

# 震災後の職場巡視のための通路の5S及び安全確保、 書架・オフィス家具転倒防止についての調査

筑波大学総務部環境安全管理課 ○柏木 保人、岩原 正一

## はじめに

平成23年3月11日午後2時46分に三陸沖を震源とする国内観測史上最大のマグニチュード9.0の巨大地震が発生し、誘発された大津波が東日本太平洋沿岸に甚大な被害をもたらした<sup>[1]</sup>。この時、筑波大学では震度6弱の地震の影響により、幸い人の被害と倒壊等の大規模被害はなかったが、附属病院を含め、概ね、建物191棟、工作物6件、土地69か所、壁のひび割れ、コンクリート片の落下、金物の破損、ガラス、天井・間仕切り等の内装材の破損、照明器具及び給排水管等の損傷、床に段差発生、屋内の書架・棚等の転倒、実験機器の落下被害などが発生した<sup>[2]</sup>。そこで、震災対策として、本報告では主に通路安全、屋内重量物に関する職場巡視の改善点について考察を加えた。

## 地震の歴史

西暦416年から現在までに起きた理科年表に記載されている地震426件のうちで、マグニチュードが約7以上又は多数の死者の地震を60件選び下表にまとめた。

西暦	日本国	地域	被害概要	地域	被害概要
684	天武13	土佐、南海、東海、西海	M8、南海トラフの巨大地震		
745	天平7			美濃、摂津	M7.9
818	弘仁9			関東諸国	M>7.5
869	貞観11	貞観の三陸沖巨大地震	M8.3、津波、死者約千名		
878	元慶2			関東諸国	M7.4
907	仁和3	五畿・七道	M8~8.5、南海トラフの巨大地震		
1006	永承6	東海・越前	M8~8.5、東海沖の巨大地震		
1009	康和元	畿内・南海	M8~8.3、津波		
1293	永仁元			鎌倉地方	M7.7、死者数千~二万三千余
1360	正平15	紀伊・摂津	M7.5~8.2、津波		
1361	正平16	畿内・土佐・阿波	M8~8.5、南海トラフの巨大地震		
1408	応永14	紀伊・伊勢	M7~8.2、津波		
1498	明応7	東海道・房総・紀伊	M8~8.5、南海トラフの巨大地震、津波死者約四万		
1586	天正18			畿内・東海、白川新橋	M7.8
1596	慶長元			畿内、伏見城火災	M7.5
1605	慶長9	東海・南海・西海諸道	M7.0、二つの地震発生、津波死者多数		
1611	慶長12	三陸沖・北海道東岸	M8.1、慶長の三陸沖地震、津波死者多数		
1662	寛文2			畿内・東海	M7.6、比良、花折断層、死者多数
1666	寛文5			越後西部	M6.75、火災死者約1500名
1667	永宝5	4月、陸中・陸奥	M7.9、永宝の三陸沖地震		
1667	永宝5	11月、磐城、常陸、安房・上総・下総	M8.0、津波		
1703	元禄16	江戸・関東諸国	M7.9~8.2、相模トラフの巨大地震、死者多数		
1707	宝永4	五畿・七道、日本の最大地震	M8.6、遠州灘沖、紀伊半島沖の二つの巨大地震同時発生、死者二万名		
1751	宝暦元			越後・越中	M7~7.4、死者1500
1766	明和3			津軽	M7.25、死者千数百
1771	天明8	八重山地震津波	M7.4、溺死1万2千		
1792	寛政4			雲仙嶽、有明海に前山崩落津波	M6.4、津波死者約1万5千
1793	寛政5	陸前・陸中・磐城	M8.2、宮城沖沖の巨大地震		
1804	文化元			羽前・羽後、東海地震	M7.9、死者300
1828	文政11			越後・信濃川流域	M6.9、死者1443
1847	弘化4			信濃北部・越後西・曹芳寺地震	M7.4、死者5千数百
1854	安政元			7月、伊賀・伊勢・大和、木津川断層の活動	M7.25、死者1500
1854	安政元	12月23日、東海・東山・南海諸道、安政東海地震	M8.4、死者2~3千		
1854	安政元	12月24日、畿内・東海・東山・北陸・南海・山陰・山陽	M8.4、安政東海地震の32時間後、大津波16m、死者数千		
1855	安政2			江戸及び付近、江戸地震	M7.1、死者1万
1856	安政3	安政の江戸沖地震	M7.5、		
1858	安政3			海群北部・越中、飛越地震、勝津川断層の活動	M7.1、死者数百
1872	明治4			石見・出雲、浜田地震	M7.1、死者550
1891	明治24			岐阜・美濃部、濃尾地震、濃大の内陸地震	M8.0、死者7273
1894	明治27			山形県北部、庄内地震	M7.0、死者726
1896	明治29	三陸沖、三陸沖地震	M8.2、死者21959		
1911	明治44	奄美大島、群島島地震	M8.0、この地域最大		
1923	大正12	関東大震災、相模トラフ	M7.9、死者10万5千		
1927	昭和2			京都北部、北丹後地震	M7.3、死者2925
1930	昭和5			北伊豆地震、丹那・地野断層	M7.3、死者272
1933	昭和8	三陸沖地震	M8.1、死不明者3064、津波28.7m		
1943	昭和18			鳥取支部、鳥取地震	M7.2、死者1083
1945	昭和20	三河湾、三河地震	M6.8、死者2306		
1946	昭和21	紀伊半島沖、南海地震	M8.0、死者1330、津波6m		
1948	昭和23			福井県北地方、福井地震	M7.1、死者3769
1952	昭和27	別府沖、十勝沖地震	M8.2、死者28		
1954	昭和29	新潟県沖、新潟地震	M7.5、死者26		
1955	昭和30	鳥取県東部、鳥取地震	M7.9、死者52		
1974	昭和49	伊豆半島沖、伊豆沖地震	M6.9、死者30		
1975	昭和50	伊豆半島沖、伊豆沖地震	M7.0、死者25		
1985	昭和60	秋田県沖、日本海中部地震	M7.7、死者104		
1985	昭和60	北海道南西沖地震	M7.8、死者202、津波10m		
1995	平成7			淡路島、阪神淡路大震災	M7.3、死者6434
2004	平成16			新潟県中越地震	M6.8、死者68
2011	平成23	三陸沖、東日本大震災	M9.0、死者不明者2万		

次の巨大地震発生が迫っている。

## 気象庁震度階級

震度階級	加減速度(縦向き:1g)	加減速度(横向き:1g)	人の体感・行動	屋内の状況
0			揺れを感じない。	—
1	2.5 Gal	0.5 Gal	室内で静かにしている人で揺れをわずかに感じる人がある。	—
2	8.3 Gal	1.6 Gal	室内で静かにしている人の大半が揺れを感じる。	電灯などのつり下げ物が、わずかに揺れる。
3	28 Gal	5 Gal	室内にいる人のほとんどが揺れを感じる。	棚にある食器類が音を立てることがある。
4	83 Gal	16 Gal	ほとんどの人が驚く、歩いている人のほとんどが揺れを感じる。	電灯などのつり下げ物は大きく揺れ、棚にある食器類は音を立てる。震りの強い食器物が倒れることがある。
5弱	280 Gal	50 Gal	大半の人が恐怖を感じる、怖くつかまりたいと感じる。	電灯などのつり下げ物は揺れ、棚にある食器類、重物の本が落ちることがある。震りの強い食器物の大半が倒れる。固定していない家具が移動することがあり、不安定な物は倒れることがある。
5強	525 Gal	90 Gal	大半の人が倒れつかまりたいと歩行困難。	棚にある食器類、重物の本で揺れるものが多い。テレビが台から落ちることがある。固定していない家具が倒れる。
6弱	830 Gal	160 Gal	立てていることが困難になる。	固定していない家具のほとんどが移動し、倒れるものが多い。
6強	1580 Gal	300 Gal	立てていることができず、はわないと動くことができない。倒れに倒れる恐れも大きい。揺れ続けることも多い。	固定していない家具のほとんどが移動し、倒れるものが多い。
7	2800 Gal	500 Gal		

注: 加減速度は、均一な揺れが数秒つづくと仮定。Gal=10<sup>-2</sup>m/s<sup>2</sup>=1cm/s<sup>2</sup>。  
<http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/kkyoshin/kaisetsu/comp.htm>

## 通路の安全確保の法令

### 労働安全衛生規則

#### 第540条(通路):

事業者は、作業場に通ずる場所及び作業場内には、労働者が使用するための安全な通路を設け、かつ、これを常時有効に保持しなければならない。

#### 第541条(通路の閉鎖):

事業者は、通路には、通常の通行を妨げない程度に、提亮又は照明の方法を講じなければならない。

#### 第542条(屋内における通路):

事業者は、屋内に設ける通路については、次に定めるところによらなければならない。

一 用途に応じた幅を有すること。

二 通路側は、つまりすべり、踏抜等の危険のない状態に保持すること。

三 通路側から高さ1.8メートル以内に障害物を置かないこと。

#### 第543条(機械等のある通路):

事業者は、機械等はこれと他の設備との間に設ける通路については、幅80センチメートル以上のものとしなければならない。

### 消防法

#### 消防法第8条の二:

学校、病院、工場、事業場、百貨店、旅館、飲食店、地下街、複合用途防火対象物その他の防火対象物で改修で定めものの構造を有する者は、当該防火対象物の廊下、階段、避難通路等の避難に必要と認められる避難の支障となる物件が設置され、又はたかりに設置されようとする場合、かつ、防火戸の閉鎖に支障となる物件が設置され、またはたかりに設置されようとする場合、なければならぬ。

## 地震対策指針

東京消防庁・家具類の転倒防止対策に関する調査検討委員会、オフィス家具類・一般家電製品の転倒・落下対策に関する指針(平成18年3月) <http://www.tfd.metro.tokyo.jp/hp-bousaika/kaguten/okt.html>

文部科学省・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について—国立大学法人等の実験施設における安全衛生対策の推進—(平成22年3月) [http://www.mext.go.jp/a\\_menu/shisetsu/shuppan/1292180.htm](http://www.mext.go.jp/a_menu/shisetsu/shuppan/1292180.htm)

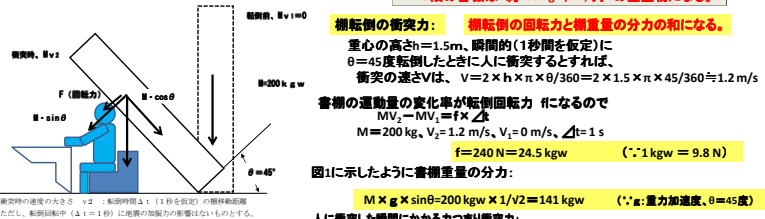
空気調和・衛生工学会新指針、建築設備の耐震設計 施工法、(社)空気調和・衛生工学会編(平成9年10月)

国土交通省国土総合政策技術研究所、独立行政法人建築研究所監修、建築設備耐震設計・施工指針2005年版編集委員会、建築設備耐震設計・施工指針2005年版、日本建築センター(平成17年5月)

## 重量書棚転倒の初期リスクアセスメント

書籍1段にA4版雑誌・書籍1列1mの重量は約40kgw/mになる。

5段の書棚は 約200kgw/m、1列の重量物になる。



棚転倒の衝撃力: 棚転倒の回転力と棚重量の分力の和になる。  
重心の高さh=1.5m、瞬間的(1秒間を仮定)に  
 $\theta=45^\circ$  傾斜したときに人に衝突するとすれば、  
衝突の速さVは、 $V=2 \times h \times \pi \times 0.360 \div 2 \times 1.5 \times \pi \times 45/360 \approx 1.2 \text{ m/s}$

書棚の運動量の変化率が棚転倒力 になるので  
 $M \times V_2 - M \times V_1 = F \times \Delta t$   
 $M=200 \text{ kg}$ 、 $V_2=1.2 \text{ m/s}$ 、 $V_1=0 \text{ m/s}$ 、 $\Delta t=1 \text{ s}$   
 $F=240 \text{ N}=24.5 \text{ kgw}$  (1kgw=9.8 N)

図1に示したように書棚重量の分力:  
 $M \times g \times \sin \theta = 200 \text{ kgw} \times 1/2 = 141 \text{ kgw}$  (1g:重力加速度、 $\theta=45^\circ$ )  
人に衝突した瞬間にかかる力つづき衝突力:  
 $141 \text{ kgw} + 24.5 \text{ kgw} = 165.5 \text{ kgw}$

このようにいくつかの仮定が含まれるが、棚が転倒衝突したときに大きな衝撃を受け、人では支えられず書棚に挟まれることになる。  
書棚転倒・挟まれにより最大200kgwの圧迫力を受け致死的状況が予測される。

【注】(リスク)=(発生確率)×(被害の大きさ)  
地震の発生確率はすべての場合で同じとし、被害の大きさを衝突力で示し、リスク評価するものとした。

## 震災後の棚転倒防止の棚の固定改善事例

## 東日本大震災時の転倒防止の効果



ボード壁にアンカー固定の棚が壁から移動の例、上部が天井と接しているために転倒はなかった。



縦方向のみ固定の重量書架が横方向に変形し倒壊危険の例



縦方向の支持棒の増設



横方向の支持棒の増設



【ボード壁用アンカーの棚の固定改善事例】



【伸縮棒による棚の固定改善事例】



床にアンカー固定



天井とフームで固定

床にアンカー固定

### 【重量書架の固定改善例】

### 【間仕切りとしても使用の棚の転倒防止の固定改善事例】

#### 【参考文献】

- [1] 国立天文台編、平成24年理科年表(丸善出版)
- [2] 岩原正一、大学等環境安全協議会第2回技術分科会
- [3] 筑波大学における東日本大震災の被害状況と被害軽減の成果と課題(平成23年7月28日、筑波大学)
- [4] 都司高直 著、千年震災—繰り返す地震と津波の歴史に学ぶ、ダイモント社(2011)。
- [5] 吉村昭 著、関東大震災、文芸春秋、文芸春秋(2004年8月)
- [6] 東京消防庁・家具類の転倒防止対策に関する調査検討委員会、オフィス家具類・一般家電製品の転倒・落下対策に関する指針(平成18年3月)
- [7] <http://www.tfd.metro.tokyo.jp/hp-bousaika/kaguten/okt.html>

- [6] 国土交通省国土総合政策技術研究所、独立行政法人建築研究所監修、建築設備耐震設計・施工指針2005年版編集委員会、建築設備耐震設計・施工指針2005年版、日本建築センター(平成17年5月)
- [7] 文部科学省・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について—国立大学法人等の実験施設における安全衛生対策の推進—(平成22年3月) [http://www.mext.go.jp/a\\_menu/shisetsu/shuppan/1292180.htm](http://www.mext.go.jp/a_menu/shisetsu/shuppan/1292180.htm)