

株式会社クレハ いわき事業所 地震被害調査報告

安全工学会地震被害調査委員会

1. はじめに

東日本大震災は、東日本に地震とそれに伴う津波による甚大な被害をもたらした。特に津波による被害は、福島原発被災の映像とともに大きくクローズアップされたが、一方で、同じ福島県内で 500 ガルを超える直下型地震の被害を受けた化学プラントが存在したことは必ずしも広く知られていない。このように巨大な直下型地震被害を受けた化学プラントは世界的にも歴史的にも例がないと考えられ、この被災状況を調査報告することは、今後の化学プラントの耐震設計のために重要である。

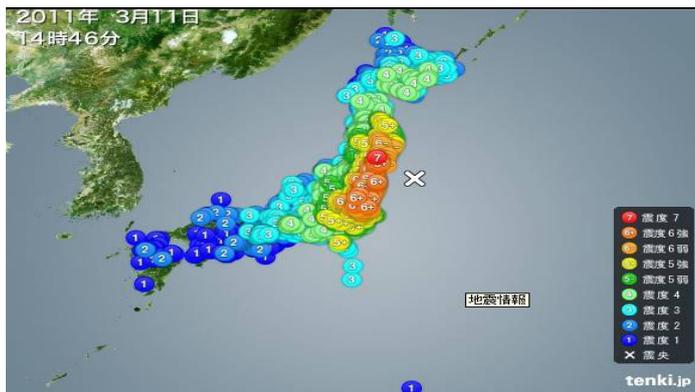
安全工学会では、比較的早い時期からこの事実に注目してきたが、今回、被災企業である株式会社クレハの協力を得て、この被害調査を行うことができたので、簡単に報告する次第である。

2. 発災状況

2.1 2011.3.11. (Fri.) 14:46 地震発生

震源地：三陸沖 M9.0（気象庁発表）

震度：6、310 ガル（クレハ測定）





被災状況：津波被害無し（海拔 5～6m, 海岸線より 2km）地震被害のみ
ただし、事業所内用水路にて 50cm 程度の水面上昇あり

人的被害：水素ガスホルダ配管での爆発によるガラス破片等で顔面裂傷
プラント潤滑油漏れで階段にて転倒

物的被害：後述 8.被災状況参照

ユーティリティー：

電気：停電後 15:21 復旧（東北電力）

自家発電は損傷のため 4 月末まで停止

工業用水：停止せず、浄化して浄水としても対応

水道水：停止後 3/14 16 時再開

計装空気：停止後 17:00 復旧

蒸気：ボイラー損傷（4 月末復旧）

24:00 復旧（パッケージボイラで対応）

窒素：停止せず（東北電力の停電期間が短かったため）

配送センター（他社）の対応も良好

携帯電話：1 週間ほど通話困難

固定電話：停止せず

無線：問題なし

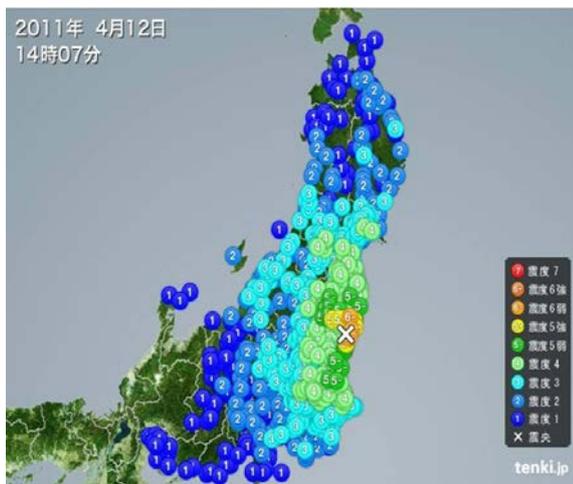
2.2 a 2011.4.11. 17:16 地震発生

震源地：福島県浜通り M7.1（気象庁発表）

震度：7、410 ガル（クレハ測定）



2.2b 2011.4.12. 14:07 地震発生
震源地：福島県浜通り M6.3（気象庁発表）
震度：7、509ガル（クレハ測定）



被災状況：両日とも津波被害無し、地震による被害のみ

人的被害：棚の転倒を避けようとして右手小指骨折

物的被害：後述 8.被災状況参照

ユーティリティ：

電気：停電後 12 日 15 時までには復旧（ディーゼル発電機で対応）

工業用水：取水口ポンプ（福島県管理）停止のため断水

事業所内のポンド水使用で少量確保

水道水：断水。4/13 復旧

計装空気：問題なし

蒸気：4/12 に、パッケージボイラで対応。

窒素：停止せず
携帯電話：通じにくかった
固定電話：問題なし
無線：停止（無線基地局被災のため）

この4月11日、12日の余震は「クレハ直下型」と言える地震で、4月11日は、福島県浜通りを震源とするM7.1の余震は、本事業所では「震度7、410ガル」を計測した。また、4月12日、福島県浜通りを震源とするM6.3の余震は、「震度7、509ガル」と最大値を計測した。震源となったのは、本事業所の西に位置する井戸沢断層および湯ノ岳断層であり、3月11日の地震の影響で活断層化したとみられている。

3. クレハにおける対応

3.1 3/11地震

14:46 地震発生

ボイラーを除く全設備停止（150ガル超で停止（事業所ルール）
（但し、ボイラーは地震により配管が損傷したため停止）
自動停止も問題なし

14:49 対策本部設置（本部と現場2カ所に設置、現場指揮本部は災害現場での鎮圧作業についての直接指揮を執ることを任務として。クレハ環境、クレハ病院、関連会社を含む相互協力）

7/21 解散（要対応個所が多数あったため、5月までは毎日会議）

14:58 現場指揮本部設置（水素着火地点付近）

保安停止措置、現場点検、人員安全確保など順調に完了（20～30分）
註）連絡は無線を使用（携帯は使用不能）

3.2 4/11, 12地震

17:16 地震発生

プラントの運転再開前のため、特に緊急措置はなし

4. クレハにおける地震対応体制

- ・ 対策本部、現場指揮本部の設置
- ・ 地震時行動基準（150 ガルで停止、点検など）
- ・ BCP 項目については、呼び名は異なるが項目は整備済み
- ・ プラントの緊急事態：ユーティリティ停止、異常事象、地震
- ・ プラント毎の机上での検討、訓練の実施
- ・ 地盤調査、リスク想定に基づく優先順位に応じた地震対策の実施
- ・ 起こり得る事態シナリオに基づく教育・訓練（2回／年）
- ・ ランダムシナリオではないが、直前に開示したシナリオでの訓練の実施
- ・ プレス対応の教育・訓練の実施
- ・ 職長権限で停止（自動停止に優先）
- ・ 感震器（インターロック）は、熱媒加熱炉に設置（150 ガル超で自動停止）
- ・ 感震計の実測値の表示、連絡は DCS
- ・ ユーティリティ喪失時の重要設備への影響度解析実施
- ・ 緊急車両のルート、避難経路については内規で規定
- ・ 緊急遮断弁や事業所全体のシャットダウンの考え方は、リスクに応じて独自に判断
- ・ 危機管理時の権限は、事業所長が不在の場合、管理職 60 名に順番に委譲
- ・ 災害想定結果の緊急時対応計画への反映
- ・ 火災、爆発事故発生時の被害拡大の考慮
- ・ 地盤調査結果の整理、地震対策への活用

5. 教訓（反省点も含む）

- ・ リスクの洗い出しが甘かった。
- ・ 「お伝え君」（緊急電話・メール連絡システム）は電話回線を使用することから必ずしも十分に機能せず。
- ・ 震度 5 弱で管理職、重要部門スタッフの強制出社は機能した。
- ・ 社員食堂での食事の提供は復旧作業に当たって効果的。（関連会社の社員にも提供された。食環境に関しては、自宅より快適だった？）
- ・ 計画的な耐震補強工事の成果が見られた⇔未対応のところは被害があった。
- ・ 良い意味での企業城下町意識が強く、社員が極めて積極的、協力的だった。
- ・ 窒素供給が途絶えなかったことが、安全確保に大きく役立った。

- ・冷蔵保存が必要な触媒に関しては、メーカー（日油）からの冷蔵車の提供があった。このことは、被災時の対策立案のきっかけになった。
- ・岩着杭と摩擦杭、杭基礎と直接基礎の違いが明確になった。

6. その他（特筆すべきこと）

- ・ 3月の地震の後、大きなプラント破損や危険有害物の漏洩は起きなかった。
- ・ 塩素に関しては、40年前の塩素漏洩事故後の対策の有効性が確認された。
- ・ 3/11は、シフトの交代時期だったため、人員が2倍で復旧が容易になった。
- ・ 復旧については、いわき事業所に全権を委ね、そのことを全社に告知した（社長裁定）。これにより指揮系統が明確になり、決済事務や予算の請求や執行が容易になったものと推定される。
- ・ 4/11,12には、3/11を凌ぐ、400ガルを越える直下型地震に襲われた。
- ・ 4月の直下型については、3月の震災により休業中だったため、被害が小さく済んだ（大きなプラント破損や危険有害物の漏洩は起きなかった）。
- ・ 日本の化学プラントの地震への耐力は高く、他の地域のプラントの震災被害の大部分は津波によるものと推定できる。
- ・ 復旧については、協力会社との連携が有効であった。
- ・ ボランティア活動が、企業イメージを高めた。
- ・ 病院の開放、風呂（社員クラブの）の提供等の社会貢献を行った。

7. 今後の対策

- ・ 窒素ガスの確保
- ・ 水利の確保
- ・ 耐震補強・老朽化施設対策
- ・ 安全弁の機能点検頻度をあげる
- ・ 過酸化触媒対応
- ・ 社員への連絡方法の確保
- ・ 社内での連絡方法の確保（衛星電話等）
- ・ リスクの洗い出し
- ・ ボイラー配管の地震対策

3月11日の地震発生後、事業所内ユーティリティーは、窒素を除く、電気、水蒸気などプラント操業に必要なほぼすべてのユーティリティーが停止しているが、東北電力の電力供給復旧が迅速だったこともあり、短時間で復旧することができている。本事業所には、ガスメーカーとの合弁で窒素製造設備を隣接地に設置し、合わせて液体窒素をホルダーにて所有することで、プラントを安全に停止させるために必要な窒素の供給が絶えなかったことは非常に有効であり、他のプラントに参考になると考える。

8. 被災状況

3月11日はプラント操業中であったが、構内基準により自動シャットダウンおよび手動緊急シャットダウンオペレーションにより、反応の暴走や火災、爆発はなく、無事にプラント停止することができ、二次災害を免れたと考えられる。

また、4月11日・12日は、3月11日発生の大震災より大きかったが、すでに復旧工事中であり、プラント停止中であったことが、幸いしていると考えられる。復旧工事の件数を比較しても、4月11日・12日の直下型地震による被災件数の増加が顕著である。

	Aプラント	Bプラント
3月11日震災	77件	68件
4月11・12日震災	138件	97件

8.1 3月11日地震による被災状況



1) 重合缶架構部破損



2) 鉄架構柱脚ブレース部破損



3) 鉄架構上の配管および自動弁のサポートからの脱落



4) ベッセル上部配管の破損



5) 配管破損による水素ホルダーの被災



6) 爆風による外壁、ガラス窓の破損



7) 2000t タンク 鋼管ブレース溶接部の破損



8) ボイラー配管の損傷



9) 液状化による道路陥没



10) 液状化によるパイルラック下道路陥没
—パイプラック本体（杭基礎）に影響なし

8. 2 4月11日・12日地震による被災状況



1) ベッセル上部配管の脱落



2) 鉄架構柱脚部の基礎立ち上がり（アンカーボルト）部の破損



3) 重油タンク 2000kl スロッシングによる側壁、天版の破損



4) 重油タンク 2000kl 底盤の不等沈下



5) 薬品タンク 基礎周囲の土間の不等沈下



6) 不等沈下による配管のストレス



7) 500kl タンクの底盤部の破損（アスファルト膨らみ）
および基礎周囲のズレ



8) ディーゼルポンプ基礎のズレによる配管のストレス
ーフランジ部からの漏水

9. まとめ

震災前より計画的に耐震補強工事を実施していたことが、今回の大地震にも大きな被害をもたらさなかった一因であるが、建築基準法、高圧ガス保安法、消防法などの現行耐震基準を満足している設備においては、ほぼ全ての健全性が示された。

但し、今回の被災状況の傾向から考え、特に、プラント配管、タンク基礎、地盤（液状化、不等沈下）に関しては、設備の重要性、取り扱い物の危険性等を加味して耐震設計（立体配置等、強度以外の観点、揺れ対策として配管の固定や支持方法の見直しも重要）を考慮すべきと考える。