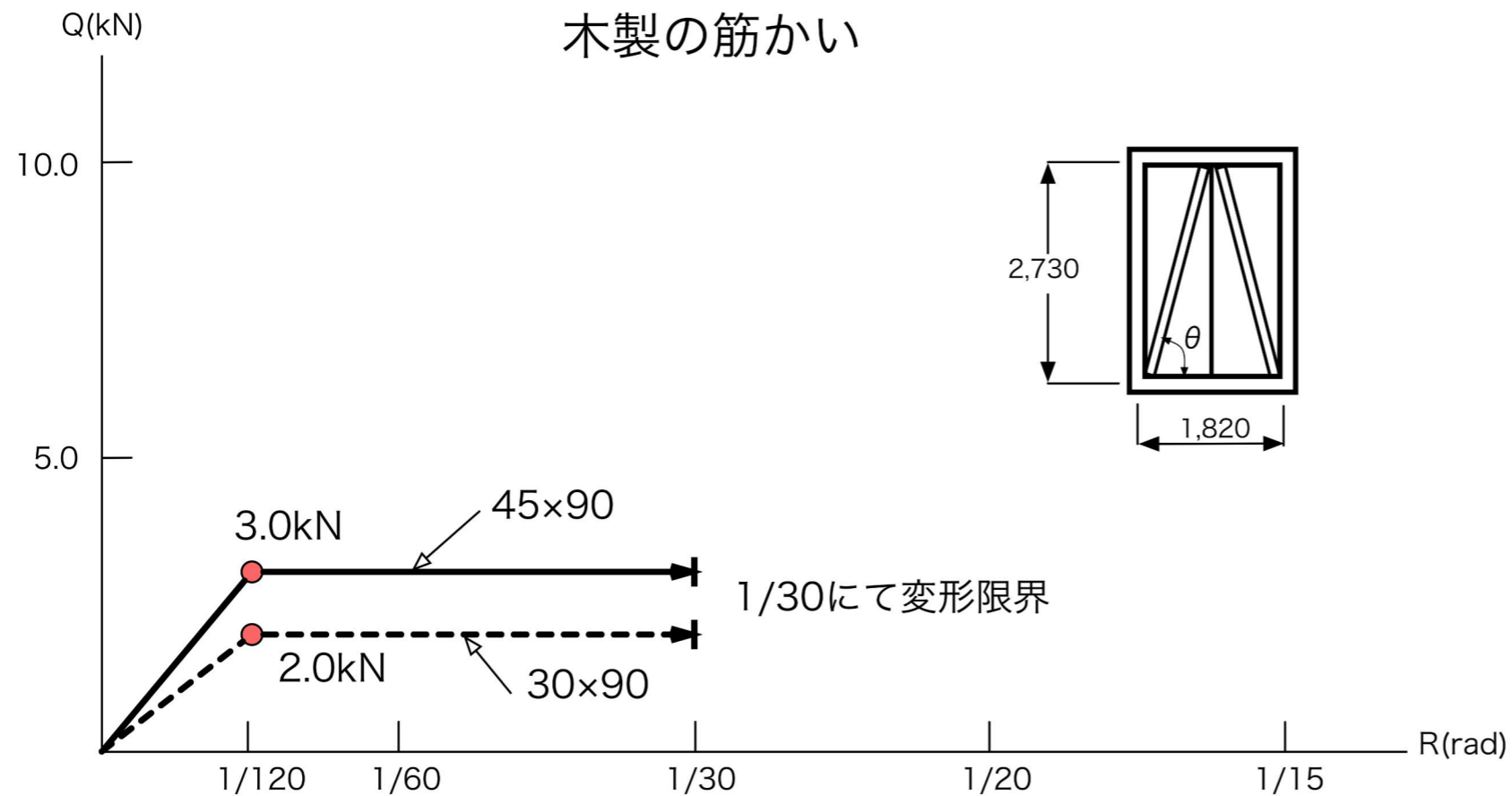
小壁高さがスパンの1/4以下の場合、小壁架構の耐力を高さhcの柱が柱脚ピン・柱頭固定（小壁を剛な梁と見なし）として復元力特性を求めるのがより実情に近くなる。逆に小壁が全面壁に近い時（hcが柱幅の2倍以下）は、柱の剪断変形が卓越するので実用的には全面壁と見なしでも差し支えない。また縦長の壁なら曲げ変形卓越型の変形モードとなり、復元力特性を求める際に柱の浮き上がり（転倒モード）チェックが不可欠である。



小壁架構の変形モード

※小壁耐力表に関する注意

太枠で囲った部分は実験値に基づくケースで、他は小壁高さとスパンについて線形補完した耐力を示している。柱の曲げ変形を無視して小壁の剪断変形のみを考慮しているので、色塗り部は要注意。



木製筋かい（ $1/30$ を超えると筋かいは面外に座屈、はらみだして耐力を失う）

【仕様】

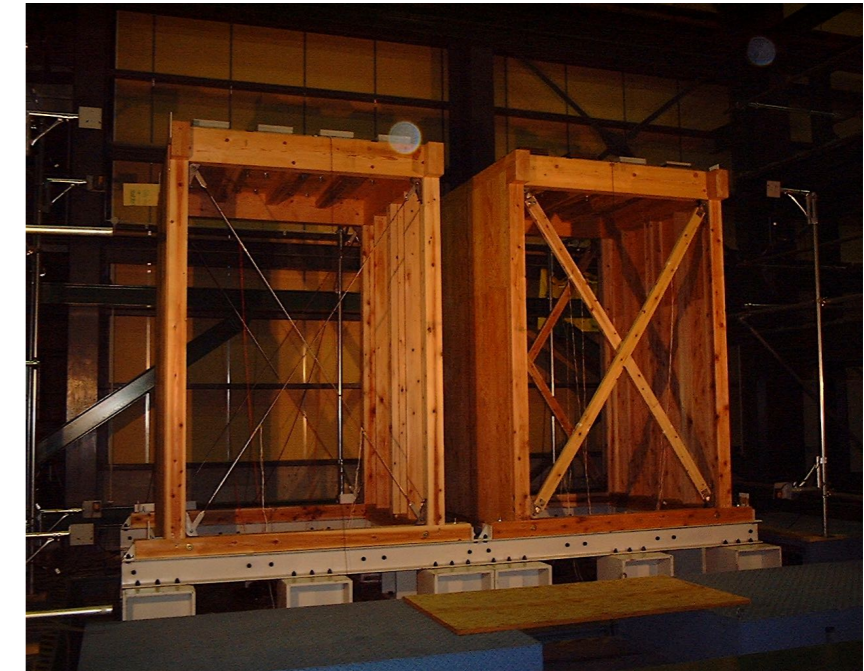
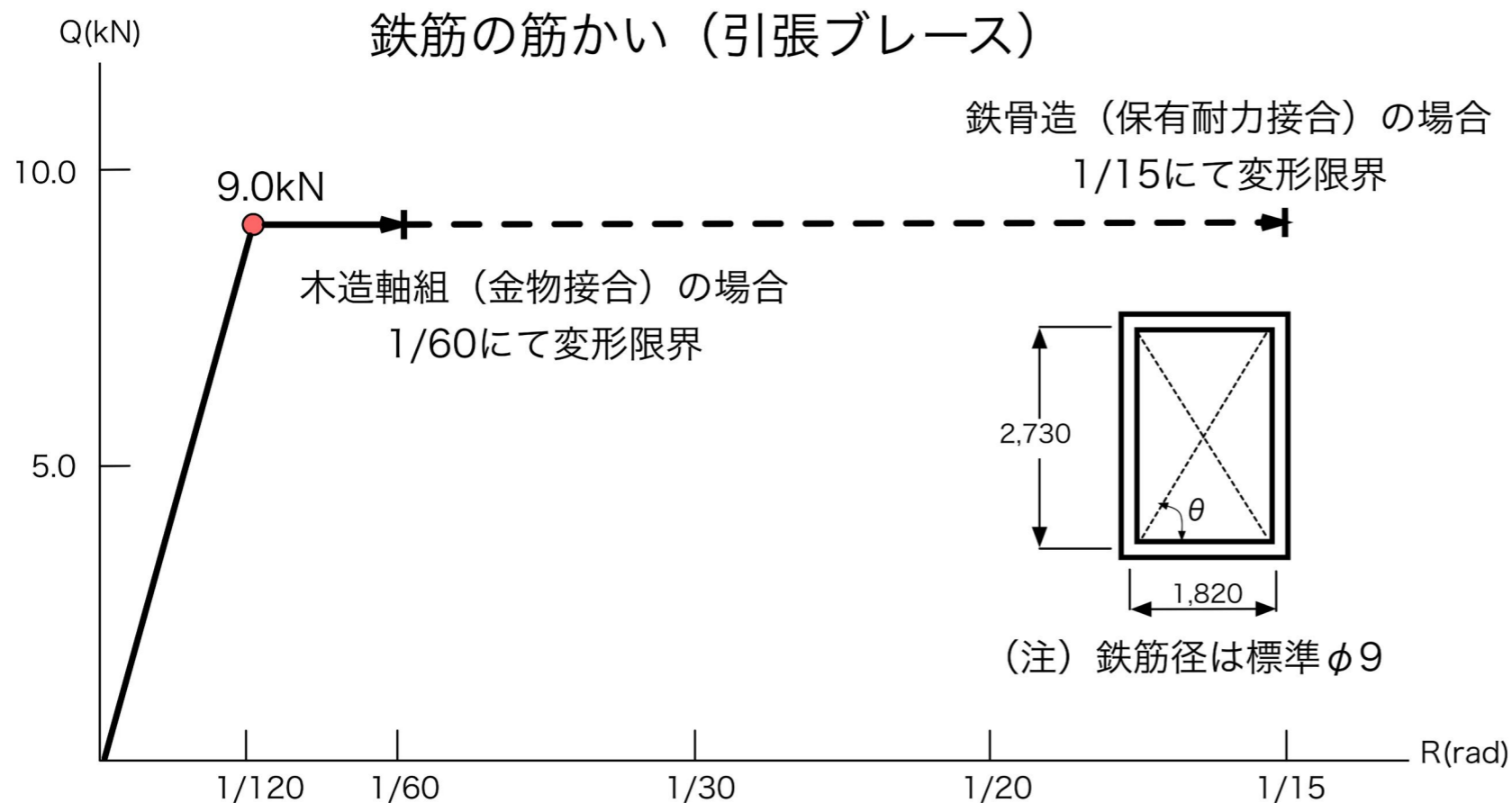
- ・ 図中に示すサイズの筋かいが図の角度で八の字にとりついている。

【復元力特性に含まれるもの】

- ・ 圧縮筋かいだけを有効とみなしているので、1本分の筋かいの耐力と柱の短ほぞ4個分を含んでいる。

【適用の方法】

- ・ 告示に合致した筋かい金物がついていない場合は、両筋かいであっても片側（圧縮側）しか耐力を見込めない。
- ・ 筋かい金物がついている場合は引張筋かいとして有効になるので、耐力を2倍してよい。
- ・ 耐力は取り付け角度（水平軸からの角度）を θ とすると $\cos \theta$ に比例する



筋かい付きフレームの実験

【仕様】

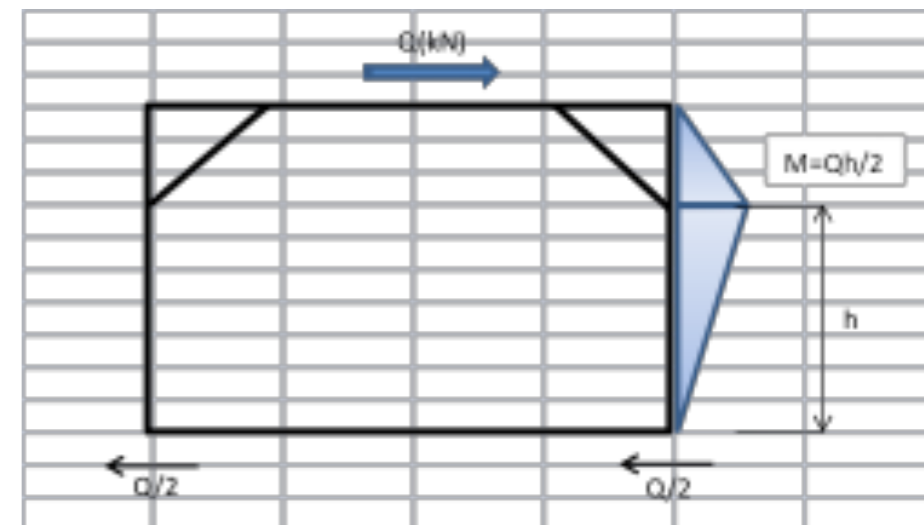
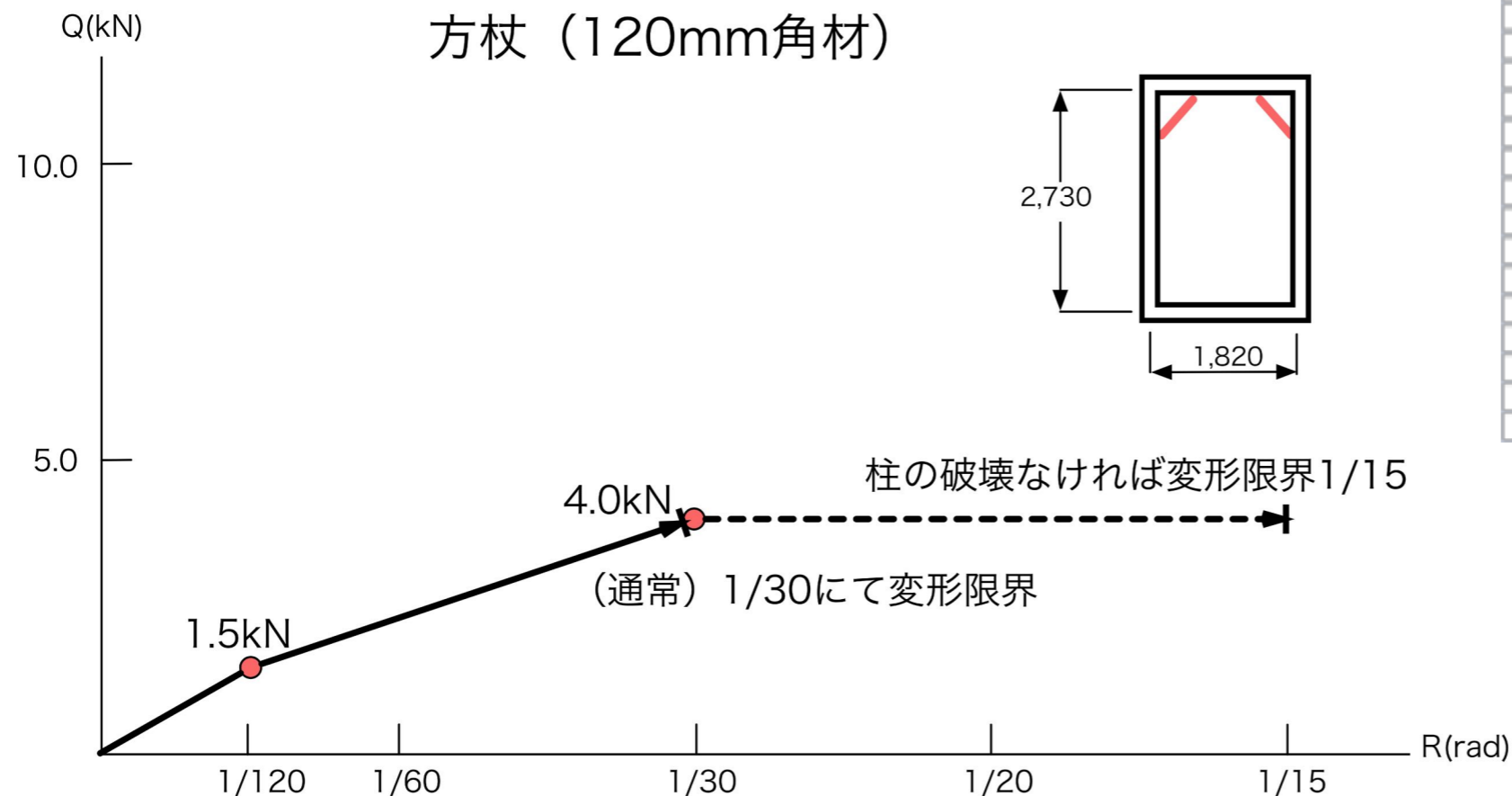
- 9 ϕ タスキ掛け、（端部接合）ピン8 ϕ ・L70、4-N90F

【復元力特性に含まれるもの】

- 筋かいの耐力と、柱の短ほぞ4個分を含んでいる。

【適用の方法】

- 筋かいを入れた架構の耐力は、その取り付け角度（水平軸から）を θ として、 $\cos \theta$ に比例するので、建物に応用する場合は、柱間や階高でなく取り付け角度にて補正して用いる。
- 木造架構に鉄筋（あるいはステンレス）のブレースが挿入された場合、架構の剛性は高くなるが、耐力と変形性能は接合部によって決定することを考慮すれば、鉄筋としてよほど細い番線を用いない限り鉄筋径によって耐力は変化しない。
- 架構高さが大きくなると架構変形は曲げモードが支配的になるので、周辺柱の引き抜き耐力をチェックする。



【参考】方杖架構に水平力が作用すると、右図のような曲げモーメントが発生する。柱が損傷するかどうかを調べるためには、方杖の根元で圧縮力と曲げを同時に受ける柱の断面の検討を行えばよい。一般的な住宅で、計算を行わずに1/15radまでの変形を期待するためには、少なくとも柱は135mm角以上または、添柱が必要である。

【仕様】

- ・ スパンが3640mm、高さが2730mmの方杖架構。方杖は、梁および柱の中心から900mmの位置に斜め45°方向に設置している。
- ・ 柱、土台、方杖は120mm×120mm、梁は120mm×240mmのスギ材。
- ・ 試験体の柱と梁の接合部は長ほぞ差しで、15mm角の込栓で留めている。

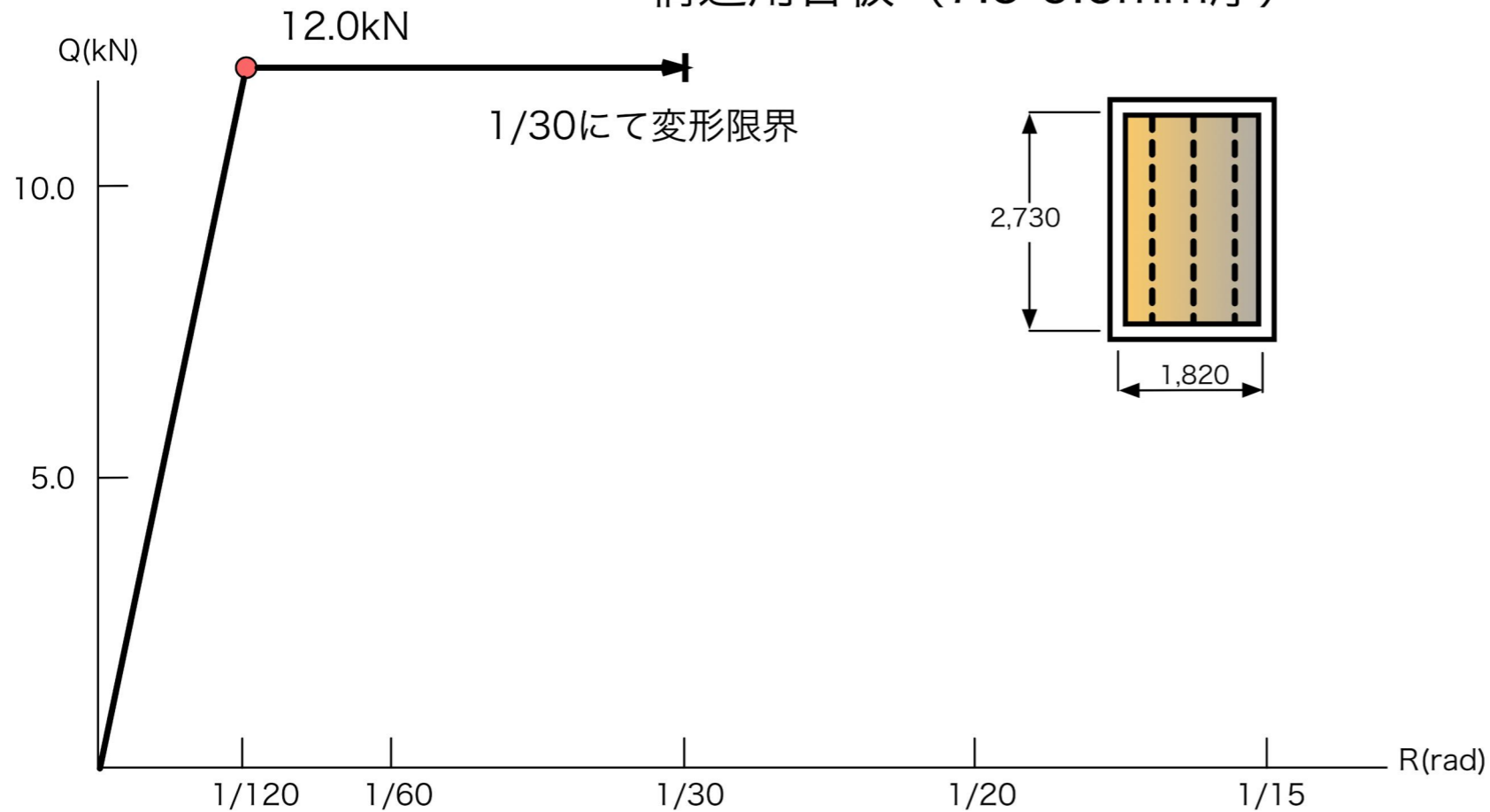
【復元力特性に含まれるもの】

- ・ 方杖と柱の長ほぞ4箇所分の耐力を含む。

【適用の方法】

- ・ 耐力はフレームの高さに反比例し、柱間寸法には関係しない。
- ・ 柱の断面を検討して方杖の根元で柱が折れないことを確認した場合は変形限界を1/15radとするが、検討を行わない場合は変形限界を1/30radとする。

構造用合板 (7.5-9.0mm厚)



(注) 合板を貼った試験体では、 $1/70$ rad変形時に最大耐力を記録した後は、急激に復元力が減少した。このことは特にBCJ-L2の300Gal加振時によく現れており、変形角が $1/45$ radから $1/25$ radに一気に増加し、それに伴って復元力も11kNから6kNに低下した。このまま加振を続行したため、合板試験体は4.0tonの重りにかかる水平荷重とP- Δ 効果により倒壊した。ただしこの試験体では胴縁もなくまた土台への釘打ちがN50@150となっている。

【仕様】

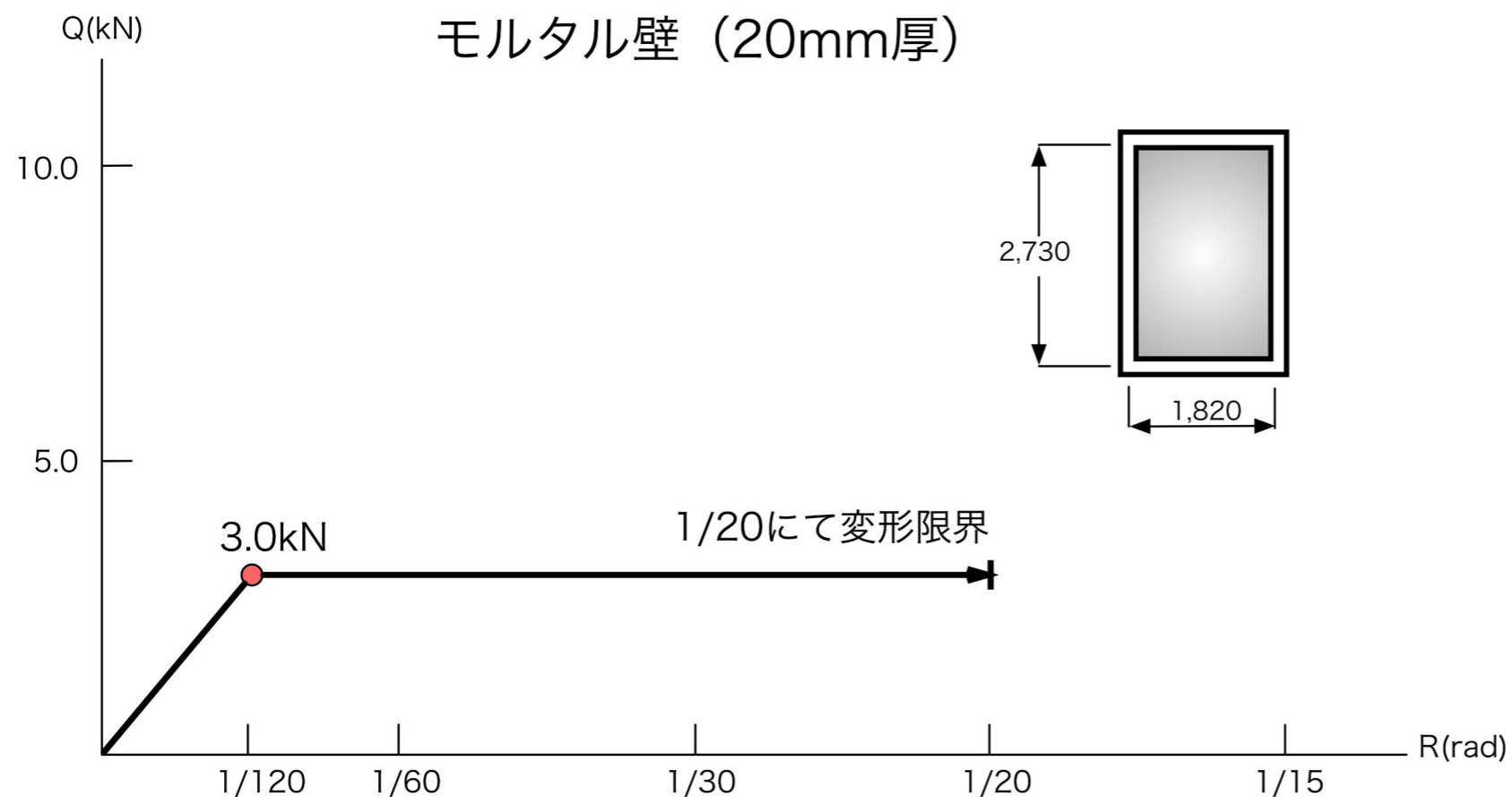
- 7.5mm厚×3尺×9尺、(胴縁) @455、(釘) N50=土台@50・柱梁@150

【復元力特性に含まれるもの】

- 構造用合板と下地および柱の短ほぞ4箇所分

【適用の方法】

- 耐力は柱間寸法に比例する。
- 実験によると耐力は釘のせん断（もしくは釘による木部材の割裂）で決まっているので、構造用合板の厚みを変えても留め付けの釘本数が同じなら耐力の変化はないとする。
- 釘の本数が少ない場合は、耐力あるいは変形限界を当モデルより小さく（例えば $1/60$ のように）設定する。
- 架構の高さが大きくなると架構変形は曲げモードが支配的になるので、周辺柱の引き抜き耐力をチェックすること。



【仕様】

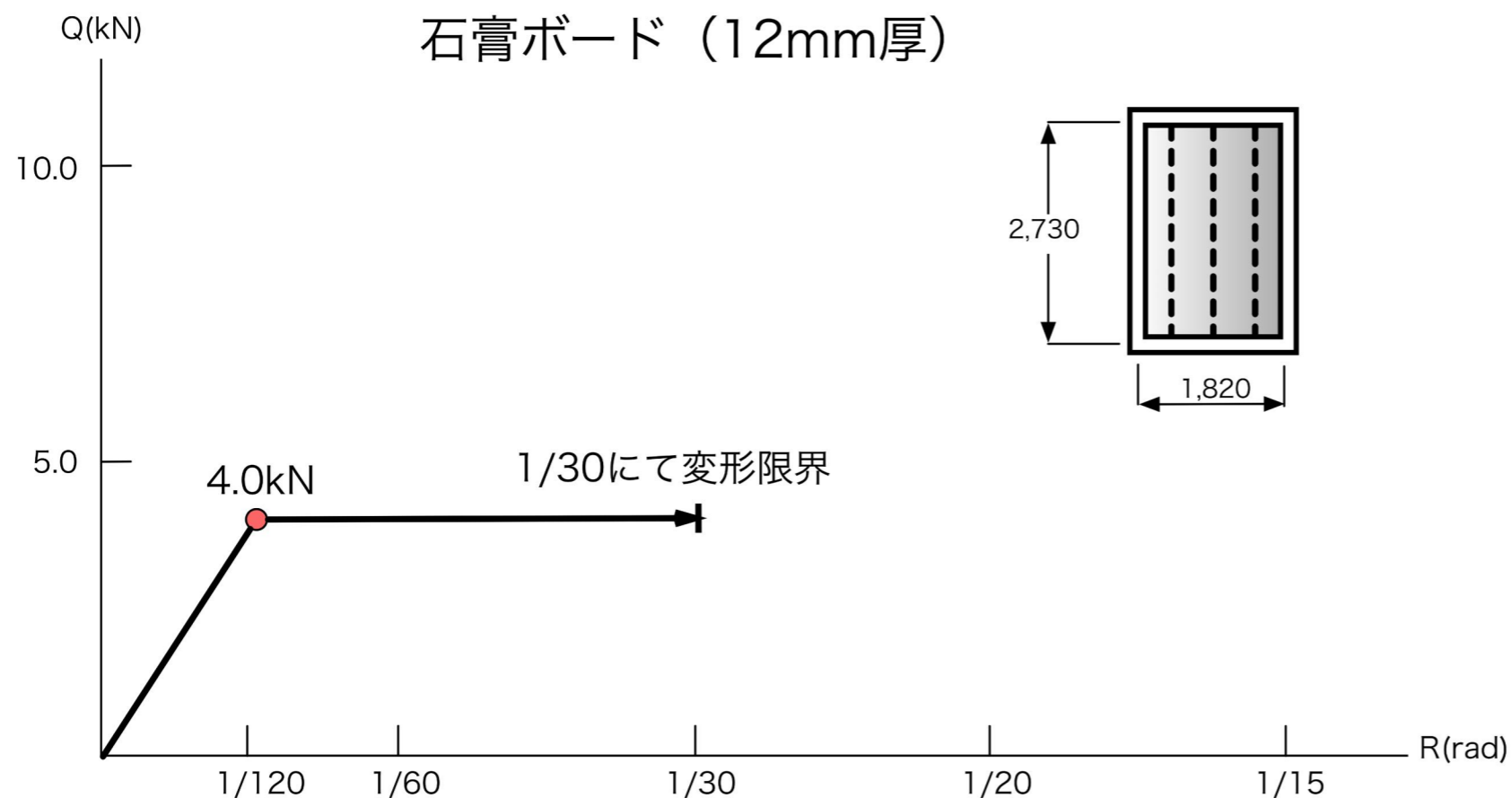
- 木ずりおよびメタルラス下地の上、モルタル塗り20mm厚（モルタル圧縮強度は平均33kN/cm²）
（ただし試験体が幅1,200mm、高さ1,800mmなので耐力軸を1.5倍にして復元力特性のモデル化を行った）

【復元力特性に含まれるもの】

- 耐力は周辺架構（短ほぞ接合）や胴縁または木ずりなどの一般的な下地を含む。

【適用の方法】

- 耐力は柱間寸法に比例して算定する（モルタル厚さでの換算は行わない）。
- 現代の住宅で最も一般的なラスモルタル壁の耐力と変形性能は施工仕様によって異なる。在来の木造軸組住宅は、多くの場合メタルラスを用いたモルタル壁となっている。



【仕様】

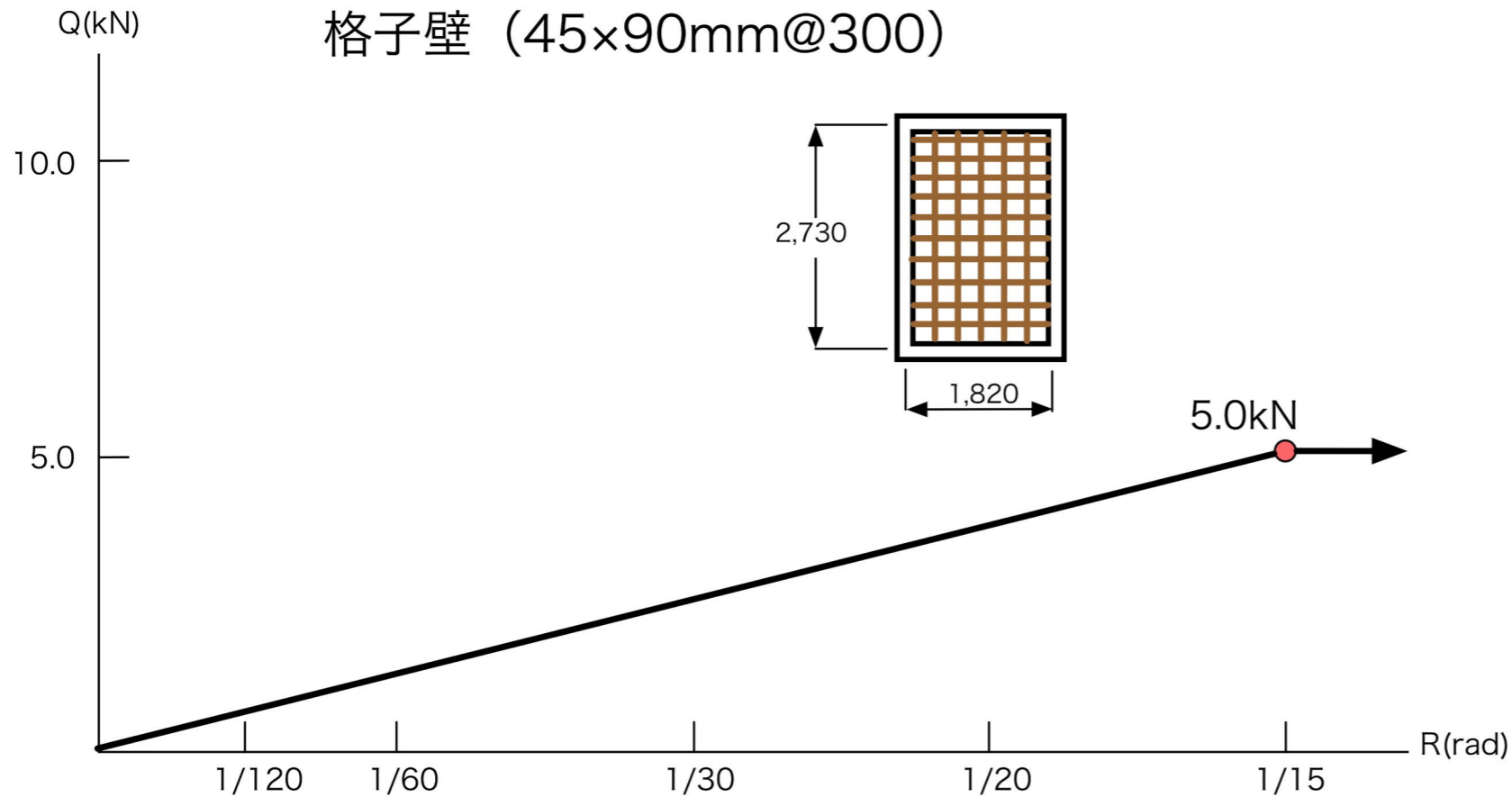
- ・ 柱と間柱 (455ピッチ) に3.8φビス (長さ32mm) を150mm間隔で取り付け。
- ・ 試験体は石膏ボードを縦貼りしたものであるが、復元力特性の設定に当たってはボードの方向に関わらないとした。
- ・ 石膏ボードの他、同じ下地に木毛セメント版 (15mm厚、釘N50@150) を貼った架構も同様の復元力特性を示している。

【復元力特性に含まれるもの】

- ・ ボードと周辺架構や胴縁などの一般的な下地を含む。

【適用の方法】

- ・ 現代住宅の内壁で一般的に用いられている石膏ボードを構造材と見なした復元力特性モデル。
- ・ 耐力は石膏ボードの厚さに関係せず、留め付ける釘の本数などの影響を受ける。
- ・ 架構の耐力は柱間寸法に比例し、高さに関係しない。



【参考】

- ・ 面格子のように相欠き仕口が多数ある場合は、全ての仕口がぴったりとかみあっているわけではないため、加工精度や材の乾燥度などに応じて、初期剛性は $1/2 \sim 1/4$ ほどの誤差が生じる。上図の復元力特性はそれらを考慮して、実験結果をもとに、初期剛性を安全側で評価し、初期剛性の延長上で降伏耐力を決定している。そのため降伏耐力は、実験で得られる最大耐力より低い評価になっている。

【仕様】

- ・ 直交格子壁の仕様は、見付け45mm、見込み90mmでピッチは300mmである。格子は相欠きで組み、周辺の梁と柱には深さ15mmの大入れとしている。
- ・ 格子材の材種はスギである。

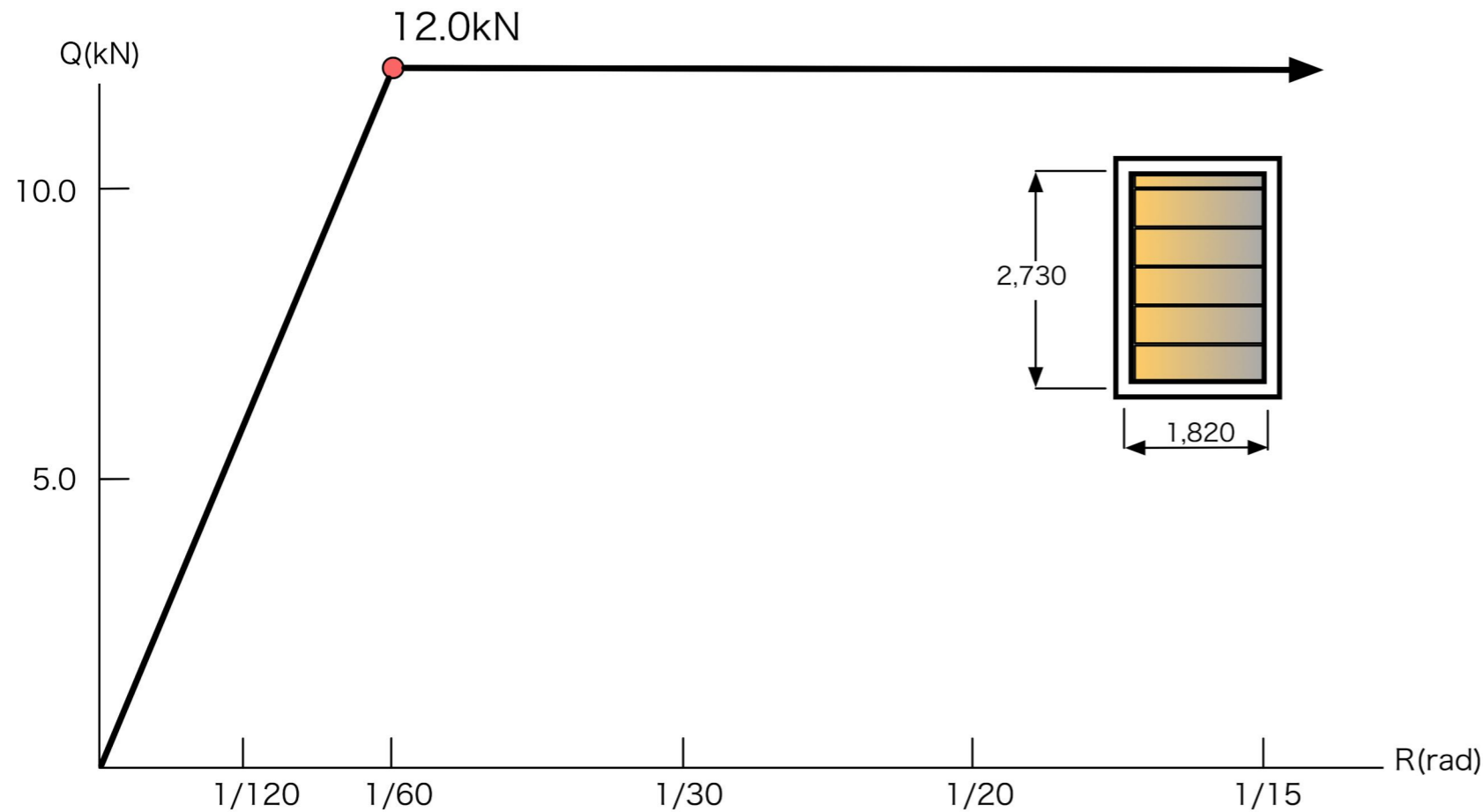
【復元力特性に含まれるもの】

- ・ 格子と柱の短ほぞ4箇所分を含んでいる。

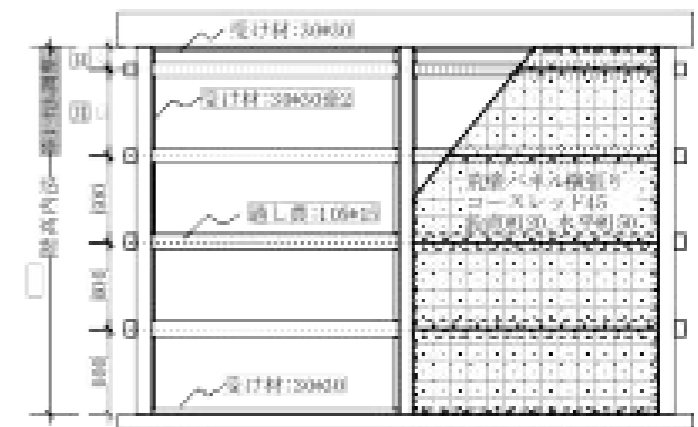
【適用の方法】

- ・ 耐力は柱間寸法に比例する。
- ・ 斜めの格子壁は、水平力に対して圧縮筋かいに似た性状を示すため、上図の復元力特性をそのまま斜め格子壁に適用することはできない。

荒壁パネル（両面貼り）



荒壁パネルフレームの実験



【仕様】

- 荒壁パネルとは土壁を既製品化したパネルで、1枚の厚みは26mmである。架構内の下地（貫や棧）に木ねじでとめる。
- 単位フレームに荒壁パネルを両面貼りしている。

【復元力特性に含まれるもの】

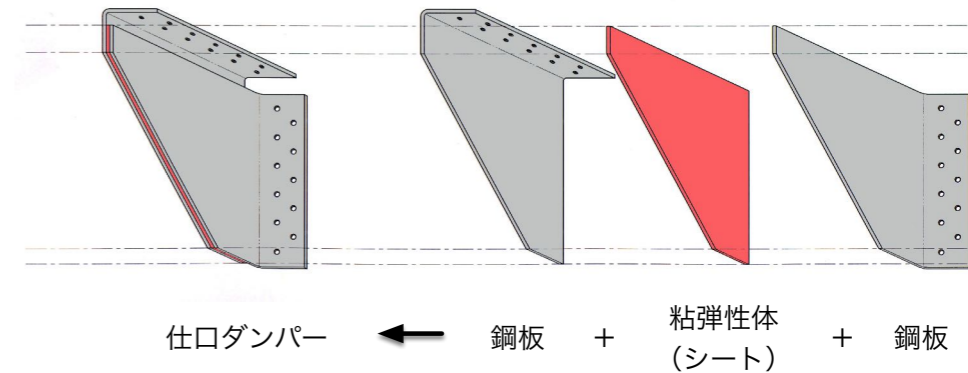
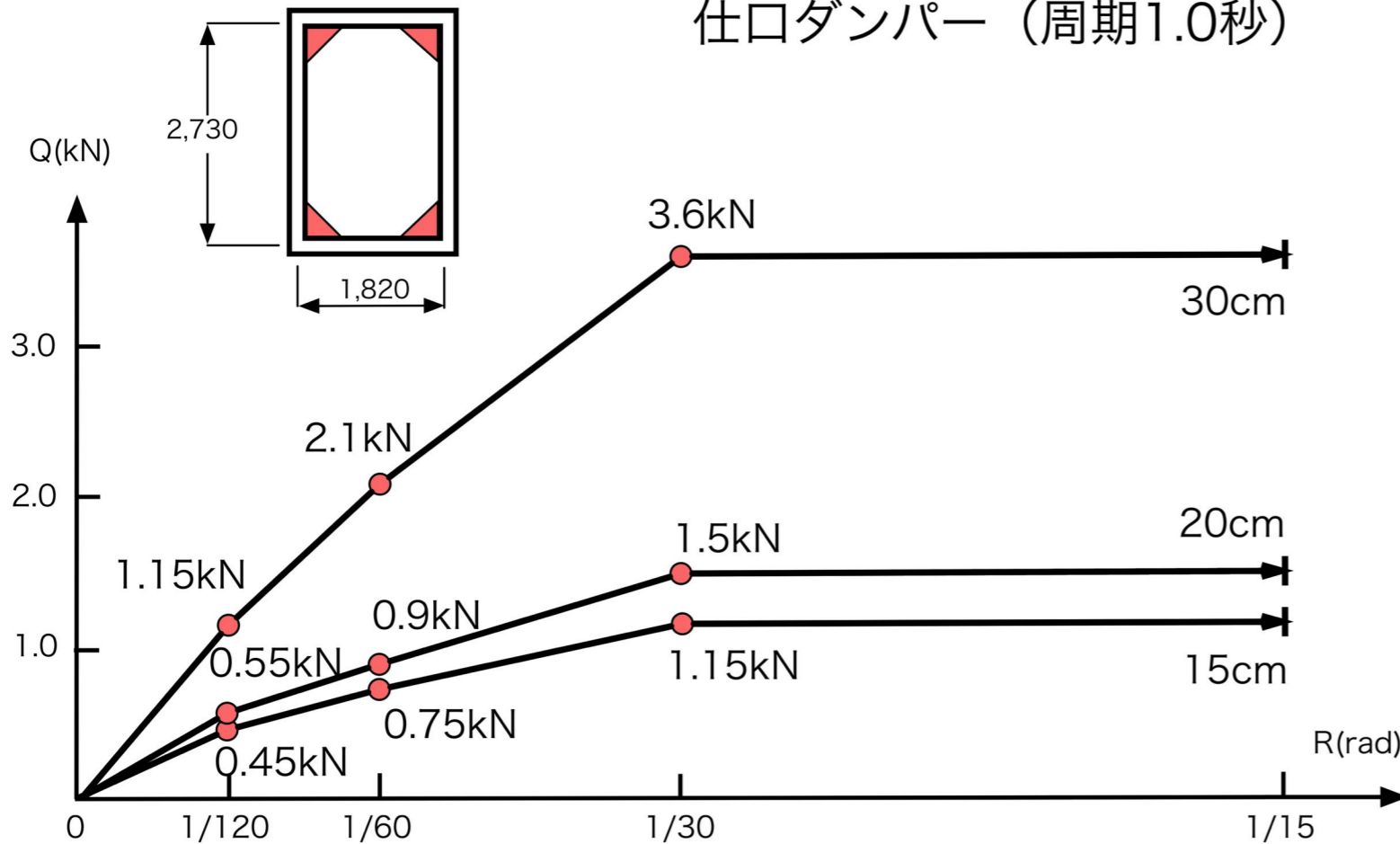
- 荒壁パネル両面（2枚）分。下地や柱の短ほぞ4箇所分の耐力を含んでいる

【適用の方法】

- 耐力は柱間の寸法に比例するが、架構の高さには関係しない
- 荒壁パネルを片面だけに貼る場合は耐力を1/2にする。

縦貼り、横貼り、下地の仕様にかかわらず、同じ復元力特性を用いてよい。

仕口ダンパー（周期1.0秒）



【仕様】

- 仕口ダンパーが架構の四隅に合計4個設置されている場合を示している（1隅のみなら耐力は1/4になる）。
- 仕口ダンパーは15cm、20cm、30cmの3タイプがある。（QMタイプを加えて計4タイプ）

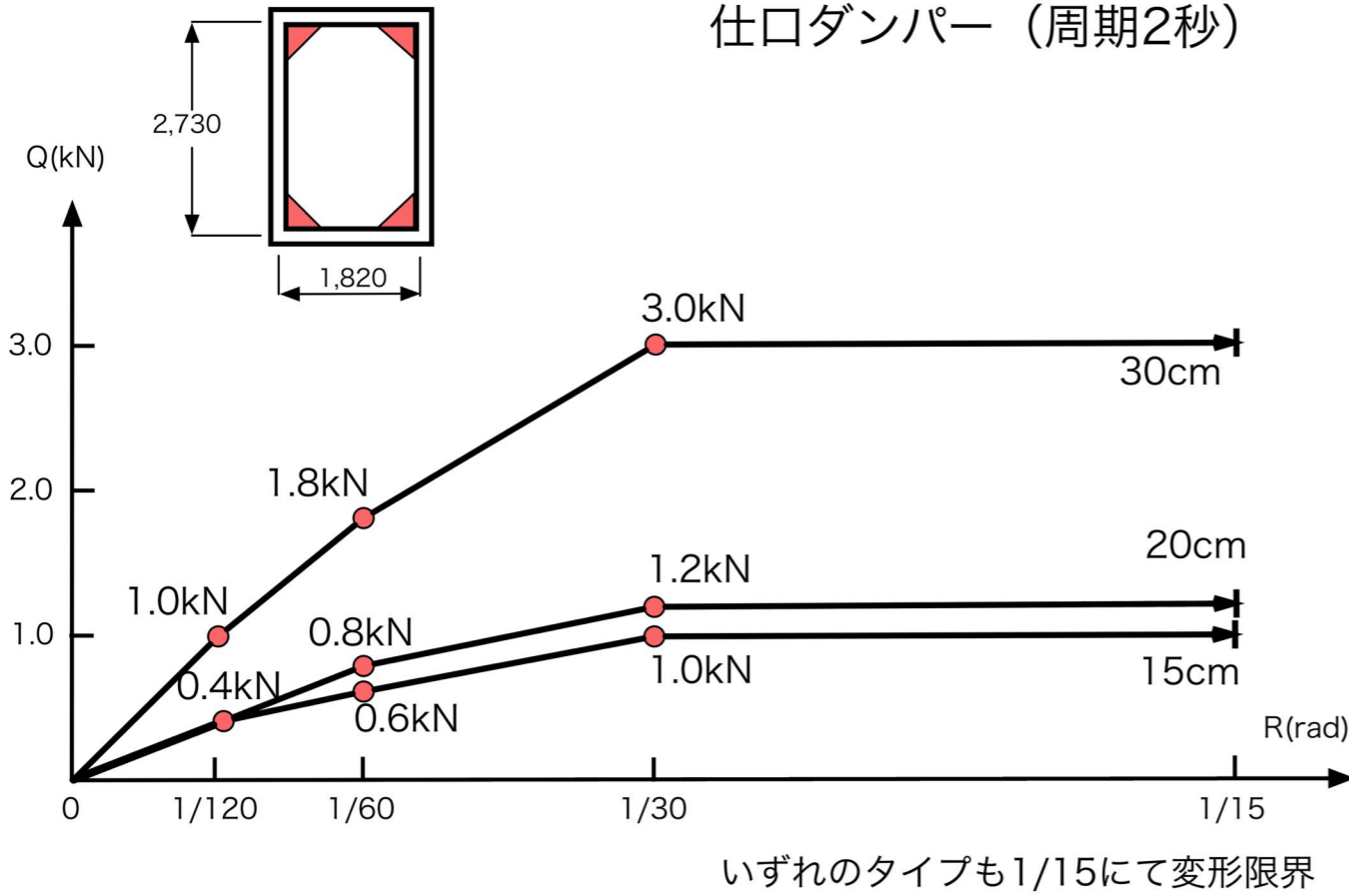
【復元力特性に含まれるもの】

- ダンパー4個分の復元力特性で、柱のほぞ耐力は含んでいない。

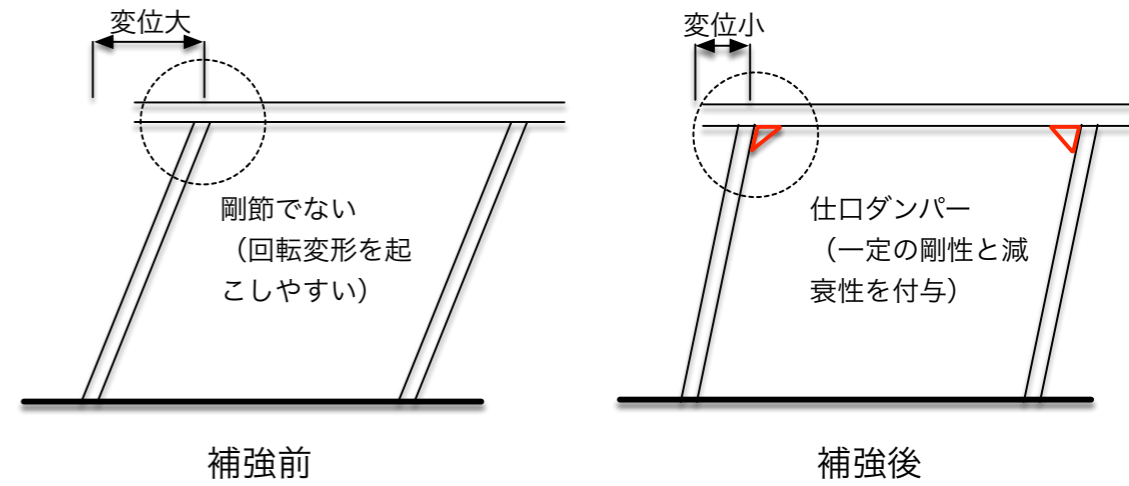
【適用の方法】

- 耐力は架構の高さに反比例し、柱間寸法には関係しない。
- 耐力は仕口ダンパーの数に比例する。
- 復元力特性は3ケースの周期のグラフから補強する建物の固有周期に近いものを読み取る。
- 仕口ダンパー単体の等価粘性減衰定数（h）は図中の数値を使う。
- 仕口ダンパーの履歴特性は紡錘形である。したがってダンパーを設置した建物の等価粘性減衰定数は、ダンパーを除いた建物の耐力とダンパーの耐力の比率によって決まる。

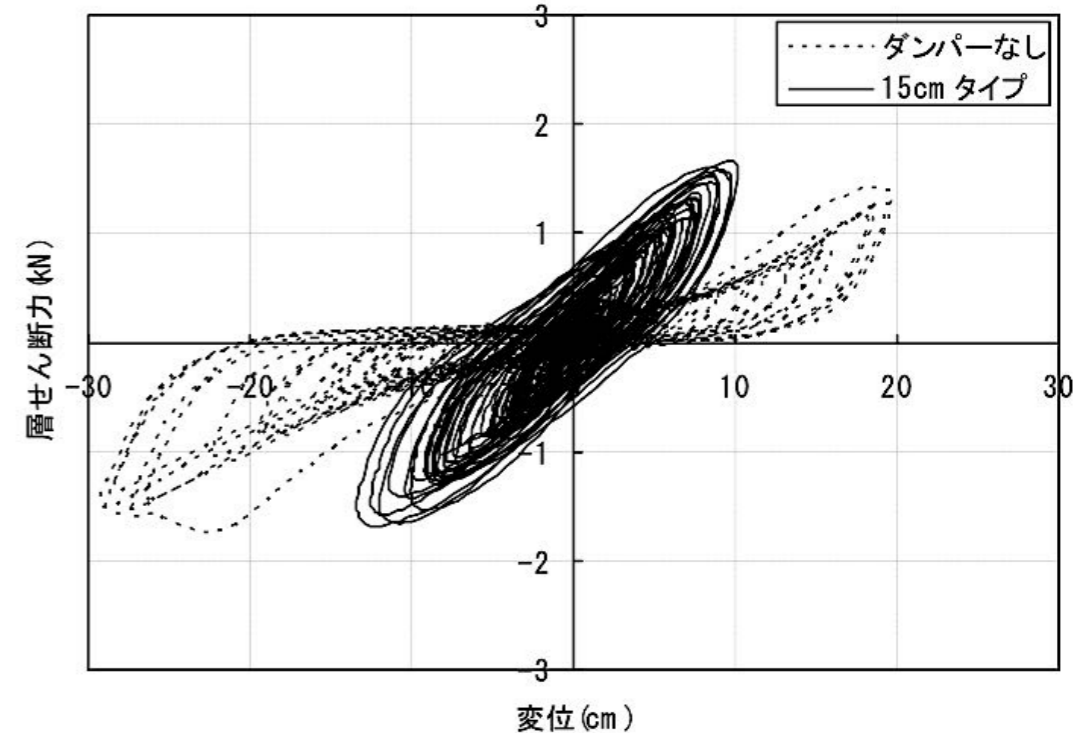
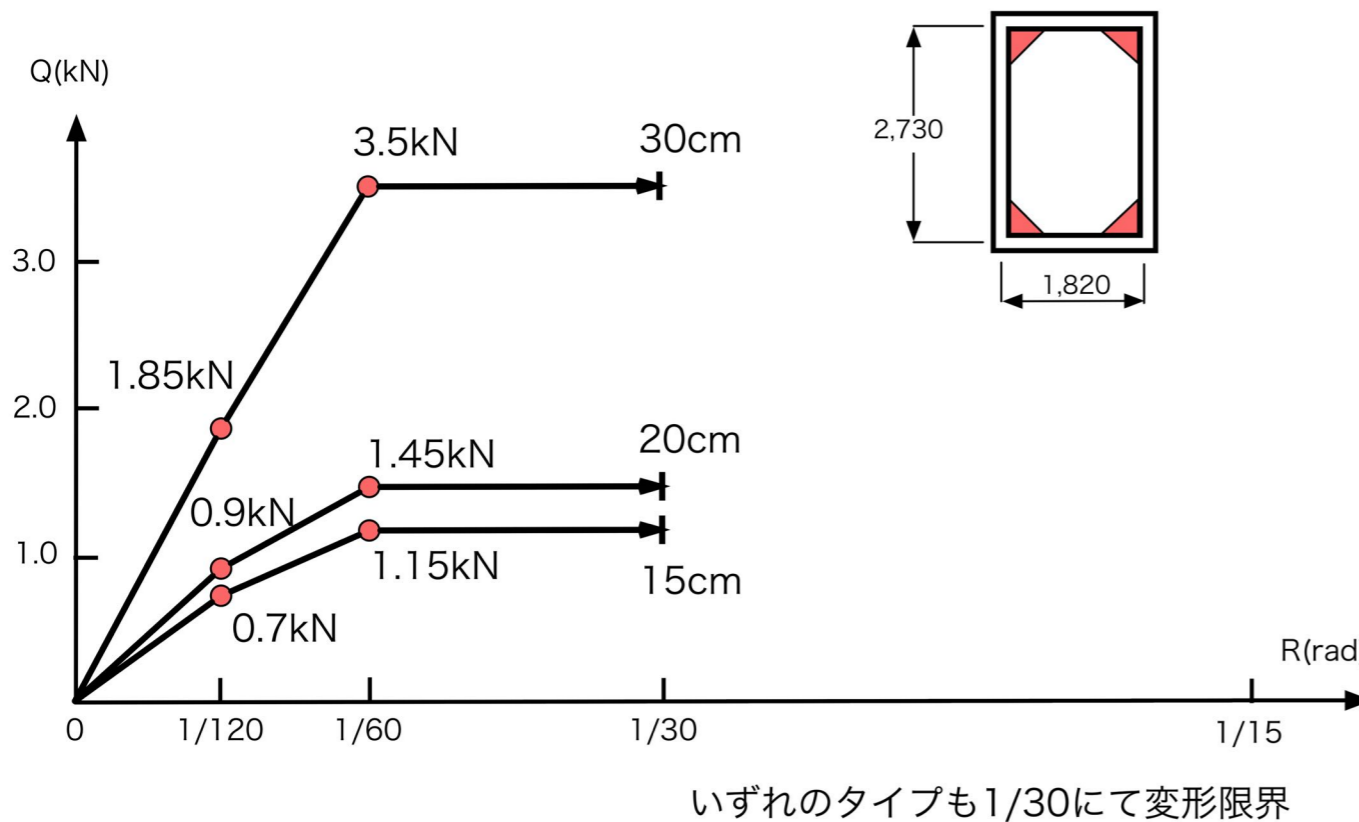
仕口ダンパー (周期2秒)



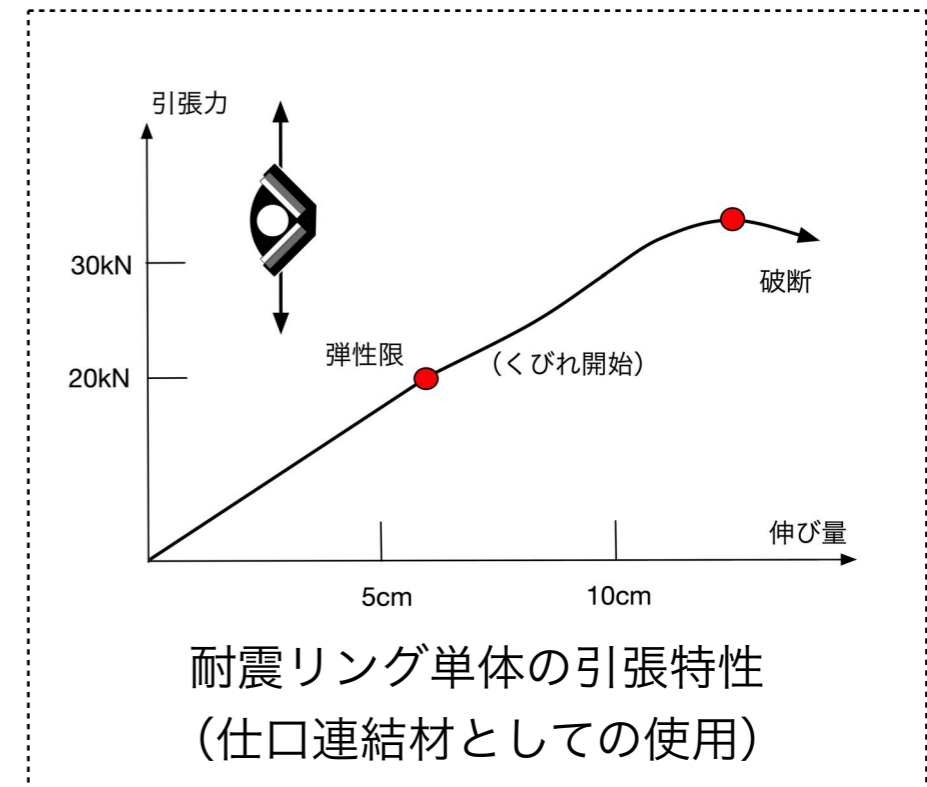
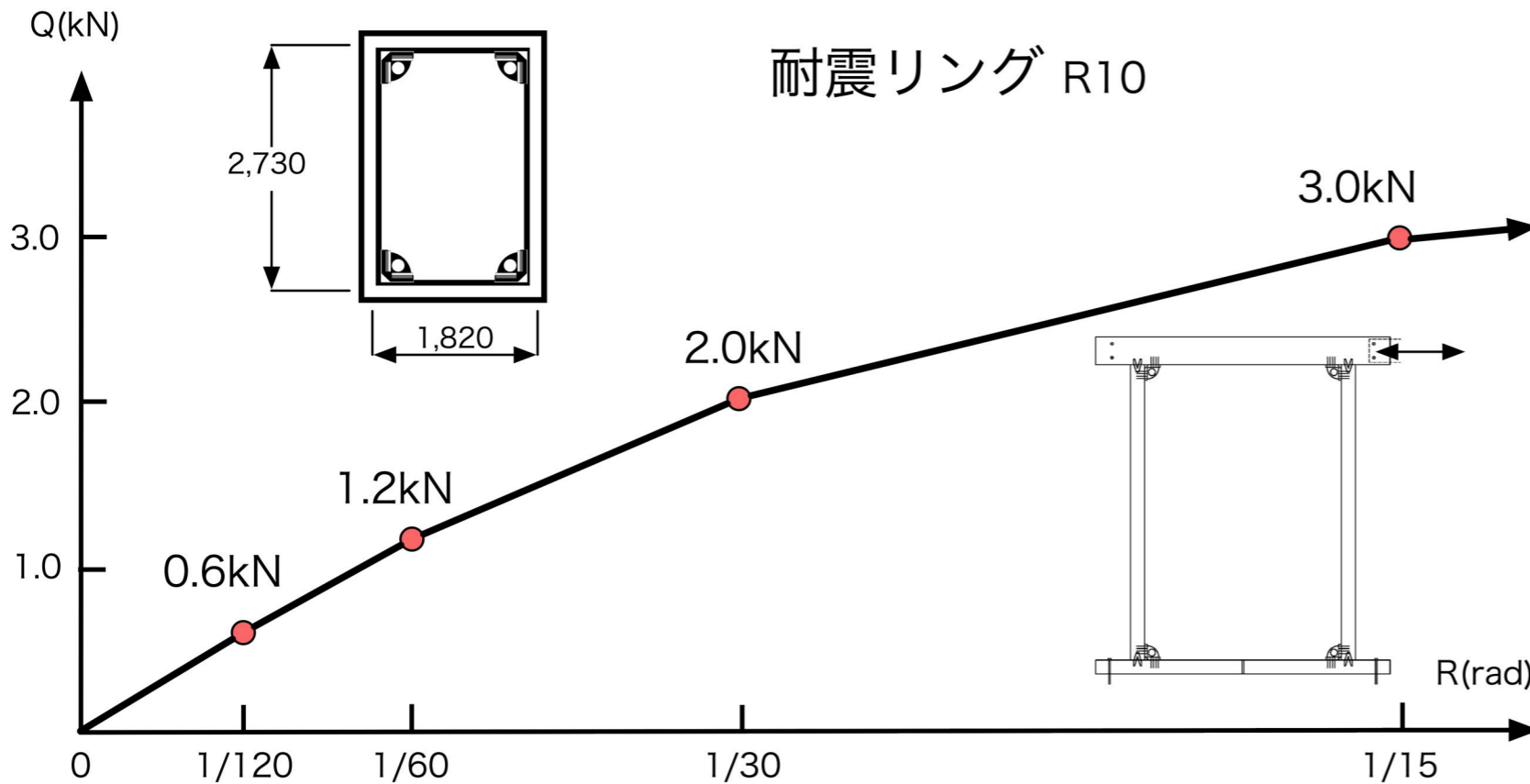
- 実験により定常振幅にて震動するときの復元力特性で、標準的な振動数1Hz(周期1秒)、0.5Hz(周期2秒)、3Hz(周期0.33秒)の3ケースを示している。



仕口ダンパー (周期0.33秒)



仕口ダンパーの補強効果



【仕様】

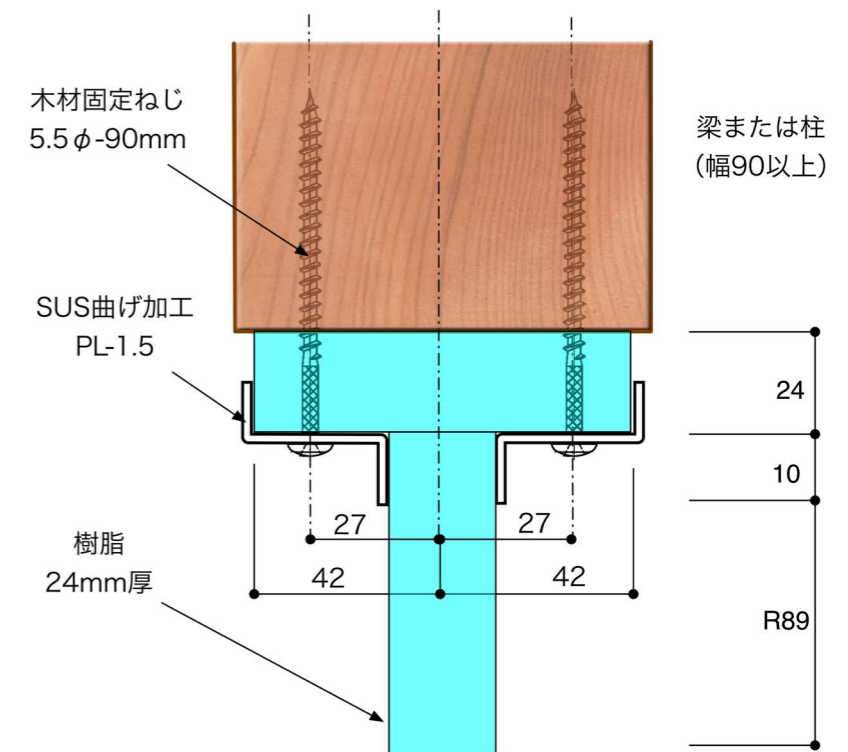
- 耐震リングが架構の四隅に合計4個設置されている場合を示している（1隅のみなら耐力は1/4になる）。
- 木材への取り付けは専用のSUS座金と木ねじ（ $\phi 5.5 \times 90L$ ）16本を用い、施工要領書（製品同封）にしたがって施工する。

【復元力特性に含まれるもの】

- 耐震リング4個分の復元力特性で、柱のほぞ耐力は含んでいない。
- 実験により速度（振動数）依存および温度依存はないと考えてよい。

【適用の方法】

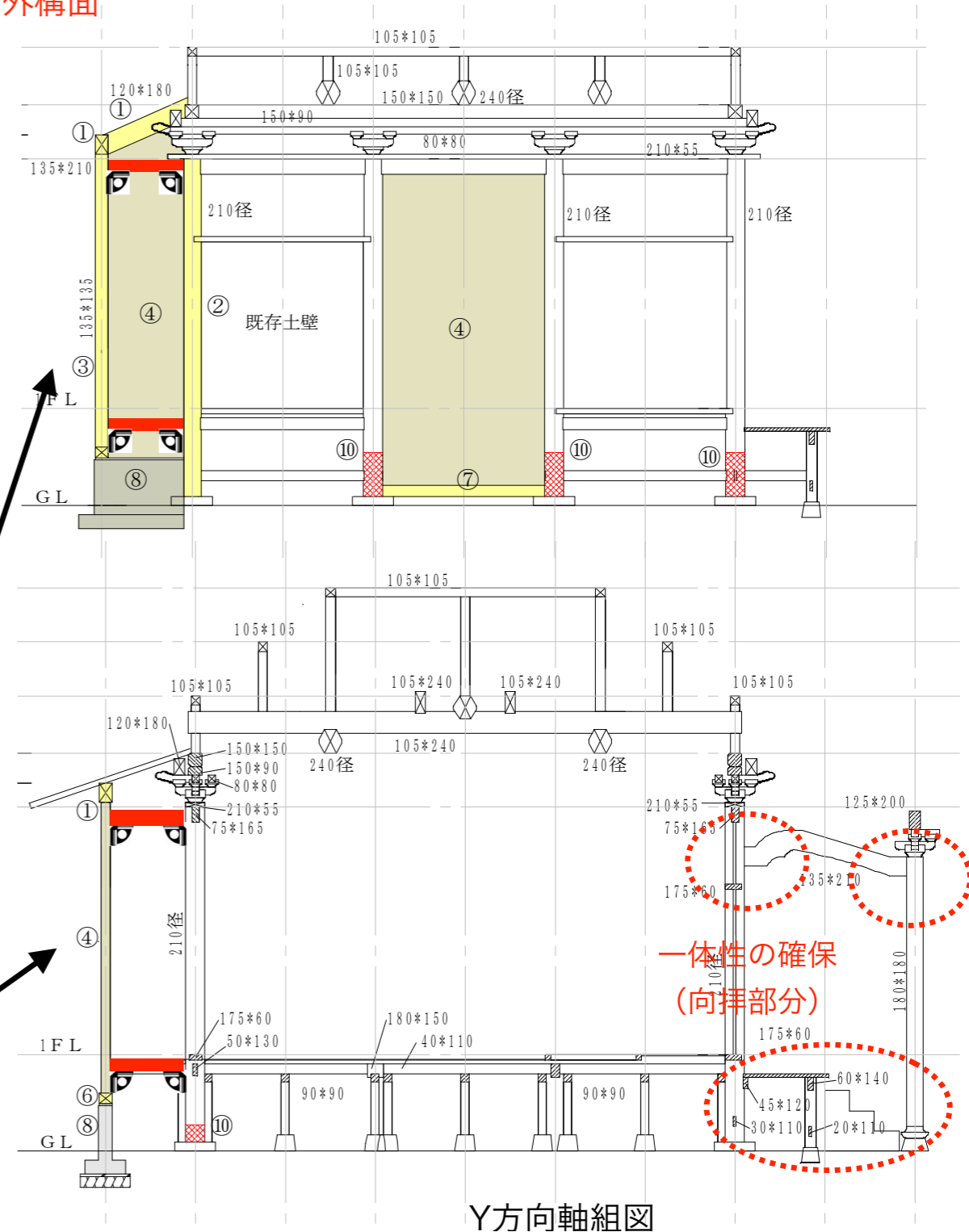
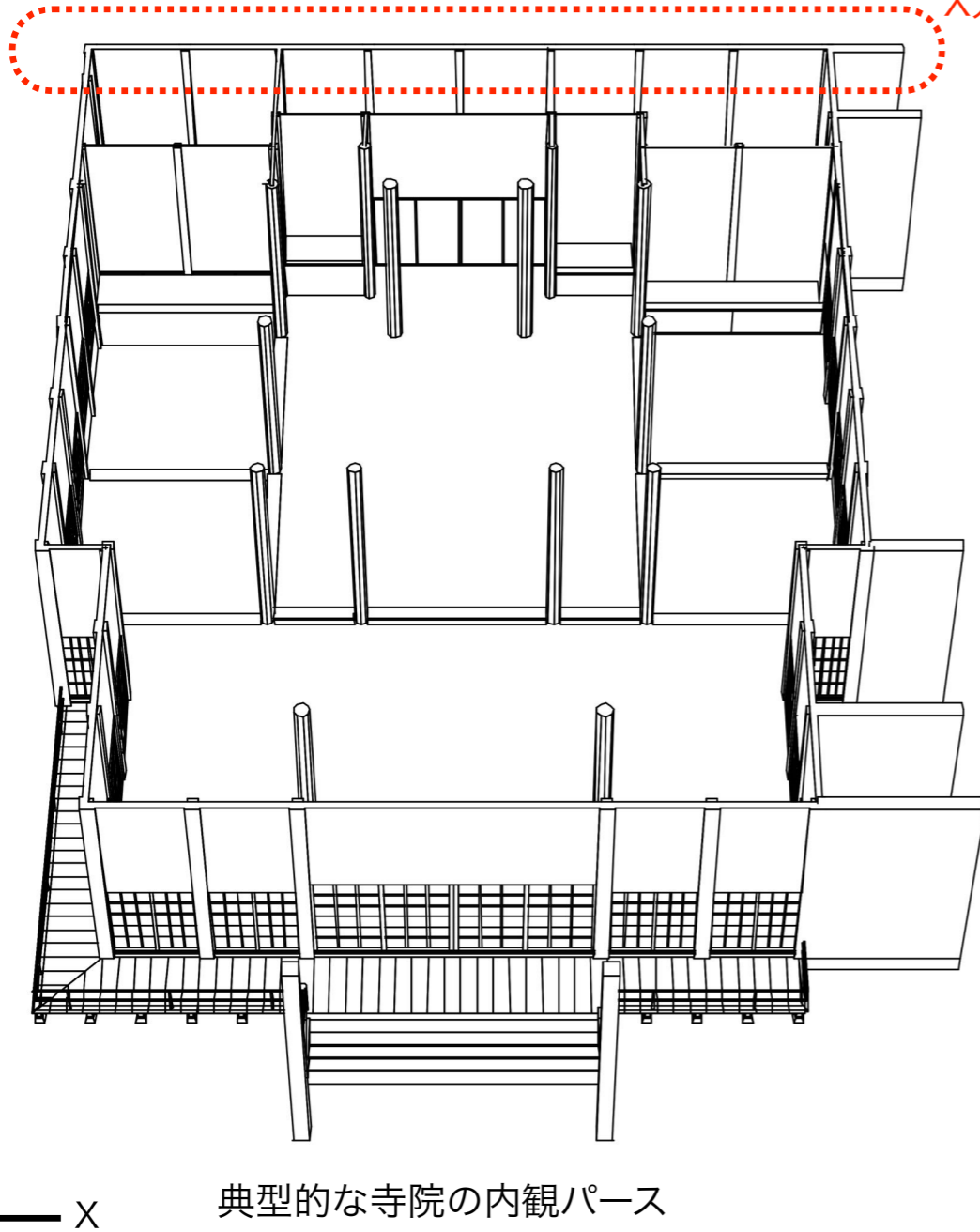
- 耐力は架構の高さに反比例し、柱間寸法には関係しない。
- 耐力は耐震リングの数に比例する。
- 耐震リング単体の履歴ループおよび等価粘性減衰定数（h）は木造軸組と同じであると考えて、同一変形角時の耐力を単純加算してよい。



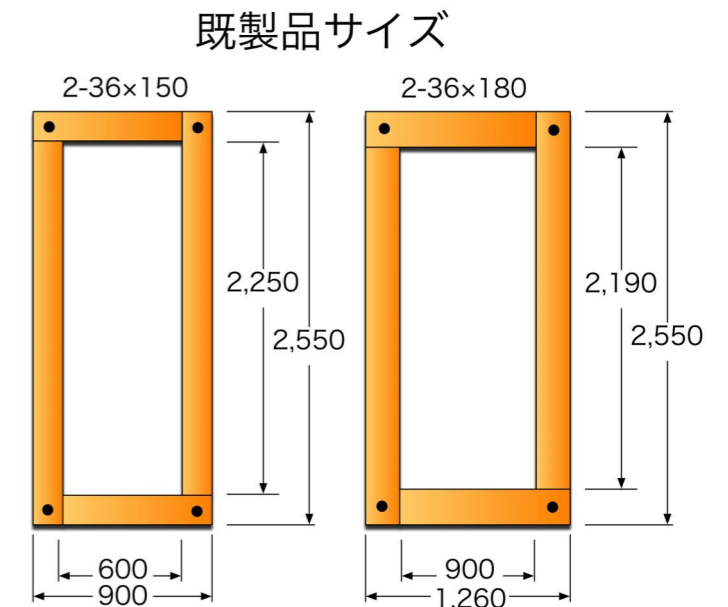
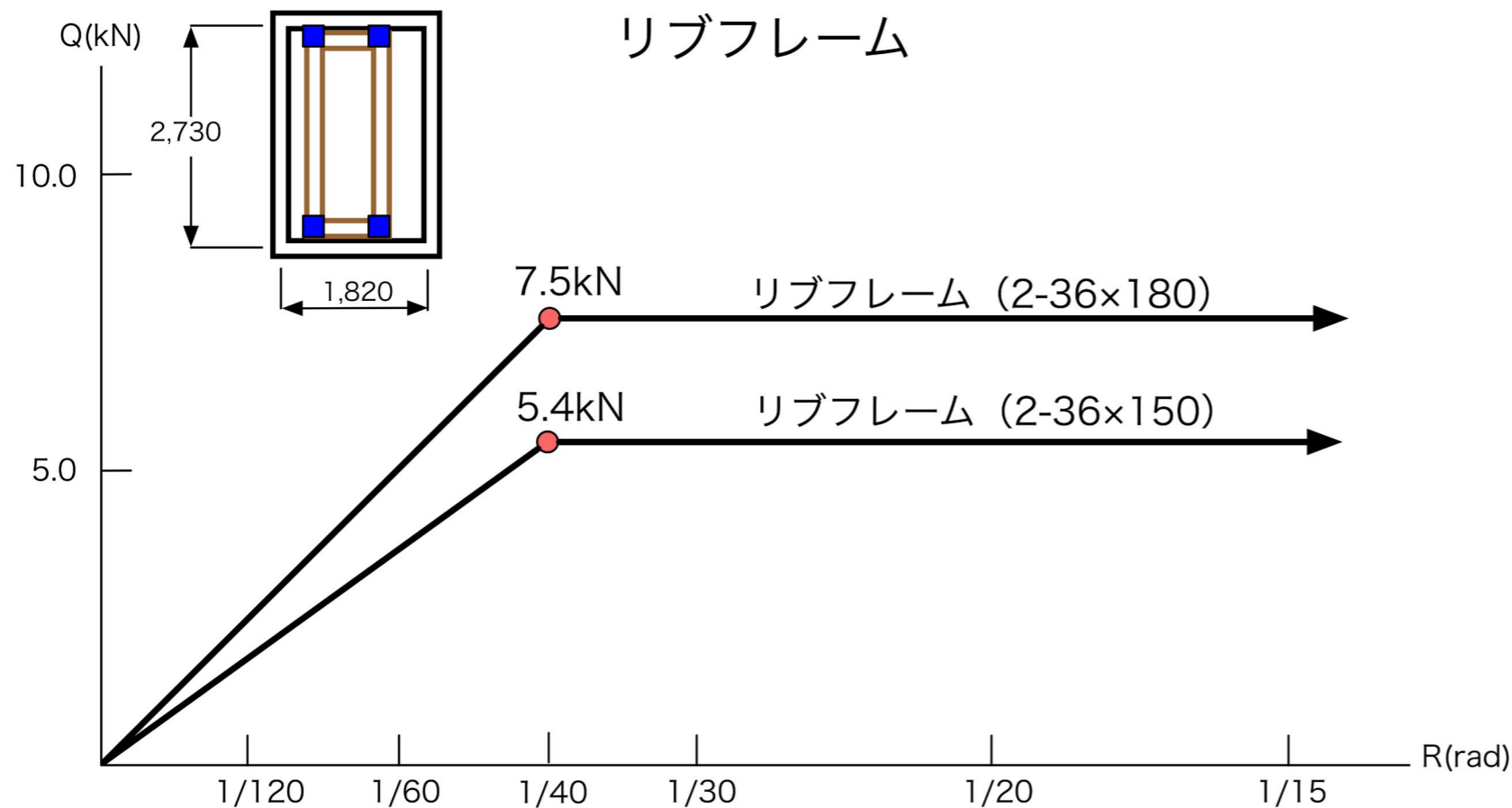
耐震リング固定部

寺院建築付属部分における荷重伝達を目的とした補強

X方向壁の多い最外構面



水平力の伝達性を考えるとこの位置に横架材を入れ、引き抜き力に対処し、本体部と付属部の一体化を図るために耐震リングを用いると効果的 (鉛直面および水平面)



【仕様】

- リブフレームは、2枚の36mm×180mm（または150mm）の木板を仕口部に3.2mm厚の亜鉛メッキ鋼板を挟んで両側から釘打ちしたもの。仕口部分はコンクリート釘N50（2.5φ）によって鋼板を貫通し、2枚の木板が一体化していることが必要である。木材はスギ製材（E70相当、含水率20%以下）を標準とする。

【復元力特性に含まれるもの】

- リブフレームおよびその取り付け金具（標準仕様品）。

【適用の方法】

- 耐力はフレームの高さに反比例し、柱間寸法には関係しない。
- 耐震補強用リブフレームは高さ/幅 ≤ 4.0 としている。
- フレーム単体の等価粘性減衰定数（h）は上の表に示している。履歴特性は紡錘形となるので、他の耐震要素と組み合わせて使う場合、建物全体のhは、リブフレームを除く建物の耐力と補強するリブフレームの耐力の比率によって決まる。
- リブフレームの取り付けは原則として「上下全4箇所にて梁に固定」とする。