

東日本大震災と事業所の防災対策

東京理科大学 総合研究機構

教授 小林 恭一



3月11日に発生した巨大地震に伴う大津波で東日本の太平洋側沿岸部は文字通り壊滅状態になった。福島の原発も、今なお安定した状況とはほど遠く、予断を許さない状況が続いている。

亡くなられた方々のご冥福をお祈りするとともに、被災して苦難の中におられる方々が早く平安な生活を送れるよう、出来る限りのことをしたいと思う。

本稿では、とりあえず落ち着いて来た現時点で、あの大震災について火災対策や危険物施設の安全対策を中心とした私の専門領域の視点で振り返ってみることしたい。

1 東日本大震災の概要

地震は、平成23年3月11日午後3時前に発生した。地震の規模はモーメントマグニチュードでなんと9.0。震源の深さは24km。震央は宮城県沖とされているが、震源域は広大で、三陸沖から茨城県沖まで、幅約150km、長さ約450kmの断層が約170秒かけて最大30mもずれ動いた。最大震度7を観測したのは宮城県栗原市1市だが、震度6強は宮城、福島、茨城、栃木の4県で34市町村、震度6弱は岩手、群馬、埼玉、千葉を加えた8県、69市町村にのぼっている。

凄まじかったのは津波で、青森県から千葉県まで、最大高さ数mから15m以上にも及ぶ津波が数回にわたって押し寄せ、町や集落の大部分が押し流されたところも少なくない。

10月11日現在で、人的被害は死者16,019人、行方不明者3,805人、負傷者6,121人にのぼり、

物的被害は全壊118,621棟、半壊181,801棟、火災発生287件などとなっている。

2 津波火災

(1) 津波火災の状況

今回の津波では、「津波火災」ともいるべき火災が多発した。気仙沼市などが典型だが、津波に襲われた地域で同時多発火災が発生し、10ヘクタール以上も燃える大規模な市街地火災や山火事が起こっている。



写真1 南三陸町の火災地区（焼損面積約1ha）

津波で何故こんなに火災が？と思っていたのだが、幾つかの現場を見て理由がわかった。流れて来た可燃物が建物と建物の間に大量に堆積し、そこに油、ガソリンを積んだ車、プロパンガスのボンベなどが流れ着いて何らかの原因で着火するとか、津波の衝撃で火災になった住宅がそのまま流れて来て燃え移る、などということが起れば、容易に大きな火災になってしまう。しかも、そのようなことが多数起り、消防活動ができる状況でもないため、多くの大規模な市街地火災や山火事が発生したものと推定される。



図1 岩手県山田町の焼損区域（焼損面積約15ha）
(作成：消防庁消防研究センター・東大山田研究室)

今回、津波火災は、ヘクタール単位で燃えた大規模なものだけでも、岩手県山田町、大槌町、宮城県気仙沼市、南三陸町、石巻市、名取市などで発生しており、小規模なものも含めれば、3月11日から21日にかけて発生した地震関連火災303件（消防庁発表）のうち、146件に上る可能性があると推定されている¹⁾。

(2) 避難所や津波避難ビルの火災危険

仙台市宮城野地区の津波被災地に「中野小学校」という避難所に指定された建物がある。周囲は海岸近くに広がる住宅地になっており、付近に丘陵などがないため、住民は日頃から中野小に避難する津波避難訓練を繰り返していた。今回も、地震発生直後から約400人の住民が避難した。



図2 中野小学校周辺の状況

津波は中野小の2階の床上1m程度にまで達し、避難した住民は屋上に逃れて助かったのだが、その

時、同小の北西側2箇所で火災が発生した（図2参照）。

暗闇の中、火災は400人が避難している同小に向けて延焼して来ているように見えたため、避難者から消防に消火・救助を求める必死の要請があつた。

仙台市消防局は要請を受けて消防隊を向かわせたが、火災現場から遙かに離れた地点で津波の瓦礫に阻まれて前進できなくなった。避難所の周囲は津波による冠水と瓦礫のため、とても避難できる状態ではなく、同小の周囲は可燃性の瓦礫が積み上がっていいたため（写真2参照）、もし火災が延焼してくれば、避難所自体が火災となって、多数の犠牲者が出る恐れもあった。



写真2 中野小学校の周囲に堆積した可燃物
(仙台市宮城野区)

仙台市消防局では、ヘリコプターによる空中消火も試み、結果的に、同小の手前で延焼は止まって避難所が火災になるという最悪の事態は避けられたのだが、実は、同小には別の火災危険もあった。



写真3 中野小学校内に流れ込んだ車

同小の周囲には、多数の車が流れて来て堆積しており、中には窓を突き破って校舎内に流れ込んだ車も複数台あった。これらの車にはガソリンが積まれているため、一つ間違えば避難所内部から出火して延焼し、避難者がさらに被災する可能性もあったのである。



写真4 石巻市門脇小学校（撮影：東大山田研究室）

実際、石巻市の門脇小学校と大槌町の大槌小学校では、避難者が乗って来て校庭に駐車していた多数の車が津波のために校舎に打ち寄せられ、発火して校舎が火災になったため、避難者が裏山に再度避難する、という事態が発生している。

門脇小と大槌小は山裾に位置していたため、裏山に避難できたのだが、中野小の場合はそうはいかず、大きな被害に繋がった可能性がある。

3 危険物施設の被害

(1) 危険物施設の被害の概要

地震直後に見た映像で、町が大津波に飲み込まれていく様を除けば、最もギョッとしたのは市原コスモ石油のガスタンク爆発事故だった。この他にも、多賀城市的石油施設では、津波で施設が破壊されて漏れた油に引火して大火災になったし、気仙沼では漁船の燃料タンクが多数津波で流れ出し、漏れた油に火が着いて海面が炎上、沿岸・海上施設や漁船が火災になっただけでなく、対岸にある幾つかの集落を延焼させ、大規模な山林火災も引き起こした。

消防庁のHPを見ると、この他に、

- 南相馬市の原町火力発電所オイル棟の火災
- いわき市の薬品工場火災
- 市原市のチッソ石油化学五井製造所アタクチッ

クボリプロピレン屋外保管所火災

- 市原市の丸善石油化学千葉工場アルコールケトンプラント火災

- 市川市の工場の危険物施設火災

などの危険物施設の火災が報告されている。

また、青森、宮城、福島、千葉、神奈川、山形、新潟の各県で、危険物の漏洩事故が幾つか発生している。いずれも大事には至っていないが、中小型石油タンクの転倒や漏洩、危険物施設の配管の破断・漏洩、スロッシングによる油の溢流、液状化による各種施設の破壊などは相当あったようだ。

千葉県市原市コスモ石油のガスタンク火災の概要

- 3月11日15時15分発生の震度4の余震により、ブタンガスタンクの橋脚が座屈して倒壊。周囲の配管を破損してガスが噴出
- 15:47に火災発生
- 周辺装置全面火災に発展
- 17:04 最初の爆発以後、17:50の大爆発をはさみ、大小タンクが次々に爆発
- 火災発生直後に、消防庁長官指示により東京消防庁、横浜市消防局など緊急消防援助隊派遣
- 千葉市など周辺消防局も応援派遣
- 応援も含め、消防車両は100両近く
- 消防艇7艇により冷却放水
- 完全鎮火は21日（鎮火までに11日間を要した）



写真5 千葉県市原市のガスタンク火災
(写真提供 東京消防庁)

あの地震の直後に、これら危険物火災や漏洩事故の対応に当たった各施設の自衛消防隊や公設消防隊

は、大変な苦労をされたに違いない。あの状況の中で、これらの危険物事故を、周囲の住宅や建築物に大きな被害を及ぼさずに処理できたのは素晴らしいことだと思う。



写真6 気仙沼湾内西岸臨地区（埠頭エリア）の転倒した石油タンク等と焼失した倉庫など

(2) 地震規模の割に被害は少なかったのではないか

以上のような危険物施設の被害状況を見て、「M9.0の未曾有の大地震の割には思ったより少ないな。」と感じるのは、私だけだろうか。

今回の地震では、建物の倒壊も「地震の規模の割に少ない」と捉えられている。その理由は、新築や耐震改修などにより耐震性の低い建物が減ってきてることのほか、今回の地震動には中低層の建築物を破壊する能力の高い「周期1秒前後の地震動（キラーパルス）」の成分が少なかったことが大きいのではないか、と言われている。

同じことが危険物施設にも当てはまりそうだが、単純に同じとは言えない。阪神・淡路大震災では、地震動にキラーパルスの成分が多く、多数の建築物が破壊され、危険物施設も防油堤は破壊されたが、危険物施設の火災は発生しなかった。ガスタンクや危険物の漏洩事故はあったが、大事に至らなかった。懸念されていた大型石油タンクからの大規模な流出事故もなかった。

(3) 危険物施設の耐震性の強化

危険物施設の耐震性については、建築基準法に新耐震設計法が導入された時に、同様の考え方で大型石油タンク（特定屋外タンク）の耐震基準が強化された。その後、阪神・淡路大震災の経験と十勝沖地震の出光石油のタンク火災の経験を受けてさらに強化されている。防油堤の強化、配管の接合部分の

改良、タンク地盤の液状化対策、浮屋根の改善、やや長周期地震動に対する対策なども講ぜられ、改善が進んでいる。スロッシング対策としての液面高さの管理なども、普通に行われるようになっている。

特に、耐震性の低い古い特定屋外タンクを新基準に適合させなければならないとする法令上の期限が前倒しされたことは大きい。1万㎘以上のものについては、平成23年末の期限が阪神・淡路大震災以後平成21年末期限に前倒しされ、平成22年3月末現在で、1740基のうち1713基（98.4%。休止中のものを除けば事実上100%）が適合済みになっている。また、1千㎘～1万㎘のものについては、同様に平成27年末期限が平成25年末期限に前倒しされ、4,273基中3,229基（75.6%）が適合済みである。

この数字や前記の対策が進んでいることと、今回の広範囲にわたった大きな揺れでも危険物施設の大きな火災や大規模な漏洩が少なかったこととは無縁ではないに違いない。

4 計画停電と非常電源

(1) 計画停電

福島第一原発の重大事故と、津波や地震で他の発電所が被害を受けたことが重なり、東京電力管内では、3月14日から28日まで「計画停電」と称する輪番停電が実施された。その後は、供給側が様々な手段で電力供給力を上げ、消費者側も節電に努めたため、今のところ再度計画停電が行われることなく済んでいる。

計画停電が行われると、産業施設に与える影響は大きい。3月の計画停電の際には、集客施設は停電中の営業をストップせざるを得なかつたし、工場などの製造施設も操業時間を変更したりして、対応に苦慮したと聞く。

事務所などでは、昼間は外光頼みの薄暗い中で停電中も何とか仕事をしていたところも多いようだ。だが、その時、消防・防災設備はかなり危険な状況になっていた。

建築基準法や消防法に基づいて設置される消防・防災設備には非常電源（建築基準法令では「予備電源」と称しているが、本稿では以下「非常電源」という。）が設置されているが、非常電源がカバーで

きる時間は、計画停電の時間と比べるといかにも短いからだ。

(2) 建築基準法と消防法の非常電源

建築基準法で義務づけられている防災設備と、その設備が停電中に作動しなければならない時間は、排煙設備、非常用の照明装置、非常用の進入口の表示灯、地下街の排水設備などで30分以上とされている。避難階段や特別避難階段の照明、非常用エレベーターなどのように、非常電源の設置は必要とされているが特に容量は定められていないものもある。

消防法で義務づけられている消防用設備等については、自動火災報知設備やガス漏れ火災警報設備のように10分間以上鳴動のもの、誘導灯のように20分間以上点灯のもの、屋内消火栓やスプリンクラーのように30分間以上作動のもの、不活性ガス消火設備のように1時間以上作動のもの、連結送水管の加圧送水装置のように2時間以上作動のものなど、その役割や特性に応じて様々な容量の非常電源が要求されている。

(3) 計画停電はどうなるか

非常電源が設置されている消防・防災設備の作動の仕方は、大きく分けて2種類ある。

一つは、火災になった時に必要な作動を確保しようとするもので、排煙設備やスプリンクラー設備などがこれにあたる。もう一つは、停電になると（火災が発生しなくとも）自動的に非常電源に切り替わるものである。

前者は火災になるまでは電力を消費しないので、長く停電が続いていると普段と同じように作動するが、後者は停電になると同時に電力を消費し始めるので、長く停電が続くと作動しなくなってしまう可能性がある。

特に避難階段や特別避難階段の照明は、内蔵蓄電池が上がってしまえば機能しなくなる。階段に設置されている誘導灯も20分（大規模・高層ビルや地下街等の避難口に設置されるものは1時間）しか点灯が保証されていない。このため、計画停電中に使用された事務所ビルなどでは、階段が真っ暗になっていたものもあるようだ。停電時にはエレベーターを使えないため、上下階への移動には階段を使用するしかないが、その階段が真っ暗では通常の使用にも支障を来すし、火災が発生したら避難は極めて困

難、ということになる。

消防法上、火災による潜在的人命危険性があまり高くない建築物については、非常電源として「非常電源専用受電設備」が認められる場合があるが、このタイプのものの電力は所詮は電力会社から供給されるので、計画停電の際にはほとんど無力になってしまう。

また、建築基準法や消防法で義務づけられている非常電源と、照明や空調用の非常電源を兼用しているビルもある。そのようなビルを計画停電中に使う場合には、非常用の発電設備を運転して電力を確保する場合もあったようだ。その場合は、早め早めに燃料を補給する必要があるほか、普段使わない非常用の発電設備を長時間繰り返し使用することによる信頼性の低下をどうするかが課題となる。

火災危険の観点からは、計画停電中に建物を使うことはやめた方が良さそうだが、自己責任でどうしても使いたいなら、以上のような問題点があることを認識し、それなりの対策をとった上で使うべきだと思う。

5 終わりに

今回の大地震で、日本は津波については、津波火災や原発事故を含めて想定外の大被害を被ったが、揺れについては想定内に収めることができたと言えそうだ。技術的な対策は大変でも、やればそれだけの効果があることが良くわかったことは大きな収穫だ。事業所にとって施設の耐震対策は、収益の観点からすれば消極的にならざるを得ないと思うが、今は、やっておいて良かったと思っているのではなかろうか。

今後、様々なジャンルで今回の地震による被害の技術的検討が行われ、必要に応じて基準が強化されることもあるかも知れないが、「耐震対策を実施すればそれなりの効果は必ずある」という自信を持って安全対策のいっそうの向上に取り組んでもらいたいと思う。

【引用文献】

- 1) 関澤愛：東日本大震災における地震火災の全体像と注目すべき特徴、東日本大震災の津波と火災：現地調査報告会資料、8ページ、東京理科大学GCOEプログラム、2011年5月12日