

設備耐震化の必要性

人命安全確保と事業継続の観点から

中島 克人 Katsuhito Nakajima

リスクコンサルティング事業本部 コンサルティング部
上席コンサルタント

西條 聖史 Satoshi Saijo

リスクコンサルティング事業本部 コンサルティング部
主任コンサルタント

はじめに

2013年3月18日に南海トラフ巨大地震の被害想定（第二次報告）が内閣府より公表され、経済的な被害が盛り込まれた。その中で生産・サービス低下による経済的被害は、基本ケース¹で30.2兆円、陸側ケースで44.7兆円と試算された。しかし、防災・減災対策に取り組むことで、経済的被害を基本ケースで23.8兆円、陸側ケースで31.8兆円まで軽減できると試算しており、改めて、防災・減災対策の継続的推進と見直しが求められる。

第二次報告において経済的被害を軽減するための主な対策として、「BCPの策定・充実」「サプライチェーンの多重性・代替性の確保」「施設・設備の耐震化」など7つの対策が挙げられている。その中でとりわけ効果が大きいの「施設・設備の耐震化」と思われる。施設の耐震対策は行政からの各種支援などもあり各事業体で粛々と進められているが、設備の耐震対策に関しては人命安全確保や事業継続における耐震対策の必要性の認識がまだ低く、対策が後回しになる傾向がある。

そこで本レポート²では、過去の震災の被災データや当社が実施している設備耐震診断サービスを通じて見受けられた事例などから、設備耐震化の必要性について述べる[ここで言う「設備」とは、空調、給排水、電気、消防等に関わる設備（以下、空調、給排水、電気等に係る設備をまとめてユーティリティ設備と称す）と、機械装置、配管等の生産設備を指す]。

1. 人命安全確保の観点から見た必要性

製造業の生産現場では、多くの作業者が生産活動に携わっている。設備の耐震対策を実施していない場合、設備の移動・転倒・落下によって作業者が負傷する可能性がある。また、避難経路の阻害により、逃げ遅れが発生する可能性がある。従って生産現場においては、人命を守るためにも生産設備の耐震対策が欠かせない。

非製造業においても同様に、人命を守る観点でオフィスや店舗フロアなどの什器・備品の耐震対策が求められる。また医療機関においては病室、ナースステーションなどの什器・備品対策に加えてユーティリティ

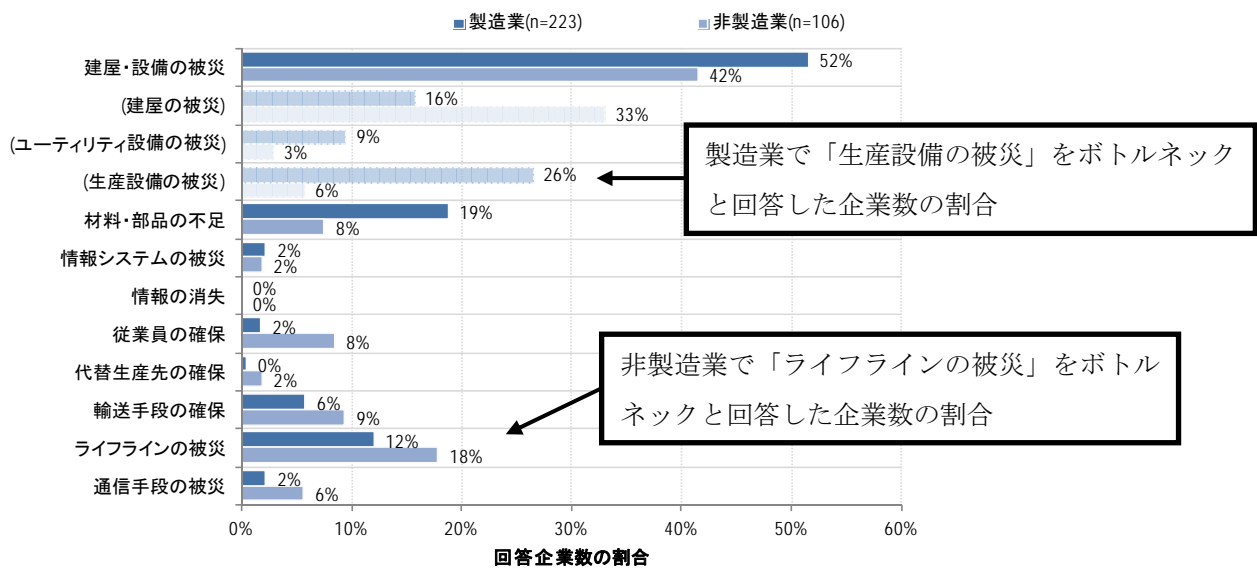
¹ 南海トラフ巨大地震の地震動は5ケースが検討されており、中央防災会議による東海地震、東南海・南海地震の検討結果を参考に設定した「基本ケース」と揺れによる被害が最大となると想定される「陸側ケース」で被害想定が行われている。

² 本レポートに掲載する写真は当社にて撮影

設備の耐震対策も必要となる。それらの設備が使用できないことで、人命に関わる医療行為が途絶する事態を避けなければならない。

2. 事業継続の観点から見た必要性

これまでの震災においては、生産設備やユーティリティ設備の被害が事業継続や早期復旧のボトルネックとなるケースが見受けられた。図1によれば、製造業においては事業再開のボトルネックを「建屋の被災」、「生産設備の被災」と回答した企業が多い。東日本大震災以降、製造業においては代替生産体制検討の機運が高まっている。しかし、投資規模に対して得られる効果が小さい、コスト増につながる等の理由から、代替生産体制を確保するよりも防災・減災対策を推進する方が有効であるとの経営判断の下で、生産工場の施設・設備の耐震化を強化する傾向にある。



【事業継続に影響があった企業（津波被災、原発事故による影響企業を除く）を対象】

図1 製造業・非製造業別の事業再開のボトルネック³

非製造業では、事業再開のボトルネックを「建屋の被災」、「ライフラインの被災」と回答した企業が多い。ライフラインの復旧よりもユーティリティ設備の復旧が長期化すると、電気・水・空調などが使用できず、事業継続に影響を及ぼす可能性がある。よってライフラインの復旧とほぼ同時に事業再開を果たすために、ユーティリティ設備の耐震化が求められる。

3. 耐震対策が十分でない事例と対策

当社はこれまで生産工場、オフィスビル、店舗、病院など、さまざまな施設において設備耐震診断サービスを行ってきた。ここでは、「よく見受けられる耐震対策が十分でない事例」や「見落としがちな対策」を紹介するとともに、それらに対する対策案を述べる。

³ 「東日本大震災における被害実態と地震対策効果に関するアンケート調査結果 2012年5月7日 NKSJ リスクマネジメント(株)に一部加筆

3.1. アンカーボルトが打込み不足となっている事例

【事例の概要】

あと施工アンカー（芯棒打込み式）を用いて設備の固定対策を実施したが、アンカーボルトの打込みが十分でない事例である（写真1）。あと施工アンカーは、図2に示すように「コンクリートの穿孔（せんこう）」→「孔内の清掃」→「アンカー打込み」の手順で施工される。アンカーボルトの打込み不足が生じる原因として、「穿孔後の孔内の清掃が十分でない」「アンカーボルトがコンクリートスラブの鉄筋に接触して埋め込み深さが不足する」などが挙げられる。

この状態で大規模地震が発生した場合、アンカーボルトが引抜かれ、設備が移動・転倒する可能性がある。

【対策案】

アンカーボルトの打込み不足を避けるため、以下のような対策を推奨する。

- ・穿孔後の孔内の清掃を十分に行ってからアンカーボルトを打込む
- ・鉄筋位置の探査を行い、鉄筋が配置されていない箇所にアンカーボルトを打込む



写真1 あと施工アンカーの打込み不足の例

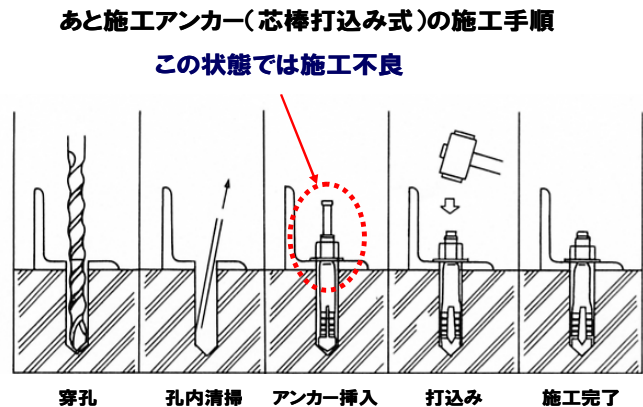


図2 打込み式の施工手順⁴

3.2. 吊り物の吊り金具が耐震対応になっていない事例

【事例の概要】

吊り物の建屋梁などへの取り付け部が耐震対応になっていない事例である（写真2）。また吊り物が鉛直吊り材のみで、斜材による振れ止めが施工されていない例（写真3）も見受けられる。



写真2 鋼材耐震型吊り金具が未施工の例



写真3 鉛直吊り材のみで振れ止め未施工の例

⁴ 建築設備耐震設計・施工指針 2005年度版（(財)日本建築センター）に当社で一部加筆

この状況で大規模地震が発生した場合、吊り物が横揺れして周辺の吊り物と接触し、落下する可能性がある。

【対策案】

吊り物の落下を避けるため、写真4のような対策を推奨する。

- ・ 梁への取り付け部において、鋼材耐震型吊り金具を設置し、吊り物に水平方向引張荷重が作用しても脱落を防ぐ構造とする
- ・ 斜材による振れ止めを設置し、横揺れを防止する

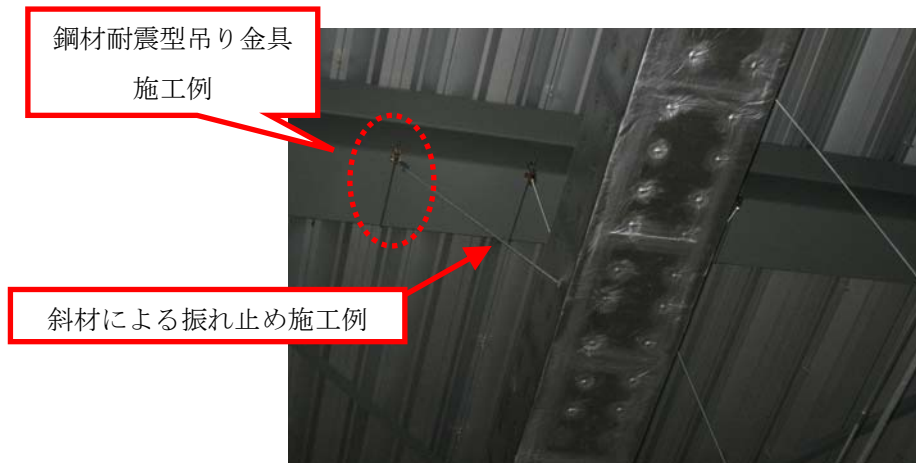


写真4 振れ止め、鋼材耐震型吊り金具の施工例

3.3. 台車の事例

【事例の概要】

台車を床面にアンカーボルトで固定するわけにはいかないため、耐震対策として台車の車輪にストッパーを取り付けている例がある。

しかし、この状態で大規模地震が発生した場合、ストッパーが機能しても、固定していない設備が床面に置かれているのと同じ状況であるため、移動・転倒する可能性がある。台車は通路沿いに置かれていることが多く、その通路が避難経路に該当する場合には、台車の移動・転倒によって避難経路が塞がれ、避難障害につながる恐れがある。

【対策案】

避難経路を確保するため、以下のような対策を推奨する。

- ・ アンカーボルトで固定した設備や建屋の柱に、台車をチェーンで結束しておく
- ・ 台車置き場が避難経路に面している場合には、台車置き場の設置場所を見直す

3.4. 屋上横引き配管の事例

【事例の概要】

屋上に敷設された横引き配管の移動・転倒防止対策が、未実施の場合が多く見受けられる（写真5）。建屋建設後に、屋上に横引き配管を新設する場合において、塗布防水やシート防水を損傷させないために、固定などの耐震対策を行っていないと思われる。この事例は工場だけでなく一般のビル等でも見受けられる。

都市ガスの横引き配管が対策未実施の状態で、地震の影響で損傷した場合、ガスが漏洩して火災などの二次災害につながる恐れがある。



写真5 横引き配管の移動・転倒防止対策未実施の例

【対策案】

横引き配管の移動・転倒防止対策として、以下のような対策を実施する。

- ・図3に示すように、耐震支持が必要な位置に、平面的に広いベタ基礎を設けて耐震基礎とする（ただし、比較的軽微な機器に用いる）
- ・パラペットやシャフト立上がり部など非防水部の躯体を利用して耐震支持をする

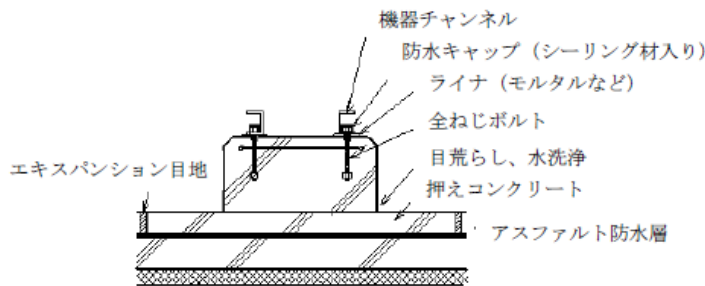


図3 ベタ基礎の設置要領の例⁵

設備耐震対策の考え方は「建築設備耐震設計・施工指針 2005年度版（（財）日本建築センター）」等の指針が参考となる。対策検討の際はそれらの指針を参考にしていきたい。

4. 設備耐震化を進めるにあたっての留意事項

これまで、過去の震災の被災データや耐震診断を通じて見受けられた事例から設備耐震化の必要性を述べてきた。ここでは、設備耐震化を進めるにあたっての留意事項について触れる。

4.1. 経営トップ主導で推進

生産現場では「生産効率を上げる」との経営トップの方針の下、頻繁に生産設備のレイアウト変更が行われる。一方で従業員の安全確保、復旧リードタイム短縮化の観点から固定対策を行なう必要もある。固定対策を行うとレイアウト変更が容易ではなくなるためどうすべきか、生産現場ではこのようなジレンマが起きる。

このような状況を発生させないために、経営トップ主導で設備耐震化を進める必要がある。従業員の安全

⁵ 「東日本大震災による耐震対策報告書（暫定版） 震災復興支援会議「設備被害対策検討委員会」 平成24年9月10日」より

確保が大前提の上で生産の効率化を追求すること、そのために設備の耐震化を推進することをトップの方針として示し、生産現場に伝えることが重要と考える。

4.2. 対策の優先順位付けを行う

全ての設備を対象に、一斉に耐震化を進められれば望ましい。しかしコストがかかるため、優先順位を付けて対策を進めていくのが現実的な対応となる。以下のような優先順位付けを行い、優先度に応じて予算化して耐震対策を推進するのがよい。

表1 対策優先度の高い設備（例）⁶

内容	例
火災などの二次災害につながる恐れのある設備・配管	<ul style="list-style-type: none"> ・ ガスを使用している設備、配管 ・ 危険物を使用している設備、配管
移動・転倒・落下した場合に人命に影響を及ぼす可能性のある設備	<ul style="list-style-type: none"> ・ 重量のある吊り物 ・ 床置き的大型設備 ・ 避難通路に面して設置された避難障害につながる恐れのある設備
事業継続に重大な影響を及ぼす可能性のある設備	<ul style="list-style-type: none"> ・ 電気、水などのユーティリティ設備 ・ オンリーワン設備（社内で代替性がない事業上の重要な設備） ・ メーカーの保証期間を過ぎた古い設備 ・ 部品の再調達に時間を要する設備（例えば海外製の設備）

4.3. 社内基準の作成

設備耐震化の全社展開にあたっては、設備耐震化の方法・考え方を示した社内基準の整備を推奨する。社内基準を整備することで、統一的な考え方に基づく効率的な全社展開が可能となり、手戻りも抑制できる。また設備耐震化に関するノウハウの蓄積と継承が可能となる。

1995年の阪神淡路大震災で自社工場が被災した企業の中には、その教訓を生かし、設備をアンカーボルトで固定するなどの耐震化を進めた企業もあったのではないと思われる。しかし、生産ラインのレイアウト変更を頻繁に行ううちに、その教訓はいつしか風化し、いつの間にかアンカーボルトで設備を固定しないようになり、東日本大震災で再び自社工場の生産設備が大きな被害を受けた企業もあるのではないだろうか。被災経験を風化させないためにも社内基準の作成を推奨する。

4.4. 復旧活動への事前準備

大規模地震への備えとして設備耐震化に加えて、「設備工事業者」の連絡先を把握しておく、設備復旧要員を自前で育成しておく、などの備えも必要である。東日本大震災では設備工事業者や設備メーカーの「奪い合い」が発生した。ある企業では、設備保全を日頃から訓練していなければいざという時には動けないとの考えから、工場の保守点検を自前の設備保全要員で行っていた。その企業が東日本大震災で被災したが、保全要員が活躍し早期復旧を果たすことができたとのことである。設備耐震化とともに復旧活動をイメージした、上記のような事前対策を行っておくことも有効である。

⁶ 当社作成

おわりに

東日本大震災を契機に、各方面で防災・減災対策やBCPの取り組みが見直し・強化されている。今回取り上げた設備の耐震化は、対策費用はかかるものの、人命安全確保と事業継続の両面において有効な対策であり、対策の効果は大きいと考える。しかし一度取り組んだとしても継続的な取り組みとなっていないケースが見受けられる。継続的な取り組みとするためには、耐震対策に関するノウハウの蓄積や継承だけでなく、経営トップの後押しが必要となる。経営トップに対策の必要性を再認識していただき、トップのリーダーシップの下、防災・減災対策を推進していただきたい。本レポートを防災・減災対策やBCPの取り組みを推進する一助としていただけたら幸いである。

参考文献

財団法人 日本建築センター 建築設備耐震設計・施工指針 2005年度版
 内閣府 「南海トラフの巨大地震に関する津波高、浸水域、被害想定の公表について」
 (http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/nankaitrough_info.html) (アクセス日：2013年5月27日)

執筆者紹介

中島 克人 Katsuhito Nakajima

リスクコンサルティング事業本部 コンサルティング部
 上席コンサルタント
 専門は企業防災、BCM、地震訓練

西條 聖史 Satoshi Saijo

リスクコンサルティング事業本部 コンサルティング部
 主任コンサルタント
 専門は企業防災、BCM

損保ジャパン日本興亜リスクマネジメントについて

損保ジャパン日本興亜リスクマネジメント株式会社は、株式会社損害保険ジャパンと日本興亜損害保険株式会社を中核会社とする NKSJ グループのリスクコンサルティング会社です。全社的リスクマネジメント (ERM)、事業継続 (BCM・BCP)、火災・爆発事故、自然災害、CSR・環境、セキュリティ、製造物責任 (PL)、労働災害、医療・介護安全および自動車事故防止などに関するコンサルティング・サービスを提供しています。
 詳しくは、損保ジャパン日本興亜リスクマネジメントのウェブサイト (<http://www.nksj-rm.co.jp/>) をご覧ください。

本レポートに関するお問い合わせ先

損保ジャパン日本興亜リスクマネジメント株式会社
 リスクコンサルティング事業本部 コンサルティング部
 〒160-0023 東京都新宿区西新宿 1-24-1 エステック情報ビル
 TEL：03-3349-4225 (直通)