

過去の地震による石油コンビナートの被害事例

1. 新潟地震

1.1 地震の概要¹⁾

(1) 発生日時・震源等

発生日時 1964年6月16日13時01分頃

震源地 新潟県沖(北緯38度22.0分、東経139度12.9分)

震源の深さ 34km

地震の規模 M7.5

(2) 被害状況

●人的被害

- ・死者 26名
- ・負傷者 447名

●住家被害

- ・全壊 1,960棟：ほとんどは、新潟県から山形県の範囲で発生
- ・全焼 290棟：すべて新潟県内

●津波

- ・震源地付近で最大高さ 4m
- ・日本海沿岸各地に來襲、隠岐島でも水田が冠水する被害

●液状化による被害

- ・新潟市内で、1,500棟ある鉄筋コンクリート造建物のうち 310棟に被害
- ・新潟市内で、竣工間もない昭和大橋が落橋

1.2 コンビナート地区での災害事例

(1) 昭和石油新潟製油所

a) 第1火災²⁾

●概況

- ・原油タンク 5基、製品タンク 10基の浮き屋根が揺動
- ・容量 30,000kl の No.1103 浮き屋根式原油タンクで、タンク側板を越えて原油が溢流して着火
- ・隣接のタンクを巻き込み 6月29日17時まで燃え続けた
- ・その間防油堤の破損箇所から流出した原油の火により、加熱炉、ボイラー、反応塔でも火災

●被害

- ・新工場のタンク 5 基、一般民家 18 棟全焼
- ・原油 120 万 kl 以上焼失
- ・死傷者なし

b) 第 2 火災²⁾

●概況

- ・タンク本体及び配管から油が流出
- ・流出した油が、液状化による噴出した水や津波による水の上を浮遊して拡散
- ・地震発生約 5 時間後、隣接工場との境界付近で爆発音とともに出火し、全面火災
- ・鎮火は 6 月 20 日 17 時頃であった

●被害

- ・旧工場のタンク 138 基焼損
- ・焼損面積 235,000m²(隣接する工場を含む)
- ・焼失建物面積 75,282m²(隣接する工場を含む)
- ・全焼建物 440 棟(うち民家 229 棟)

●消防の対応(6 月 16 日から 20 日まで)

- ・出動消防車延べ 255 台
- ・消防職団員 2,173 人
- ・応援出動消防車台数 42 台

c) LP ガス貯槽の被災³⁾

●概況

- ・LP ガス貯槽の配管から LP ガスが漏洩し、これに第 2 火災の火炎が着火し別の LP ガス貯槽が炙られる
- ・LP ガス貯槽の焼損による材料の強度低下(詳細な箇所は不明)
- ・支柱の開口、座屈
- ・支柱とベースプレートの溶接部の破断

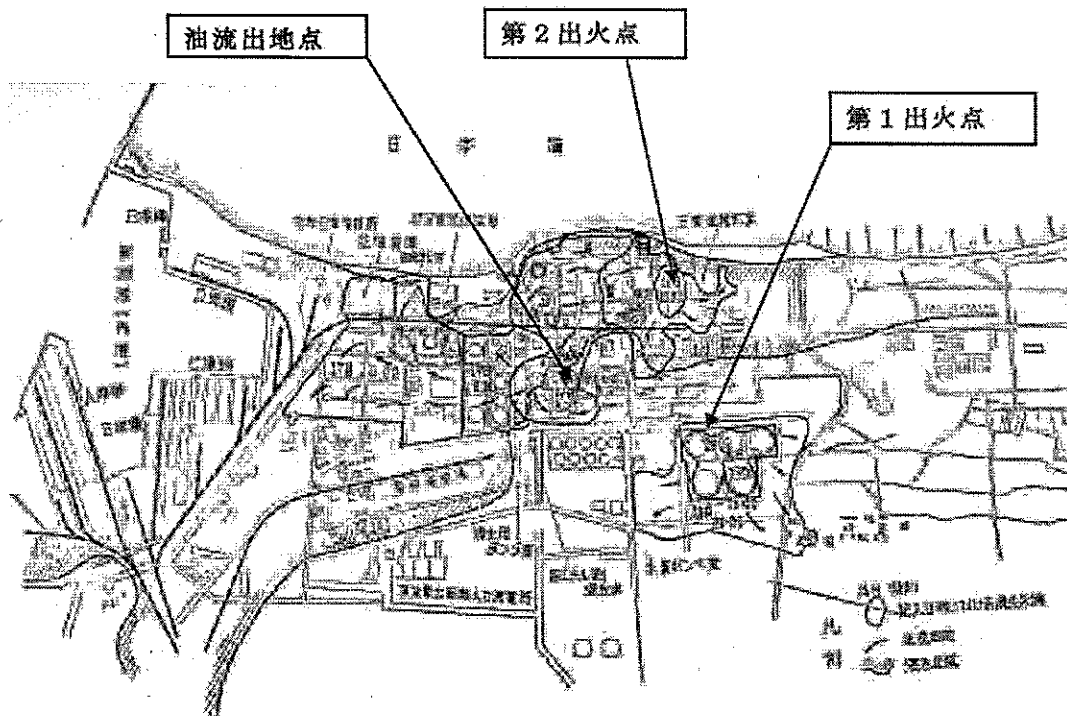


図 1.1 昭和石油新潟製油所における出火・延焼の状況 4)



発災当日(6月16日)午後9時のタンクの燃焼状況 地震の際タンクからあふれ出た油は暴走発生

写真 1.1 昭和石油新潟製油所における第1火災の発火 4)

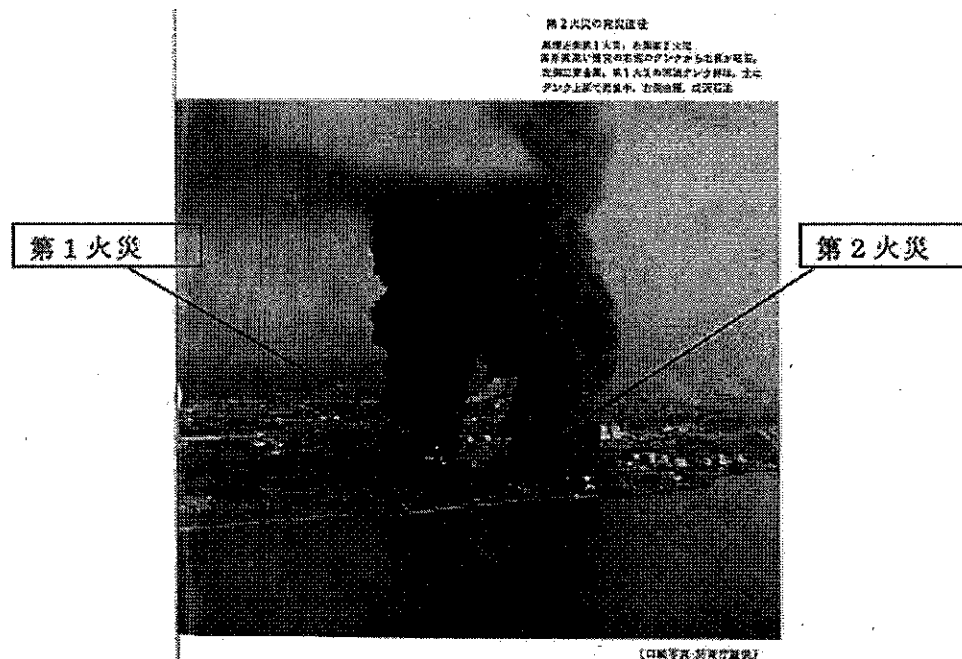


写真 1.2 昭和石油新潟製油所における第2火災の発火⁴⁾

(2) 亜細亜石油新潟油槽所²⁾

- ・ No.4 灯油タンクが 1m 程度沈下して油が流出
- ・ 他 6 基は傾斜に留まったが、タンク配管が曲折、破断
- ・ 昭和石油の火災の影響を受け、流出油に引火、7 基のタンク等を焼失
- ・ No.5 A 重油タンクは爆発を起こし、屋根が約 80m 離れたボイラー室に落下、大破

(3) 歴山下油槽所²⁾

- ・ 地震発生直後、タンクおよびポンプの元バルブを閉めて避難
- ・ 津波により敷地全面にわたり 1m 程度冠水、延焼火災によりポンプ室と空タンクを焼損

(4) 日本石油製油所及び貯油所²⁾

- ・ 破損タンクから油が漏洩
- ・ 液状化による噴水、工業用水配管等の破損により、施設全体にわたり油が浮遊
- ・ 津波により、近接の河川に油が流出
- ・ 沼垂貯油所で、防油堤破損、防潮堤陥没により川水が浸入
- ・ 余震により 6,000kl タンクの 1 基が不等沈下により水切バルブが破損し全量流出

(5) 新潟火力発電所²⁾

- ・ 固定屋根式の 20,000kl 重油タンク 2 基から、スロッシングによって重油約 2,000kl が

屋根と側板の接合部を破り噴出

(6) その他の被害²⁾

a) 液状化、津波による被害

- ・液状化によるタンク陥没傾斜、転倒や配管折損による油の流出(出光興産、丸善石油)
- ・敷地沈没、津波流入による基礎流出・タンク傾斜(モービル石油)

b) スロッシングによる被害

- ・スロッシング波頭による屋根と側板との接合部の破断とそれに伴う油の流出
- ・屋根骨の倒壊
- ・側板上部の変形
- ・ゲージポールの曲がり
- ・ポンツーン、デッキ、シール機構の損傷

1.3 地震を契機とした法令の改正⁵⁾

- ・タンク支柱の耐火性能の確保
- ・タンク配管の耐震性の確保
- ・防油堤の構造の技術基準の整備
- ・危険物施設保安員の設置
- ・予防規定の届出の義務化
- ・消防の広域的処理体制の整備

※消防法及び消防組織法の一部を改正する法律(昭和 40 年法律第 65 号)

※危険物の規制に関する政令の一部を改正する政令(昭和 40 年政令第 308 号)

※危険物の規制に関する規則の一部を改正する省令(昭和 40 年自治省令第 28 号)

2. 宮城県沖地震

2.1 地震の概要¹⁾

(1) 発生日時・震源等

発生日時 1978年6月12日17時14分頃

震源地 宮城県沖(北緯38度09分、東経142度10分)

震源の深さ 40km

地震の規模 M7.4

(2) 被害状況

●人的被害

- ・死者28名、うち18名がブロック塀などの倒壊による圧死
- ・負傷者1,325名

●住家被害

- ・全壊1,180棟：ほとんどが宮城県で発生

●津波

- ・震源地付近で最大高さ49cm

●特徴的な被害

- ・宅地造成地での被害が目立った
- ・ガス、水道などのライフラインが大規模に停止した

2.2 コンビナート地区での災害事例

(1) 東北石油仙台製油所での油流出

●概況^{2),5)}

- ・容量20,000kl~30,000klのタンク3基の側板と底板の接合部付近で破断。短周期地震動に堪えられず
- ・破断したタンクから合わせて約70,000klの油が流出、このうち数千klがガードベースで閉止できず海上流出

●防災活動⁵⁾

- ・油回収のためのバキュームカー39台
- ・オイルフェンス7,500m
- ・油回収船3隻
- ・作業船3隻
- ・タグボート4隻
- ・プラスチックボート3隻
- ・トラック40台

- ・クレーン5台
- ・水中ポンプ20台
- ・エアープンプ2台
- ・海上の油は6月17日、陸上の油は7月上旬までに回収終了

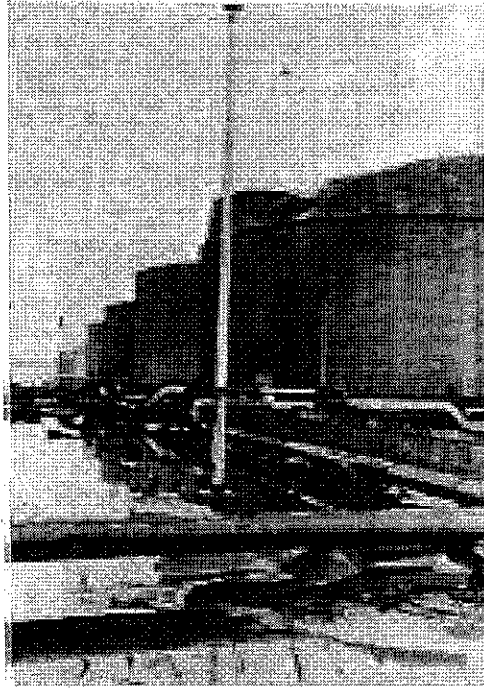


写真 2.1 事故が発生した危険物タンク(東北石油仙台製油所)⁵⁾

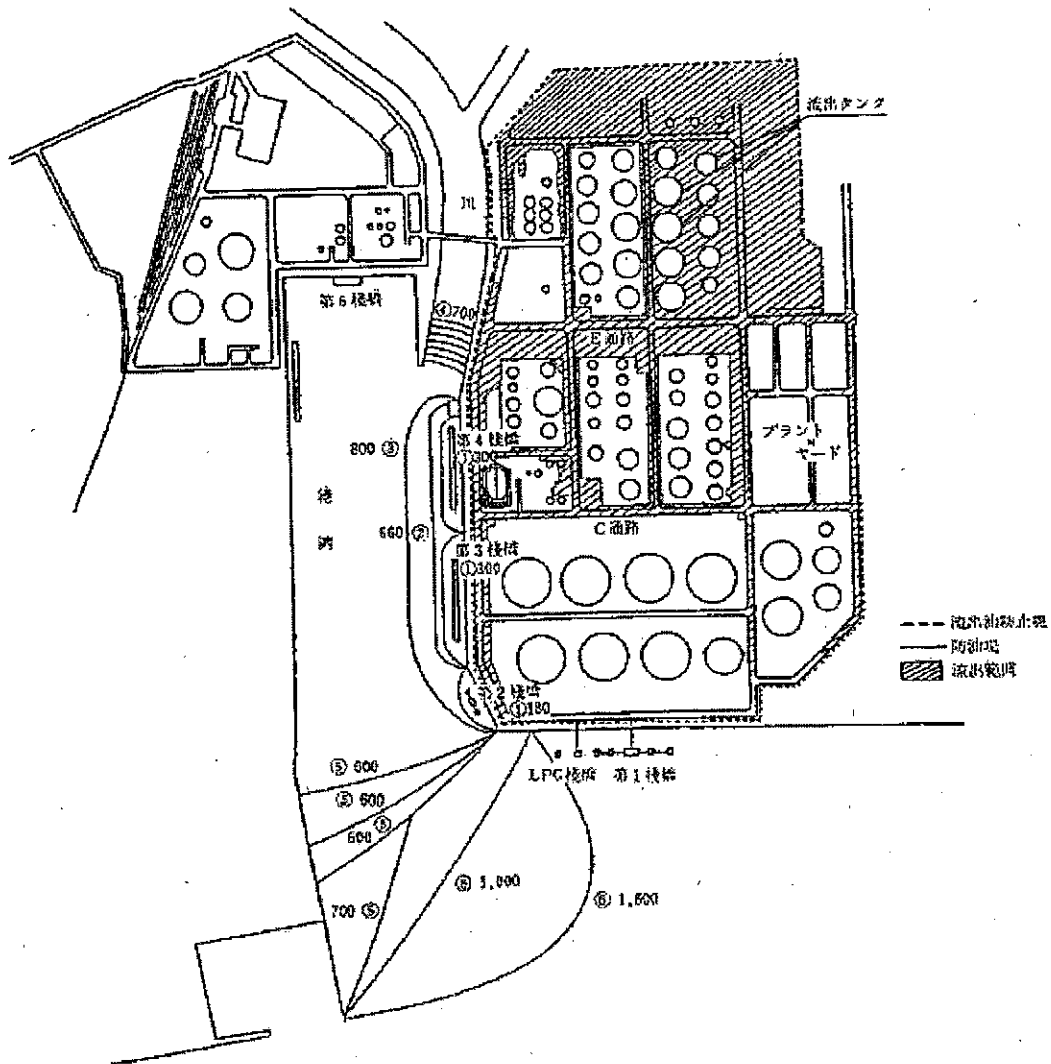


図 2.1 油の流出区域とオイルフェンス展張状況⁵⁾

(2) スロッシングによる被害²⁾

- ・ 浮き屋根上への貯液の流出
- ・ 回転梯子の変形・座屈
- ・ シール板の変形・破断
- ・ 固定消火設備の損傷

2.3 地震を契機とした防災対策の見直し⁵⁾

- ・ 事業所外部への排水系統の点検整備
- ・ 土のう、オイルフェンスの備え付け

- ・防油堤内を通ずる排水系統での流出油の遮断の措置を講ずること
- ・屋外タンク貯蔵所の地震対策に関する保安指針の策定

※石油コンビナート等特別防災区域における流出油災害の防除について(昭和 53 年 7 月 21 日付消防地第 158 号)

※流出油防止堤の設置等に関する運用指針の一部改正について(昭和 53 年 11 月 1 日付消防地第 280 号)

※屋外タンク貯蔵所の地震対策について(昭和 54 年 12 月 25 日付消防危第 169 号)

3. 日本海中部地震

3.1 地震の概要¹⁾

(1) 発生日時・震源等

発生日時 1983年5月26日11時59分頃

震源地 秋田県沖(北緯40度21.4分、東経139度04.6分)

震源の深さ 14km

地震の規模 M7.4

(2) 被害状況

●人的被害

- ・死者104名、うち100名が津波によるもの
- ・負傷者163名

●住家被害

- ・全壊934棟：秋田県から青森県で発生
- ・液状化、斜面崩壊による被害が多い

●津波

- ・震源地付近で最大高さ10m
- ・朝鮮半島、シベリアを含む日本海沿岸各地に襲来

3.2 コンビナート地区での災害事例

(1) 東北電力秋田火力発電所⁵⁾

●概況

- ・10基の浮き屋根式屋外タンクの浮き屋根が揺動
- ・容量35,000klのタンクで、タンク上部構造部品と浮き屋根・浮き屋根付属品の衝突により火災発生(地震発生と同時)
- ・油の溢流、浮き屋根の破損がなく、リング火災にとどまる
- ・その間防油堤の破損箇所から流出した原油の火により、加熱炉、ボイラー、反応塔でも火災

●防災活動

- ・火災発生直後、浮き屋根上のハロゲン化物消火装置が自動起動するも、ウェザーシールド破損により鎮火に至らず
- ・12時03分頃、固定泡消火設備の起動準備をするも、電源遮断状態のため起動不能(電気設備の定期点検中)
- ・12時30分頃公設消防到着、火災発生から約45分で鎮火
- ・出動車両：共同防災組織5台、公設消防機関13台
- ・使用した泡消火薬剤：公設消防機関2,000l、当該事業所等7,500l



写真 3.1 消火活動中の原油タンク(東北電力秋田火力発電所)⁵⁾

(2) 新潟県での被害⁵⁾

●概況

- ・ 2 基の浮き屋根式屋外タンクでポンツーンが座屈
- ・ 大量の油が浮き屋根上に流出、溢流
- ・ スロッシング波高が最大 4.5m

3.3 地震を契機とした法令の改正⁵⁾

- ・ タンク側板内部には、必要最小限の設備(ローリングラダー・回転止め等)、固定泡放出口以外の設備を設置しないこと

※危険物の規制に関する政令の一部を改正する政令(昭和 59 年政令第 180 号)

※危険物の規制に関する規則の一部を改正する省令(昭和 59 年自治省令第 17 号)

※危険物施設における地震対策の推進について(昭和 58 年 9 月 29 日付消防危第 89 号)

4. 兵庫県南部地震

4.1 地震の概要¹⁾

(1) 発生日時・震源等

発生日時 1995年1月17日5時46分頃

震源地 兵庫県南東沿岸(北緯34度35.7分、東経135度02.2分)

震源の深さ 16km

地震の規模 M7.3

(2) 被害状況

●人的被害(平成8年11月18日現在)

- ・死者 6,310名
- ・負傷者 163名

●住家被害(平成8年11月18日現在)

- ・全壊 93,181棟
- ・全焼 6,982棟

4.2 危険物施設・高圧ガス施設での災害事例

(1) エム・シー・ターミナル(株)神戸事業所⁶⁾

●概況

- ・LP ガスタンク(円筒平底)の受払ノズルフランジと受払元弁フランジの接合部から LP ガスが液状で漏洩
- ・余震等により、LP ガスの漏洩量が増加

●防災活動

- ・1月18日6時00分、神戸市災害対策本部長から付近の住民に避難勧告
- ・消防機関等により、滞留した液状のLP ガスに高発泡消火薬剤を散布
- ・発災したタンクにあるLP ガスを隣接する別のLP ガスタンクへ移送
- ・発災したタンクに残留したLP ガスを窒素ガスに置換
- ・避難勧告は、1月22日14時30分完全解除

(2) 危険物タンクの被害^{7),8)}

●タンク本体の座屈

非特定(容量1,000kl未満)のタンクでみられた

●タンク基礎の沈下・傾斜

神戸市内の他、震源から40km離れた堺泉北地区でも発生

●スロッシング

神戸市内、堺泉北地区で油の噴出・溢流

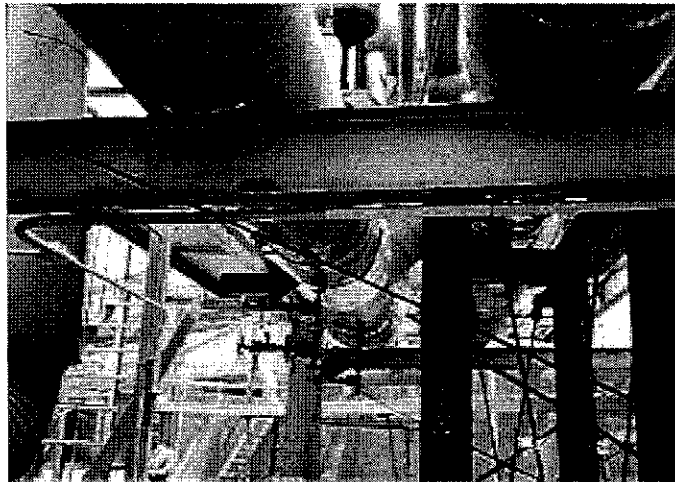


写真 4.1 LP ガスの漏洩が発生した配管系の例⁶⁾

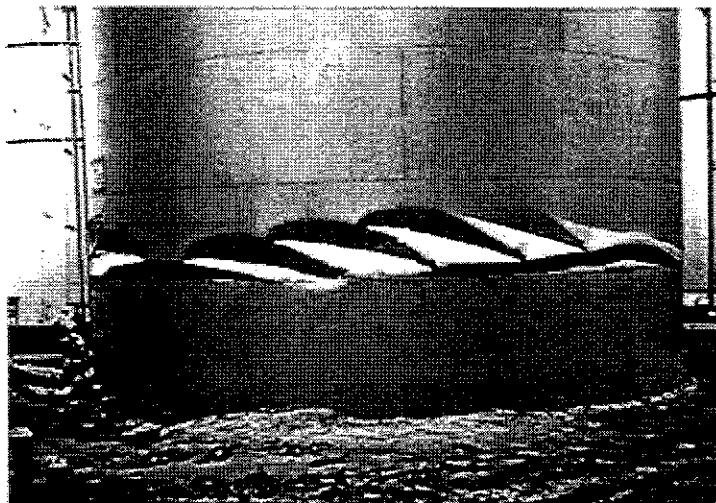


写真 4.2 危険物タンク(容量 990kl)のダイヤモンド型座屈(神戸東地区)⁷⁾

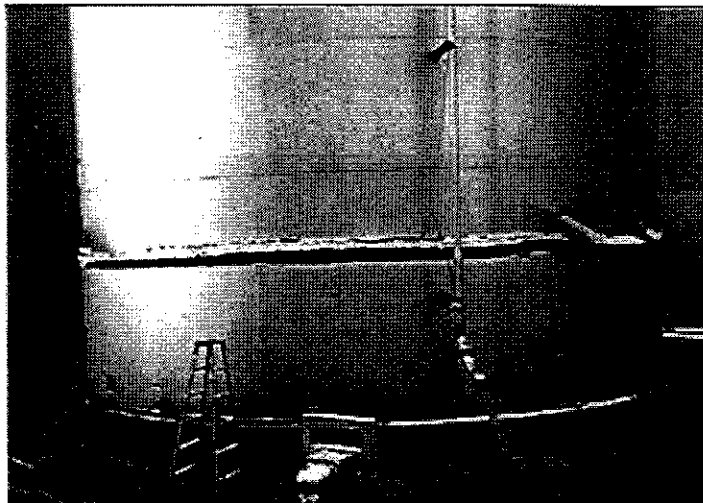


写真 4.3 危険物タンク(容量 990kl)の象の脚座屈(神戸東地区)⁷⁾

4.3 地震を契機とした法令の改正

(1) 高圧ガス設備に関する法令の改正

- ・兵庫県南部地震クラスを想定した「レベル2耐震性能」の追加
- ・配管類に対する耐震設計基準の追加

※高圧ガス設備等耐震基準の一部を改正する件(平成9年通商産業省告示第143号)

(2) 危険物施設に関する法令の改正

- ・容量500kl以上1,000kl未満の屋外タンク貯蔵所を「準特定屋外タンク貯蔵所」と規定し、技術上の基準を強化

※危険物の規制に関する政令の一部を改正する政令(平成11年政令第3号)

※危険物の規制に関する規則等の一部を改正する省令(平成11年自治省令第10号)

※危険物の規制に関する技術上の基準の細目を定める告示を改正する告示(平成11年自治省告示第80号)

5. 平成 15 年十勝沖地震

5.1 地震の概要⁹⁾

(1) 発生日時・震源等

発生日時 2003 年 9 月 26 日 4 時 50 分頃

震源地 釧路沖(北緯 41 度 46 分、東経 144 度 04 分)

震源の深さ 42km

地震の規模 M8.0

(2) 被害状況

●人的被害

- ・行方不明者 2 名
- ・負傷者 849 名

5.2 危険物施設での災害事例

(1) 出光興産北海道製油所¹⁰⁾

a) 30006 タンク火災

●発生日時等

- ・発生：9 月 26 日 4 時 51 分頃
- ・鎮火：9 月 26 日 12 時 09 分

●出火施設の概要

- ・施設区分：危険物屋外タンク貯蔵所(旧法、旧基準タンク)
- ・タンク形状等：円筒縦置き浮き屋根式
- ・貯蔵品目：原油 30,720kl

●出火までの経過(推定)

- ・地震に伴うタンク液面のスロッシングにより、浮き屋根が揺動
- ・浮き屋根とタンク上部の附属設備とが衝突した際、あるいは、測定小屋が浮き屋根上に落下した際に衝撃火花が発生
- ・スロッシングにより浮き屋根上に漏洩した原油の可燃性混合気に着火
- ・リング火災となる

●消防活動

- ・苫小牧市消防本部：17 隊
- ・苫小牧地区共同防災組織(出光自衛消防組織含む)：6 隊
- ・北海道広域消防応援消防本部：1 本部 3 隊
- ・緊急消防援助隊(航空隊含む)：1 本部 5 隊
- ・石油備蓄基地共同防災組織(応援)：4 隊
- ・使用消火薬剤：87,000 リットル

b) 30063 タンク火災

●発生日時等

- ・発生：9月28日10時45分頃
- ・鎮火：9月30日6時55分

●出火施設の概要

- ・施設区分：危険物屋外タンク貯蔵所(旧法、旧基準タンク)
- ・タンク形状等：円筒縦置き浮き屋根式
- ・貯蔵品目：ナフサ 26,600kl

●出火までの経過(推定)

- ・地震により浮き屋根が損傷を受け、浮き屋根上にナフサが漏洩
- ・漏洩範囲が拡大し、地震発生翌日には浮き屋根が完全に沈没
- ・ナフサの気化防止のため泡シール実施、タンク内に大量の消火泡投入
- ・時間経過とともに泡が水滴となり、ナフサが沈降帯電し、液面上の泡の電位が上昇
- ・電位が上昇した泡がタンク側板あるいはタンク側板と接触している泡に接近して放電
- ・風の影響によりナフサ液面が露出して生じた可燃性混合気に着火
- ・タンク全面火災に至る

●消防活動

- ・苫小牧市消防本部：22 隊
- ・苫小牧地区共同防災組織(出光自衛消防組織含む)：7 隊
- ・北海道広域消防応援消防本部：9 本部 25 隊
- ・緊急消防援助隊(航空隊含む)：10 本部 34 隊
- ・石油備蓄基地共同防災組織(応援)：3 隊
- ・使用消火薬剤：560,300 リットル

(2) その他の被害¹⁰⁾

- ・苫小牧市内で、スロッシングによる被害
- ・釧路市内で、短周期地震動によると考えられる被害

5.3 地震を契機とした法令の改正

- ・浮き屋根の耐震機能確保
- ・長周期地震動に係る地域特性に応じた補正係数(ν_b)の導入
- ・固定式の泡消火設備の点検方法を定める

※危険物の規制に関する規則の一部を改正する省令(平成17年総務省令第3号)

※危険物の規制に関する技術上の基準の細目を定める告示の一部を改正する件(平成17年総務省告示第30号)



写真 5.1 出光興産北海道製油所全景 10)

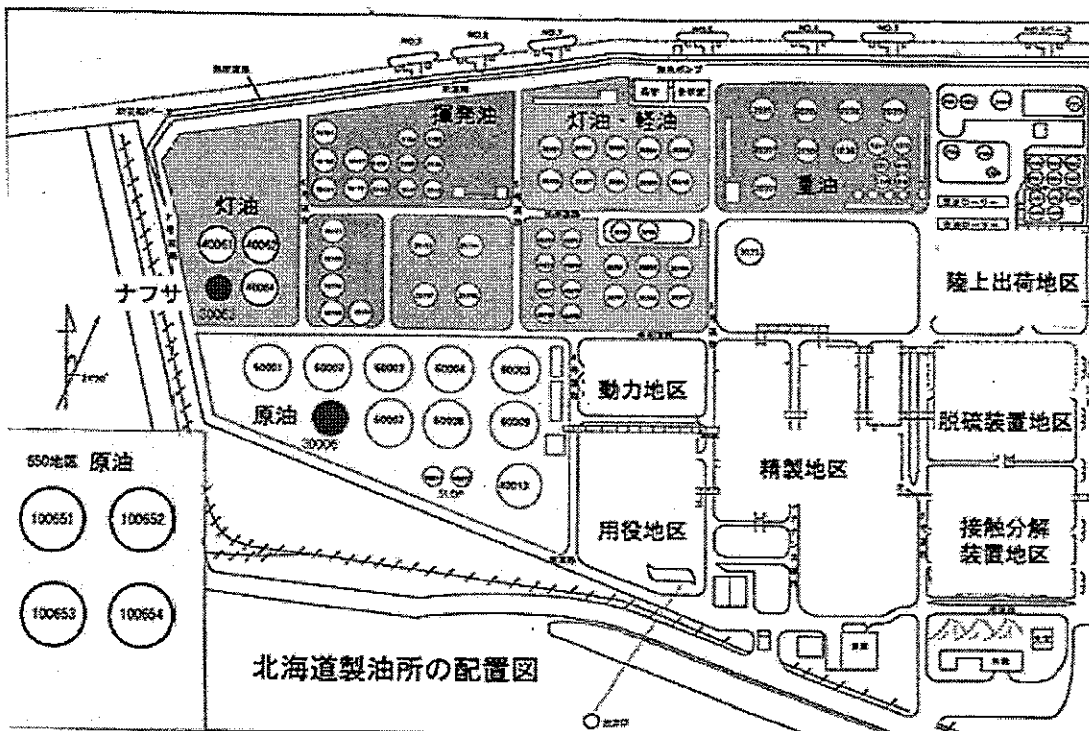


図 5.1 出光興産北海道製油所のレイアウト 10)

参考文献

- 1) 宇佐美龍夫：最新版日本被害地震総覧[416]—2001、東京大学出版会、2003。
- 2) 太田外氣晴、座間信作：巨大地震と大規模構造物—長周期地震動による被害と対策—、共立出版、2005。
- 3) 高圧ガス保安協会：新潟地震による LP ガス球形貯槽と LP ガス横置円筒形貯槽の被災、高圧ガス事故概要報告、2012。
- 4) 総務省消防庁：危険物施設の津波・浸水対策に関する調査検討報告書、2009。
- 5) 消防科学総合センター：地域防災データ総覧 危険物災害・雪害編、1986。
- 6) 高圧ガス保安協会：兵庫県南部地震に伴う LP ガス貯蔵設備ガス漏洩調査最終報告書、1995。
- 7) 消防庁危険物規制課：阪神・淡路大震災に係る屋外タンク貯蔵所の被害状況現地調査結果報告書、1995。
- 8) 消防庁消防研究所：兵庫県南部地震による危険物施設の被害調査報告書、1995。
- 9) 消防庁：平成 15 年(2003 年)十勝沖地震(確定報)、平成 16 年 3 月 31 日。
- 10) 平成 15 年(2003 年)十勝沖地震記録編集委員会：平成 15 年(2003 年)十勝沖地震記録～危険物施設の被害状況～、2004。