

地震時の伝統的木造住宅における柱の折損被害に対するチェックリスト

本チェックリストは2024年能登半島地震で被災した黒島地区の伝統的木造住宅の被害調査において、柱の折損被害が多くみられ、これらの中には2007年地震の復旧において十分に補強されていなかったことが要因とみられるものも多いことを鑑み、地震後の被害調査・耐震診断・構造補強において、柱の折損折損被害に対して留意すべき事項をまとめたものです。このため、被害全般に対する留意点を網羅的にカバーしてはおりません。全体的な流れを確認するには文献1や文献2、文献3を参照することを推奨します。

文献1：『被災歴史的建造物の調査・復旧方法の対応マニュアル』（2014年、公益社団法人日本建築士会連合会）

文献2：『震災建築物の被災度区分判定基準および復旧技術指針』（2015年改訂版、一般社団法人日本建築防災協会）

文献3：『再使用の可能性を判定し、復旧するための震災建築物の被災度区分判定基準および復旧技術指針（木造建築物）令和6年能登半島地震の被害を踏まえた留意事項』（2024年、国交省）

☑柱の傾斜・折損は確認しましたか？

- ・建物全体の柱の傾斜の傾向をみることで建物の地震時の挙動を推定可能です。
- ・傾斜が著しく大きい場合、自重や余震で倒壊する危険性があるので、応急補強も検討しましょう。
- ・柱の折損の有無は垂壁の下や全面壁の床高さで確認し、隅部や異なる棟の連結部、四方から差鴨居のかかる柱などは特に注意して確認しましょう。
- ・柱の折損は構造的に危険な被害なので、折損柱が集中する場合は応急補強も検討しましょう。
- ・柱の折損は亀裂が分かりにくかったり長押で隠れていたりするので、よく観察しましょう。
- ・長押上下の柱傾斜を測定して、傾斜角の差を確認することも、折損を確認する方法の一つです。

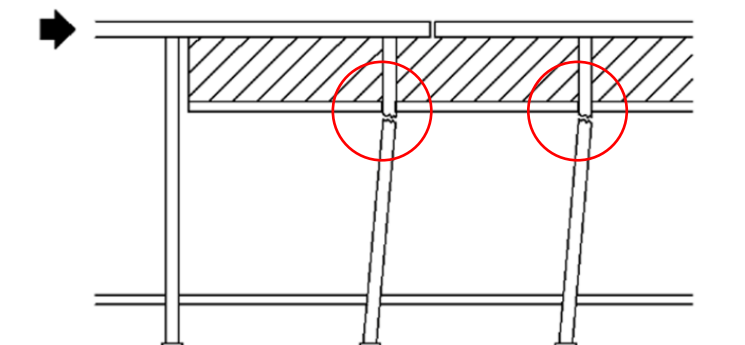


図1 垂れ壁付き独立柱の折損箇所



図2 柱の折損（木村家主屋）
折損による亀裂が確認できる
柱の傾斜も 1/10 程度と大きい



図3 柱の折損（中町家主屋）
折損による亀裂が生じているが
見えづらく見落とす可能性あり



図4 柱の折損（七野家へや）
長押があるため亀裂が確認できないが
鴨居上下で柱の傾斜角が大きく変化



図5 柱の折損（疋田家主屋）
二階が載る部分の隅柱とともに同じ筋の
全ての柱が折損したため応急補強を実施

☑差鴨居のある垂壁付き独立柱の場合、差鴨居を見込んで検討しましたか？

- ・耐震要素には差鴨居も挙げられますが、建物全体の復元力に対する寄与率は低く、耐震診断上では無視されることがあります。しかし、黒島地区には差鴨居のせいので大きい建物が多く、このような差鴨居は耐震上危険な柱の鴨居高さでの折損を早めます。このため、柱の折損の危険性の検討においては差鴨居を見込むことを推奨します。

☑柱の折損の危険性を確認しましたか？

- ・柱の折損は垂壁付独立柱で生じやすく、垂壁の力が加わり、柱の断面が仕口によって減じる鴨居高さで折損しやすくなります。柱の折損の危険性を適切に評価するためには、垂壁・指鴨居・柱の仕様に注意しましょう。補強されて抵抗力が大きくなった垂壁やせいの高い指鴨居、四方からの横架材で断面欠損の大きい柱は、柱の折損を生じやすくなります。また柱の材料強度も重要で、この地区でよく使われる能登アテ材で

あればその強度を用いましょう。

- ・全面壁とみえている場合でも、天井上や床下には壁がないことがあり、床高さや天井高さで柱が折損する可能性があります。特に天井上や床下の柱長さが長い場合や、補強されて壁の抵抗力の大きい場合、その可能性が高まります。このような場合は必要に応じて折損の危険性を確認しましょう。
- ・柱が折損したとしてもその柱が支えていた軸力を周囲の柱が負担できれば建物は倒壊しません。耐震診断の判定においては、折損が生じる可能性がある柱の位置やその本数などを確認した上で、クライテリアを鑑みて総合的に危険性を評価しましょう。

☑補強後の柱の目標性能は適切に設定しましたか？

- ・補強後の柱の性能としては、(a)垂壁付独立柱として地震力に抵抗できるよう曲げ性能を回復するレベルと、(b)柱として地震時に大きく変形しても鉛直荷重支持能力を失わないレベルがあります。建物全体の補強計画の中で、適切に設定しましょう。
- ・(a)の目標値としては、(a-1)折損前の状態、すなわち仕口の断面欠損を考慮した柱の曲げ耐力、(a-2)土壁等の垂壁のせん断耐力により柱に加わる曲げ応力の2段階が考えられます。
- ・(b)の目標値としては、限界耐力計算時の倒壊限界変形角となる1/20とそれに余裕を持たせた1/10の2段階の変形性能が考えられます。

☑目標性能や空間特性・施工条件に応じて補強方法は選択しましたか？

- ・従来、使われてきた補強材として、添柱や添板があります。目標性能に合わせて、特に接合具の選定に留意してください。接合具の選択・量・位置が不適切な場合、十分に補強材が働きません。 ※七野家の添柱補強のラグスクリューの写真
- ・アルミアングルやSRFを使った補強方法も現在、性能評価試験を進めております。試験結果を参照して適切な設計を行い使用を検討してください。

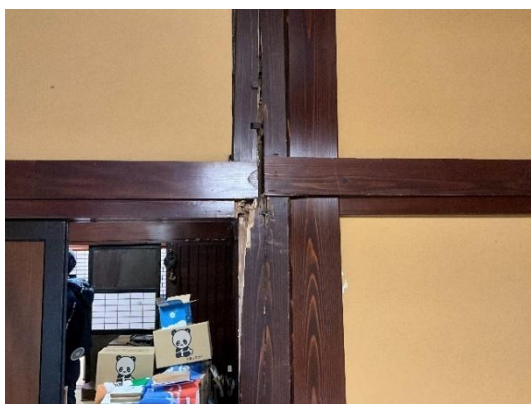


図6 ザシキ(左)チャノマ(右)境の柱割裂(七野家主屋)
ザシキは前回地震後再建、チャノマ柱にザシキ添柱をラグスクリュー固定、右下は補強壁、両者の挙動の違いが被害要因



図7 添板 補強

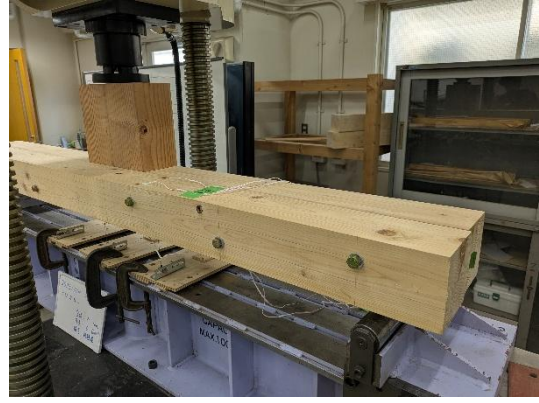


図8 添柱 補強

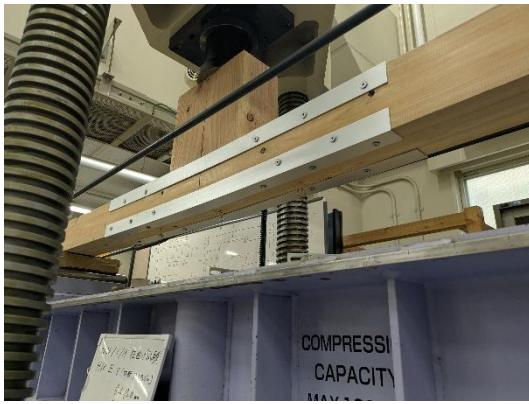


図9 アルミアングル 補強



図10 SRF 補強