

震災における書庫や書籍等の転倒落下とその対策

北原 匡、神戸 昌幸、雨谷 恵、中島 孝

筑波大学システム情報工学等技術室（安全衛生管理グループ^{†1}）

〒305-8573 茨城県つくば市天王台 1-1-1

概要

平成 23 年 3 月 11 日に起きた東日本大震災で、本学も地震の揺れによる被害を受けた。本報告では、日頃の職場巡視をはじめとする安全衛生活動を通して講じられた転倒防止対策が有効に機能しなかった事例をあげ、その対応策と今後の安全衛生活動に生かせるポイントをまとめる。

キーワード：職場巡視、転倒防止、落下防止、安全衛生

1. はじめに

東日本大震災で被災したエリア内^{†2}建屋の被害状況を調査すると、研究室や実験室内の物品棚や書庫の転倒及びそれらに収納されていた物品や書籍の落下が最も多かった。なかでも、12 階建の工学系研究棟 F 棟および 12 階建の総合研究棟 B の 7 階から上の階の部屋に被害が集中していた。

本エリアでは、震災の 1 年前に全 800 室中約 500 室において転倒防止対策が必要と判断し、外部業者へ一括委託して転倒防止工事を実施した。しかしながら 3 月の震災では、そのうちの 2 割程度が転倒してしまった。

本報告ではその原因と、震災以降に再び転倒防止工事を行った際の留意点を示す。

また、書庫等からの書籍や物品の落下防止策についても例を挙げて紹介する。

転倒防止対策はその方法を客観的に科学的に説明しなければ、有効性を論じることができない。それらの実験や論文、報告書は存在するが、様々な要因が複雑に絡んだ現実の転倒挙動に対しては必ずしもそのとおりになるとはいえず、いろいろな対策方法を組み合わせることが重要と考える。本報告においても東京消防庁指針^[1]や実験施設の整備等に関する検討会報告^[2]を参考にし、常識的かつ直感的な方策を取り上げる。

2. 震災前の転倒防止対策

2.1 転倒防止対策前の状況

震災の 2 年前（平成 21 年夏）時点の職場巡視では、転倒防止対策を講じているところはわずかで、殆どの研究室、実験室で転倒防止対策の必要があった。

原則的には、部屋の管理者（利用している教員）がその対策をとることが前提であるが、組織全体での対象箇所が多いこともあり、組織エリア内一括で転倒防止工事をすることにした。工事の際に使用する金具、ねじ、施工方法は業者の判断に任せた。使用金具およびねじについては 4.8 章に詳しく示す。

3. 震災時の転倒・落下の状況

震災直後の研究室・実験室内を撮影した写真から、典型的な転倒および落下事例を紹介する。

3.1 転倒事例 1（ベース部連結破損）

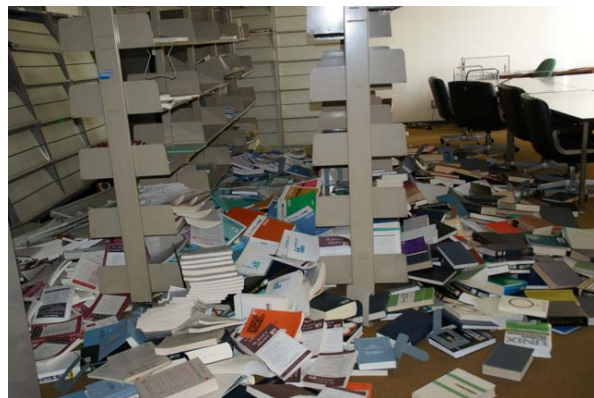


図 1. 転倒を免れた開架書庫



図 2. 書庫ベースとの連結不十分で転倒

^{†1} g-anzen@sie.tsukuba.ac.jp

^{†2} 筑波大学システム情報系、筑波大学大学院システム情報工学研究科、筑波大学理工学群（応用理工学類、社会工学類、工学システム学類）、筑波大学情報学群（情報科学類）が管轄する研究室、実験室、事務室等がある区域

図1は12階の図書資料室である。収納されている書籍は全て落下した。2つの書架は上部が金属アームで連結され、床にアンカーボルトで固定されていたが、ブレースがないため多少のぐらつきはあるものの結果的に柔構造が幸いし、転倒は免れている。

しかしながら、そのすぐ横の図2の書庫は、図3に示すように、書庫本体と書庫ベース部のねじと金具での連結が書庫両側の中央部一カ所のみであったため、揺れで破損し転倒した。



図3. 書庫ベースの連結部破損による転倒

3.2 転倒事例2 (未固定自立書庫)

11階学生研究室では、図4および図5に示すように、室内両側の書架および書庫は壁面にて適正に固定されていたため、転倒はしていない。自立書庫は上下ユニットの連結固定はされていたものの、床固定されていなかったため転倒した。



図4. 固定された書庫と転倒した自立書庫



図5. 固定された書架と転倒した自立書庫

3.3 転倒事例3 (壁固定抜け)

9階教員研究室では、図6および図7に示すように、転倒防止対策済みの書庫が壁面を下方に滑り落ちるように転倒した。



図6. 固定済み書庫の転倒



図7. 書庫ベースの滑りによる転倒

特徴的な条件として、書庫ベースが書庫本体と連結固定されておらず、滑りやすいPタイル床面にも未固定であること、書庫内にそれほど物が入っておらず、軽量であること、壁面とは書庫上部2カ所でL字型金具で固定されていたことなどがあげられる。

書庫が比較的軽量だったため、揺れで固定されていない書庫ベース部分が手前に滑り、書庫本体から離脱し、固定ねじが書庫の自重を支えきれずに抜け、足下から滑るように転倒したものと思われる。さらに、壁の下地フレームと確実にねじ固定されていたかどうか疑わしく、施工不良の可能性もある。また、固定に用いたドリルねじのサイズや形状が適切だったのかについても検討の余地がある。

3.4 転倒事例4 (重量バランス・重心)

12階事務室では、図8および図9に示すように、天井突っ張りタイプの一体型書庫が転倒した。これらは壁および床へのねじ固定はされていない。一般的には天井高の書庫は転倒しにくいとの認識があるが、書庫内の上下重量バランスや突っ張り強度によっては容易に転倒すると考えるべきである。この事例では、書庫上部に重い書類がびっしり収納されて

いたことによる重量バランスの悪さと、転倒防止対策が天井突っ張りのみであったことによる転倒と考えられる。



図 8. 天井突っ張りタイプの書庫の転倒



図 9. 重量バランスの悪さによる転倒

3.5 転倒事例 5 (高さ 1.5 m 未満)

職場巡視において、高さ 1.5 m 未満の家具等については転倒しにくい、転倒したとしても危険性は少ないとの理由で、原則として転倒防止対策の指摘対象としていない。今回の震災では、高さ 1.5 m 未満の家具や什器でも転倒し、身体への直接被害、避難時通路の障害となりうる事例が見られた。

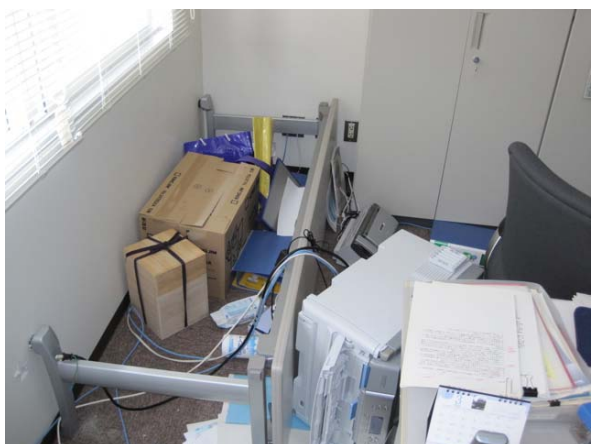


図 10. 重いプリンタが載った机の転倒

図 10 は、カーペット床のキャスタ付机の上に乗せた重量のある大型レーザープリンタが机ごと転倒してしまった事例である。高さがさほどなくとも、重量バランスが悪いと転倒することがわかる。



図 11. 大型液晶テレビモニタの転倒

図 11 は、大型液晶テレビモニタがキャスタ付スタンドごと転倒した事例である。重量バランスは上方にあり、図 10 と同様に転倒する。ただし、P タイル床をキャスタにより自由に滑走移動した結果、転倒を免れたケースも少なくない。エレクトラなどのキャスタ付物品棚も同様の傾向があるといえる。



図 12. 室内パーティションの転倒

また、図 12 のような室内で用いられるパーティションが転倒し、その結果、避難時の通路障害となる可能性があることがわかる。パーティションは自由に連結可能であるが、適正な組み立てをしないと、形状によっては不安定になり転倒することがある。一般的には H 型配置が最も安定している。

3.6 転倒事例 6 (通路の障害)

図 13 および図 14 は、机上や物品棚からの落下物、什器の移動、収納庫内からの飛び出した物品により、通路が閉塞した状態である。身体への直接的な被害はなかったが、避難時の通路障害となり危険である。



図 13. 什器や物品の散乱による通路閉塞

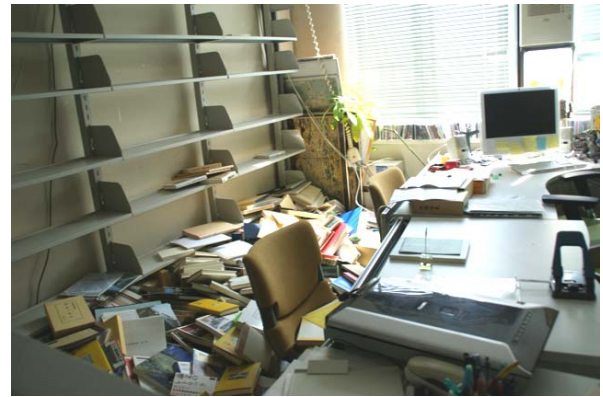


図 15. 書架からの書籍落下



図 14. 落下物による通路閉塞



図 16. 扉のない書庫からの書籍落下



図 17. 古い備え付けの書庫

3.7 落下事例 1 (書籍の落下)

書庫の転倒は免れた場合でも、中に入っている書籍が落下し、床に散乱した例が数多く見られた。そのほとんどが、図 15 のような開架型書庫か、図 16 のように扉が開いたまま、または扉がない書庫であった。

3.8 落下事例 2 (ガラス戸の落下)

図 17 に示す古い備え付けの書庫のガラス引き戸は、下側レール溝が浅いため、地震の揺れと中の書籍がぶつかった衝撃で図 18 のように脱落し、割れる例があった。



図 18. 落下して破損したガラス戸

4. 震災後の転倒・落下防止対策

3章での事例をもとに、震災後の転倒・落下防止の対応策を決め、平成23年8月以降、対策工事を順次進めている。それらの事例を紹介する。

4.1 書庫等の配置

- ・ 書庫上下ユニットの上ユニットを下ろして使えるような室内レイアウトにする（転倒防止不要）
- ・ 自立型の配置にせず、壁面に隙間なく沿わせて配置する（より確実な固定が可能）
- ・ 自立型の場合は複数の書庫等を背合わせにして連結し一体化する（接地面積を増す）

4.2 書籍や物品の収納

- ・ 重たいものは下に収納する（重心を下げる）

4.3 書庫ベース

- ・ 書庫ベースは使わずに固定する
- ・ 書庫ベースが離脱しないように書庫本体と複数箇所連結する（図19参照）
- ・ 床固定は、書庫ベースとではなく、書庫本体を金具を用いて固定する（図19参照）



図19. 書庫ベースがある場合の床固定例

4.4 床および壁への固定

- ・ 書庫上下ユニットを金属プレートで2カ所以上で連結する
- ・ 書庫上部を2カ所以上で堅固な壁または下地材にL型プレートで固定する
- ・ 適切な部材を用いる

- ・ 棧や長押があれば、書庫裏面を直に固定する
- ・ 両側の書庫等とボルトで連結する
- ・ 書庫が滑りずれないように床と固定する

図20～図23に、震災後に転倒防止工事をした実際の例を紹介する。いずれも震災前ではあまり考慮されず、転倒防止対策はされなかった部分である。



図20. キャビネット（高さ1.5m未満）の固定



図21. 棚とレターボックスの固定



図22. 天井突張り書庫の棧への追加固定



図23. 書庫の床面滑り止め固定

4.5 天井突っ張り型の書庫

- ・ 強度のある天井にしっかり突っ張る
- ・ 天井フレームの位置にしっかり突っ張る
- ・ 天井ボードには突っ張らない（強度なし）
- ・ 天井との距離がある場合は単独での効果はあまりない
- ・ ねじでの壁、床固定と併用する

4.6 書籍や物品等の落下防止

- ・ ひも、チェーン等で落下を防ぐ
- ・ 落下防止装置のある書庫や物品棚を使う

図 24 は物品棚用落下防止チェーン（試作品）の使用例である。



図 24. 金属チェーンを用いた落下防止器具

図 25 および図 26 は、手元にあった結束バンド、ハトメアイレット、ワッシャー、ボルト、被覆ワイヤロープなどの部材を流用して試作した落下防止器具である。また、書庫については、図 27 のような落下防止器具の装備されたものが市販されており、一部の研究室等では図 28 のように更新した。書庫の棚前面に取り付けられた金属バーでロックし、上に引

きあげるとアンロックされ下に反転して出し入れがスムーズに行えるようになっている。全研究室でこのような書庫を導入するのが望ましい。



図 25. 結束バンドを流用した落下防止器具

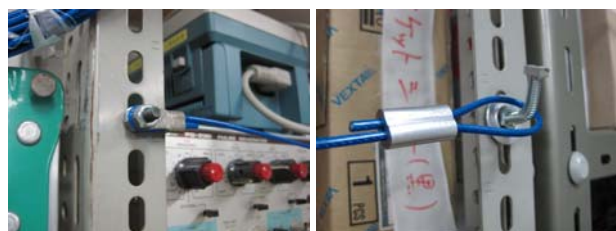


図 26. 被覆ワイヤを流用した落下防止器具



図 27. 落下防止装置の付いた市販書庫



図 28. 落下防止装置付き書庫の使用例
(中央列上から3-5段目はアンロック状態)

4.7 書庫のガラス引き戸の落下防止

- ・ ガラス戸を外し、別途落下防止をする
- ・ ガラス戸が外れないようにストッパーを取り付ける
- ・ より安全な書庫に買い替える

アルミ板などでストッパーを作製し、ガラス戸下側にねじ留めすれば、ガラス戸が落下する事はないが、ストッパーを外さないとガラス戸も外せないという問題点もある。現在のところ有効な解決策はない。使い勝手や見栄えが悪いが、試験的に、家具固定用のL字型金具を流用してストッパーとして設置した例を図 29 に示す。



図 29. ガラス戸落下防止用ストッパー

4.8 固定用部材の強化

震災前に書庫等の転倒防止工事をした際に用いた主な金具を図 30-図 32 に示す。

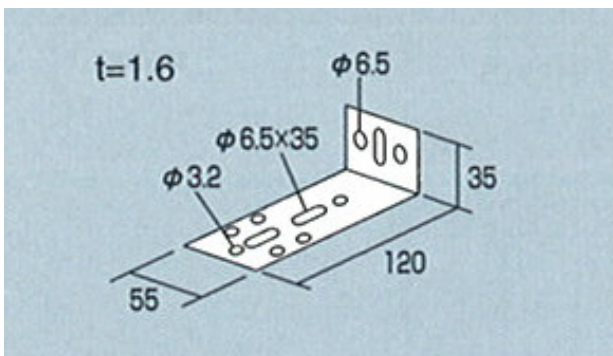


図 30. L 字型金具 (主に書庫と壁の固定用)

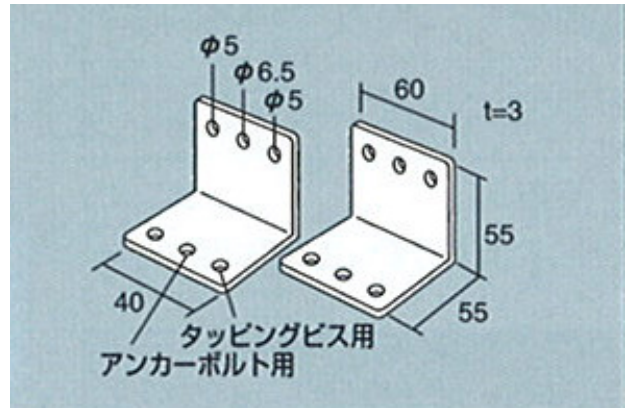


図 31. L 字型金具 (主に書庫の床固定用)

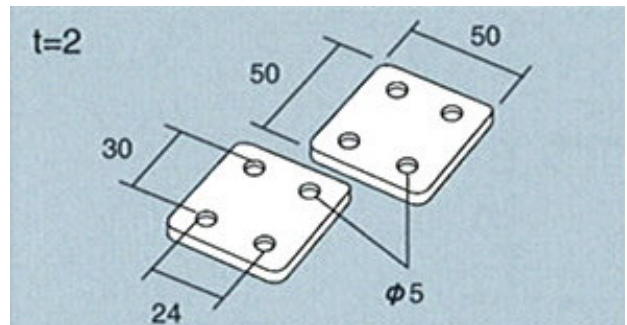


図 32. 平プレート (主に書庫の上下連結用)

震災において、これらの金具が破断することはなかったが、飴細工のように変形し、固定用のねじが抜けて外れてしまった例が多くあった。これは、金具自体はそれ相応の粘りで書庫を支えていたと考えられるが、使用したねじの種類が適していなかったのではないかと推測される。

図 33 は震災前の転倒防止工事で使用したねじである。床固定およびコンクリート壁への固定には、プラグ埋め込み不要で下穴 3.5 mm、4 × 25 mm のノンプラグコンクリートねじを用いた。これは価格と施工効率を重視したためであり、家具類の固定に対しては当時は十分とされていた。また、什器への金具取り付けおよび石膏ボード下地への固定には、下穴不要のドリルねじを用いた。結果的にはこのドリルねじの使用がねじ抜けの原因の一つと考えられる。

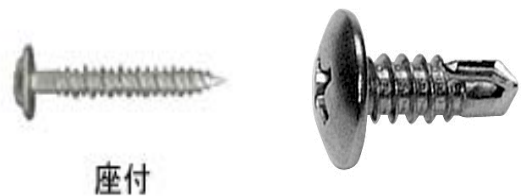


図 33. 震災前に使用したねじ
(左) 床・コンクリ壁固定用ノンプラグねじ
(右) 什器・スティール家具、下地用ドリルねじ

震災後は、より強固な固定をめざし、石膏ボード下地の軽量鉄骨フレームを探索し、ねじ固定の穴位置を正確に決めるために精度の高いスタッドセンサーを用いた。また、金具の変形による引き抜きにも

耐えるよう、図 34 に示す M6 トラスねじを使用することにした。これは震災前のもの比べ、頭サイズも大きく、ねじ径・長さも 6×35 mm と、より太く長いものである。これを下穴を開けて使用した。



図 34. 震災後に使用したねじ
(コンクリ壁、下地固定用 M6 トラスねじ)

また、場所に応じて、図 35 に示すワッシャー（外形 21.7 mm、穴径 6.7 mm、厚さ 1.0 mm）およびプラグを図 34 のねじと併用するようにした。

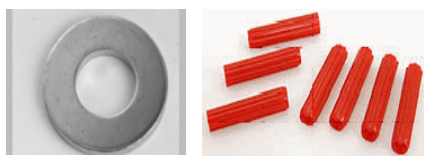


図 35. ワッシャーとプラグ

床固定は、すべてアンカーによる固定が強固であるが、移動する際の切断作業等を考慮し、ノンプラグねじを用いることとした。

5. まとめ

震災によって、転倒防止・落下防止対策の重要性とより安全で確実な具体的対応策へのヒントが示された。これらはすでに平成 23 年 8 月および平成 24 年 2 月実施の転倒防止工事に活かされているが、今後の転倒防止・落下防止対策の標準となるよう、更なる検討を重ねていかなければならない。

ただ、忘れてはならないのは、転倒防止工事や落下防止工事を行うことが主目的になってはならないという点である。目指すべきは、転倒するものや落下するもの、およびそのような状態を極力排除することであり、工事による対策の前に書庫や物品棚等の室内配置および設置方法を検討することが先決である。本報告にある内容は、あくまでもやむを得ない場合の補助的な対策であると認識しなければならない。

地震は明日また発生するかもしれない。残念ながら 100% 確実な地震対策は無い。できる事は少しでも多く、できるだけ早く、今すぐにも対策しておくのが肝要である。

参考文献

- [1] 東京消防庁, オフィス家具類・一般家電製品の転倒・落下防止対策に関する指針, 平成 18 年 3 月.
- [2] 文部科学省大臣官房文教施設企画部 “安全衛生に配慮した実験施設の整備等に関する検討会”, 実験施設の整備等における安全衛生対策の留意点, 平成 22 年 3 月.

Books and shelves falling during an earthquake and countermeasures to deal with those objects

Masashi Kitahara, Masayuki Kobe, Megumi Amagai, Takashi Nakajima

Technical Service Office for System and Information Engineering, University of Tsukuba,
1-1-1 Tennodai, Tsukuba, Ibaraki, 305-8573 Japan

The University was damaged by earthquake vibrations during the Great East Japan Earthquake that struck on March 11, 2011. Countermeasures in the form of health and safety efforts, such as routine workplace inspections, failed to prevent objects from falling, as indicated by significant examples cited in this study. This study describes examples of those countermeasures and summarizes aspects that should be capitalized on during future health and safety efforts.

Keywords: workplace inspections, preventing items from falling/falling over, health and safety

