

図書館書架の被害状況と今後の対策

——電動式移動棚を中心に——

◆
原 義和

はじめに

私どもキハラ株式会社は図書館設備関連事業として、家具の分野では開架用書架・雑誌架・電動式移動棚などを納入させていただいている。近年においては、図書館のスペースコストの効率化のために、電動式移動棚の納入が増加している。その「安全性」については、開発当初より研究を重ねてきたが、今回の阪神大震災においては貴重な経験を得た。

ここに改めて、地震での被害の調査報告、耐震・免震についての当社およびBSDグループの取り組み、そして今後の対応について述べさせていただく。

1. 被害状況の特徴

1995年1月17日(火)午前5時46分、淡路島北部を震源とする直下型大地震が発生。地震の規模を示すマグニチュードは7.2、揺れの強さを示す加速度の最大値が833GAL、気象庁の観測史上初の震度7の激震を記録し、神戸市を中心として阪神地区で大きな被害を受けたのは周知のとおりである。

地震波には地表で観測される地表波と建物の階で異なる応答波があり、揺れ方も一定ではない。階によっては地表波に対し、揺れの強さが増幅したり減衰もする。今回の地震による被害の実態調査では後述する過去に行った耐震実験との対比も行うため、被害を大きく分けて①上下震動によるもの、②レールと同一方向の揺れによるもの、③レールと直角方向の揺れによるもの、の3方向で観察をした。

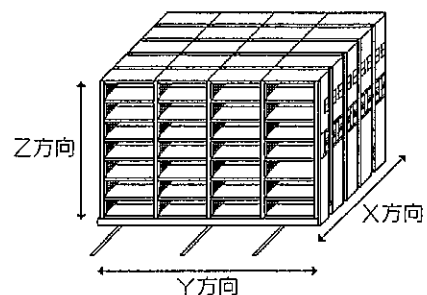
1) 強烈な上下動 (Z 方向)

直下型地震の大きな特徴の一つで、過去に発生

した宮城沖地震・十勝沖地震での大きな振幅による揺れに比べると、急激に突き上げるような上下動が極めて短時間に起こっている。垂直方向に強度のより強い角パイプ支柱を使用している当社の場合、上下動による大きな変形破損はみられなかった。しかし、一部の棚が脱輪をした。また、下部転倒防止つきレールの場合には転倒防止に使われている金具の変形がかなりみられた。

2) レールと同一方向に対する揺れ (X 方向)

すべての棚は、上部転倒防止装置により連結されているため、レール方向には激しい横揺れに対しても、棚の変形、転倒はみられなかった。さらに電動式の場合には、可動棚はモーターブレーキが働く。そのことにより、適度な負荷がかかり、若干、レール上を自走することで揺れを吸収する免震効果が働くので、収納物の落下も固定棚の上部を除きあまりみられなかった。終端可動棚においても上部転倒防止装置により転倒やレールエンドストッパーを越えての脱輪はみられなかった。下部転倒防止装置つきの場合、若干の揺れに対しては棚のロックや転倒を防止する効果は認められたものの、激しい揺れやレールに対し、斜め方向での揺れには下部転倒防止装置の破損やレールへの噛みつきによる急激な自走の停止により、



棚の変形や転倒、収容物の落下などの原因になっていた。

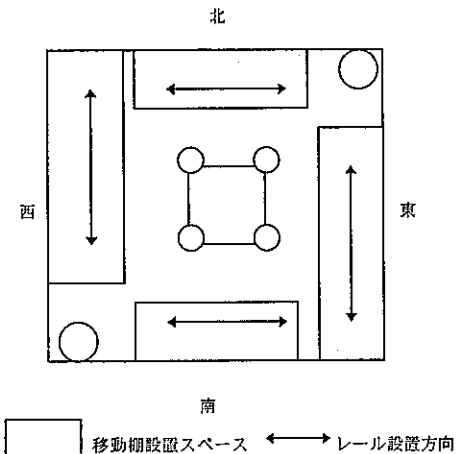
3) レールと直角方向に対する揺れ (Y 方向)

急激な直角方向の揺れに対し、上部転倒防止装置は、棚体上部の連方向への揺れを抑制した。さらに溝なしレールの採用により下部車輪がレールより直角方向に逃げることによって棚体の変形と収納物の落下など、被害を最小限に抑えていた。下部転倒防止装置つきの場合、レール方向の揺れに関してはある程度の効果は認められたが、直角方向の揺れに関してはむしろ棚体の菱形変形、破損の原因となった。特にCチャンネル支柱使用の場合、台枠ベースとCチャンネル支柱接合部分の折れ曲がりなど再利用不可能な状態にまで破損変形している。角パイプ支柱の場合では若干の反りは認められたものの、調整によって再利用が可能であった。

II. 某大学の例 (資料提供(謝文祥))

某大学は校地の一部が活断層の上であり、その一角に図書館が建っている。この大学図書館を例にあげた理由は、活断層上にあるフロア1階・2階・3階の東西南北に電動式移動棚エレコンパックが設置されているからである。

東西に設置している移動棚のレールは南北方向にあり、2階では脱輪が27列、3階では2列で最大12センチの横ずれがあった。側板のはずれが2階で2列、3階で2列あった。棚板の落下は1階で2~3枚あった。脱輪した棚については脱輪修正後すぐに使用できる状態であった。南北方向の被害は認められなかった。



このことから移動棚はレール方向の揺れに強いことが改めて観測された。レールと直角方向の揺れには脱輪することで棚への直接的な地震の影響を回避することができた。上部転倒防止装置と溝なしレールが地震に有効に働いたことになる。

III. 耐震・免震に対する取り組み

上記のように、激震におそわれたにもかかわらずエレコンパックの被害は最小限に済んだ。そこで、改良の経緯を振り返ってみた。

1) キハラ・エレコンパックシリーズ棚体の変遷

昭和38年、わが国で初めて移動棚を開発した当初より、エレコンパックは角パイプ支柱を採用している。角パイプは閉塞断面で断面性能的にもチャンネル型支柱やC型支柱よりあらゆる方向からの力に対して強度的に優れた構造を有している。その堅牢な支柱を横枠で溶接し、複柱形に一体化して移動方向の剛性を強化している。その支柱を台枠に落とし込みボルトで止め、台枠と支柱とで一体構造をなし、揺れに強い構造体としている。上部転倒防止装置や溝なしレール、駆動装置などとともに移動棚を形成している。常に棚を動かして利用する移動棚に対して、開発当初から「動く棚」を頭におき、移動台枠の上に固定棚を乗せる考えを持たなかった。そういう配慮を施した移動棚の耐震性・免震性を検証するため、平成元年9月、大成建設(株)技術研究所に棚体を持ち込み、前後・左右・上下の3方向から揺れを同時に発生させる「三軸振動台」に乗せ、耐震実験を行った。過去に起こったインペリアルバレー地震(エルセントロ記録M6.3)、宮城沖地震(東北大学構内記録M7.4)などの地震波を再現し棚体を加震した結果、どちらの地震にも十分耐えられることが証明された。

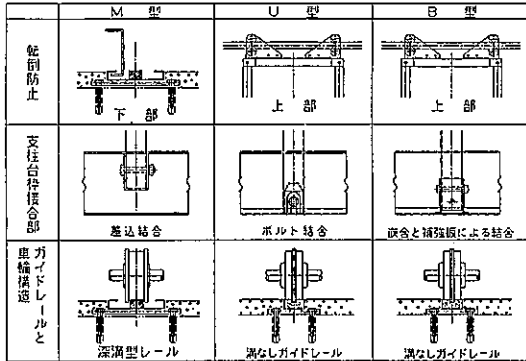
同様の耐震実験を通産省の外郭団体である(株)機械電子検査検定協会、現(株)日本品質保証機構(JQA)の検査官が立ち会いのもと、三鷹市にある

日本品質保証機構での加震波一覧

加震レベル (gal)	加震方向	加震波 (記録場所)	PC床面加速度 (gal)		
			X方向	Y方向	Z方向
500	X	エルセントロ : ELGX 05	500	250	250
		ハル : HAGX 05			
1000	X	エルセントロ : ELGX 10	1000	500	500
		ハル : HAGX 10			
	Y	エルセントロ : ELGY 10	500	1000	500
		ハル : HAGY 10			

NTT 武蔵野中央研究所の三軸振動台上でも行い、平成5年7月にJQAの認定もいただくことができた。

2) キハラ・エレコンパックシリーズ棚体変遷図



エレコンパックシリーズの棚体は新製品・新機能の開発などに伴い、構造の強化、機能アップが図られてきた。図のようにM型構造からU型構造へ、さらにB型構造へと変遷し、現在ではB型構造体が採用されている。支柱と台枠の接合部分は変遷のたびに強化されてきた。ガイドレールと車輪の構造ではM型の深溝を有するレール構造から床面をフラットに仕上げる滑なしレールへと移った。そして転倒防止装置も棚上部で転倒を防ぎ、棚同士が互いに棚の横揺れを抑制し、耐震性を高める上部転倒防止方式を採用した。今回の阪神大震災の前項で述べた某大学の例もB型構造体で納入されたものであった。

3) 今後の対策

今回の地震では耐震実験の加震規模以上の地震波を経験した。電動式移動棚の棚体では変形の認められた箇所もあったが、幸い制御装置には被害

が認められなかった。大きな地震ではあったが、当社の移動棚の被害は最小限にとどまった。がしかし、いくつかの課題も残された。そこで移動棚での対策について触れてみたい。以下の対策がすべてではないが、現時点で検討している3点について述べてみる。一つは棚の配置に関することであり、避難通路をどう確保するかという課題、二点めは移動方向への安全対策、三つめは連方向への安全対策である。「棚の配置について」は、従来より移動棚導入の目的がスペース効率を高めることに重点がおかれていることで、移動棚を設置している周辺の通路空間が少なかった。地震が発生した際、速やかに棚間通路から避難するにはレイアウト段階で、できるだけ連方向を短く抑え、棚の背面側にも人が通れる通路を確保し、棚の操作側と背面側の両方向に待避できるようにする必要があると考える。「移動方向の安全対策について」は、移動方向への免震性・耐震性を高め、棚の転倒・倒壊を防ぐこと。そのためにはさらなる支柱材の強化、剛性の向上、転倒防止装置の機能強化が必要と考える。また、棚同士のぶつかり合いによる衝撃を吸収する方策なども地震に対する効果が期待できる。「連方向への安全対策」では、建物自体が免震・制震構造であることが棚の被害、収納物の落下などを防ぎ、利用者の安全性を確保する上で、いちばん有効な方法である。棚の連方向に対し、棚の耐震性を高めるため背面ブレースを使用する場合もあるが、移動方向の安全対策と同様に、角パイプ支柱の強化を図り、支柱と台枠の接合強化、さらに上部転倒防止装置による棚揺れの抑制強化が必要と考える。

おわりに

阪神大震災が発生し9か月になろうとしている。予期せぬ自然の猛威に多くの人命が奪い去られたことに、心より冥福をお祈りする。

「安全」——この文字が何にもまして優先され考えなければならないキーワードとして改めて噛みしめている。今回の地震が予想をはるかに越えたものであっただけに、学ぶこと多く、棚の被害状況把握、破損箇所の因果関係を解析し、今後の対策としなければならない。その一端を述べさせていただきます。

(はら よしかず：キハラ株式会社)

[NDC：012.29 BSH：1.書架 2.阪神・淡路大震災]



上部転倒防止装置

滑なしレール



走行台枠・棚一体構造