

平成15年十勝沖地震 危険物施設の被害記録

平成16年12月

危険物保安技術協会

はじめに

石油をはじめとする危険物等については、経済活動の基盤であるとともに、国民生活には欠かせないものです。

これらの危険物等を貯蔵し、又は取り扱う施設等の安全を確保することは、経済活動や国民生活を円滑にかつ実りあるものとするために、極めて重要なこととなっています。

平成15年9月26日早朝に発生した、平成15年(2003年)十勝沖地震では、釧路沖を震源地とし、北海道を中心に最大で震度6弱を記録しました。その後同震源付近において10月上旬までに震度4以上の余震が、7回発生しています。

この地震により、苫小牧市を中心に浮屋根式屋外タンク貯蔵所及び内部浮屋根式屋外タンク貯蔵所が、地震に伴うタンク液面のスロッシングにより浮屋根が大きく揺動したことにより、浮屋根の各部に損傷を受けた屋外タンク貯蔵所が多数発生し、さらにこれらに起因し、タンク上部(リング火災)、防油堤内の地上部及び付属配管が火災となりました。

また、地震発生から2日後に起きた浮屋根沈没後の全面火災等、浮屋根の耐震性(特にタンク液面のスロッシングに対する)について多くの課題が提起されました。

地震発生時においては、国をはじめとする関係機関において、様々な観点からの対応が行われ、被害状況の把握、被害の拡大防止・軽減化、応急措置、救護活動、復興等の措置が講じられるとともに、被害状況の調査・記録についても、それぞれにおいて行われてきました。

当協会においてもタンク火災発生後、総務省消防庁、北海道、苫小牧市などの要請を受け、火災タンクの安全確保、さらには、被害を受けたタンクの安全性の確保等に関し、技術的な支援を提供するために1ヶ月余りにわたり職員を現地に派遣いたしました。

さらに、その後総務省消防庁の要請を受け、浮屋根に関する強度、評価等について検討を行いました。

この資料は、関係各機関の協力を得て作成されたもので、今後の屋外タンク貯蔵所の安全対策等に役立てていただけるものと期待いたしております。

平成16年12月

危険物保安技術協会
理事長 次郎丸 誠男

目次

はじめに

第1章 平成15年(2003年)十勝沖地震	1
第1節 地震の概要	3
第2節 地震による被害の概要	25
第3節 地震発生時の体制等	28
第2章 火災と消防・警防活動	33
第1節 30006タンク火災と消火活動	35
第2節 30063タンク火災と消火活動	46
第3節 破損タンクの防火安全対策と警防活動	68
出光興産(株)北海道製油所における災害予防の活動概要	69
第3章 危険物施設等に着目した被害状況	89
第1節 被害の概要(総論)	92
第2節 苫小牧地区周辺	94
第3節 釧路地区の被害状況	175
第4節 石狩地区の被害状況	187
第4章 タンク火災原因等	189
第5章 タンクに着目した地震被害の解析等	209
第1節 浮き屋根式タンクの主な被害内容	211
第2節 長周期地震動によるタンクの被害状況の解析	243
第6章 屋外タンク貯蔵所浮き屋根審査基準検討会報告書の概要	247
第7章 写真集	267

第1章 平成15年(2003年)十勝沖地震

第1節 地震の概要

1 地震に関する記録

(1) 【平成15年9月26日4時50分頃発生】(暫定値)

- ① 震央地名 釧路沖(北緯41度46分、東経144度04分)
- ② 震源の深さ 約4.2km
- ③ 規模 マグニチュード8.0
- ④ 各地の震度 (震度5強以上)
 - 震度6弱 北海道:新冠町 静内町 浦河町 鹿追町 幕別町 豊頃町
忠類村 釧路町 厚岸町
 - 震度5強 北海道:帯広市 釧路市 厚真町 足寄町 本別町 更別村
広尾町 弟子屈町 音別町 別海町

⑤ 津 波

- 警 報 北海道:太平洋沿岸東部 太平洋沿岸中部
- 注意報 北海道:太平洋沿岸西部
青森県:日本海沿岸 太平洋沿岸
岩手県
宮城県
福島県

(2) 【平成15年9月26日06時08分頃発生】(暫定値)

- ① 震央地名 十勝沖(北緯41度42分、東経143度42分)
- ② 震源の深さ 約2.1km
- ③ 規模 マグニチュード7.1
- ④ 各地の震度 (震度5弱以上)
 - 震度6弱 北海道:浦河町
 - 震度5強 北海道:新冠町
 - 震度5弱 北海道:静内町 厚真町
青森県:むつ市 東通村 野辺地町

⑤ 津 波 津波予報(解除18時30分)

(3) 【平成15年9月26日15時27分頃発生】(速報値)

- ① 震央地名 釧路沖(北緯42.1度、東経144.9度)
- ② 震源の深さ 約1.0km
- ③ 規模 マグニチュード6.2
- ④ 各地の震度 (震度4以上)
 - 震度4 北海道:釧路町
- ⑤ 津 波 津波予報(解除18時30分)

(4) 【平成15年9月27日17時06分頃発生】(速報値)

- ① 震央地名 釧路沖（北緯42.7度、東経144.4度）
- ② 震源の深さ 約60km
- ③ 規 模 マグニチュード5.2
- ④ 各地の震度 （震度4以上）
震度4 北海道：釧路町 別海町 厚岸町
- ⑤ 津 波 この地震による津波はなし

(5) 【平成15年9月28日07時23分頃発生】（速報値）

- ① 震央地名 日高支庁東部（北緯42.1度、東経143.0度）
- ② 震源の深さ 約60km
- ③ 規 模 マグニチュード5.3
- ④ 各地の震度 （震度4以上）
震度4 北海道：浦河町
- ⑤ 津 波 この地震による津波はなし

(6) 【平成15年9月29日11時37分頃発生】（速報値）

- ① 震央地名 釧路沖（北緯42.4度、東経144.6度）
- ② 震源の深さ 約30km
- ③ 規 模 マグニチュード6.5
- ④ 各地の震度 （震度4以上）
震度4 北海道：釧路町
- ⑤ 津 波 この地震による津波はなし

(7) 【平成15年10月8日18時07分頃発生】（速報値）

- ① 震央地名 釧路沖（北緯42.6度、東経144.7度）
- ② 震源の深さ 約50km
- ③ 規 模 マグニチュード6.3
- ④ 各地の震度 （震度4以上）
震度4 北海道：釧路市 釧路町 厚岸町 別海町
- ⑤ 津 波 この地震による津波はなし

(8) 【平成15年10月9日08時15分頃発生】（速報値）

- ① 震央地名 釧路沖（北緯42.2度、東経144.8度）
- ② 震源の深さ 約30km
- ③ 規 模 マグニチュード5.9
- ④ 各地の震度 （震度4以上）
震度4 北海道：釧路町
- ⑤ 津 波 この地震による津波はなし

【「平成15年（2003年）十勝沖地震（確定報）」

平成16年3月31日総務省消防庁】

2 平成15年（2003年）十勝沖地震の概要

2.1 地震の概要

2003年9月26日04時50分頃、北海道沖を震源とする大規模な地震が発生した。気象庁によれば、震源は、

北緯41°46′、東経144°04′、深さ42km、M8.0

この地震は、「平成15年(2003年)十勝沖地震：英語名称 The Tokachi-oki Earthquake in 2003)」と命名された。この地震による震度は以下の通りである。

震度6弱：北海道新冠町、静内町、浦河町、鹿追町、幕別町、豊頃町、忠類村、釧路町、厚岸町

震度5強：帯広市、釧路市、厚真町、足寄町、本別町、更別村、広尾町、弟子屈町、音別町、別海町

震度5弱：苫小牧市他

また、太平洋沿岸東部、太平洋沿岸中部に「津波」の津波警報が発令された。津波は釧路で最大高さ1.2m、浦河で1.3m、八戸で1mなどであった。

この地震の発震機構は、北西－南東方向に圧縮軸をもつ逆断層型で、太平洋プレートと陸のプレートの境界で発生した地震である。GPS観測結果によれば、今回の地震に伴い、北海道の広い範囲で地殻変動が観測され、特に、襟裳岬周辺で南東～東に大きく移動した（えりも2観測点では、南東方向に約90cm移動し、約20cm沈降）ことが観測された。観測された地殻変動は、プレート境界における逆断層型の断層運動と整合している。（http://www.jishin.go.jp/main/chousa/03sep_tokachi/）

強震計記録から推定した断層面上のすべり分布は図1のようで、破壊開始点（星印）から深い方向に向かって破壊が伝播して、深さ45km付近で6.2m程度の最大すべりを生じたと考えられている。

この付近では、過去に1952年3月4日M8.2の「十勝沖地震」が、またその南方では1968年5月16日M7.9の「十勝沖地震」が発生している（図2）。今回の地震でのすべりの大きな領域（Asperity）は、1952年十勝沖地震のそれとほぼ同じであった。このことは、過去の地震を詳細に解析することで、将来の地震動の予測精度の向上が図られる可能性を示している。なお、今回の地震は、地震調査研究推進本部が想定していたM8クラスの十勝沖の地震（想定M8.1前後）であると考えられている。

また、同日6時8分頃にはM7.1の最大余震（現在までの）が発生し、浦河町で震度6弱、新冠町で震度5強を観測している。

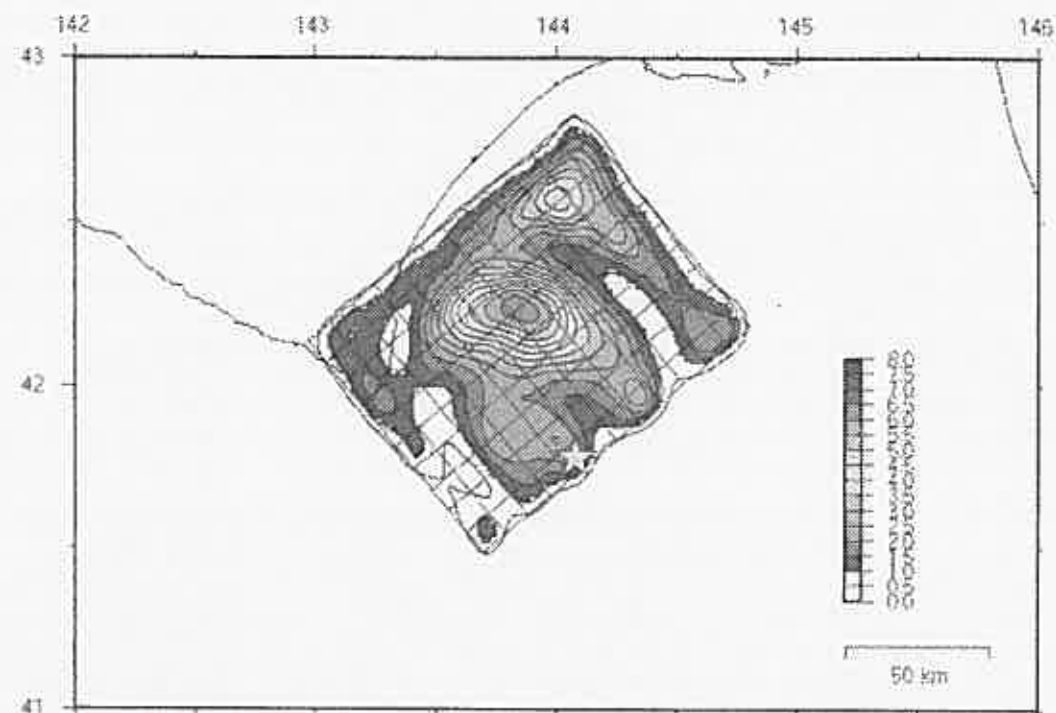


図1 断層面上のすべり分布 (<http://taro.eri.u-tokyo.ac.jp/saigai/tokachi/tokachi.html>)

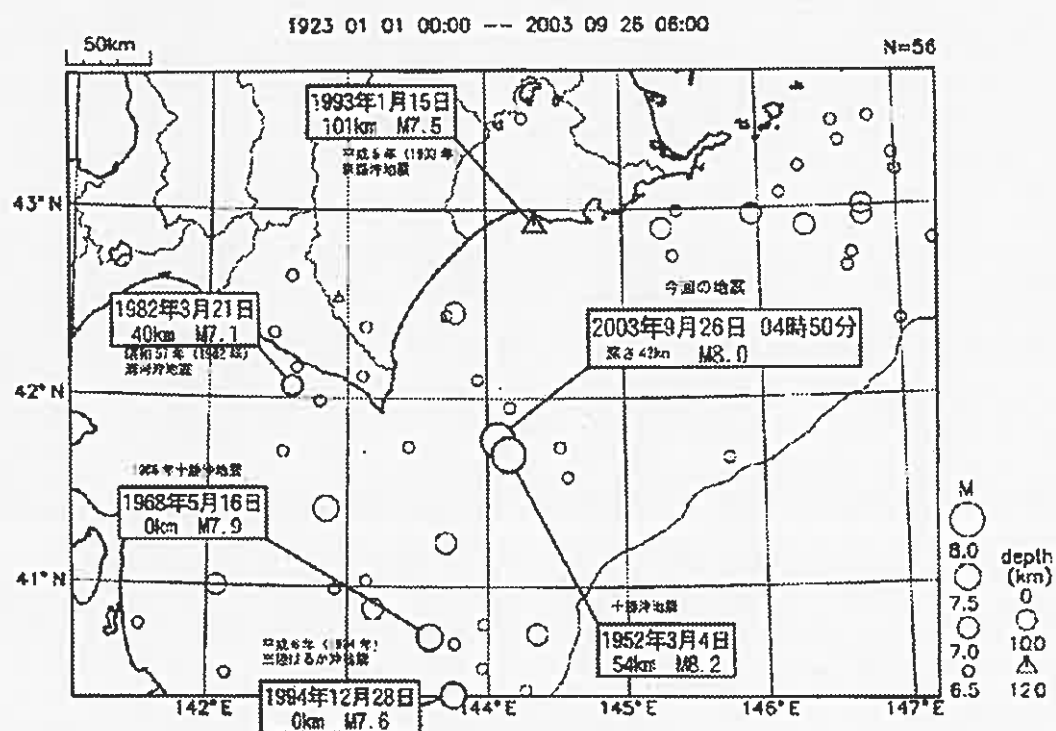


図2 今回の地震と過去の主な地震の震源位置
(http://www.jishin.go.jp/main/chousa/03sep_tokachi/p03.htm)

消防庁によれば、この地震による主な被害は、以下の通りで、地震規模の割に被害は少ない。

(<http://www.fdma.go.jp/html/infor/030926TokachiJishin34.PDF>)

人的被害：行方不明者2人、負傷者849人（重傷70人・軽傷779人）、

建物被害：住家全壊101棟、半壊127棟、一部損壊1588棟

火災は以下の4件である。

(1)9月26日4:52（消防覚知）苫小牧市1件

出光興産において、屋外タンク（原油 32,778kl）でリング火災発生、また付近の配管からの漏油火災発生（12時09分鎮火）

(2)9月26日4:58（消防覚知）音更町1件

亜鉛メッキ工場において、高温の亜鉛が流出し付近の雑品等が焼損（5時10分鎮火）

(3)9月26日4:58（消防覚知）石狩市1件

メッキ工場において、地震によりメッキ釜から亜鉛メッキ溶剤が流出し付近の電気配線の一部が焼損（5時22分鎮火）

(4)9月28日10:36（消防覚知）苫小牧市1件

出光興産（株）北海道製油所の屋外タンク（ナフサ26,000kl）で火災発生（9月30日06時55分鎮火）

2.2 地震動の特徴

(1) 地震動分布

1995年兵庫県南部地震を契機に、防災科学技術研究所等による強震観測網が整備され、今回の地震では多くの貴重な地震記録が得られている。図3はその記録を用いて作成された最大速度に関する北海道での空間分布で、震源に近い十勝地方、石油タンク被害が多く認められた苫小牧周辺で大きな値を示している。

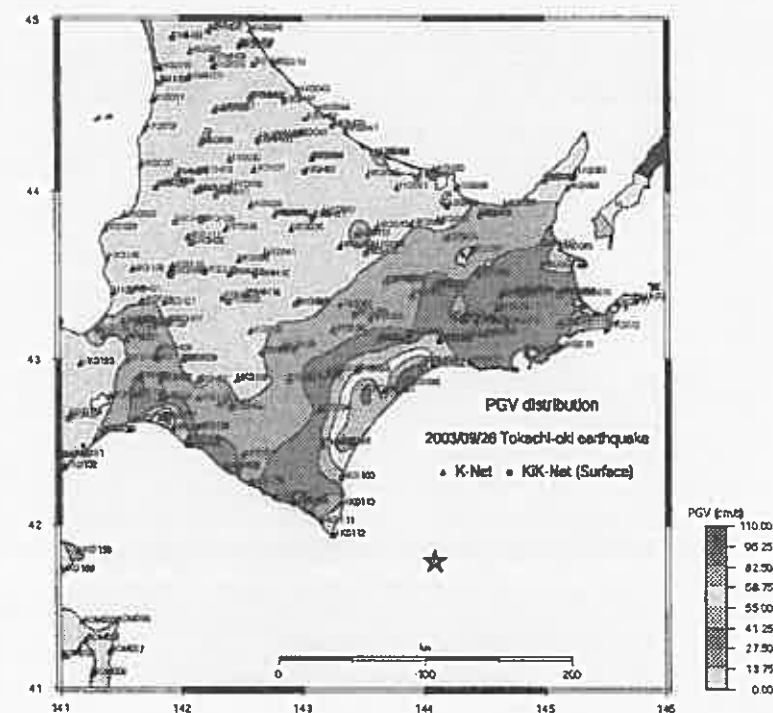


図3 最大速度分布 (<http://www.bosai.go.jp/>)

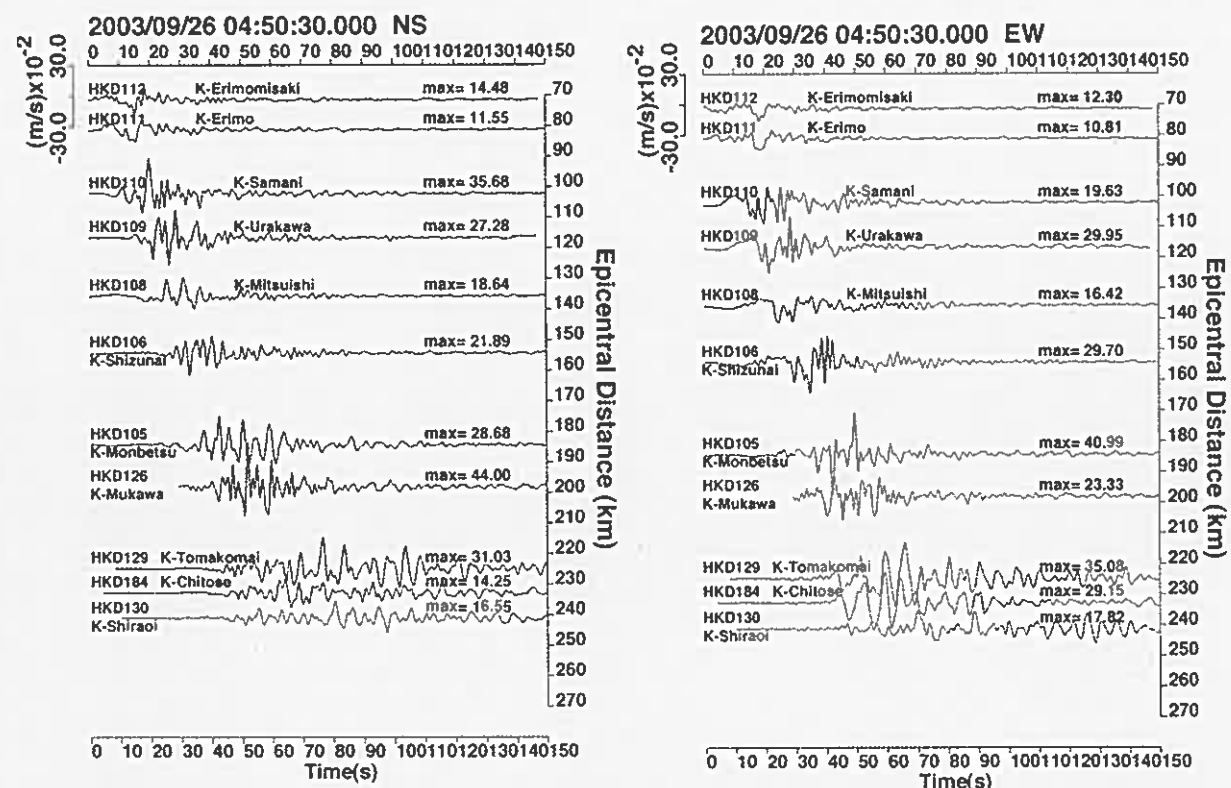


図4 震源から苫小牧方向に震央距離に沿って並べた速度記録（加速度記録を積分、左NS成分、右EW成分）

(2) 震源地付近から苫小牧に向けての地震動

特に今回の十勝沖地震では苫小牧周辺の地震動が注目される。図4は震源地付近から苫小牧周辺まで、地震波形(0.05-0.5 Hz バンドパスの速度波形)がどのように変化したかを示したものである。震源に近いHKD112 (襟裳岬: 震央距離約70km) では最大振幅がNS成分14.48cm/s、EW成分12.30cm/sで、ほぼ1波が認められるのに対して、HKD129 (苫小牧: 震央距離約225km) では、31.03 (NS)、35.08 (EW) cm/sと大き、また波数も多くなって震動継続時間が長く長周期成分が卓越したものとなっていることが見て取れる。小林¹⁾によれば、60秒付近のEW成分はRayleigh波、70~80秒付近のNS成分はLove波であるとのことである。このような後続位相の成長は勇払平野の厚い堆積層の影響と考えられる。

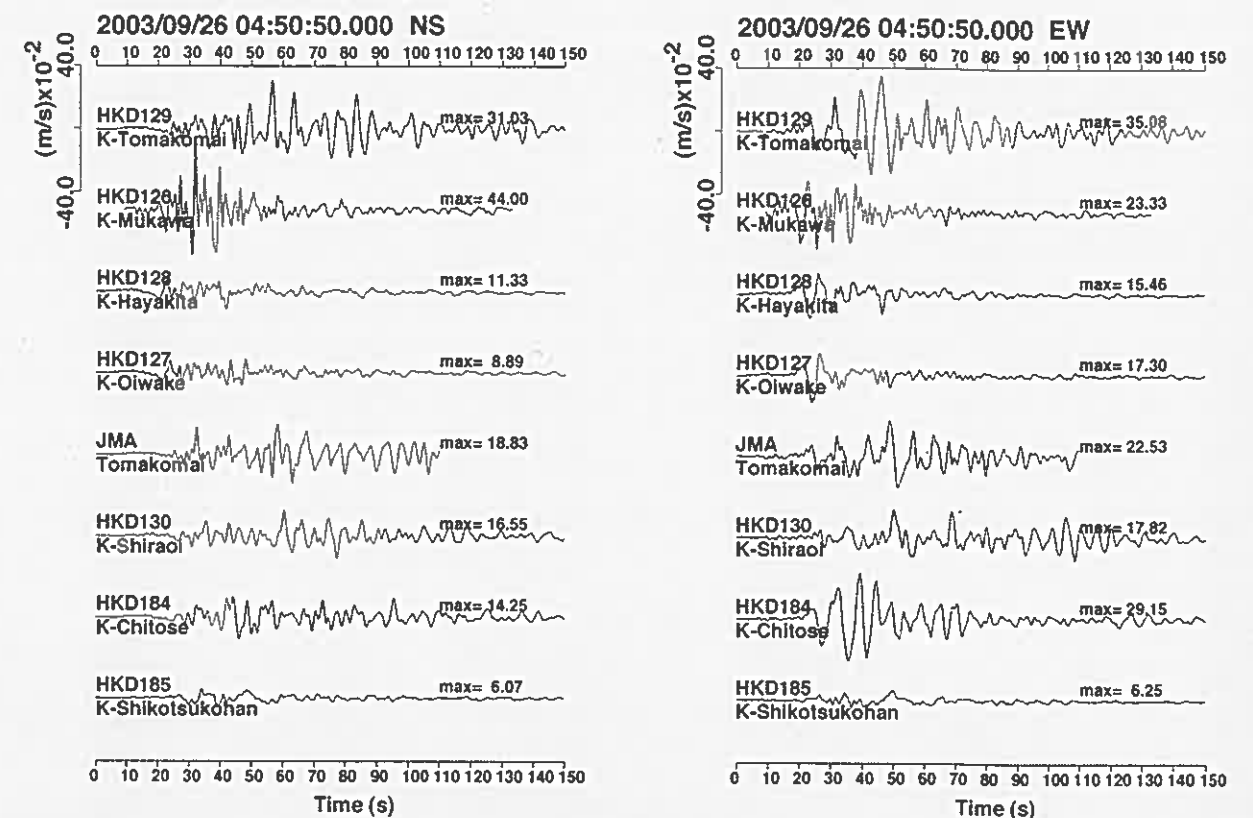


図5 勇払平野、石狩平野での速度波形

(3) 苫小牧周辺の地震動

図5は苫小牧を中心とする 勇払平野、石狩平野での K-net、測候所での速度波形（加速度記録の積分0.05-0.5 Hz バンドパス）である。これから、平野中央部では周期が長く、振幅大、震動継続時間が長くなっていることが分かる。また、これらの速度応答スペクトルを見ると（図6）、K-net 苫小牧 (K-TOMAKOMAI)、千歳 (K-CHITOSE) で周期5秒から10秒という広い帯域で、特にEW成分で石油タンクの空間余裕高さの規定値である速度応答値約100cm/sを大きく上回っている。また苫小牧測候所 (JMA-TOMAKOMAI) では、EW成分の周期7秒付近で100cm/sを越えるピークを持っているのが特徴的である。

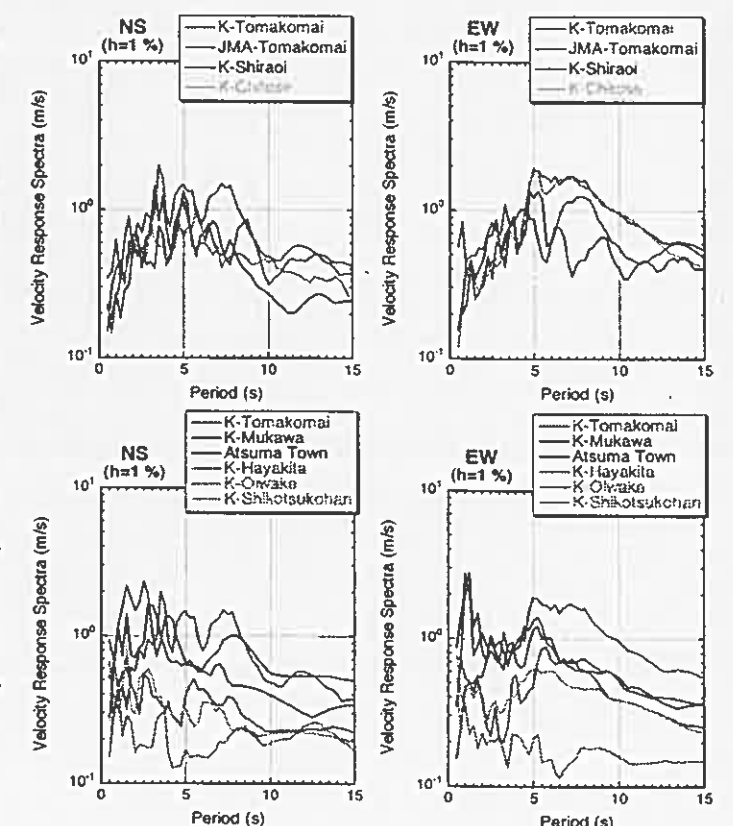


図6 減衰1%の速度応答スペクトル

(4) 過去の主な地震動の特徴

北海道南西沖地震での測候所（JMA）では、周期 9 秒付近で 100cm/s を大きく上回る顕著なピークを示している²⁾、測候所の東約 5km で出光興産（株）北海道製油所に近い港湾の記録を見ても（図 7）、同じ周期 9 秒付近で 100cm/s を超えている。しかし、今回の地震では港湾と測候所でスペクトル特性は全く異なっている。また、図 7 の港湾のスペクトルでは地震毎に卓越周期が異なっており、固有の卓越周期が認められない。このように、やや長周期地震動を的確に予測し、石油タンクの合理的なスロッシング対策を立案することには、容易ならざるものがある。

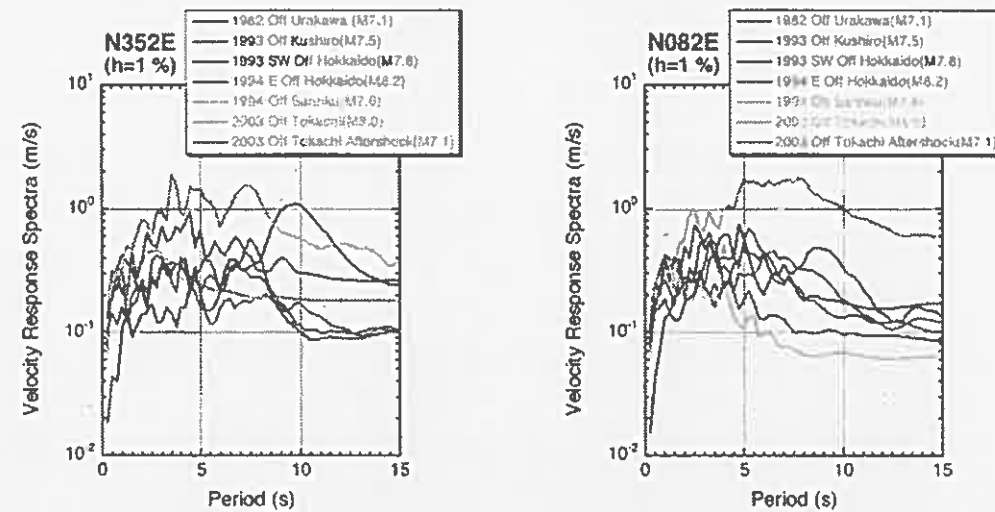
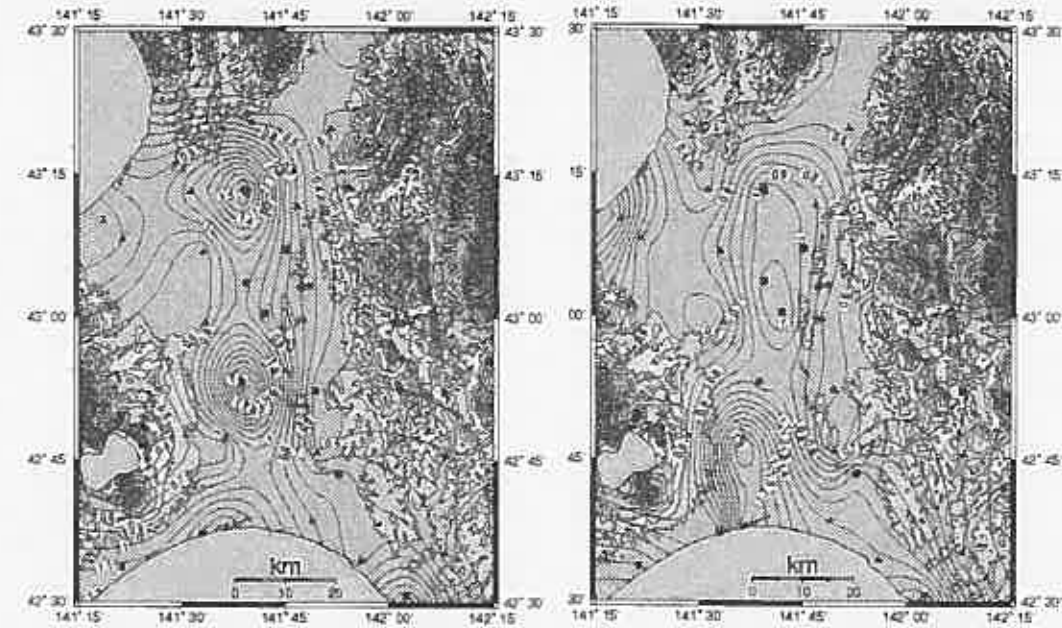


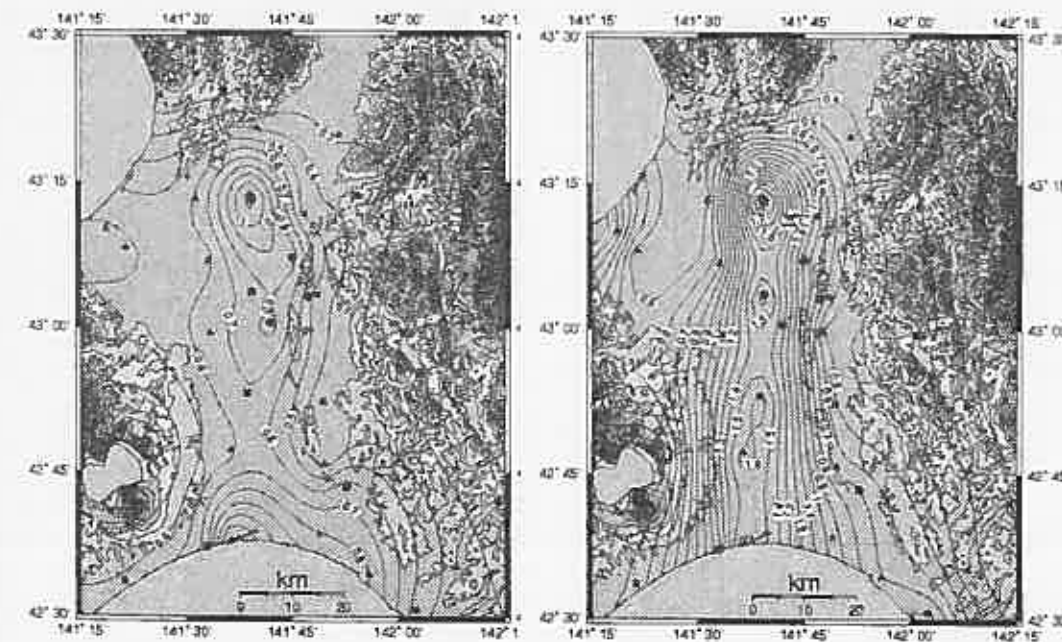
図 7 苫小牧港で得られた過去の地震での速度応答スペクトル(減衰 1%)

(5) 勇払平野、石狩平野での面的な地震動強さ

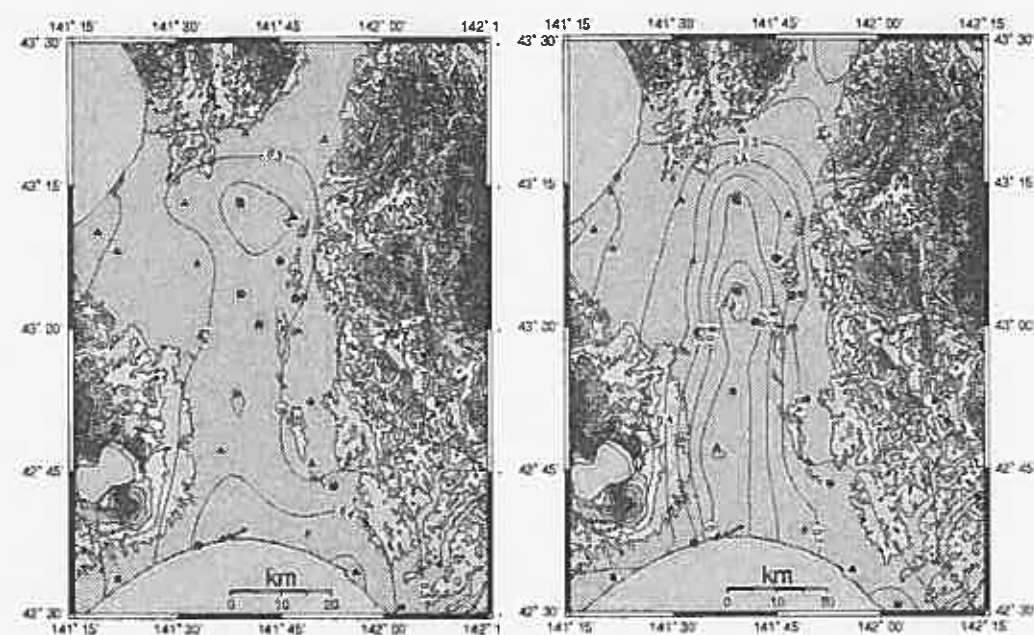
今回の地震で被害を受けた石油タンクの諸元から、スロッシング固有周期を計算すると、5 秒付近から約 12 秒間で幅広い。ここでは、特徴的な周期として 5 秒、7 秒、11 秒をとる。11 秒は備蓄タンクのスロッシング固有周期に極めて近い。防災科学技術研究所 K-net、KiK-net、気象庁、港湾空港技術研究所、自治体による強震観測データから、これらの周期の減衰 1% の速度応答スペクトル値を求め、これに基づきコンターマップを図 8 のように作成した。これらから、当然周期が長くなると波長が長くなるためその変化の度合いはゆるくなること、NS 成分よりも EW 成分の方が変化が激しいことが見て取れる。特に苫小牧付近に注目すると、EW 成分で東西方向での変化が急で、深い地下構造の急変が予想される。



(a) 周期 5 秒での速度応答スペクトル値のコンター(右: NS 成分 左: EW 成分)



(b) 周期 7 秒での速度応答スペクトル値のコンター(右: NS 成分 左: EW 成分)



(c) 周期 11 秒での速度応答スペクトル値のコンター(右: NS 成分 左: EW 成分)

図8 周期 5、7、11 秒での速度応答スペクトル分布

2.3 参考資料

【気象庁 報道発表資料 (平成 15 年 9 月 26 日 17 時 00 分)】

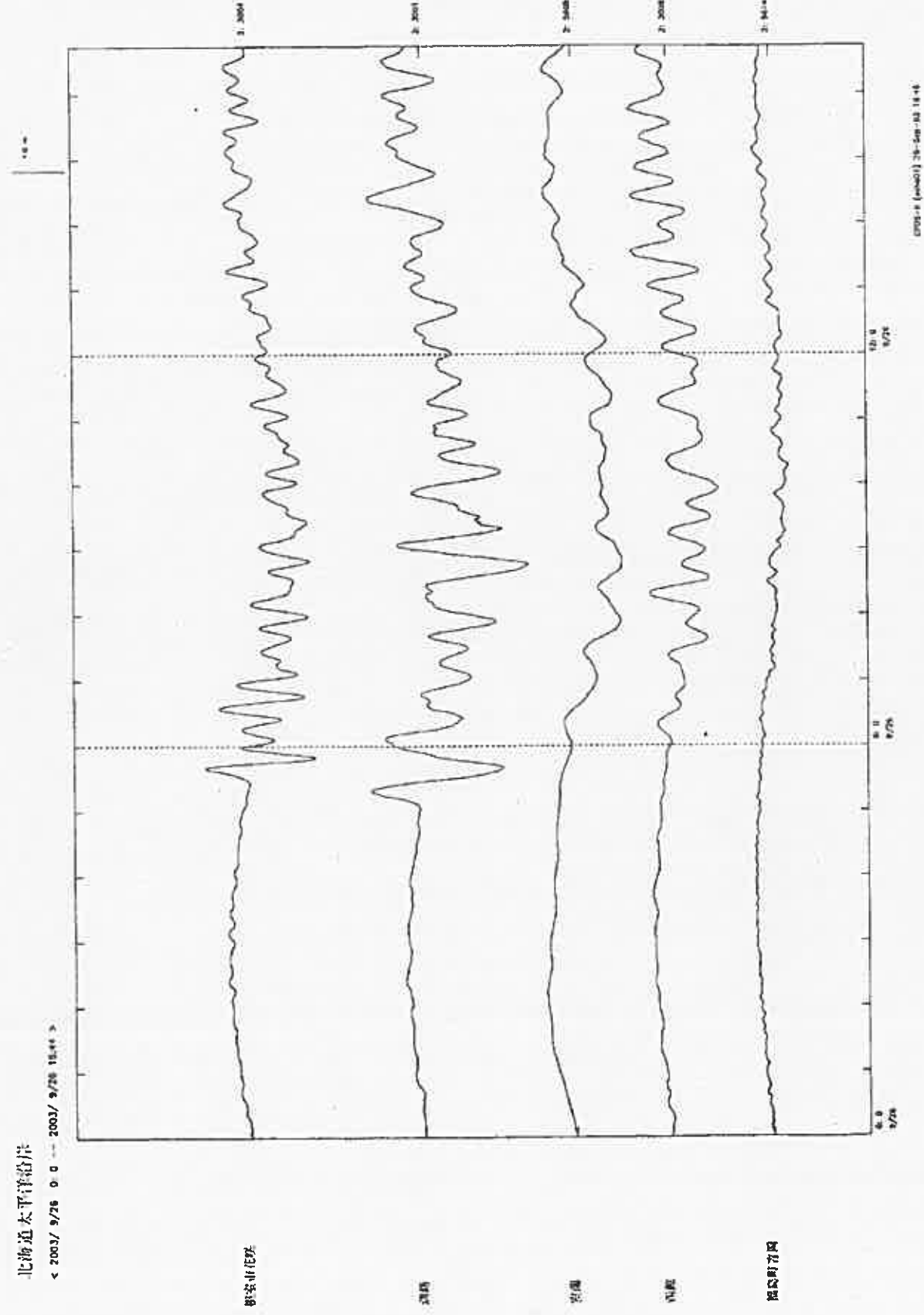
2003 年 9 月 26 日 04 時 50 分頃の釧路沖の地震について(第 5 報)

今日 (26 日) 04 時 50 分頃、釧路沖を震源 (深さ 42km) とするマグニチュード (M) 8.0 (暫定値) の地震により発表していた青森県日本海沿岸、青森県太平洋沿岸、岩手県の津波注意報は、16 時 30 分に解除しました。北海道太平洋沿岸東部、北海道太平洋沿岸中部、北海道太平洋沿岸西部の津波注意報は現在も継続中ですので引き続き注意してください。注意報を解除した沿岸でも海面変動が続きますので、磯釣り等を行う際は注意してください。

地震活動は本震-余震型で推移しており、17 時現在では、06 時 08 分に発生した M7.1 (暫定値) の地震 (最大震度 6 弱) が最大余震となっています。今後、しばらくは余震活動にも注意して下さい。本日 16 時から 3 日以内に M7.0 (ところによって震度 6 弱) 以上の余震の発生する確率は 20%、M6.0 (ところによって震度 5 弱) 以上の余震が発生する確率は 70%、本日 16 時から 7 日以内に M7.0 (ところによって震度 6 弱) 以上の余震の発生する確率は 30%、M6.0 (ところによって震度 5 弱) 以上の余震が発生する確率は 80% です。

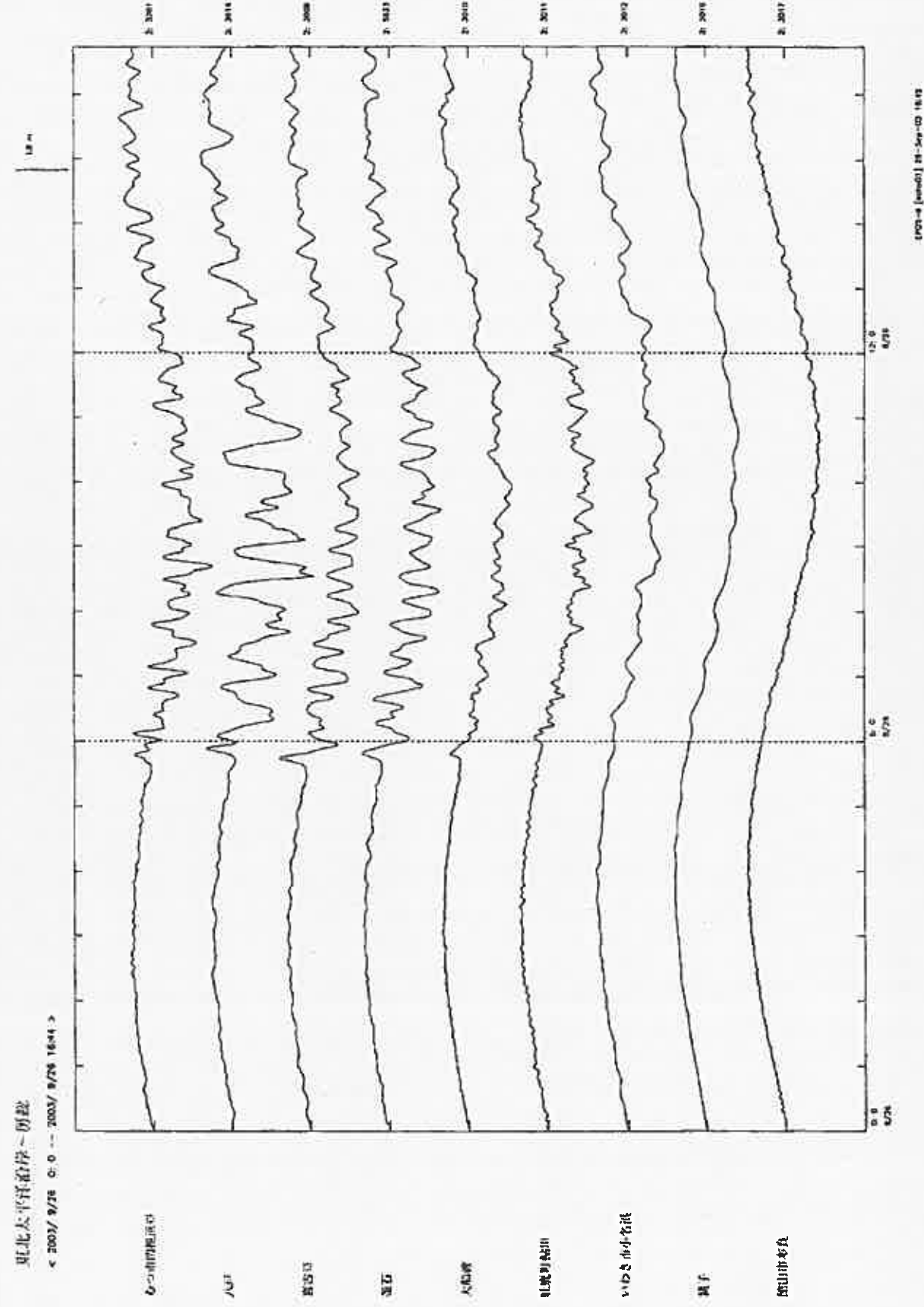
北海道太平洋沿岸

< 2003/ 9/26 0 0 -- 2003/ 9/26 15:44 >



東北太平洋沿岸～房総

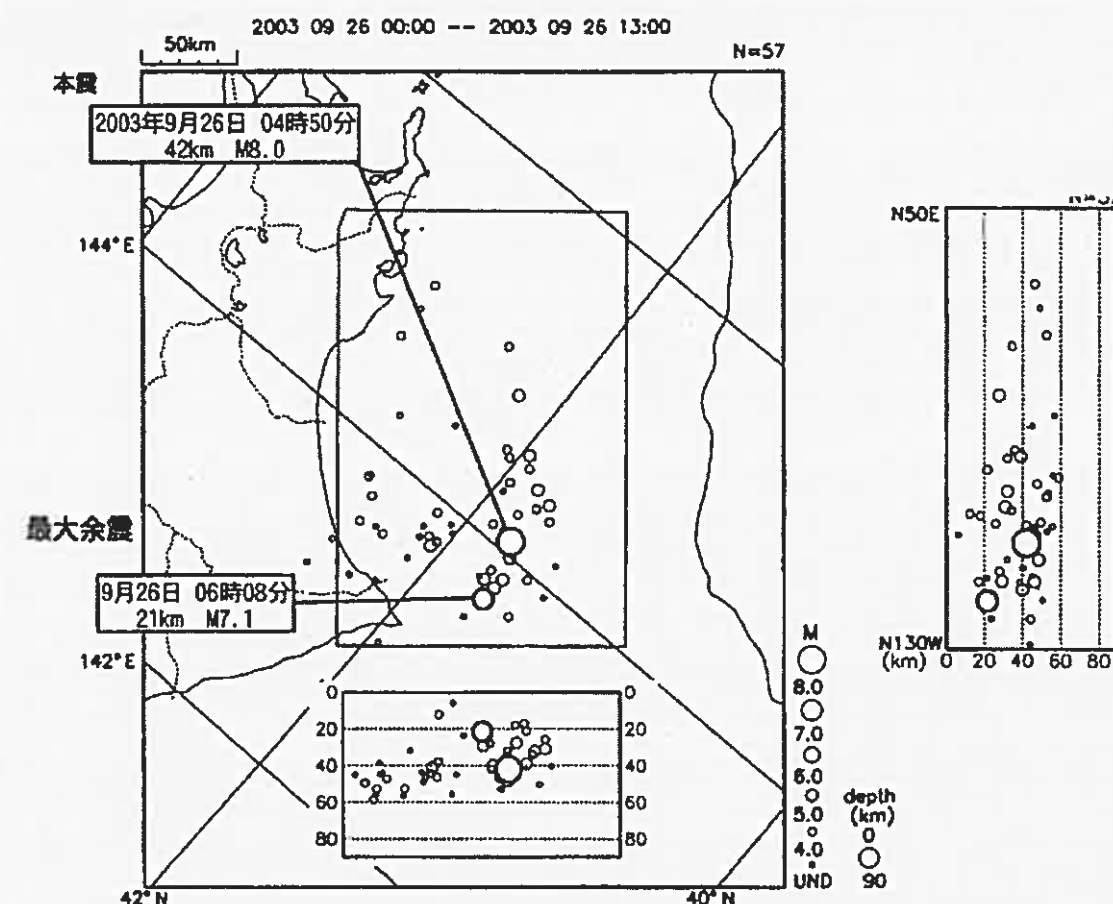
< 2003/ 9/26 0 0 -- 2003/ 9/26 15:44 >



検潮所	1952年3月4日	2003年9月26日	
	最大の高さ(m)	最大の高さ(m)	観測時刻
十勝港(広尾)	1.80	観測なし	
釧路	0.90	1.20	9:03
根室		0.90	5:40
浦河		1.30	6:24
室蘭	0.16	0.30	7:26
函館	0.32	0.80	8:18
八戸	2.00	1.00	8:17
青森	0.37	観測なし	
むつ市関根浜		0.50	7:47
宮古	0.65	0.60	5:44
大船渡	1.00	0.20	5:49
釜石		0.50	7:47
牡鹿市鮎川	0.40	0.30	9:00
石巻	0.60	観測なし	
女川	1.10	観測なし	
十三浜	0.82	観測なし	
いわき市小名浜	0.19	0.20	8:23
大洗(水戸)	0.20	観測なし	
銚子	0.16		
館山市布良	0.17		
横浜	0.10		
伊東	0.05	観測なし	
土佐清水	0.20		
宇和島	0.15		
小松島	0.15		

「観測なし」は現在、気象庁で津波の監視を行っていない
1952年3月4日の津波の高さは「日本被害津波総覧」による

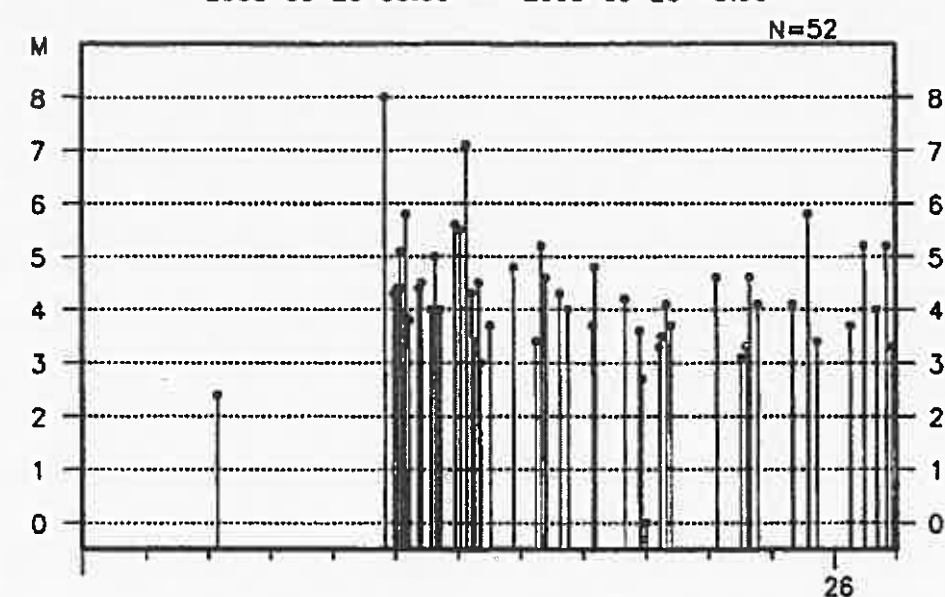
釧路沖で発生した地震とその余震活動



地震活動経過図 (規模別)

未処理の期間を含む

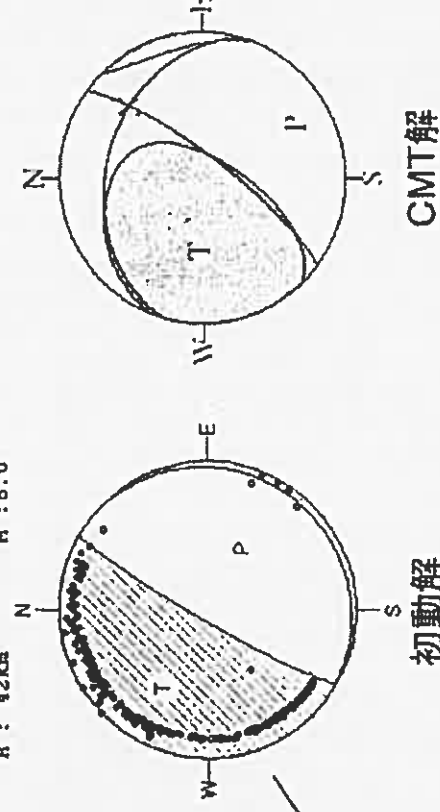
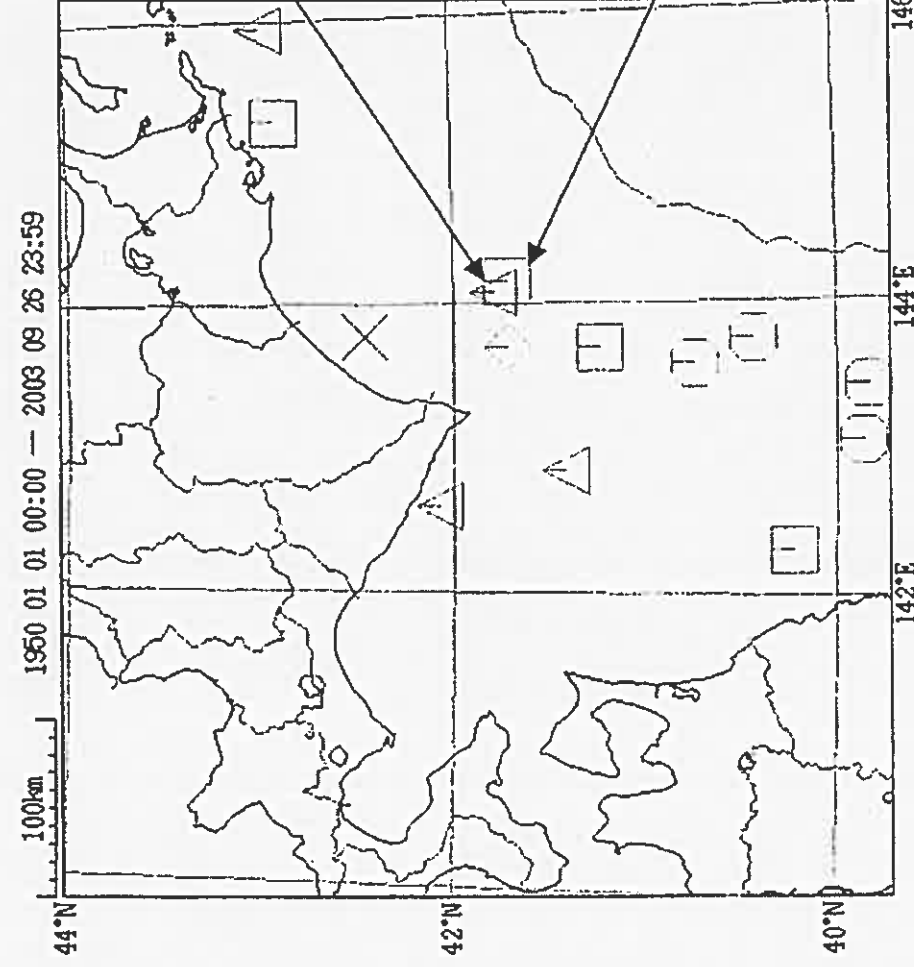
2003 09 26 00:00 -- 2003 09 26 13:00



気象庁

今回の地震

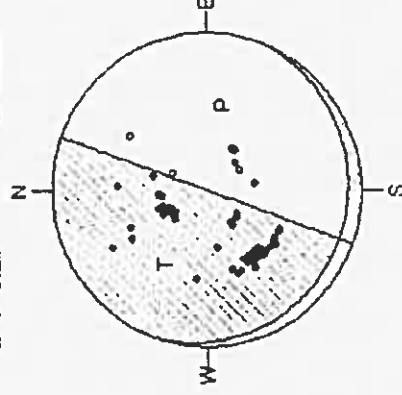
2003/09/26 04:50:07.5
41°46.7'N 144°04.7'E
H: 42km M: 8.0



1952年の地震

1952/03/04 10:22:40.0
41°48.0'N 144°08.0'E
H: 0km M: 8.2

Depth
0 15 31 47 61 76 90



気象庁

観測点コード = 841
計測震度 = 5.5

合成最大加速度 = 272.4 gal
南北成分の最大加速度(絶対値) = 217.2 gal
東西成分の最大加速度(絶対値) = 251.2 gal
上下成分の最大加速度(絶対値) = 58.0 gal

N 南北



E 東西

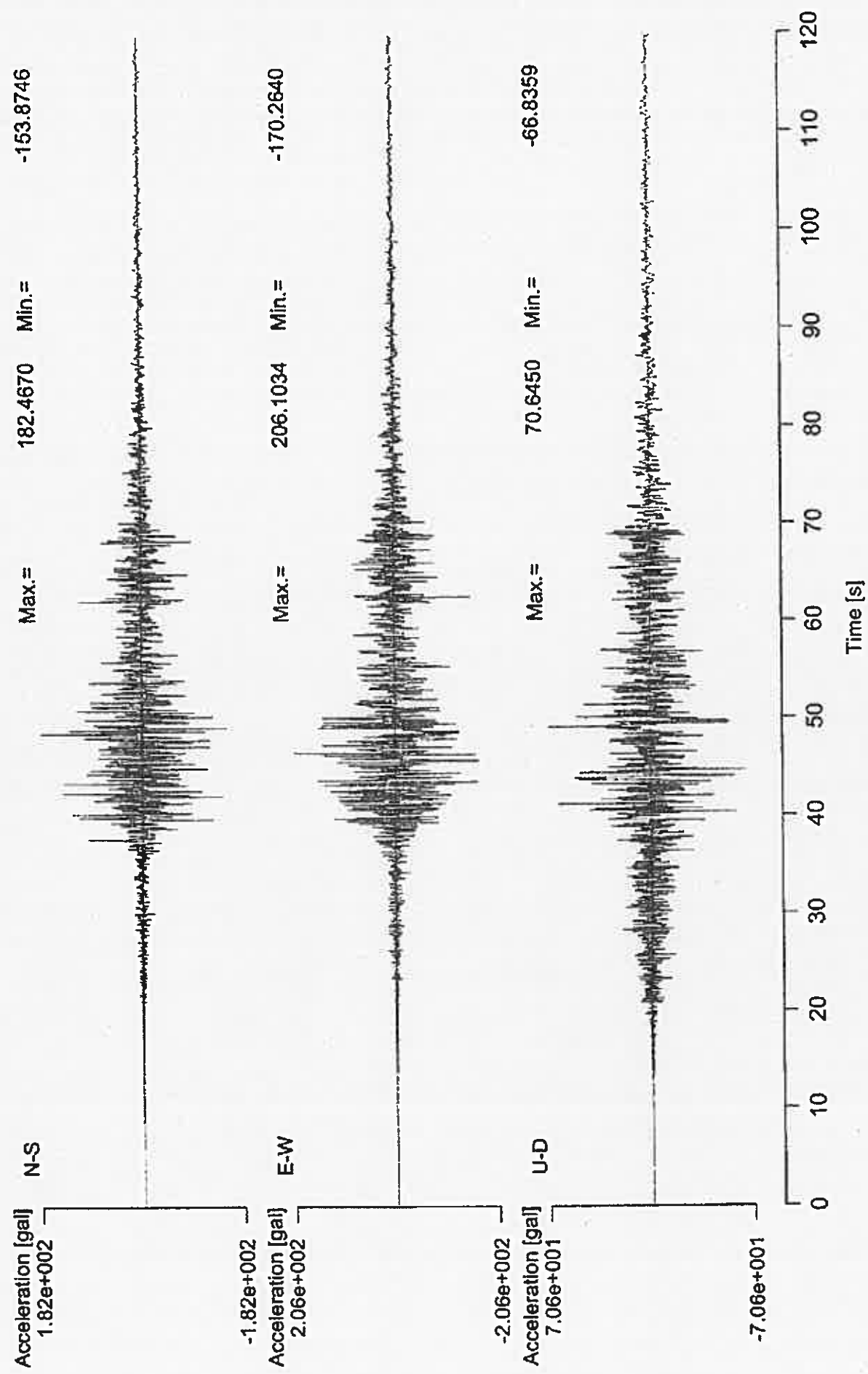


U 上下

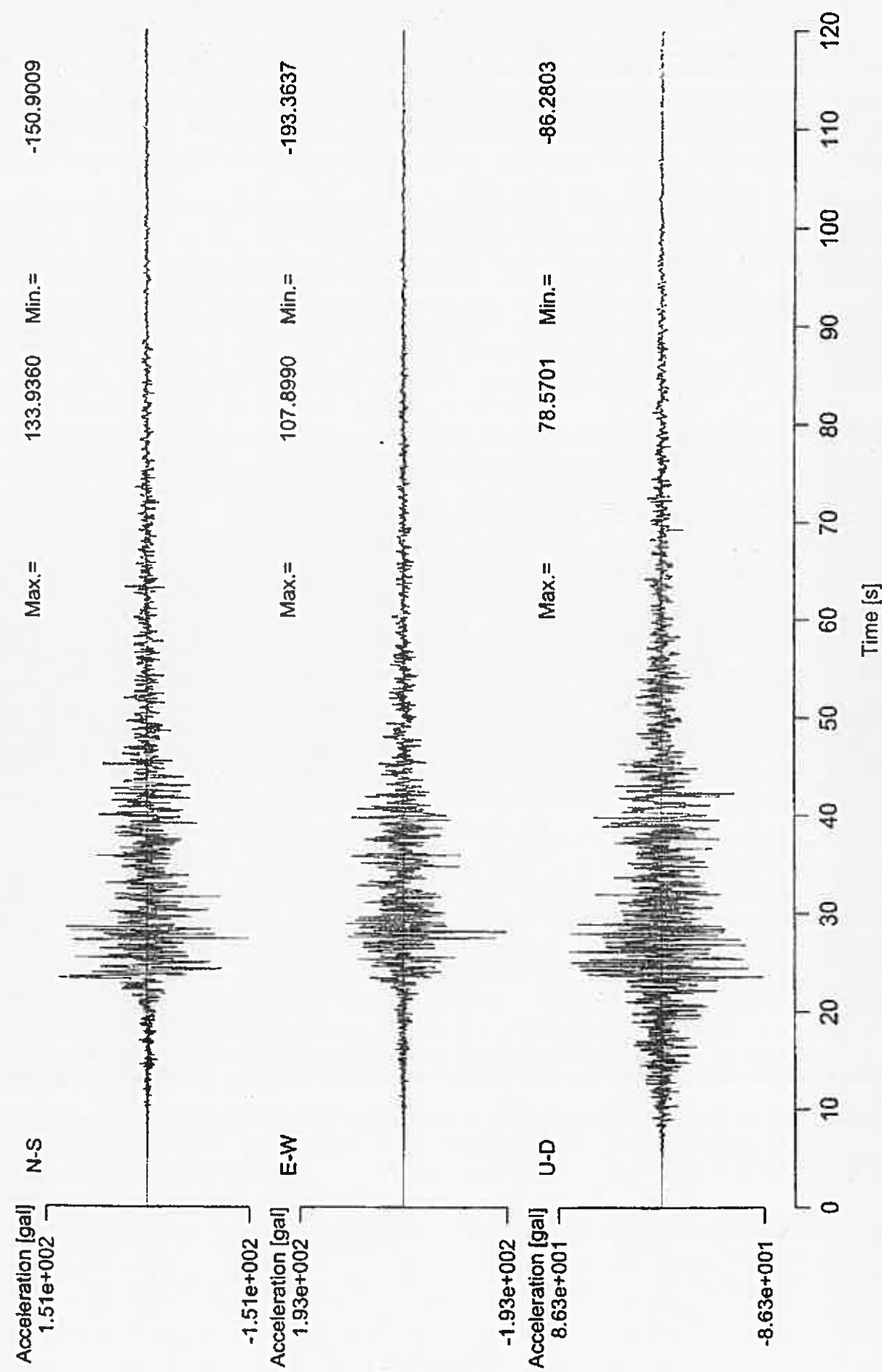


開始 2003/09/26 04:50:20 ~

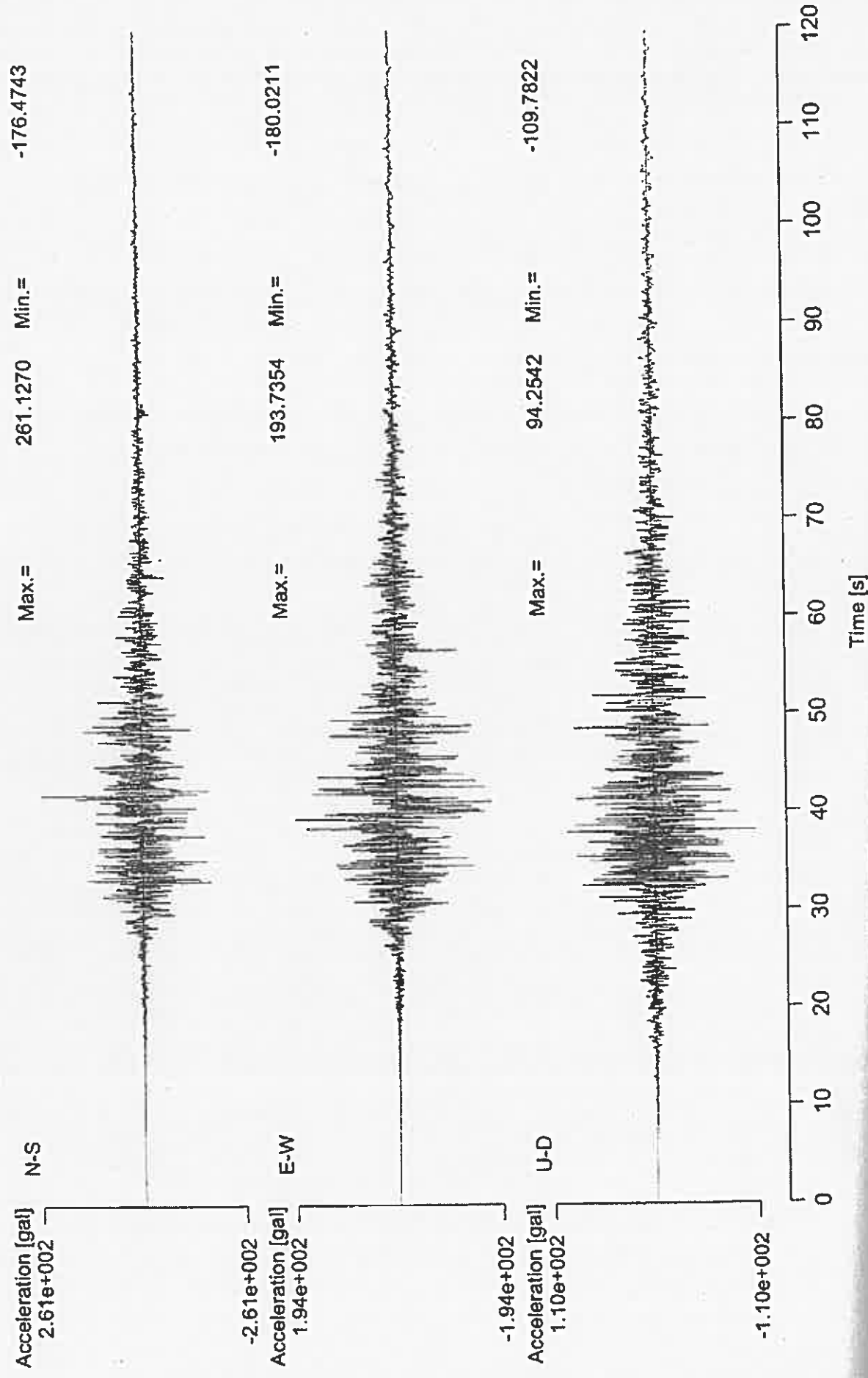
C92 2003/09/26 04:50:20



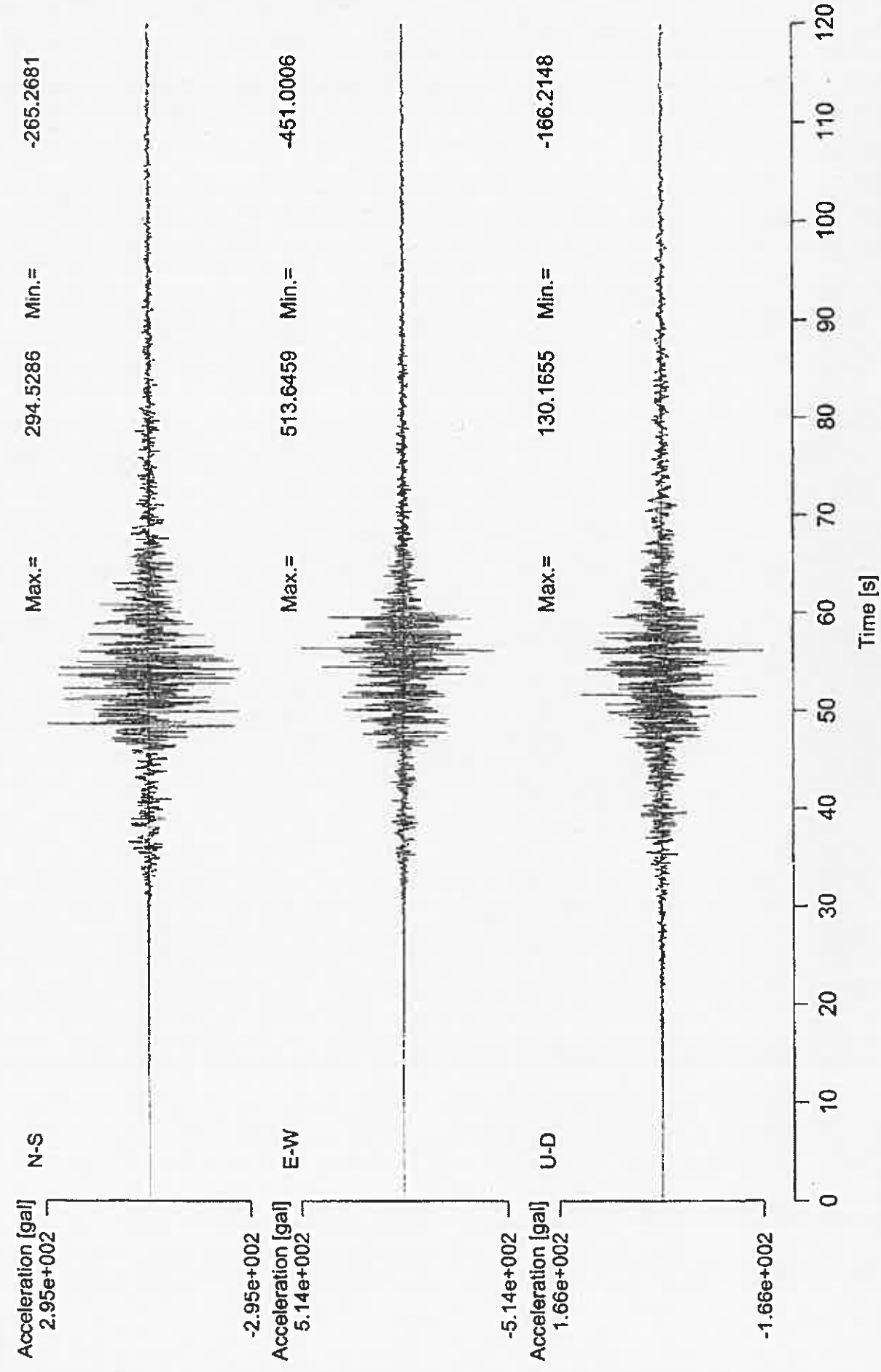
C93 2003/09/26 04:50:20



C94 2003/09/26 04:50:20



C96 2003/09/26 04:50:20



都道府県	市区町村	観測点名	観測点コード	震度	計測	合成	N-S	E-W	U-D	震央距離
北海道	浦河町	浦河町潮見		6弱	5.6	368.0	247.7	348.9	98.0	127.9
北海道	釧路市	釧路市ときわ	841	6弱	5.5	272.4	217.2	251.2	58.0	167.5
北海道	釧路市	釧路市尾崎	C96	6弱	5.5	639.7	289.5	634.1	172.9	149.8
北海道	釧路市	釧路市幸町		5強	5.4	296.7	285.3	287.9	102.0	143.6
北海道	別海町	別海町常盤		5強	5.4	341.3	284.8	332.1	140.4	202.8
北海道	本別町	本別町北2丁目		5強	5.2	424.8	251.0	248.7	410.6	165.2
北海道	広尾町	広尾町並木通		5強	5.2	463.5	372.9	439.9	215.1	98.1
北海道	足寄町	足寄町上螺湾	C93	5強	5.1	257.9	181.0	257.4	82.0	181.0
北海道	音別町	音別町尺別	C94	5強	5.1	434.7	425.0	281.6	156.2	137.1
北海道	帯広市	帯広市東4条		5強	5.0	200.3	150.2	185.1	102.7	157.6
北海道	弟子屈町	弟子屈町美里		5強	5.0	356.3	355.0	301.1	140.6	199.4
北海道	十勝清水町	十勝清水町南4条		5弱	4.9	232.0	180.4	140.7	106.0	181.1
北海道	忠類村	忠類村明和	C92	5弱	4.9	257.8	153.9	219.6	111.0	122.9
北海道	北見市	北見市公園町		5弱	4.8	129.9	109.4	123.6	47.1	236.4

第2節 地震による被害の概要

平成15年（2003年）十勝沖地震における被害の状況は、次のとおりである。

1 人的・物的被害状況（表1参照）

① 人的被害

【北海道】

・行方不明者2人

[豊頃町の十勝川河口付近において、釣り人2名（69歳男性・66歳男性）が行方不明（26日16:00頃消防覚知）]

・負傷者847人（重傷68人・軽傷779人）

【青森県】

・負傷者 1人（重傷1人）

【岩手県】

・負傷者 1人（軽傷1人）

② 火災発生件数 4件

【北海道】9月26日4:52（消防覚知） 苫小牧市1件（12時09分鎮火）

[出光興産において、屋外タンク（原油 32,778KL）でリング火災発生、また付近の配管からの漏油火災発生、苫小牧市消防本部は胆振東部消防本部に出動要請し、事業所の自衛防災組織とともに消火活動を実施]

4:58（消防覚知） 音更町1件（5時10分鎮火）

[亜鉛メッキ工場において、高温の亜鉛が流出し付近の雑品等が焼損]

4:58（消防覚知） 石狩市1件（5時22分鎮火）

[メッキ工場において、地震によりメッキ釜から亜鉛メッキ溶剤が流出し付近の電気配線の一部が焼損]

9月28日10:46（消防覚知） 苫小牧市1件（9月30日06時55分鎮火）

[出光興産（株）北海道製油所の屋外タンク（ナフサ 26,000kl）で火災発生。苫小牧市消防本部は、胆振東部消防本部、室蘭市消防本部、札幌市消防局に出動要請し、事業所の自衛防災組織とともに消火活動を実施。]

2 避難の状況（表2参照）

(1) 避難勧告 現在なし

(2) 自主避難 現在なし

表1

災害区分	単位	計	北海道	青森県	宮城県	岩手県
人的被害	死者	人				
	行方不明者	人	2	2		
	重傷	人	69	69	1	
	軽傷	人	780	779		1
	負傷者計	人	849	847	1	1
住家被害	全壊	棟	116	116		
		世帯	134	134		
		人	333	333		
	半壊	棟	368	368		
		世帯	419	419		
		人	1,002	1,002		
	一部破損	棟	1,580	1,580		
		世帯	2,007	2,007		
		人	5,343	5,343		
	床上浸水	棟				
		世帯				
		人				
	床下浸水	棟	9	1		8
		世帯	9	1		8
		人	28	1		27
	住家被害計	棟	2,073	2,065		8
		世帯	2,569	2,561		8
		人	6,706	6,679		27
非住家	公共建物	棟	23	23		
	その他	棟	56	56		
その他	文教施設	箇所	310	307	3	
	病院	箇所	22	20	2	
	道路	箇所	200	200		
	橋りょう	箇所	10	10		
	河川	箇所	19	19		
	港湾	箇所	15	15		
	砂防	箇所				
	消掃施設	箇所	6	6		
	崖くずれ	箇所				
	鉄道不通	箇所	4	4		
	被害船舶	隻	45	45		
	水道	戸	15,799	15,799		
	電話	回線				
	電気	戸	379,440	378,100	1,340	
	ガス	戸				
	ブロック塀等	箇所				
	その他					
	り災世帯数	世帯	553	553		
	り災者数	人	1,335	1,335		
	建物	件	2	2		
火災件数	危険物	件	2	2		
	その他	件				
	計	件	4	4		
公共施設被害市町村	公立文教施設	千円	1,106,658	1,106,516	142	
	農林水産業施設	千円	2,832,916	2,820,916	12,000	
	公共土木施設	千円	13,487,211	13,487,211		
	その他の公共施設	千円	4,301,988	4,300,988	1,000	
	小計	千円	21,728,773	21,715,631	13,142	
	農産被害	千円	5,808	5,808		
	林産被害	千円				
	畜産被害	千円				
	水産被害	千円	535,501	6,573	95,426	433,502
	商工被害	千円	2,489,789	2,489,273	516	
被害総額	その他	千円	1,101,841	1,097,726	4,115	
	被害総額	千円	25,861,712	25,315,011	17,773	95,426 433,502
	消防職員出勤延人員	人	2,099	893	308	481 417
消防団員出勤延人員	人	6,709	1,785	233	1,699	2,992

北海道 10月3日 18時00分 全面復旧

青森県 9月26日 6時37分 全面復旧

北海道 9月26日 21時13分 全面復旧

表2

避難の状況(確定報)

		勧告対象		実避難数 (最大値)		実避難数 (現在)		備 考	
		世帯	人数	世帯	人数	世帯数	人数		
避難勧告	北海道	三石町	580	1,440	38	95	0	0	9/26 9時10分解除
		新冠町	1,759	3,900	675	1,425	0	0	9/26 8時30分解除
		静内町	897	2,003		236	0	0	9/26 9時00分解除
		えりも町	2,264	6,217	100	233	0	0	9/26 8時45分解除
			3,500	9,600		1,100	0	0	9/26 9時05分解除
		厚岸町	2	11	2	11	0	0	9/27 12時30分解除
			2	13	2	13	0	0	10/3 16時05分解除
		門別町	310	680	42	94	0	0	9/26 9時00分解除
		浜中町	1,443	4,545		1,671	0	0	9/26 9時06分解除
		浦幌町	128	323		100	0	0	9/26 9時05分解除
		豊頃町	177	414		200	0	0	9/26 9時25分解除
		音別町	184	369		115	0	0	9/26 17時00分解除
		白糠町	863	2,271		84	0	0	9/26 9時00分解除
		様似町	976	1,731	275	443	0	0	9/26 8時45分解除
		広尾町	237	671		200	0	0	9/26 10時30分解除
		別海町	403	1,576	60	210	0	0	9/26 9時00分解除
	(小計)	13,725	35,764	1,194	6,230	0	0		
	岩手県	田野畑村	429	1,412		65	0	0	9/26 7時15分解除
		計	14,154	37,176	1,194	6,295	0	0	
自主避難	北海道	白老町			6	17	0	0	帰宅
		鶴川町			15	35	0	0	帰宅
		浦河町			100	253	0	0	帰宅
		大樹町				40	0	0	帰宅
		釧路市				193	0	0	帰宅
		釧路町				167	0	0	帰宅
		標津町				100	0	0	帰宅
		根室市			29	92	0	0	帰宅
		音別町			15	31	0	0	帰宅
		静内町					0	0	帰宅
		豊頃町					0	0	帰宅
		(小計)			165	928	0	0	
	岩手県	野田村				6	0	0	帰宅
		久慈市				55	0	0	帰宅
		山田町				2	0	0	帰宅
		田老村				10	0	0	帰宅
		大船渡市				110	0	0	帰宅
		釜石市				2	0	0	帰宅
		大槌町				21	0	0	帰宅
		(小計)				206	0	0	
		計			165	1,134	0	0	

【「平成15年(2003年)十勝沖地震(確定報)」
平成16年3月31日総務省消防庁】

第3節 地震発生時の対応・体制等

平成15年（2003年）十勝沖地震発生時において、地方公共団体及び総務省消防庁がとった対応・体制等については、次のとおりである。

1 地方公共団体の対応・体制等

9月26日 4時50分 北海道 災害対策本部設置→解除(12月11日12時00分)
4時50分 青森県 警戒本部設置
→6時08分災害対策連絡本部に移行→解除(16時30分)
4時50分 岩手県 警戒本部設置→解除(15時30分)
4時50分 宮城県 警戒本部設置
→警戒配備に切換(11時45分)→解除(15時00分)
6時36分 札幌市消防局へり出動
7時03分 北海道へり出動
7時21分 青森県防災へり(緊急消防援助隊)が北海道函館方面へ出動
7時32分 仙台市消防へり(緊急消防援助隊)が苫小牧方面へ出動
27日 6時00分～16時30分
北海道 東十勝消防事務組合消防本部豊頃消防署員(7名)及び豊頃
町大津消防団員(15名)が、豊頃町で行方不明となった2人を警察、
海上保安庁等とともに搜索
28日 7時00分～16時30分
豊頃消防署員(7名)及び大津消防団員(14名)が、27日に引き
続き関係機関等とともに行方不明者を搜索中
11時18分 北海道防災へり出動
11時50分 札幌市消防へり出動
29日 8時00分～16時30分
豊頃消防署員(6名)及び大津消防団員(4名)が、引き続き関係機
関等とともに行方不明者を搜索
10月 2日18時30分 北海道 「出光興産(株)北海道製油所災害予防対策現地本部」設置
22日12時00分 北海道 「出光興産(株)北海道製油所災害予防対策現地本部」廃止

2 消防団の出動状況(延べ人員)

【北海道】 1, 785人が出動
【青森県】 233人が出動
【岩手県】 2, 992人が出動
【宮城県】 1, 699人が出動
【福島県】 181人が出動

3 消防庁の対応・体制等

震度4以上を記録した県に対し適切な対応及び被害報告について要請するとともに、当該地域を管轄する消防本部に直接被害情報を問い合わせをした。

その状況等は以下のとおりである。

9月26日 4時50分 消防庁長官を長とする災害対策本部を設置(第3次応急体制)
4時54分 気象メール受信(震度6弱)
5時30分 東京消防庁に対し緊急消防援助隊の出動準備要請
5時35分 青森県に対し緊急消防援助隊の出動準備要請
5時38分 宮城県に対し緊急消防援助隊の出動準備要請
5時39分 岩手県に対し緊急消防援助隊の出動準備要請
5時42分 秋田県に対し緊急消防援助隊の出動準備要請
5時52分 宮城県に対し緊急消防援助隊(仙台市消防局指揮支援隊)の出動要請
札幌市消防局に対し緊急消防援助隊(指揮支援部隊)の出動要請
青森県に対し緊急消防援助隊(航空部隊)の出動要請
6時00分 消防庁職員2名を被害状況把握のため釧路市へ派遣
6時30分 被害状況把握及び消防庁長官による火災原因調査のため消防庁職員2
名及び消防研究所職員1名を苫小牧市へ派遣
6時40分 札幌市へりテレ映像(札幌市内・苫小牧市火災現場)を官邸等に配信
(～8時10分)
7時10分 札幌市高所カメラ映像(札幌市内)を官邸等に配信
(～7時50分)
8時10分 札幌市高所カメラ映像(札幌市内)を官邸等に配信
(～8時53分)
8時53分 北海道へりテレ映像(石狩地方)を官邸等に配信
(～9時08分)
9時08分 札幌市高所カメラ映像(札幌市内)を官邸等に配信
(～12時07分)
9時55分 青森県へりテレ映像(函館市内)を官邸等に配信
(～10時52分)
10時04分 札幌市へりテレ映像(苫小牧市火災現場)を官邸等に配信
(～10時35分)
10時36分 札幌市地上映像(苫小牧市火災現場)を官邸等に配信
(～12時07分)
11時00分 被害状況把握及び消防庁長官による火災原因調査のため消防庁職員
1名及び消防研究所職員4名を苫小牧市へ派遣
緊急消防援助隊の出動準備要請解除
12時07分 札幌市へりテレ映像(苫小牧市火災現場)を官邸等に配信
(～13時30分)

1 3 時 3 1 分 北海道ヘリテレ映像（苫小牧市日高地方）を官邸等に配信
（～ 1 3 時 4 2 分）

1 3 時 4 5 分 札幌市高所カメラ映像（札幌市内）を官邸等に配信
（～ 1 4 時 0 0 分）

1 6 時 3 0 分 政府調査団の一員として、審議官、防災課長ほか 1 名を現地（北海道）へ派遣（～ 2 7 日）

1 6 時 4 3 分 仙台市ヘリテレ映像（釧路市内）を官邸等に配信

2 8 日 1 1 時 3 0 分 札幌市消防局に対し緊急消防援助隊（指揮支援部隊）の出動要請

1 2 時 2 0 分 被害状況把握等のため消防庁職員 2 名および消防研究所職員 1 名を苫小牧市へ派遣

1 2 時 4 0 分 札幌市ヘリテレ映像（苫小牧市火災現場）を官邸等に配信
（～ 1 4 時 1 0 分）

1 4 時 1 0 分 札幌市地上映像（苫小牧市火災現場）を官邸等に配信
（～ 1 4 時 2 0 分）

1 4 時 2 0 分 札幌市ヘリテレ映像（苫小牧市火災現場）を官邸等に配信
（～ 1 5 時 1 0 分）

1 5 時 1 0 分 札幌市地上映像（苫小牧市火災現場）を官邸等に配信
（～ 2 9 日 2 2 時 0 0 分）

1 6 時 4 0 分 北海道から消防庁に対して泡原液搬送車の出動及び消火薬剤の提供について応援要請

1 6 時 4 6 分 青森県に対し緊急消防援助隊（特殊災害部隊）の出動要請

1 7 時 4 3 分 秋田県に対し緊急消防援助隊（特殊災害部隊）の出動要請

1 7 時 4 5 分 防衛庁に対し、自衛隊による泡原液の輸送支援を要請

1 8 時 0 0 分 埼玉県、東京都及び神奈川県に対し泡原液搬送要請（入間基地へ搬送）

1 8 時 0 0 分 宮城県に対し緊急消防援助隊（特殊災害部隊）の出動要請

1 8 時 1 8 分 千葉県に対し泡原液搬送要請（入間基地へ搬送）

2 9 日 3 時 0 0 分 北海道から消防庁に対して緊急消防援助隊の増強要請

3 時 1 3 分 消防庁から青森県、秋田県、宮城県、福島県、茨城県に対して、緊急消防援助隊（特殊災害部隊）の出動要請

4 時 0 5 分 消防庁職員 2 名を苫小牧市へ派遣
東京都に対し緊急消防援助隊（東京消防庁指揮支援隊）の出動要請

1 5 時 0 5 分 関係府県に対し供出可能な消火薬剤の提供及び輸送協力依頼

3 0 日 9 時 0 0 分 危険物保安技術協会職員 2 名を派遣

1 4 時 0 0 分 消防庁緊急チーム（消防庁職員 2 名、消防研究所職員 4 名、危険物保安技術協会職員 1 名）を苫小牧市へ派遣

1 0 月 1 日 1 2 時 1 5 分 関係都道府県に対し都道府県内の消火薬剤の種類及び量、供出可能量について調査

1 3 時 3 0 分 東京都に対し緊急消防援助隊（特殊災害部隊）の出動要請

1 7 時 0 0 分 関係都道府県に対し供出可能な消火薬剤の輸送協力依頼

2 日 9 時 0 0 分 消防庁職員 3 名を苫小牧市へ派遣

2 2 時 3 0 分 北海道から消防庁に対して緊急消防援助隊（特殊災害部隊）の出動要請

2 2 時 3 5 分 東京都、神奈川県に対して緊急消防援助隊（特殊災害部隊）の出動要請

3 日 9 時 0 0 分 青森県に対し緊急消防援助隊（航空部隊）の出動要請

9 時 1 0 分 米軍による泡消火剤提供支援確認（外務省を通し要請。青森県、神奈川県、長崎県、沖縄県に対し、それぞれ三沢基地、横須賀基地、佐世保基地及び嘉手納基地からの消火薬剤受け取り及び輸送協力を依頼）

1 0 時 0 0 分 消防庁特殊災害室長、消防研究所職員 1 名、日本消防検定協会職員 2 名を苫小牧市へ派遣

1 2 時 0 0 分 青森県、秋田県、宮城県、茨城県、兵庫県に対し緊急消防援助隊（特殊災害部隊）の出動要請

1 3 時 5 0 分 青森県ヘリテレ映像を官邸等に配信

4 日 1 3 時 2 0 分 北海道から消防庁に対して緊急消防援助隊（特殊災害部隊）の出動要請

1 3 時 2 5 分 神奈川県に対して緊急消防援助隊（特殊災害部隊）の出動要請

5 日 9 時 0 0 分 消防庁職員 2 名、消防研究所職員 1 名を苫小牧市へ派遣

6 日 9 時 0 0 分 消防庁職員 1 名、消防大学校職員 1 名、消防研究所職員 1 名、日本消防検定協会職員 2 名、危険物保安技術協会職員 2 名を苫小牧市へ派遣

1 7 時 0 0 分 北海道から消防庁に対して緊急消防援助隊（指揮支援部隊）の出動要請

1 7 時 0 5 分 宮城県に対して緊急消防援助隊（仙台市消防局指揮支援部隊）の出動要請

8 日 9 時 0 0 分 消防庁職員 1 名、危険物保安技術協会職員 2 名を苫小牧市へ派遣

1 5 時 0 0 分 青森県に対して緊急消防援助隊（特殊災害部隊）の出動要請

9 日 9 時 0 0 分 消防庁職員 3 名を苫小牧市へ派遣

9 時 1 0 分 京都府に対して緊急消防援助隊（特殊災害部隊）の出動要請

1 3 時 1 0 分 大阪府、兵庫県に対して緊急消防援助隊（特殊災害部隊）の出動要請

1 7 時 2 0 分 秋田県に対して緊急消防援助隊（特殊災害部隊）の出動要請

1 0 日 9 時 0 0 分 消防研究所職員 1 名、危険物保安技術協会職員 2 名を苫小牧市へ派遣
岩手県から災害確定報告受領

1 1 日 9 時 0 0 分 消防庁職員 1 名を苫小牧市へ派遣

1 2 日 9 時 0 0 分 消防庁広域応援対策官を苫小牧市へ派遣

1 3 日 9 時 0 0 分 消防庁職員 2 名、消防研究所職員 1 名、日本消防検定協会職員 1 名、危険物保安技術協会職員 1 名を苫小牧市へ派遣

1 5 日 9 時 0 0 分 消防研究所職員 1 名、危険物保安技術協会職員 1 名を苫小牧市へ派遣

1 6 日 9 時 0 0 分 消防庁職員 2 名を苫小牧市へ派遣

1 7 日 9 時 0 0 分 危険物保安技術協会職員 1 名を苫小牧市へ派遣
宮城県から災害確定報告受領

1 8 日 9 時 0 0 分 消防研究所職員 1 名を苫小牧市へ派遣

19日 9時00分 消防庁職員1名を苫小牧市へ派遣
20日 9時00分 消防庁職員1名を苫小牧市へ派遣
21日11時00分 緊急消防援助隊及び道内応援各隊の現地活動終了
22日12時00分 災害対策本部から災害対策室に移行（第1次応急体制）
31日17時00分 災害対策室閉鎖（第1次応急体制解除）
12月24日 青森県から災害確定報告受領
16年 2月26日 北海道から災害確定報告受領

【「平成15年（2003年）十勝沖地震（確定報）」
平成16年3月31日総務省消防庁】

第2章 火災と消防・警防活動

平成15年(2003年)十勝沖地震において、出光興産(株)北海道製油所に設置されていた浮屋根式屋外タンク貯蔵所2基が火災となった。

ここでは、火災となった30006タンクと30063タンクの消火・警防活動についての状況を取りまとめている。

第1節 30006タンク火災と消火活動

1 発生日時等

- (1) 発生 平成15年9月26日 4時51分頃
- (2) 覚知 平成15年9月26日 4時52分
- (3) 鎮火 平成15年9月26日 12時09分

2 気象状況(現地)

- ・天候(曇り) ・風向(北北東) ・風速(3.8m)
- ・気温(16.5℃) ・湿度(88.9%)

3 発生場所等

- 苫小牧市真砂町25番地1
- 出光興産(株)北海道製油所(苫小牧地区特別防災区域内第一種レイアウト事業所)

4 出火施設の概要

- ・危険物施設区分：危険物屋外タンク貯蔵所(旧法タンク、旧基準タンク)
- ・タンク呼称：#30006タンク
- ・タンク形状等：円筒縦置き型フローティングルーフ(内径42,700mm 高さ24,390mm)
- ・許可年月日：昭和47年9月1日
- ・完成検査年月日：昭和48年8月23日
- ・許可品名・数量：第4類第1石油類(原油) 32,778キロリットル(指定数量の163,890倍)
- ・出火時の貯蔵量：30,720キロリットル

5 火災概要

平成15年9月26日4時50分頃発生した平成15年(2003年)十勝沖地震(M8.0)により、ほぼ同時に#30006タンクから出火し、タンク上部(リング火災)、防油堤内の地上部及び付属配管(48B揚荷配管1本、24B払出配管2本が損傷)が火災となった。

6 出火原因

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大きく揺動して、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、測定小屋がステージから引きちぎられて浮き屋根上に落下した際に発生した衝撃火花が、同じく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して火災となった可能性が高いものと判断する。

7 被害状況

損害額は約2千万円、人的被害なし。

8 消防活動状況

4:52 覚知
 4:58 自衛防災隊及び共同防災隊によりN030006（火災タンク）周辺地上部火災の消火活動開始
 5:11 苫小牧市消防隊到着、配管火災の消火活動（3口）、隣接タンクの冷却放水（4口）開始
 5:22 埠頭共同防災隊到着（地上部火災消火活動）、固定散水設備起動（30006・60007）
 5:30 タンク周辺地上部火災鎮火
 5:40 災害現場指揮本部設置
 6:15 苫東備蓄共同防災隊到着（待機）
 6:27 胆振東部（組）消防本部に対して大型化学車、泡原液搬送車の応援要請
 6:44 共同備蓄共同防災隊到着（待機）
 6:57 胆振東部（組）応援隊到着（隣接タンク冷却放水及び泡消火剤補給）
 7:20 大型高所放水車2台（公設・埠頭）タンク火災消火活動開始
 その他の消火隊、配管火災の消火活動継続
 8:00 火災タンク上部の確認のため梯子車出動
 8:01 札幌市消防局緊急援助隊到着（災害現場の画像送信）
 8:20 札幌消防ヘリにより火災タンク上空調査
 8:43 火災タンク消火による泡が中仕切堤からオーバーフローのため土嚢構築準備開始
 8:46 配管火災の配管部分の油抜き取り開始
 9:29 火災タンク周辺のガス検知実施（異常なし）
 9:36 配管火災鎮火、再着火防止のため泡シール継続
 9:41 札幌消防ヘリによる状況調査結果、測定小屋落下、ラダー脱落、タンクリング状に1/2（北側）火災確認
 9:50 隣接タンク上部から泡ハンドノズルにより泡放射、火災タンク北側制圧
 10:54 火災タンクのガス検知（異常なし）
 11:09 48B配管油抜き完了
 11:24 24B配管油抜き完了
 11:25 配管漏洩油の泡シール中断
 11:28 苫小牧市消防隊5名、出光自衛消防隊2名、火災タンク登上
 11:35 泡ハンドノズルによりリング火災消火活動開始（ヘリコプター、隣接タンク、はしご車からの警戒監視及び大型高所放水車2台で援護泡放射）
 12:03 鎮圧
 12:09 鎮火
 12:11 配管漏洩油の泡シール再開（シール状態が薄いため）
 12:24 配管漏洩油の泡シール停止
 13:22 タンクリング内に原油露出のため、泡シール開始
 13:35 タンクリング内の泡シール完了

12:29 北海道広域消防応援隊・緊急消防援助隊応援要請解除
 13:38 災害現場指揮本部解散

9 出動車両等

苫小牧市消防本部	17隊	54名
苫小牧地区共同防災組織 （出光自衛消防組織含む）	6隊	32名
北海道広域消防応援消防本部	1本部	3隊 9名
緊急消防援助隊（航空隊含む）	1本部	5隊 25名
石油備蓄基地共同防災組織（応援）		4隊 10名
計	35隊	130名

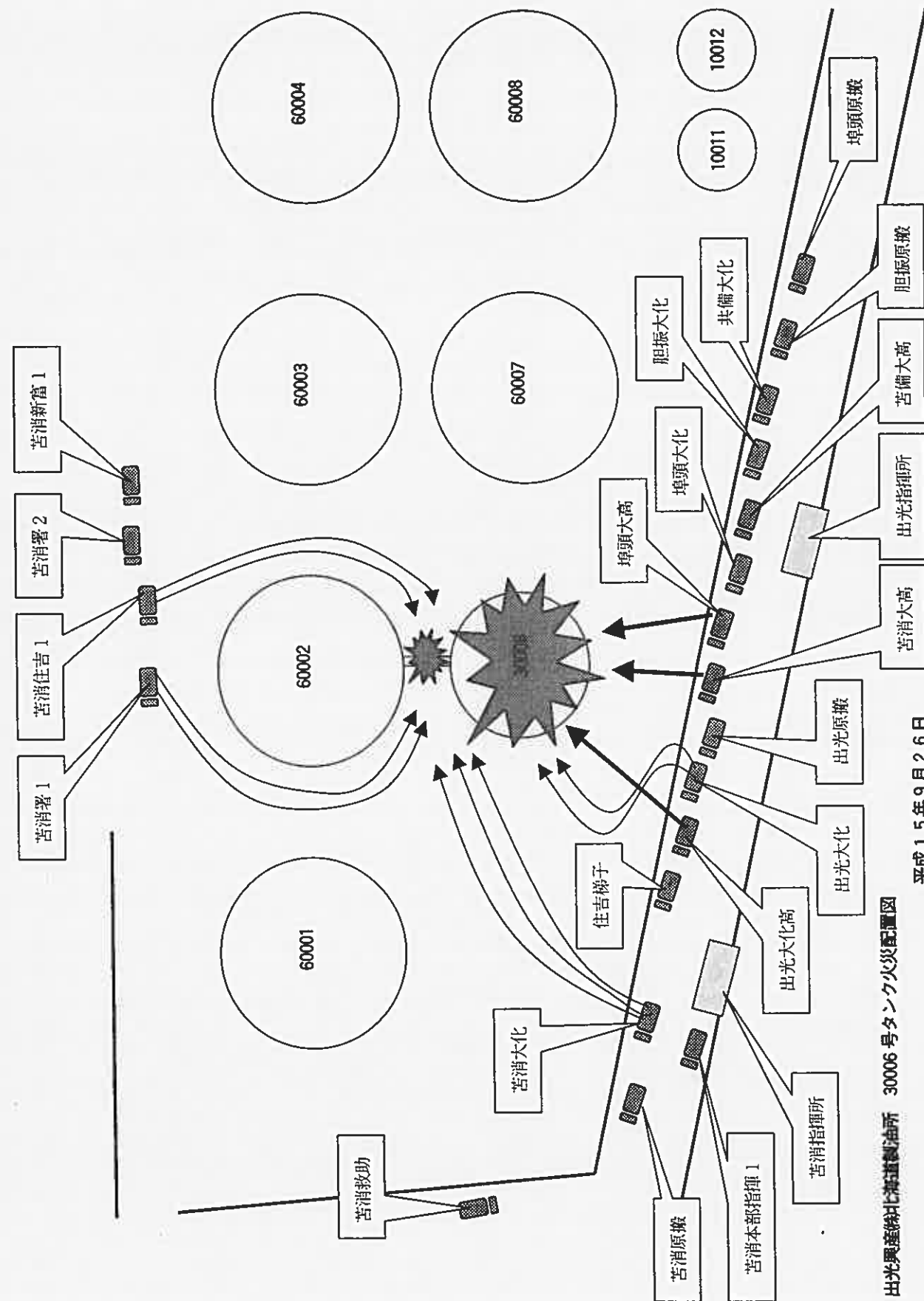
10 使用消火薬剤量

87,000リットル

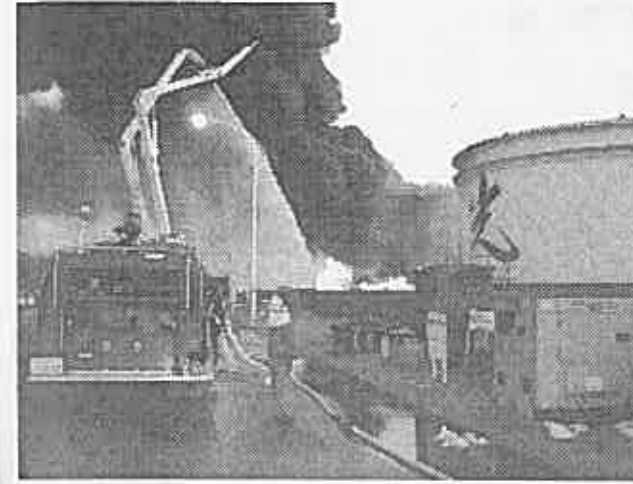
11 その他

平成15年9月26日12時15分に、構内の全危険物施設に対し消防法第12条の3第1項による緊急使用停止命令を発令し、安全性が確認されるまでの間その使用を停止し又はその使用を制限した。

【苫小牧消防本部】



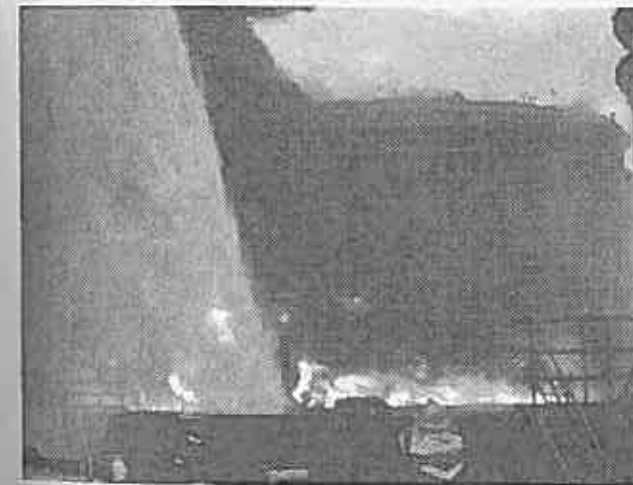
5:20 頃 東側より撮影



5:20~5:25 東側より撮影



5:25~5:30 東側より撮影



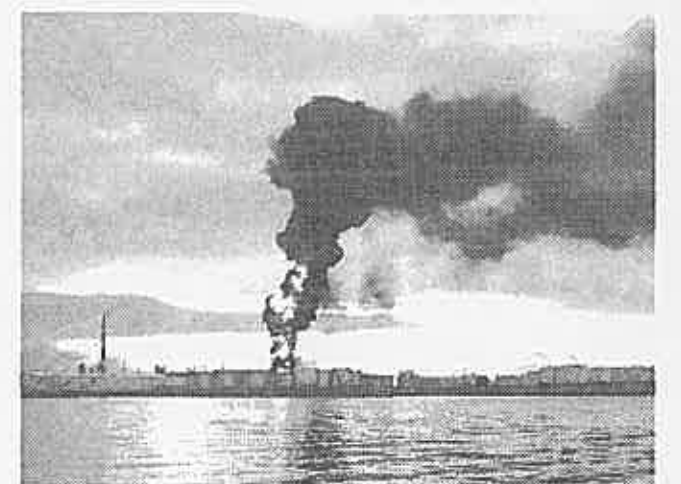
5:30~5:35 東側より撮影



5:35~5:40 東側より撮影



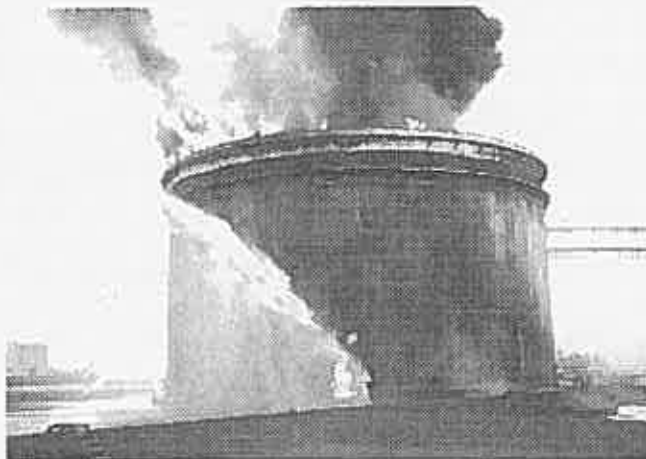
5:40 対岸より撮影~読売新聞社



5:40~5:45 南側より撮影



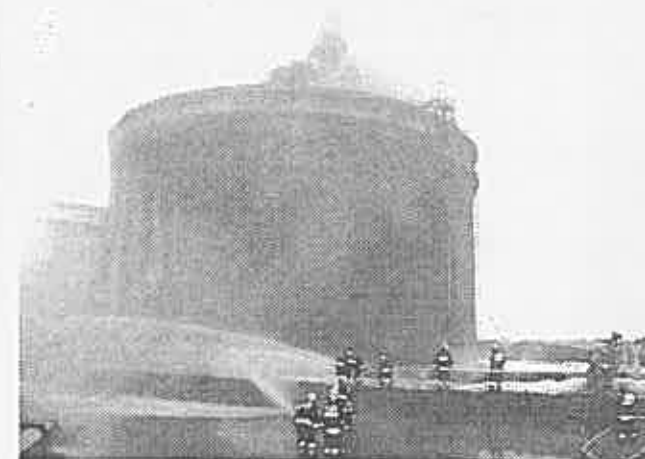
5:45~6:00 東側より撮影



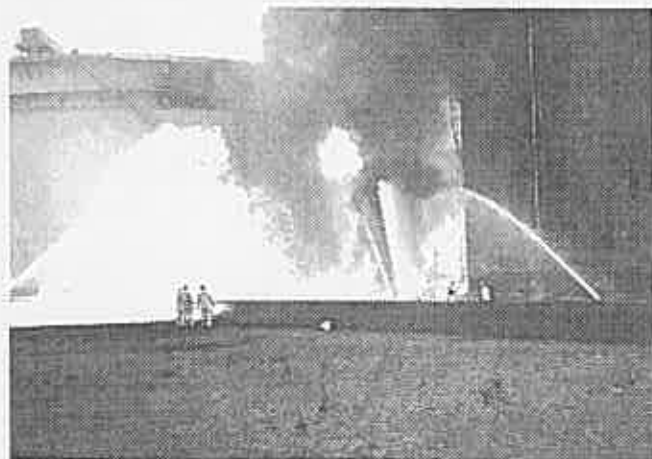
6:30~7:00 南西側より撮影



6:30~7:00 西側より撮影



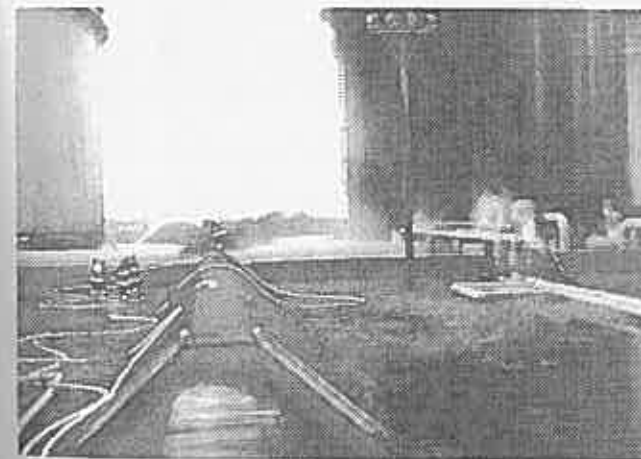
6:00~6:30 南側より撮影



6:00~6:30 東側より撮影



6:30~7:00 北東側より撮影



6:30~7:00 北東側より撮影



6:00~6:30 南側より撮影



6:00~6:30 西側より撮影



7:00~7:30 北東側より撮影



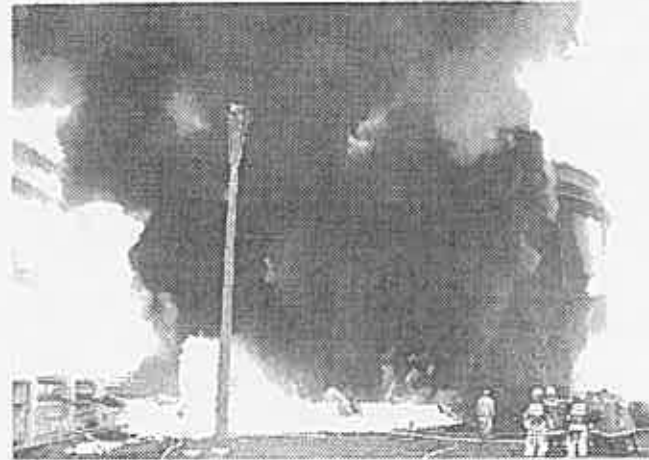
7:00~7:30 南西側より撮影



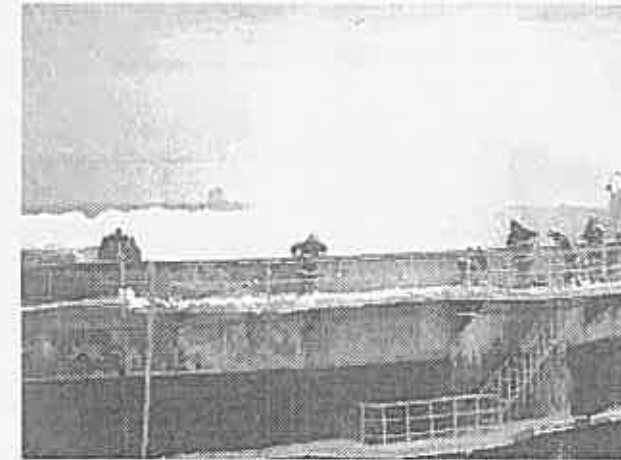
7:00~7:30 南西側より撮影



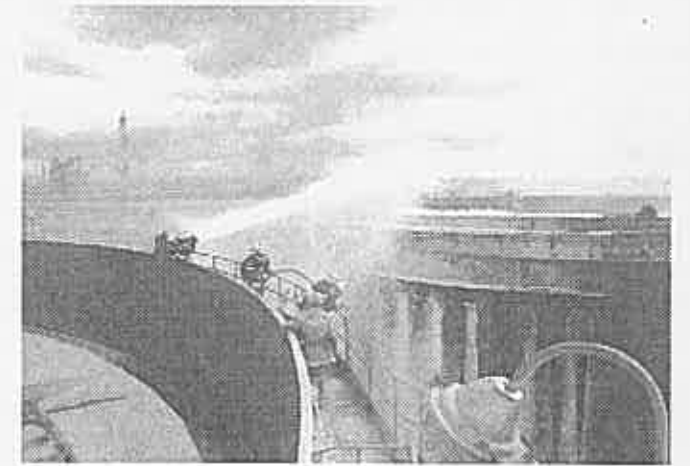
7:00~7:30 南西側より撮影



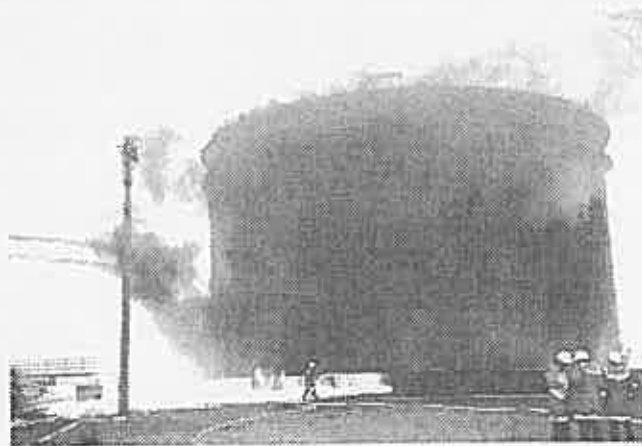
西側よりタンク上での活動を撮影



北側タンク上より撮影



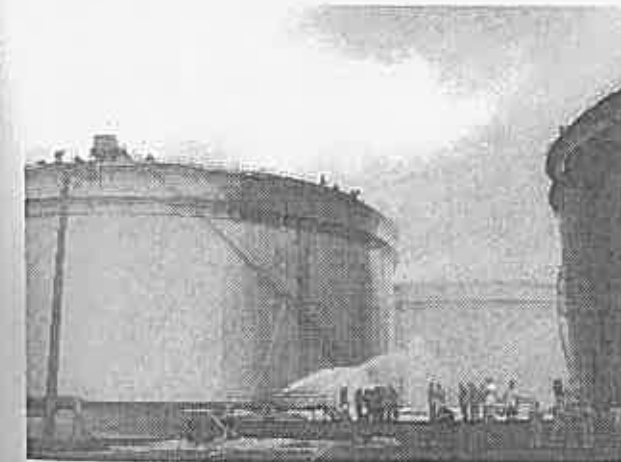
8:00~9:00 南西側より撮影



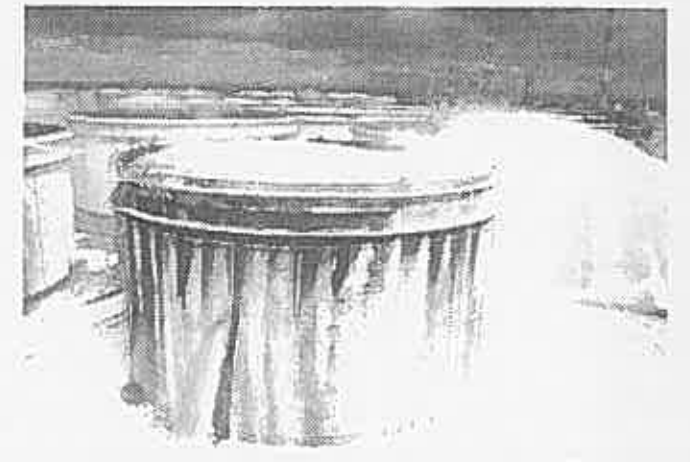
9:30頃 南側より撮影



南側より撮影



10:00~11:00 南側より撮影



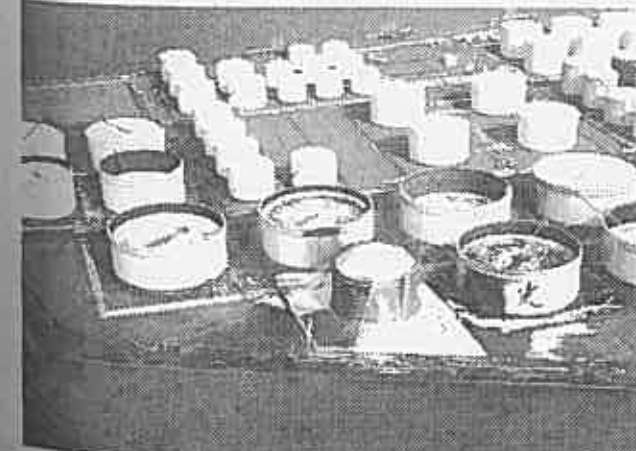
西側より撮影



10:00~11:00 南側より撮影



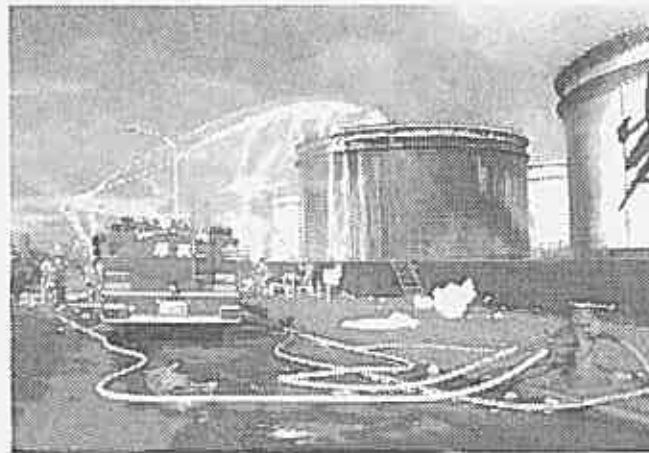
10:00~11:00 南側上空よりタンク周辺を撮影



11:00~12:00 南側より撮影



東側より撮影



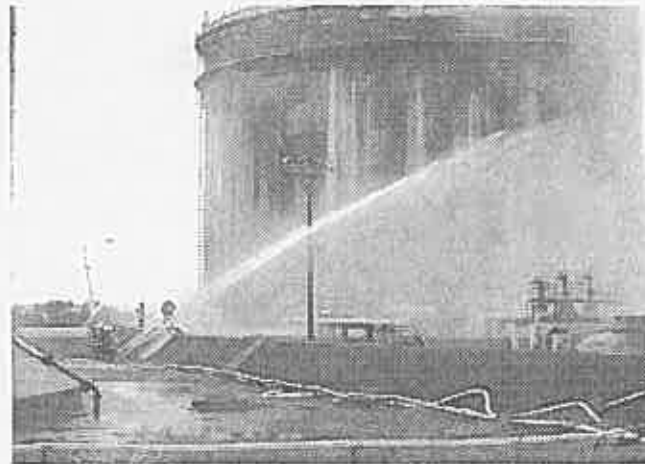
南側通路の活動状況



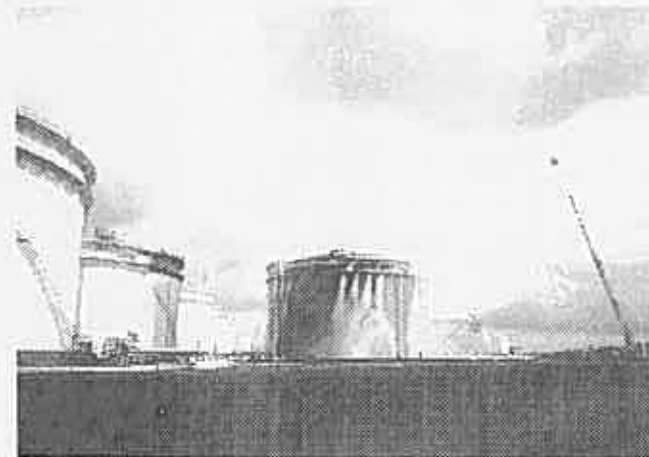
指揮本部での活動状況



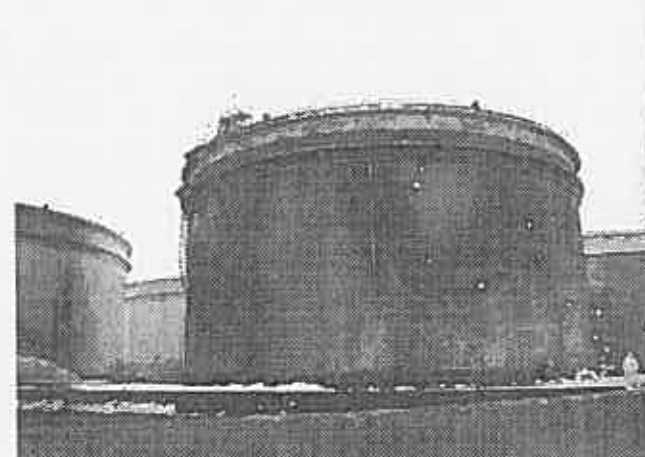
北側より撮影



11:00~12:00 西側より撮影



鎮火状態南側より撮影



【苫小牧市消防本部】

○ 参考

出光興産(株)北海道製油所火災 (30006 タンク火災)

- 1 発災日時等
平成15年9月26日(金) 4:52 (苫小牧市消防本部覚知)
12:09 鎮火
- 2 発災場所
北海道苫小牧市真砂町25番地1
出光興産(株)北海道製油所(レイアウト事業所)
- 3 事故概要
地震により、特定屋外タンク貯蔵所のリング火災発生、また当該タンク付近の配管からの漏油火災が発生したもの
- 4 発災施設
特定屋外タンク貯蔵所(直径:42.7m 高さ:24.39m 内容物:第4類
第1石油類 原油 許可容量:32,778KL 屋根形式:浮屋根式)
- 5 対応状況
消防庁 4:50 地震により消防庁長官を長とする災害対策本部を設置
6:50 消防庁長官の火災調査のため、消防庁職員2名(危険物保安室 課長補佐、事務官の2名)、消防研究所職員1名の派遣決定
11:20 火災調査の消防庁職員苫小牧市消防本部到着

* 9月26日午後 火災調査のため、特殊災害室コンビナート保安係長、消防研究所4名の職員を追加派遣予定
苫小牧市消防本部
4:55 消防車両9台48名出場
5:11 現場到着
6:18 胆振東部消防本部に出動要請
応援消防本部
胆振東部消防本部 大型高所放水車、大型化学車、泡原液搬送車 各1台 11名
札幌市消防局 消防車両3台 11名、ヘリ1機
自衛防災組織等
苫小牧地区共同防災組織 4台(出光自衛防災組織含む)
石油備蓄基地共同防災組織 2台
総出動車両等(消防機関、自衛防災組織含む)
消防車両21台 ヘリ1機
- 6 被害状況
人的被害 なし
物的被害 調査中

【平成15年9月26日12時30分現在 消防庁】

第2節 30063 タンク火災と消火活動

1 発生日時等

- (1) 発生 平成15年9月28日10時45分頃
- (2) 覚知 平成15年9月28日10時46分
- (3) 鎮火 平成15年9月30日 6時55分

2 気象状況(現地)

- ・天候(曇り) ・風向(南南東) ・風速(7.3m)
- ・気温(16.9℃) ・湿度(88.9%)

3 発生場所等

苫小牧市真砂町25番地1
出光興産(株)北海道製油所(苫小牧地区特別防災区域内第一種レイアウト事業所)

4 出火施設の概要

- ・危険物施設区分：危険物屋外タンク貯蔵所(旧法タンク、旧基準タンク)
- ・タンク呼称：#30063タンク
- ・タンク形状等：円筒縦置き型フローティングルーフ(内径42,700mm 高さ24,390mm)
- ・許可年月日：昭和49年5月15日
- ・完成検査年月日：昭和49年11月20日
- ・許可品名・数量：第4類第1石油類(ナフサ) 32,779キロリットル(指定数量の163,895倍)
- ・出火時の貯蔵量：26,600キロリットル

5 火災概要

平成15年9月26日4時50分頃発生した平成15年(2003年)十勝沖地震(M8.0)により、#30063タンクの浮き屋根が損傷を受け、浮き屋根上にナフサが漏洩した。漏えい範囲は徐々に拡大し、翌日には浮き屋根が完全に沈没、その後火災が発生してタンク全面火災に至った。

6 出火原因

地震により浮き屋根が損傷をうけ沈没したことから、ナフサの気化防止のため泡シールが実施され、タンク内に大量の消火泡が投入された。泡は時間の経過とともに消えて水に戻るが、これが水滴となってナフサ中を沈降するうちにナフサが帯電し(沈降帯電)、発生した電荷が液面上に取り残されている泡に蓄積され、泡の電位が上昇したものと推定される。この泡がタンク側板、あるいは、タンク側板と接触している泡に接近して放電を起こし、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して火災に至った可能性があるかと判断される。(静電気火災)

7 被害状況

損害額は約5億5千万円、人的被害なし。

8 消防活動状況

<9月28日>

- 10:46 覚知
- 10:51 火災タンクの固定泡消火設備による泡放射開始、11:40まで実施
- 10:59 苫小牧市消防隊到着
- 11:00 30063.40061.40062.40064タンク散水設備起動
応援要請(胆振東部(組)消防本部：大型化学車、泡原液搬送車)
- 11:10 隣接タンク等への冷却放水開始(化学車等5隊)
- 11:30 火災タンクの油シフト(シフト先タンクを変えながら29日0:28まで実施、最終残量は18,290KL)
- 11:32 側板に変色
- 11:40 災害現場指揮本部設置
- 11:49 胆振東部(組)消防隊到着
- 12:01 苫小牧市消防、苫小牧地区共同防災(2セット)、備蓄共同防災の大型高所放水車4隊により火災タンク冷却放水開始、その他の消防隊により隣接タンクの冷却放水開始(胆振東部(組)大型化学車含む)
- 12:10 40061タンク泡シール開始(固定泡13:41停止、以降半固定で2回実施<5,000L>)
40062タンク泡シール開始(固定泡12:44停止、29日15:05に2回目開始)
40064タンク泡シール開始(固定泡12:44停止、29日14:39に2回目開始)
- 12:15 火災タンクに大型高所放水車4隊(消火隊)による一斉泡放射、隣接タンクにその他の消防隊で冷却放水
火勢衰えず、消火隊は、泡及び水放水を継続
泡補給部隊、水槽車(2台)及び大型水槽車を編成
- 12:38 災害現場北側住民に対して広報開始
- 12:50 火災タンクトップアングル部温度650度
- 12:54 火災タンク油シフト配管温度18.5度
- 13:00 室蘭市消防本部に3点セット、札幌市消防局にスノーケル・化学車の応援要請
- 13:45 石油コンビナード等災害防止法に基づく現地本部設置(本部長 胆振支庁長)
- 13:46 火災タンク側板上部の変形視認
- 14:00 南南東の風7.3m/s
- 14:10 札幌市消防隊到着(スノーケル：火災タンクの冷却)
- 14:26 補助泡消火栓ラインに水を張り込み給水栓として使用
- 14:49 室蘭市消防隊到着(火災タンク・隣接タンクの冷却、泡消火剤補給、その他)
- 14:50 対岸地区でガス測定(異常なし)
- 15:00 火災タンク残量24,042キロリットル、液面高16.775m、シフト量800KL/H
- 16:10 火災タンク油温17.9度 配管温度14.6度
- 16:40 緊急消防援助隊派遣要請(泡消火剤要請)
- 16:55 消火隊4隊により泡放射、消防隊6隊により冷却放水継続
- 17:10 札幌市消防隊第2陣到着(可搬式放水砲：火災タンク冷却、各消防隊中継送水隣接タンク)

の冷却放水)

17:55 消火隊、泡放射から水放水に切替え

18:13 火災タンク中仕切堤内滞水の排水開始

18:28 40061.40062.40064タンクの油シフト開始(シフト配管は、同一系統のため延焼危険の高い40061タンクを優先して実施)

18:30 オイルフェンス展張完了

18:42 40061.40062.40064タンク中仕切堤内滞水を排水

19:00 消火隊、泡放射開始(以降、断続的に泡・水切替え)

19:11 火災タンク残量21,100リットル、液面高14.7m

20:17 大容量泡放射砲2台到着、組み立て開始

21:00 火災タンク300度側板内側に巻き込む(側板があずき色に見える)

21:10 大型高所放水隊6隊により一斉泡放射

22:03 大雨・雷注意報発令

22:15 消火用海水ポンプ1基故障修理不能(代替えにタグボート<北海丸>水張り込み開始29日0:10)

23:57 4ガルの地震感知

<9月29日>

0:08 40061タンク泡シール開始(3000L)

0:35 火災タンク側板巻き込みが大きくなる

0:55 南東の風 風速7.2m

2:00 北海道広域消防応援要請(第2要請 白老町・登別市・伊達市、第3要請 札幌市・小樽市・恵庭市・千歳市・江別市)

化学車7隊、水槽車4隊、大型水槽車1隊、照明電源車1隊

2:11 大容量泡放射砲の活動方針、大容量泡放射砲N01を発災タンク東側から隣接タンクの冷却放水、大容量泡放射砲N02を火災タンク南側から泡放射

2:33 水成膜消火剤量70,000リットル集積後、水成膜消火剤による一斉泡放射予定(6:30 110,000リットル集積予定)

2:49 千歳市消防隊到着(泡補給隊支援、広域応援隊中継送水による冷却放水その他)

3:05 白老町消防隊到着(泡補給隊支援、広域応援隊中継送水による冷却放水その他)

3:25 南東の風9.6m/s(瞬間最大風速11.2m/s)

3:44 登別市消防隊到着(泡補給隊支援、広域応援隊中継送水による冷却放水その他)

3:59 恵庭市消防隊到着(札幌消防スノーケルと連携)

4:15 40062・40064タンク中仕切堤滞水の排水(エアポンプ各1台)

4:50 青森緊急消防援助隊到着(泡原液搬送隊:各大型化学車に補給、大型化学車:待機)

5:00 小樽市消防隊到着(道南・道央隊統括指揮、海岸から中継送水による隣接タンク冷却放水その他)

5:02 火災タンクへ水の注入開始(10155ランダウン配管使用)

5:39 江別市消防隊到着(広域応援隊中継送水による冷却放水その他)

6:50 消火隊3隊、大容量泡放射砲N02による泡一斉放射、大容量泡放射砲N01及び各消防隊に冷

却放水継続

7:44 泡放射の効果がみられず、水放水に切替え

9:23 消火隊3隊で泡放射開始

9:42 40061タンク泡シール開始(2000L)

10:02 消火隊、水放水に切替え

10:50 秋田市・男鹿・仙台各緊急消防援助隊到着(大型高所放水車:火災タンク泡放射、大型化学車:胆振東部大型化学車と交替、泡原液搬送車:大型化学車に補給及び固定泡消火設備消火剤タンクに補給、その他待機等)

11:37 余震(震度2)

12:20 火災タンクボトムより泡消火薬剤の注入開始(10155ランダウン配管使用)13:00火勢拡大により中止

13:07 南東風から南西風に変わる。

13:20 火災タンク急速な座屈、各隊員退避命令

13:28 40061タンク油シフト停止、最終残量14,554L

13:29 火災タンク側板温度500~600度

13:48 各隊員再配置活動開始

14:00 冷却放水3口、火災タンク内放水2口開始

14:25 大雨洪水警報発令

14:39 40064タンク泡シール開始

15:05 40062タンク泡シール開始

15:20 60001タンク泡シール開始(15:58停止)

15:57 機関トラブルの化学車の交代時、火勢拡大

16:23 輻射熱により、火災タンク西側の芝生が発火

16:51 化学車2台コスモ石油へ警戒出動

17:32 ホースハンドノズル1口及び粉末消火器により芝生火災消火

18:00 火災タンクの座屈が治まり、風も落ち着き隣接タンクへの延焼危険が減少

18:50 高所放水車2隊、大容量泡放射砲N02による泡放射開始(2:10頃まで断続的に実施)

20:00 火勢おさまる

<9月30日>

0:00 小康状態が続く

2:10 部隊再編成で泡放射一時停止後、急激に炎上

3:50 消火隊3隊と大容量泡放射砲N02で泡放射、火勢ほぼ制圧

4:35 火災タンク側板温度57度

5:10 鎮圧、火災タンク側板温度46度

6:00 消火隊3隊による泡放射(約20分)

6:40 バスケット付き大型高所放水車にて泡シール状態を確認

6:55 鎮火 緊急消防援助隊、北海道広域消防応援隊の応援要請解除

8:25 災害現場指揮本部解散

9 出動車両等

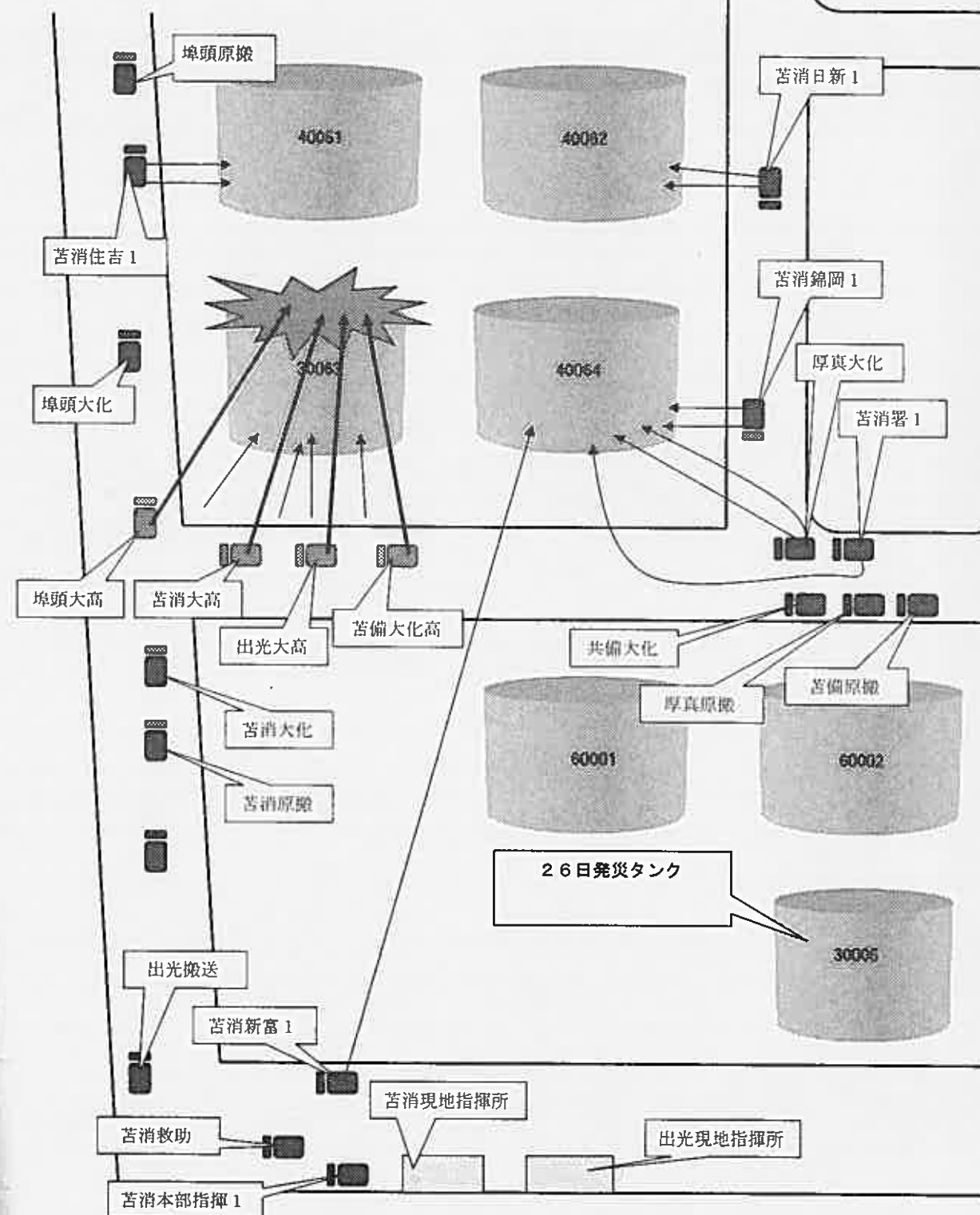
苫小牧市消防本部	22隊	65名
苫小牧地区共同防災組織 (出光自衛消防組織含む)	7隊	28名
北海道内応援消防本部	9本部	25隊 92名
緊急消防応援隊(航空隊含む)	10本部	34隊 102名
石油備蓄基地共同防災組織(応援)	3隊	11名
計	91隊	298名

10 使用消火薬剤量

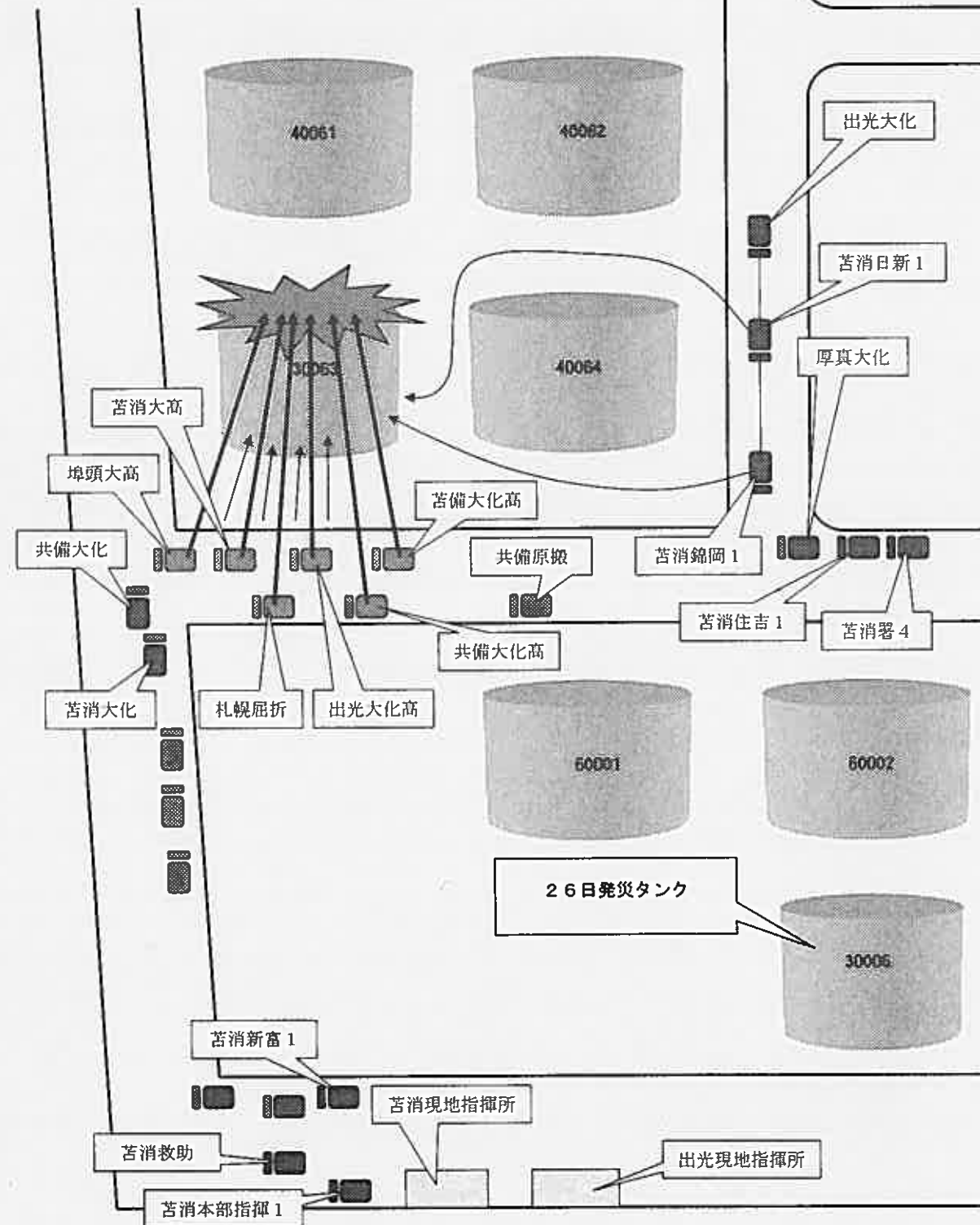
560,300リットル

【苫小牧消防本部】

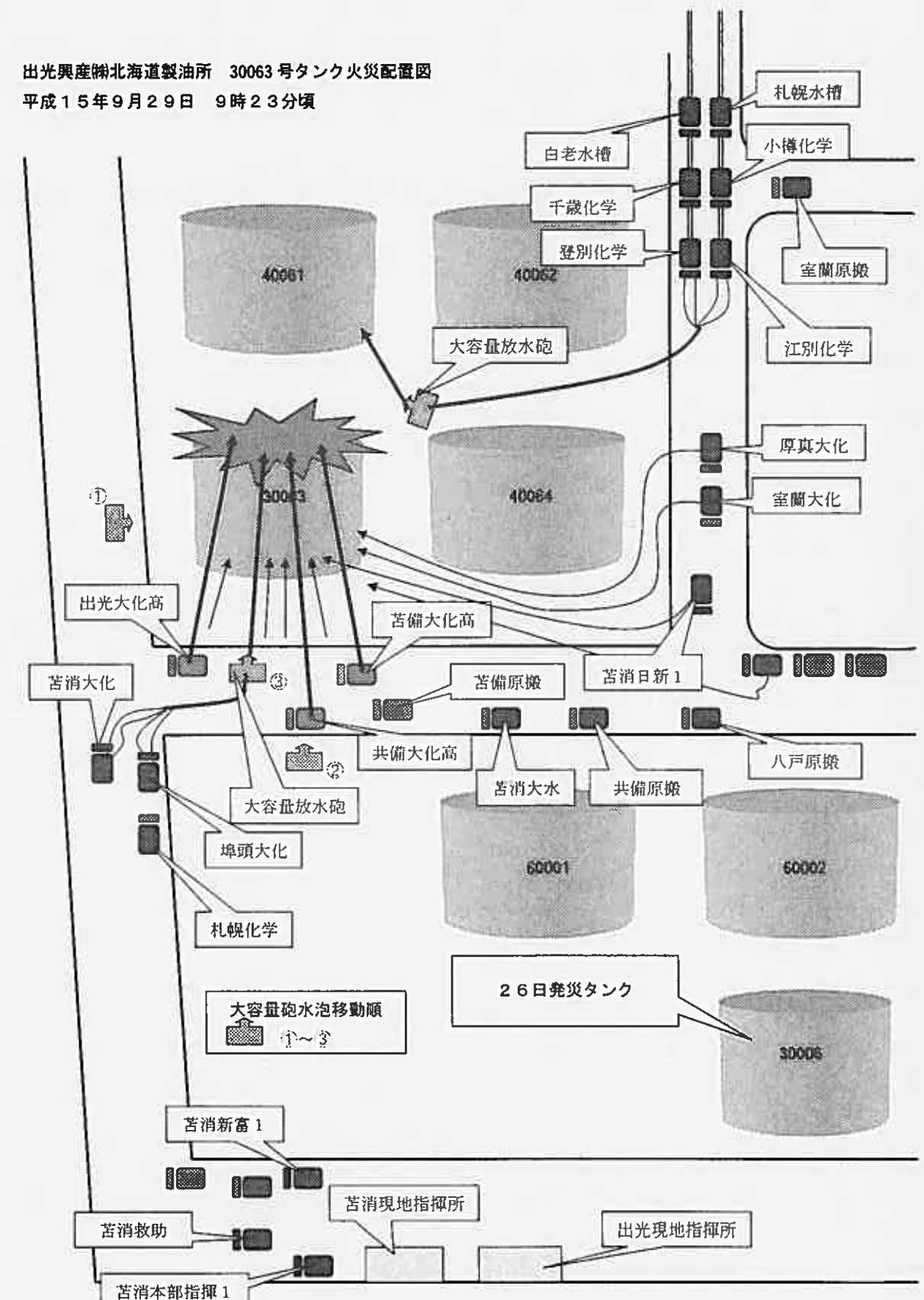
出光興産株式会社北海道製油所 30063号タンク火災配置図
平成15年9月28日 12時20分現在



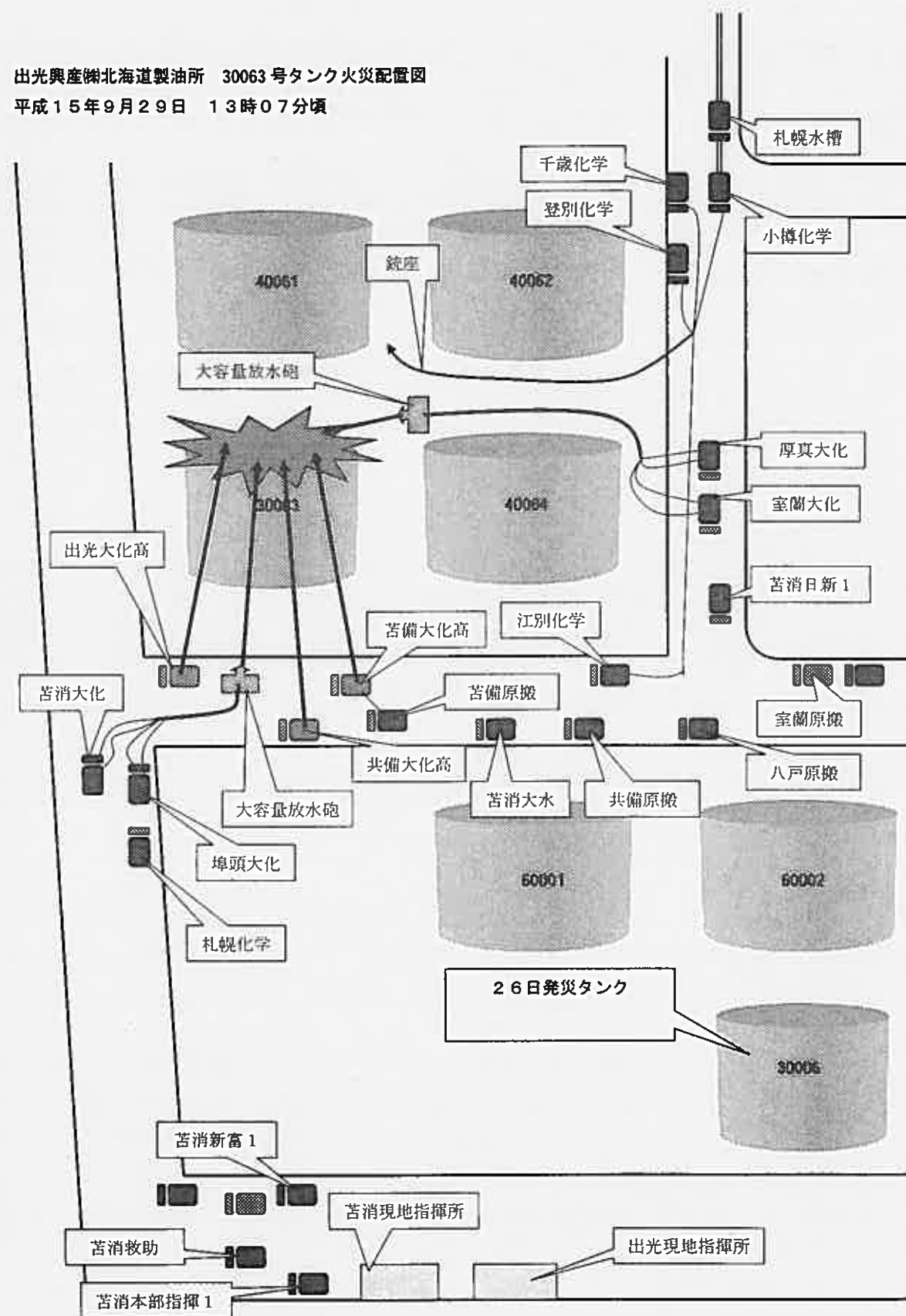
出光興産株式会社北海道製油所 30063号タンク火災配置図
平成15年9月28日 21時00分～24時00分頃



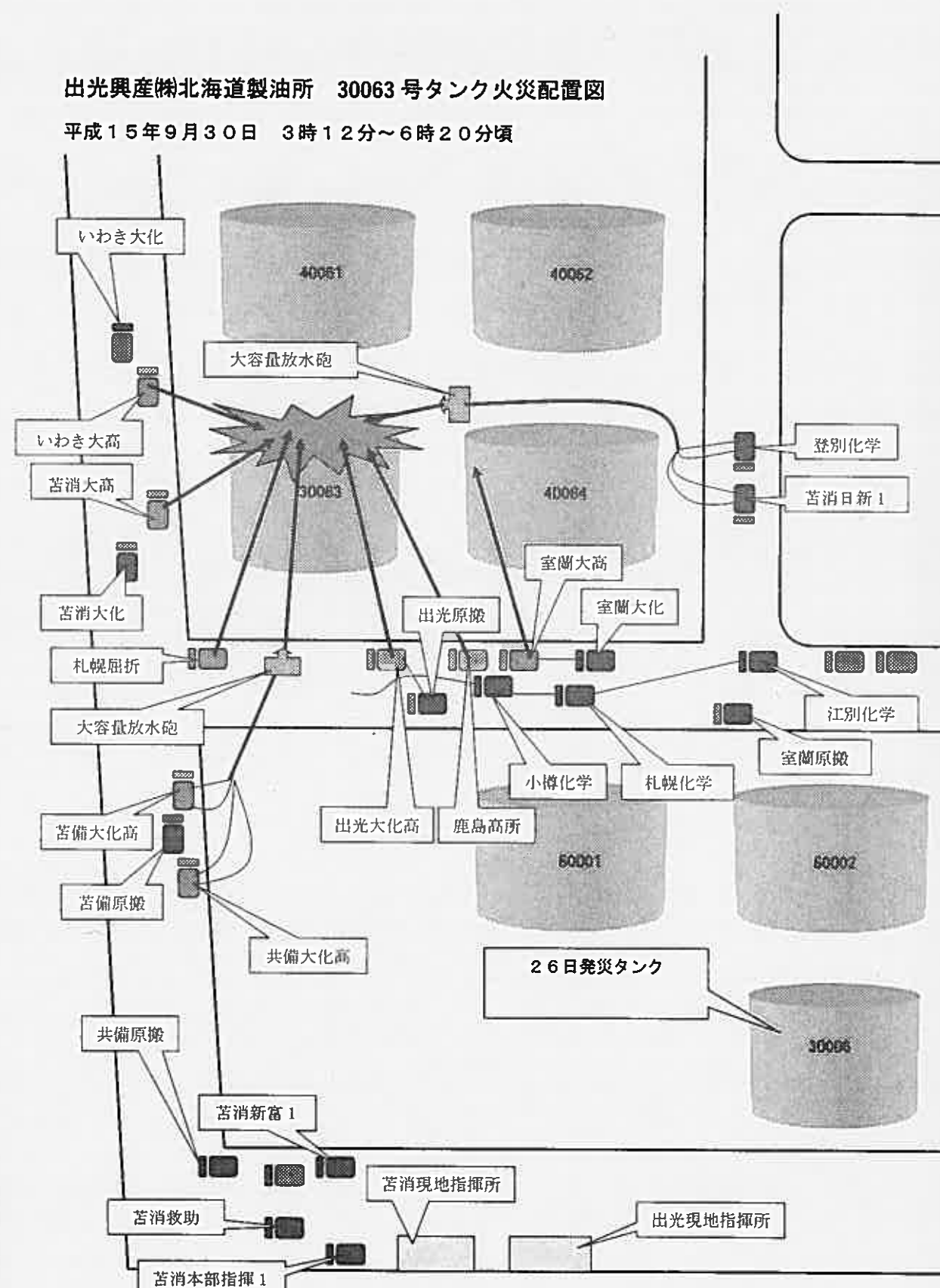
出光興産株式会社北海道製油所 30063号タンク火災配置図
平成15年9月29日 9時23分頃



出光興産株式会社北海道製油所 30063号タンク火災配置図
平成15年9月29日 13時07分頃

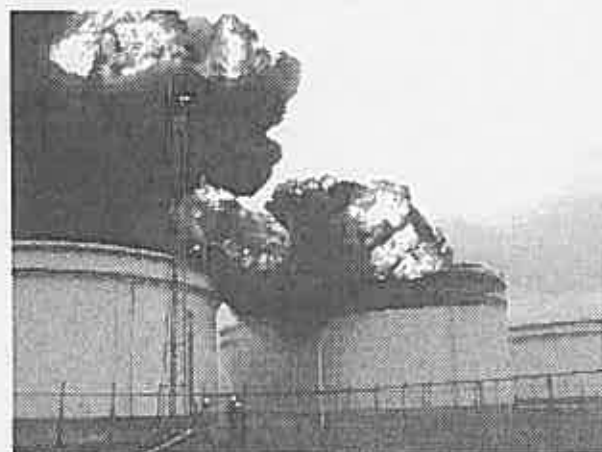


出光興産株式会社北海道製油所 30063号タンク火災配置図
平成15年9月30日 3時12分～6時20分頃

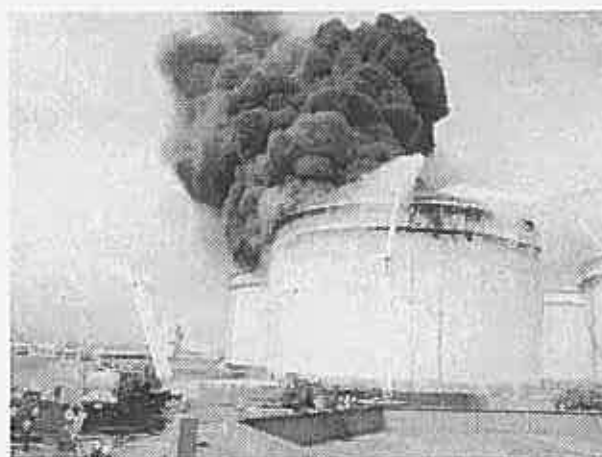


【平成 15 年 9 月 28 日～30 日 出光興産(株)北海道製油所 30063 タンク全面火災記録写真】

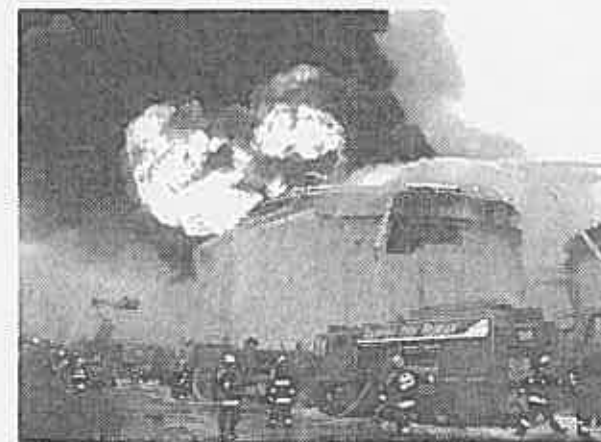
9 月 28 日 11:18 火災発生 34 分後



9 月 28 日 11:45 南側より撮影



9 月 28 日 15:55 南側より撮影



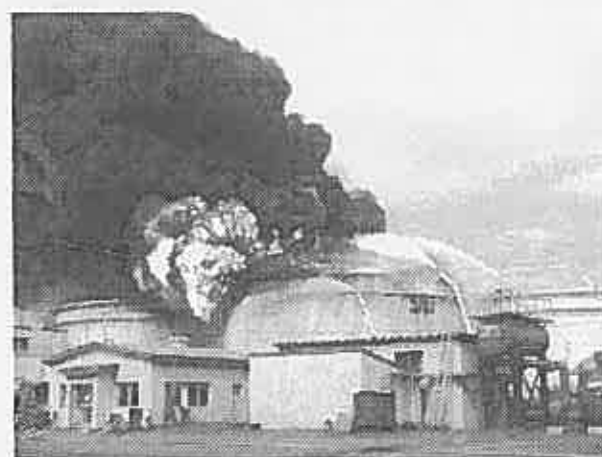
9 月 28 日 16:21 南側より撮影



9 月 28 日 12:10 JONET構内より撮影



9 月 28 日 12:50 コスモ石油構内より撮影



9 月 28 日 16:51 上空南側より撮影



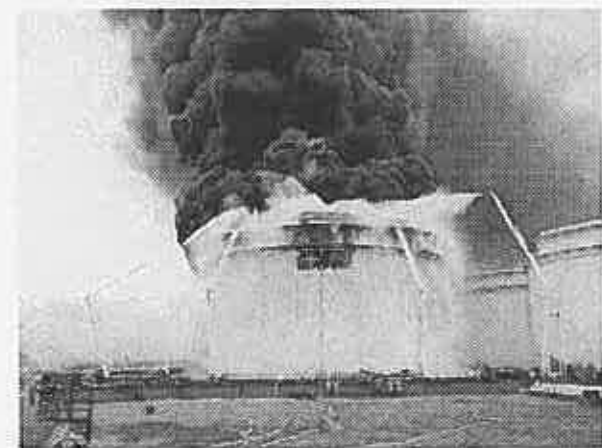
9 月 28 日 16:52 上空北側より撮影



9 月 28 日 13:53 南側より撮影



9 月 28 日 14:00 南側より撮影



9 月 28 日 16:55 上空西側より撮影



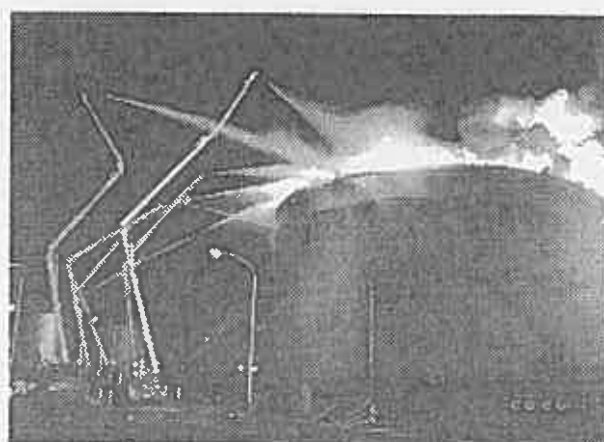
9 月 28 日 17:22 南側より撮影



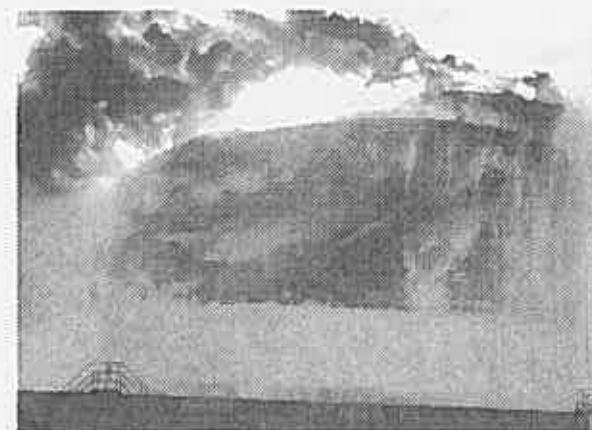
9月28日 19:03 南側より撮影



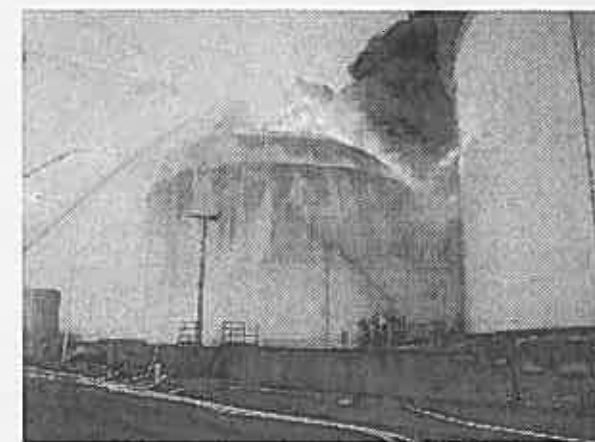
9月28日 20:11 東側より撮影



9月29日 5:39 西側より撮影



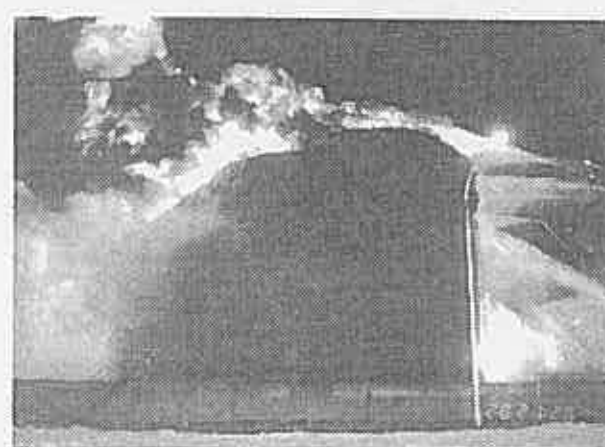
9月29日 5:41 東側より撮影



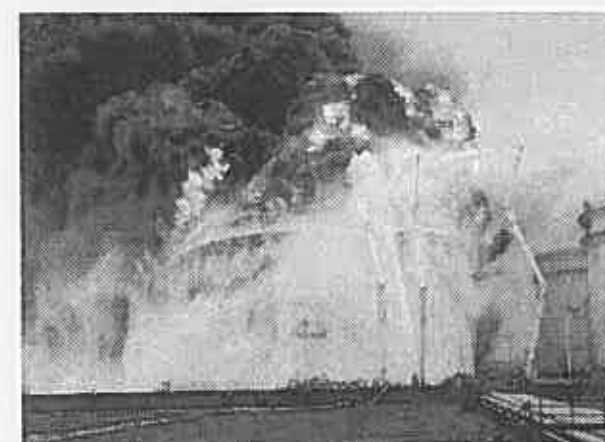
9月28日 南西側より撮影



9月28日 21:28 西側より撮影



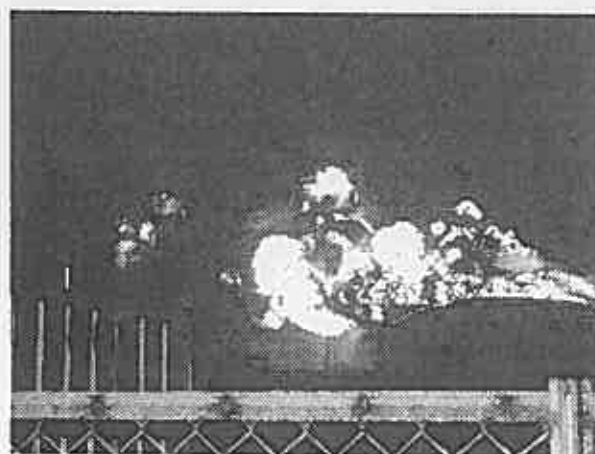
9月29日 6:58 南側より撮影



9月29日 南側より撮影



9月28日 23:16 コスモ石油構内より撮影



9月29日 5:26 南西側より撮影



9月29日 10:17 JONET構内より撮影



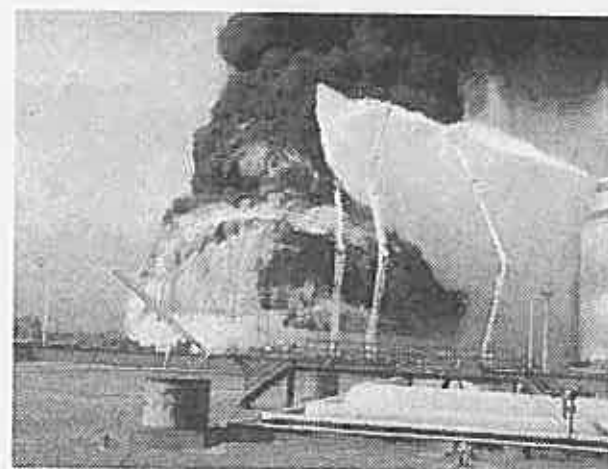
9月29日 11:39 通勤道路より撮影



9月29日 12:10 南側より撮影



9月29日 13:21 南側より撮影



9月29日 14:01 通勤道路より撮影



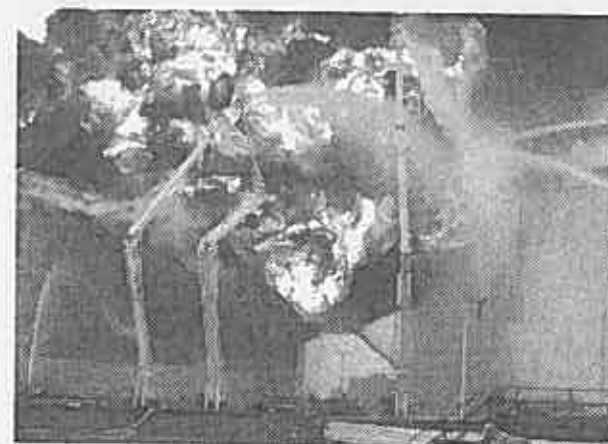
9月29日 16:24 東側より撮影



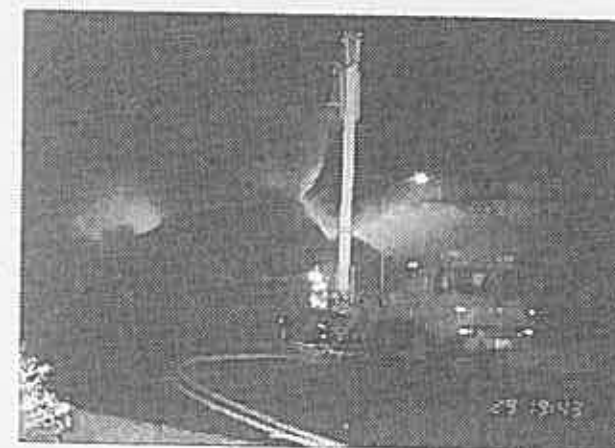
9月29日 13:48 南西側より撮影



9月29日 南側より撮影



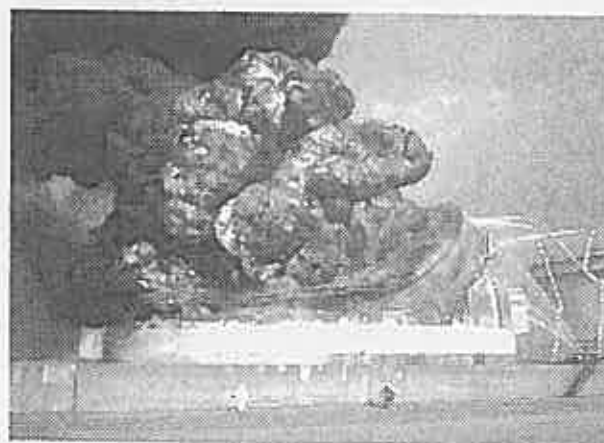
9月29日 19:43 南側より撮影



9月29日 20:20 南西側より撮影



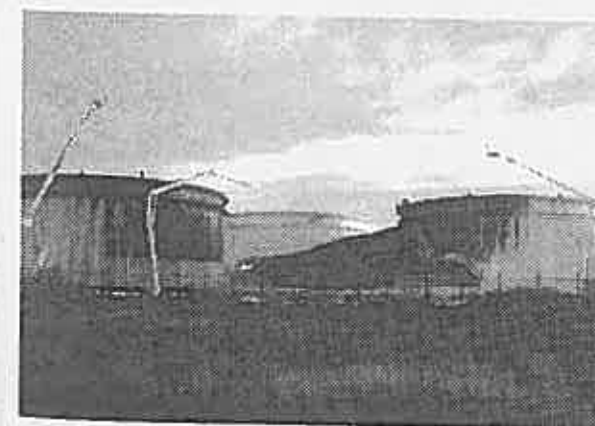
9月29日 西側より撮影



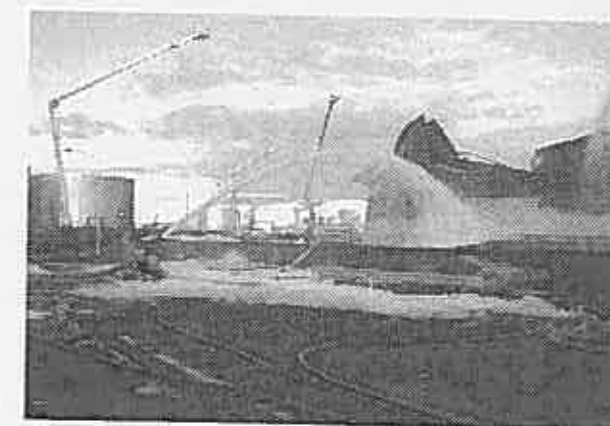
9月29日 13:53 東側より撮影



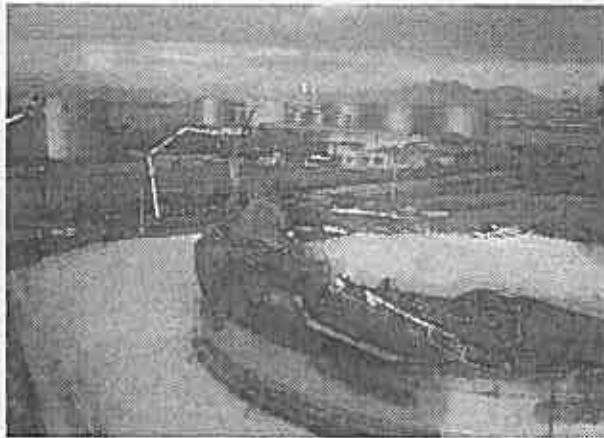
9月30日 5:52 通勤道路より撮影



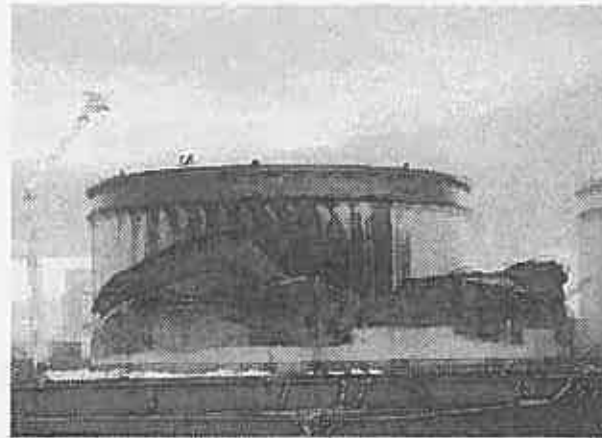
9月30日 南東側より撮影



9月30日 南東側より撮影



9月30日 5:59 南側より撮影



9月30日 9:59 JONET構内より撮影



【苫小牧市消防本部】

○ 参考

出光興産(株)北海道製油所火災 (30063 タンク火災)

- 1 発災日時等
平成15年9月28日(日) 10:46頃
- 2 発災場所
北海道苫小牧市真砂町25番地1
出光興産(株)北海道製油所(レイアウト事業所)
- 3 事故概要
特定屋外タンク貯蔵所の全面火災が発生
- 4 発災施設
特定屋外タンク貯蔵所(タンクNo30063 内容物:第4類第1石油類 ナフサ 許可容量:32,779kl
残量約26,000kl)
タンク概要 形式 浮屋根式円筒型
容量 32,779kl
直径 42.7m 高さ 24.39m
- 5 対応状況
消防庁・緊急消防援助隊関係
10:50頃 北海道庁より電話により覚知
情報収集開始
札幌市消防局にヘリ出動要請
12:20 職員現地派遣決定(消防庁2名、消防研究所1名)
12:40 札幌市消防局からのヘリテレ映像・地上映像を官邸等に配信(29日22:00まで)
15:10 札幌市消防局の現地映像を官邸等に配信
16:40 北海道知事から消防庁長官へ緊急消防援助隊派遣要請
16:46 消防庁長官から青森県知事に緊急消防援助隊派遣要請
八戸地域広域市町村圏事務組合消防本部
泡原液搬送車1台
青森地域広域消防事務組合消防本部
泡原液搬送車2台(青森県車両1台含む)
指揮車 1台
北部上北広域事務組合消防本部
泡原液搬送車1台
17:43 消防庁長官から秋田県知事に緊急消防援助隊派遣要請
男鹿地区消防一部事務組合消防本部
泡原液搬送車1台
秋田市消防本部
泡原液搬送車1台
17:45 自衛隊に泡原液の輸送支援を要請
18:00 消防庁長官から東京都知事、神奈川県知事、埼玉県知事及び宮城県知事に緊急消

	防援助隊要請
	東京消防庁、横浜市消防局、川崎市消防局 さいたま市消防局、川越地区消防組合消防本部 に泡原液搬送要請 仙台市消防局 泡原液搬送車 1 台
18：18	消防庁長官から千葉県知事に緊急消防援助隊派遣要請 市川市消防局 泡原液搬送要請
18：45	自衛隊入間基地へ連絡調整の消防庁職員 2 名を派遣
20：10	職員 2 名入間基地到着
22：00 頃	各消防本部からの泡消火薬剤搬入開始
22：16	入間基地から C－1 輸送機 1 機目離陸 (30 日の鎮火までに、入間基地から 19 機、小牧基地から 4 機、浜松基地から 1 機、福岡基地から 4 機、合計 28 機の輸送機が離陸 合計搬送消火薬剤量 192,865 ㍓)
9 月 29 日	
3：00	北海道知事から消防庁長官へ緊急消防援助隊の増強要請
3：13	北海道上磯地区共同防災組織 大型高所放水車 1 台 消防庁長官から青森県、秋田県、宮城県、福島県及び茨城県各知事に緊急消防援助隊派遣要請 北部上北広域事務組合消防本部 大型高所放水車 1 台 青森地域広域消防事務組合消防本部 大型化学車 1 台 八戸地域広域市町村圏事務組合消防本部 大型化学車 1 台 指令車 1 台 男鹿地区消防一部事務組合消防本部 大型高所放水車 1 台 大型化学車 1 台 秋田市消防本部 大型高所放水車 1 台 大型化学車 1 台 仙台市消防局 はしご車 1 台 化学車 1 台 いわき市消防本部 3 点セット 1 セット 支援車 1 台 鹿島南部地区消防事務組合消防本部

	3 点セット 1 セット
4：05	消防庁職員 2 名派遣決定
7：00 頃	消防庁職員 2 名は、指揮支援隊 2 名（東京消防庁）と入間基地から出発
9：20	消防庁職員 2 名、指揮支援隊 2 名現場到着
14：50	自衛隊に泡原液の輸送支援を要請
15：05	静岡県、愛知県、三重県、大阪府、兵庫県、山口県、福岡県、埼玉県及び神奈川県に緊急消防援助隊の派遣要請 静岡市消防本部 衣浦東部広域連合消防局 東海市消防本部 知多市消防本部 四日市市消防本部 尼崎市消防局 大阪市消防局 堺市高石市消防組合消防本部 周南市消防本部 宇部市消防本部 下関地区広域行政事務組合消防本部 北九州市消防局 さいたま市消防局 川崎市消防局 に泡原液搬送要請 (集結先：入間・浜松・小牧・福岡) 17：30 頃から順次到着
24：00	北海道以外の緊急消防援助隊解除（一部除く）
4：30	秋田市解除
6：55	鹿島南部、いわき市解除
苫小牧市消防本部	
	(自衛防災組織、北海道内応援消防本部、緊急消防援助隊を含む)
9 月 28 日	
10：46	覚知
11：00	胆振東部消防本部へ応援要請
11：30	札幌市消防局に応援要請
12：15	大型高所放水車 4 台による一斉泡放射開始
12：55	室蘭市消防本部に応援要請
13：30	大型高所放水車 4 台による泡放射、その他の車両 5 台により冷却放水実施中 (20：40 まで断続的に継続実施) 北側タンクに車両 2 台により冷却放水実施中
21：10	大型高所放水車 6 台による泡放射開始（約 50 分間）
22：25	大型高所放水車 6 台による泡放射開始、以降、泡放射台数の増減あるも断続的に

継続実施

9月29日

6:50 大型高所放水車3台、泡放射砲1基による一斉泡放射開始
(途中、泡放射砲は冷却放水に切替え)

7:44 大型高所放水車3台、冷却放水に切替え

9:23 大型高所放水車4台による泡放射開始

10:02 大型高所放水車4台、冷却放水に切替え

13:07 大型高所放水車3台による泡放射開始、その他の車両冷却放水実施中

13:20頃 急速な座屈が生じ隊員の一時退避

14:00頃 冷却放水に切替え

18:50 大型高所放水車4台、泡放射砲1基による泡放射開始、冷却放水継続中(以降、断続的に継続実施)

9月30日

2:11頃 大型高所放水車2台、泡放射砲1基による泡放射
(3:50頃まで)

5:10 鎮圧

6:00 大型高所放水車3台による泡放射開始(20分間)

6:55 鎮火

応援消防本部等

胆振東部消防本部

11:26 大型化学車、泡原液搬送車、指揮車各1台

札幌市消防局

11:51 消防ヘリコプター出動
屈折はしご車1台、無線中継車1台、指揮車1台、
後方支援車1台、大型化学車1台

15:24 化学車1台、水槽車1台、大型水槽車1台
化学トレーラー1台、指揮車1台追加応援出動

計 車両10台 ヘリ1機

室蘭市消防本部

13:17 三点セット1セット

自衛防災組織等

出光自衛消防隊 三点セット 1セット

苫小牧地区共同防災 三点セット 1セット

むつ小川原石油備蓄(株) 泡原液搬送車 2台

北海道庁

10:49 北海道警察より受理

10:50 胆振支庁地方災害対策本部設置
苫小牧市災害対策本部設置

11:18 道防災ヘリ「大地」離陸(11:32現場到着)

13:45 石油コンビナート等現地防災本部設置
設置場所、出光興産事業所内

9月29日

2:00 北海道内広域応援追加

小樽市 化学車 1台、指揮車 1台

登別市 化学車 1台

札幌市 化学車 2台

白老町 ポンプ車 1台、指揮車 1台

江別市 化学車 1台

恵庭市 化学車 1台

6 被害状況

人的被害 死傷者なし(苫小牧市消防本部)

物的被害 調査中

【平成15年10月17日 消防庁(最終報)】

第3節 破損タンクの防火安全対策と警防活動

平成15年（2003年）十勝沖地震では、当該地震による長周期地震動により、浮屋根式屋外タンク貯蔵所を中心に浮屋根が多数破損した。

特に、多数のタンクを設置していた出光興産(株)北海道製油所においては、2基のタンク火災をはじめに、多数の浮屋根式屋外タンク貯蔵所が損傷を受け、油が漏洩しているものも多数あった。

これらのタンクに対する出火防止については、出光興産(株)北海道製油所において構内安全対策連絡会議が設置され対応等が検討されていたが、タンクの全面火災の再発危険性が増大したことから、石油コンビナート等災害防止法に基づく現地対策本部が同製油所構内に設置された。この節では、これらの記録について整理したものである。

出光興産(株)北海道製油所における災害予防の活動概要

#30063ナフサタンクの鎮火後、当該タンク以外にも浮屋根が破損し油が漏えいしているタンクが多数あったことから、出火防止のため構内安全対策連絡会議（平成15年9月30日～10月2日、会議5回）を設置し、損傷状況の調査及び対処方法の検討が行われていたが、#100651原油タンクの浮き屋根が沈み始め、タンク上部の測定小屋及びローリングラダーが油面に落下する可能性が高まり、タンク全面火災の再発危険が増大したことから、石油コンビナート等災害防止法に基づく現地本部が出光興産(株)北海道製油所構内に設置された。

1 石油コンビナート等災害防止法に基づく現地本部

- | | | | |
|-------|--|-----|---------------|
| ・設置 | 10月2日 18時30分 | ・解散 | 10月22日 12時00分 |
| ・目的 | 災害の予防対策を強化し火災の発生を防止するため | | |
| ・名称 | 「出光興産(株)北海道製油所災害予防対策現地本部」 | | |
| ・構成機関 | 総務省消防庁・消防研究所・危険物保安技術協会・北海道・北海道経済産業局・北海道労働局・札幌管区气象台・第一管区海上保安本部・陸上自衛隊北部方面総監部・北海道警察本部・札幌市消防局・苫小牧市・苫小牧市消防本部・出光興産(株)北海道製油所など | | |
| ・消防体制 | 延べ46機関、1108隊、3239人 | | |
| ・活動内容 | 現地対策本部員会議が延べ52回開かれ、事業所の報告・提案をもとに測定小屋の落下防止策、油面のシール及びシフトの方法等について協議・検討し、安全な手法を確立しながら危険タンクの油抜き取り作業が実施された。また、万一の出火に備え危険タンク周辺には、地元消防隊、広域消防相互応援隊、緊急消防援助隊が配備され警戒にあたった。その他、消火用及びシール用泡消火薬剤の確保調達等が行われた。 | | |

2 消防体制

当該タンクに対する防災体制については、通常体制に加え、緊急消防援助隊、北海道広域消防相互応援隊等による体制強化と、徹底した安全管理が図られた。

消防隊の警防活動状況については別紙参照のとおりである。

- ※ 通常体制：苫小牧市消防本部・苫小牧地区共同防災隊・石油備蓄共同防災隊
- ※ 緊急消防援助隊：札幌市消防局・東京消防庁・仙台市消防局・川崎市消防局・藤沢市消防本部・大阪市消防局・京都市消防局・神戸市消防局・青森地域広域消防事務組合・八戸地域広域消防事務組合・北部上北広域事務組合・秋田市消防本部・男鹿地区消防本部
- ※ 北海道広域消防相互応援隊：胆振東部消防組合・函館市消防本部・南渡島消防事務組合・渡島西部広域事務組合・渡島東部消防事務組合・檜山広域行政組合・室蘭市消防本部・登別市消防本部・白老町消防本部・西胆振消防組合・伊達市消防本部・小樽市消防本部・千歳市消防本部・恵庭市消防本部・北広島市消防本部・江別市消防本部・美唄市消防本部・八雲町消防本部・森町消防本部・長万部町消防本部

3 タンクの被害状況（全危険物タンク基数104基）

10月5日（日）全タンク点検結果、油漏れタンク34基（その後の点検結果により43基と判明）のうち「危険な状態にあったタンク4基」について総務省消防庁をはじめ、北海道、苫小牧市消防本部などの関係各機関の指導のもとに本格的な油抜き取り作業を開始した。

※ 引火点が低い油種（原油・スロップ）で、屋根が沈んで油が大気に露出し、危険な状態にあったタンク

原油タンク3基（#30006、#100651、#100654）

スロップタンク1基（#40013）

4 危険タンクに対する泡シール

危険な状態にあったタンク4基の油抜き取り等の応急的措置が終了するまでの間、泡消火薬剤の投入及び不燃性ガスの投入により油表面をシールして空気との接触を妨げ可燃性混合気の生成を抑制して出火防止を図った。

また、万一の出火に備え、泡消火薬剤不足に対する対応も含め、総務省消防庁の協力のもと、泡消火薬剤の確保に努めた。（消防庁手配分：703KL）

※ 泡消火薬剤提供先一覧

都道府県・市・町

青森・岩手・秋田・山形・宮城・福島・栃木・茨城・千葉・埼玉・東京神奈川・山梨・長野・静岡・新潟・石川・福井・富山・京都・兵庫・岡山・和歌山・三重・広島・島根・山口・香川・徳島・鹿児島・室蘭市・苫小牧市・厚真町

米軍基地

三沢・横須賀・佐世保・嘉手納

国家備蓄・石油ガス備蓄基地

苫東・むつ小川原・新潟共備・久慈・串木野・鹿島液化ガス共備

石油会社

新日本石油・日本海石油・ジャパンエナジー・鹿島石油・東燃ゼネラル石油・東亜石油・九州石油・昭和四日市石油・昭和シェル石油・西部石油・和歌山石油精製・南西石油・東扇島オイルターミナル

その他

東北電力・東京電力・JSR・鹿島ケミカル・三井武田ケミカル・大日本インキ化学工業・丸善石油化学・宮田工業・協和油化

5 危険な状態の回避

総務省消防庁をはじめ、各関係機関の徹底した安全管理のもと、危険な状態にあったタンク4基の油抜き取りなどの応急的な措置が10月20日（月）に完了し、延べ52回の会議を経て10月22日12時00分に「災害予防対策現地本部」を解散した。

※ 危険な状態にあったタンクの油抜き取り作業状況

#100651タンク（災害時貯蔵量：68407KL）

10月3日（金）シフト作業開始 19日（日）シフト終了

#100654タンク（災害時貯蔵量：68653KL）

10月5日（日）シフト作業開始 20日（月）シフト終了

#40013タンク（災害時貯蔵量：29336KL）

10月5日（日）シフト作業開始 16日（木）シフト終了

#30006タンク（災害時貯蔵量：30720KL）発災タンク

10月18日（土）シフト作業開始 20日（月）シフト終了

※ 発災タンク（#30063）含油水の抜き取り作業

鎮火後の在庫は6500KL だが内容物はナフサを含む水。10月12日から排水処理設備へシフトして処理を開始したが処理能力の制約から16日一時中断する。その後、原油タンクへシフトして作業を終了した。

6 現地本部解散時における油漏れタンク43基の状況

- ・ 危険な状態にあったタンクは、油の抜き取りが完了し、10月20日をもって安全な状態となった。（4基）
- ・ 浮屋根が沈み込んでいるタンクは、油の抜き取りを実施している。なお、当該タンクの内容物は灯油であることから、常温で引火の可能性はない。（2基）
- ・ 浮屋根に損傷を受けているタンクは、一部は応急措置により浮力を維持している。また、可燃性蒸気は検出されていない（7基）
- ・ 内部浮屋根上に滞油もしくは可燃性蒸気が存在が認められたカバート・フローティング・ルーフ・タンク（以下CFRT）は、不燃性ガスにより内部の空気を置換し、安全に管理している。（9基）
- ・ CFRTで内浮屋根に損傷を受けているタンクは、応急措置を講じ、当面の安全対策を行った。（4基）
- ・ 現時点において、可燃性蒸気が存在が認められないCFRTは、内部の状態を確認し補修の可否を判断する。（10基）
- ・ 当初、底板の大走り部（タンク基礎部分）に油分が認められたタンクは、約1ヶ月経過した現在においても変化がなく、安全な状態にあると判断できる。（4基）
- ・ 形状等に変化のあるタンクは、補修が完了している。（3基）

7 現地本部解散後の災害予防活動

災害予防対策現地本部の解散後も、引き続き行われるタンクの油抜き取り作業等が安全に進められ、出光興産㈱北海道製油所構内の安全が確保されることを目的に「出光興産㈱北海道製油所構内安全対策会議」が設置された。

油の抜き取り作業等の実施については、関係機関相互の連絡・調整が図られ、技術的な検討協議が行われた。

構内安全対策会議は延べ14回開かれ、油漏れタンク43基すべての油抜き取りが終了し12月25

日に解散した。

- ・設置：10月22日13時00分　・解散：12月25日15時00分
- ・構成機関：苫小牧市消防本部・苫小牧市・北海道・出光興産㈱北海道製油所
(技術顧問：消防研究所・危険物保安技術協会)

消 防 隊 の 警 防 活 動 状 況

別紙

10月 2日	
18:30	災害予防対策現地本部設置
21:30	苫小牧消防13隊39名が出光警防本部車庫前警戒待機完了
21:35	苫備・共備・共同防災各隊に警戒待機命令
10月 3日	
1:30	胆振東部3点セット・室蘭3点セット到着
8:55	警戒体制完了
9:08	#100651より#100653へ原油シフト開始
17:10	原油シフト停止 警戒体制解除
10月 4日	
8:47	650番地区警戒体制完了(冷却隊通水試験実施)
9:06	#100651より#100653へ原油シフト開始
13:15	緊急消防援助隊・遠距離大量送水隊12隊59名到着 (東京消防庁・川崎市消防局・藤沢市消防本部)
15:00	緊急消防援助隊会議実施
15:35	中継送水ライン組替え
17:50	#40013警戒のため「0番地区指揮本部」設置
18:45	各地区警戒体制解除
10月 5日	
9:45	#40013より#60003へスロップ油シフト開始
9:56	650番地区警戒体制完了
11:25	江別市消防本部2隊5名、小樽市消防本部1隊3名到着
11:30	渡島西部広域事務組合4隊10名、南渡島消防事務組合4隊11名到着
11:40	恵庭市消防本部1隊5名到着
11:45	千歳市消防本部2隊5名到着
12:13	伊達市消防本部1隊5名到着
12:30	0番地区警戒体制完了
21:00	各地区警戒体制解除
10月 6日	
8:00	0番地区警戒体制完了
8:10	650番地区警戒体制完了
8:35	#100654より#100652へ原油シフト開始
10:55	#40013より#60003へスロップ油シフト開始
13:54	#40013屋根の一部が見えたためシフト停止
19:00	各地区警戒体制解除

10月 7日
 8:20 0番地区・650番地区警戒体制完了
 8:25 #100654より#100652へ原油シフト開始
 12:33 #100654で油面に構造物が見えたためシフト停止
 15:25 #100651の測定小屋固縛完了
 17:03 #100654の回転止め固縛完了
 17:30 #100651より#100653へ原油シフト開始
 18:50 各地区警戒体制解除

10月 8日
 8:06 0番地区警戒体制完了
 8:17 650番地区警戒体制完了
 8:25 #100651より#100653へ原油シフト開始
 8:45 #40013昨夜のうちに水張り込み用配管準備完了
 0時から2000t水張り込み実施中、完了後に浮き油回収を実施
 8:47 登別市消防本部2隊4名到着
 14:05 #40013ルーフトレンから浮き油回収開始
 14:08 #100651表面に突起物発見、シフト停止
 18:20 18:00頃地震発生、苫小牧震度2
 19:00 各地区警戒体制解除

10月 9日
 8:04 0番地区・650番地区警戒体制完了
 8:40 #100651より#100653へ原油シフト開始
 9:55 #100651の160度方向に浮き屋根が見えたためシフト停止
 10:25 #100651より#100653へ原油シフト開始
 ポンツーンが見えるまで実施
 11:50 #100651原油シフト終了
 14:18 #40013の残量7,000Kl、液位3.6m
 16:15 #100654水張り込み開始、1m上げるのに15時間
 19:00 各地区警戒体制解除

10月10日
 7:53 650番地区警戒体制完了
 8:07 0番地区警戒体制完了
 10:20 #30063で苫小牧岡隊・日新隊により資機材回収作業
 10:30 0番地区川崎消防から札幌消防へ指揮権移譲
 11:54 0番地区12:00をもって川崎消防から青森消防、恵庭消防から北広島消防、千歳消防から小樽消防へ交替
 17:25 各地区警戒体制解除

10月11日
 8:00 650番地区警戒体制完了
 8:15 0番地区警戒体制完了
 8:49 白老町消防本部1隊4名到着
 8:50 登別市消防本部2隊5名引揚
 9:30 #100651の残量7,195Kl、#100654の残量17,760Kl
 16:20 函館市消防本部14名到着
 17:13 渡島西部広域事務組合消防本部9名引揚
 17:15 各地区警戒体制解除

10月12日
 8:13 650番地区警戒体制完了
 8:25 0番地区警戒体制完了
 13:37 #10155警戒ホースライン完了
 17:30 各地区警戒体制解除

10月13日
 8:00 650番地区警戒体制完了
 8:05 0番地区警戒体制完了
 9:10 強風注意報発令 北西の風9~10m
 15:00 強風注意報解除
 18:00 各地区警戒体制解除

10月14日
 8:04 0番地区・650番地区警戒体制完了
 9:15 #40013浮き油回収開始
 14:45 #40013回収停止
 16:30 各地区警戒体制解除
 17:32 秋田市消防本部3隊8名到着
 21:23 大阪市消防局3隊7名、京都市消防局2隊4名到着

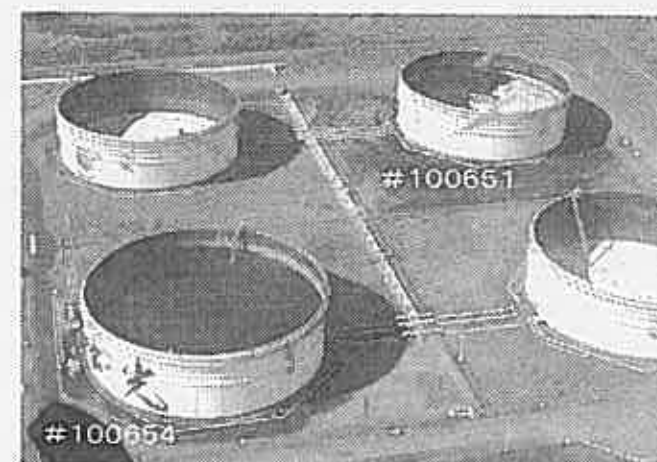
10月15日
 7:59 650番地区警戒隊入替えのため待機
 8:15 0番地区警戒体制完了
 8:22 650番地区3点セット部署完了
 8:32 #40013浮き油回収開始
 10:45 秋田市消防本部配置完了
 12:05 緊急消防援助隊(東京・川崎・藤沢・青森)12:30引揚命令
 12:44 650番地区警戒体制完了
 20:30 各地区警戒体制解除

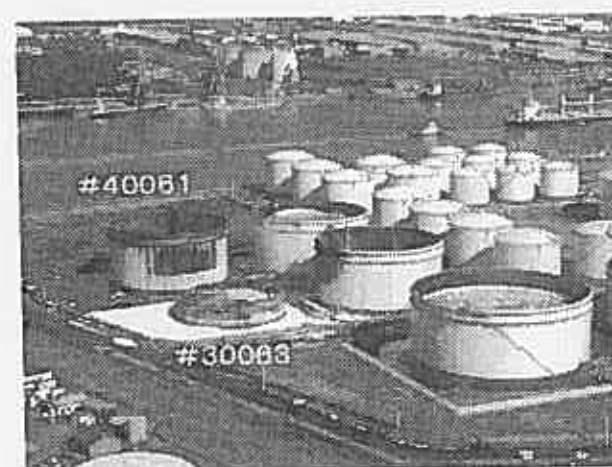
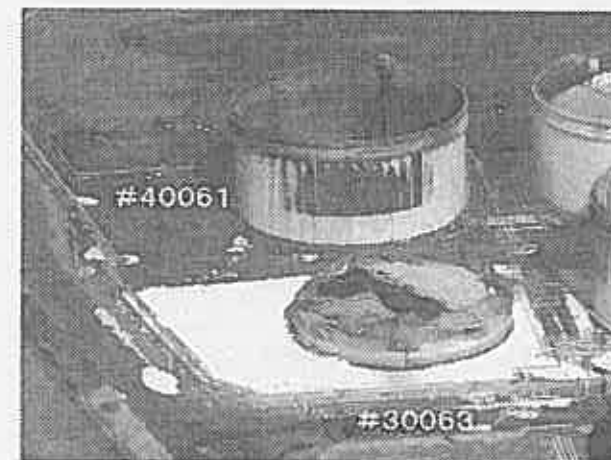
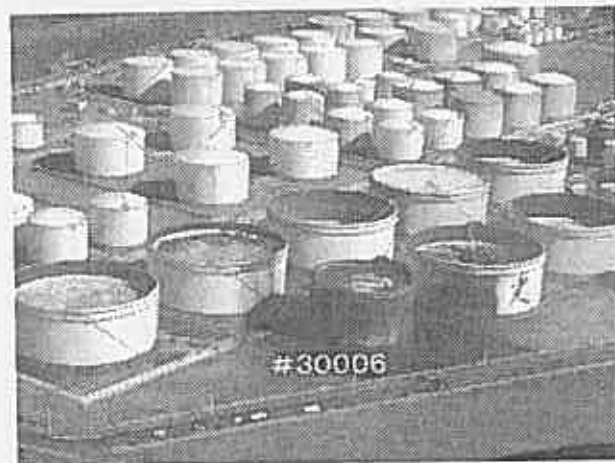
10月16日
 8:00 0番地区・650番地区警戒体制完了、#40013浮き油回収開始

9:15 650番地区排水路から取水のためのホース設定作業開始
 15:55 #40013浮き油回収完了
 17:00 各地区警戒体制解除
 10月17日
 10:30 0番地区・650番地区警戒体制完了
 14:00 #100651より#100653へ浮き油回収開始
 17:41 #100651回収停止
 18:00 各地区体制警戒解除
 10月18日
 8:05 0番地区・650番地区警戒体制完了
 9:00 #100651より#100653へ浮き油回収開始
 11:00 雷強風波浪注意報発令
 17:35 各地区警戒体制解除
 10月19日
 8:00 0番地区・650番地区警戒体制完了
 8:25 #100651より#100653へ浮き油回収開始
 14:00 #100651の液位1.5m、回収完了
 15:00 冷却隊#100654へ配置替え
 16:26 #100654への配置完了
 17:05 各地区警戒体制解除
 10月20日
 8:10 0番地区・650番地区警戒体制完了
 16:00 #100654の液位1.5m、回収完了
 18:25 各地区警戒体制解除
 10月21日
 13:00 緊急消防援助隊・北海道広域消防相互応援隊解散式

【苫小牧市消防本部】

屋外タンク被害状況記録写真





消防隊の警防活動記録写真

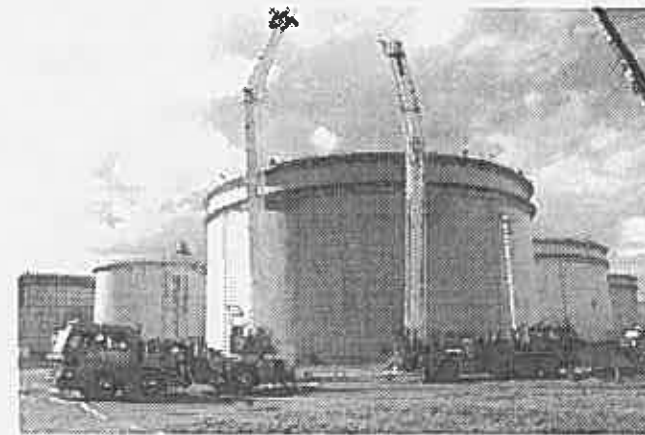
650番地区 #100651 タンク警戒状況(西面)



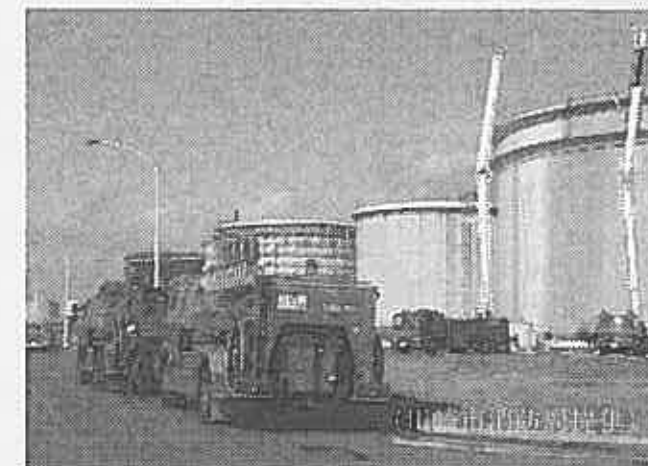
650番地区 #100651 タンク警戒状況(北面)



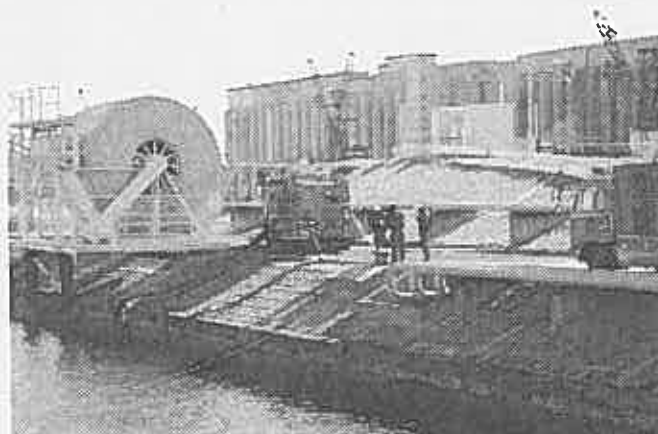
0番地区 #40013 警戒状況(東面)



0番地区 #40013 警戒状況(南東側)



650番地区 岸壁での取水状況



0番地区 #40013 警戒状況(南側)



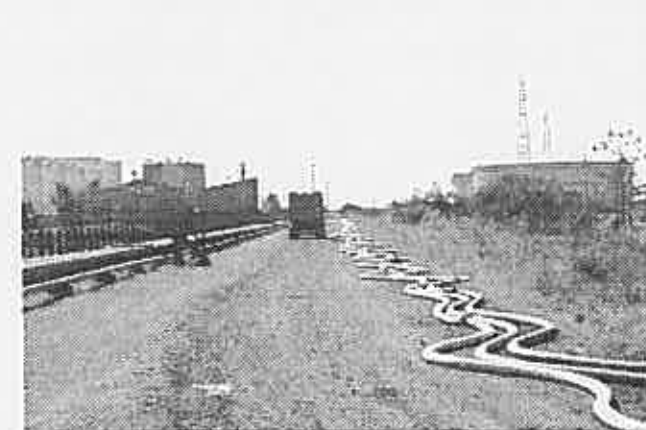
0番地区 岸壁での取水



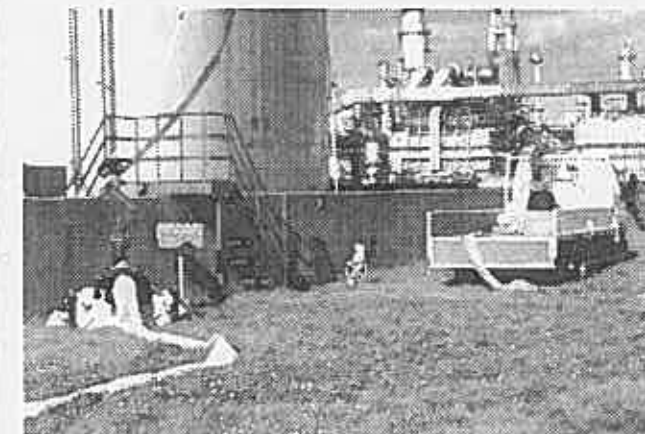
650番地区 遠距離送水のホース延長



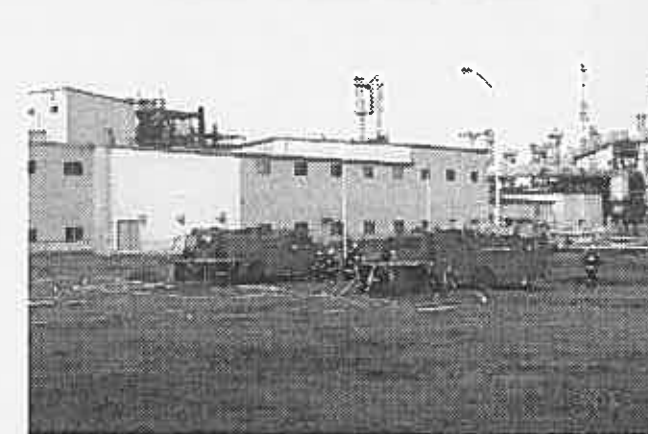
650番地区 遠距離送水のホースライン



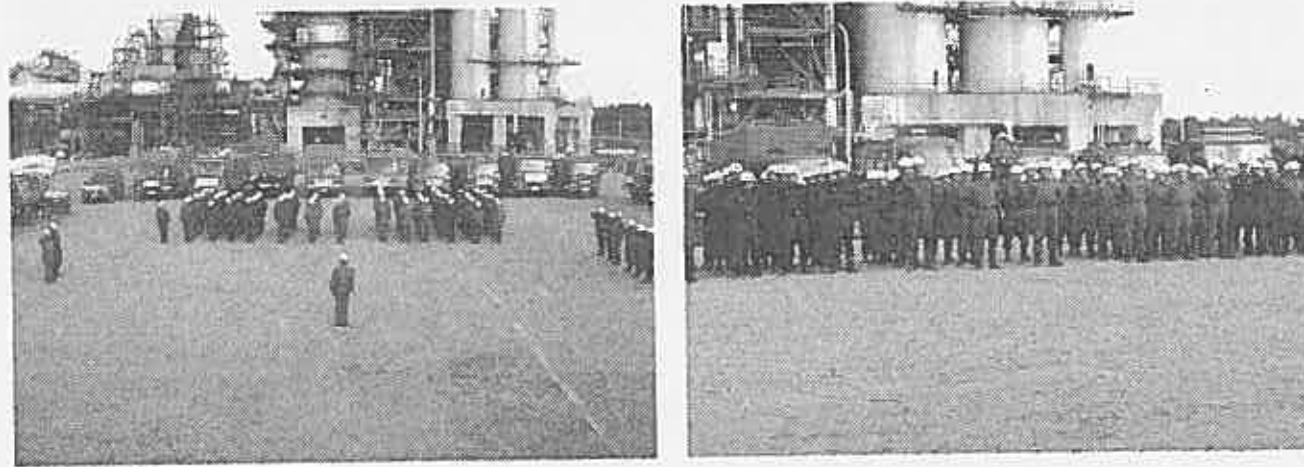
0番地区 大容量泡放射砲(毎分5,800リットル)



0番地区 #40013 警戒の冷却隊



10月21日 緊急消防援助隊・北海道広域消防相互応援隊 解散式

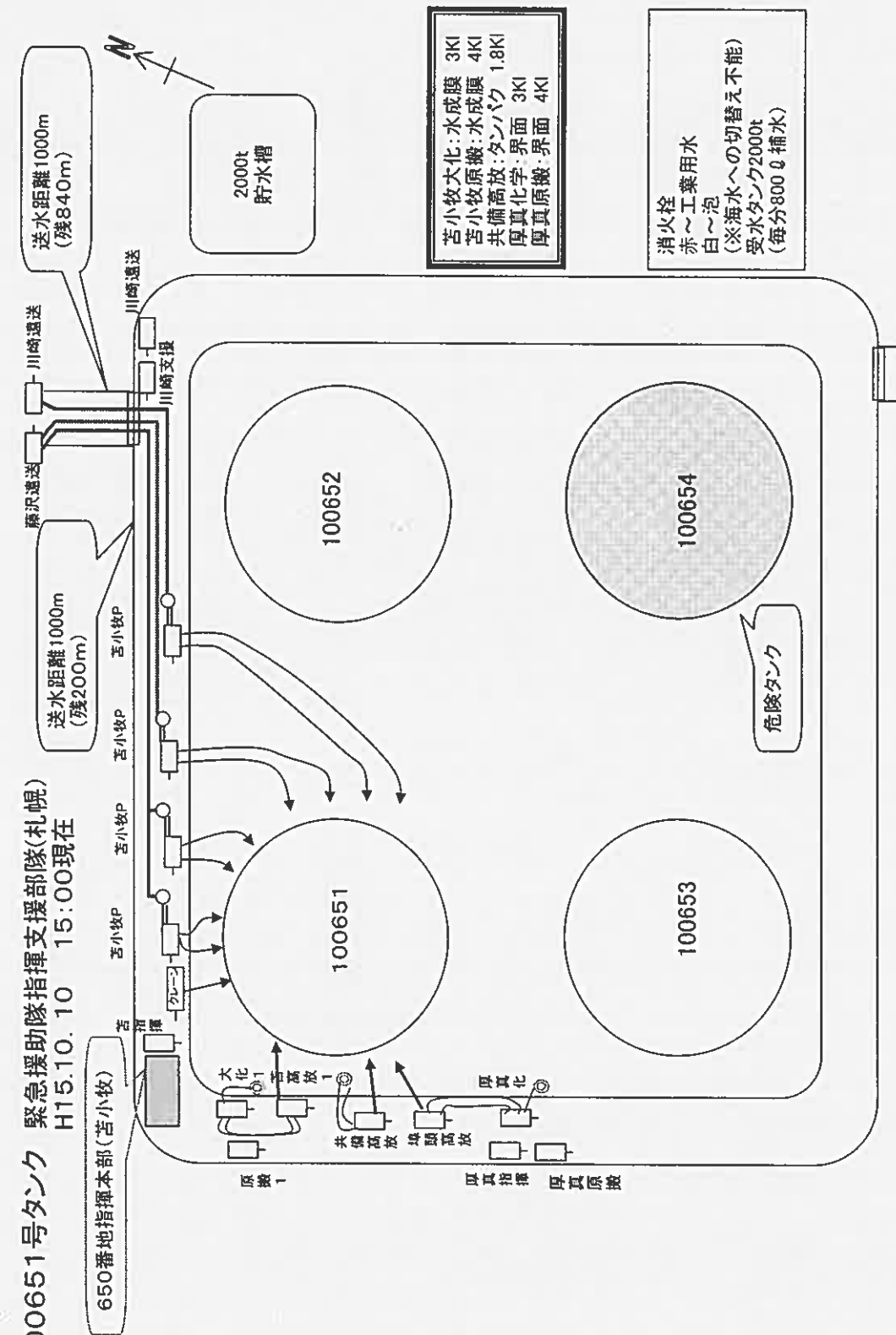


災害予防対策現地本部会議の記録写真

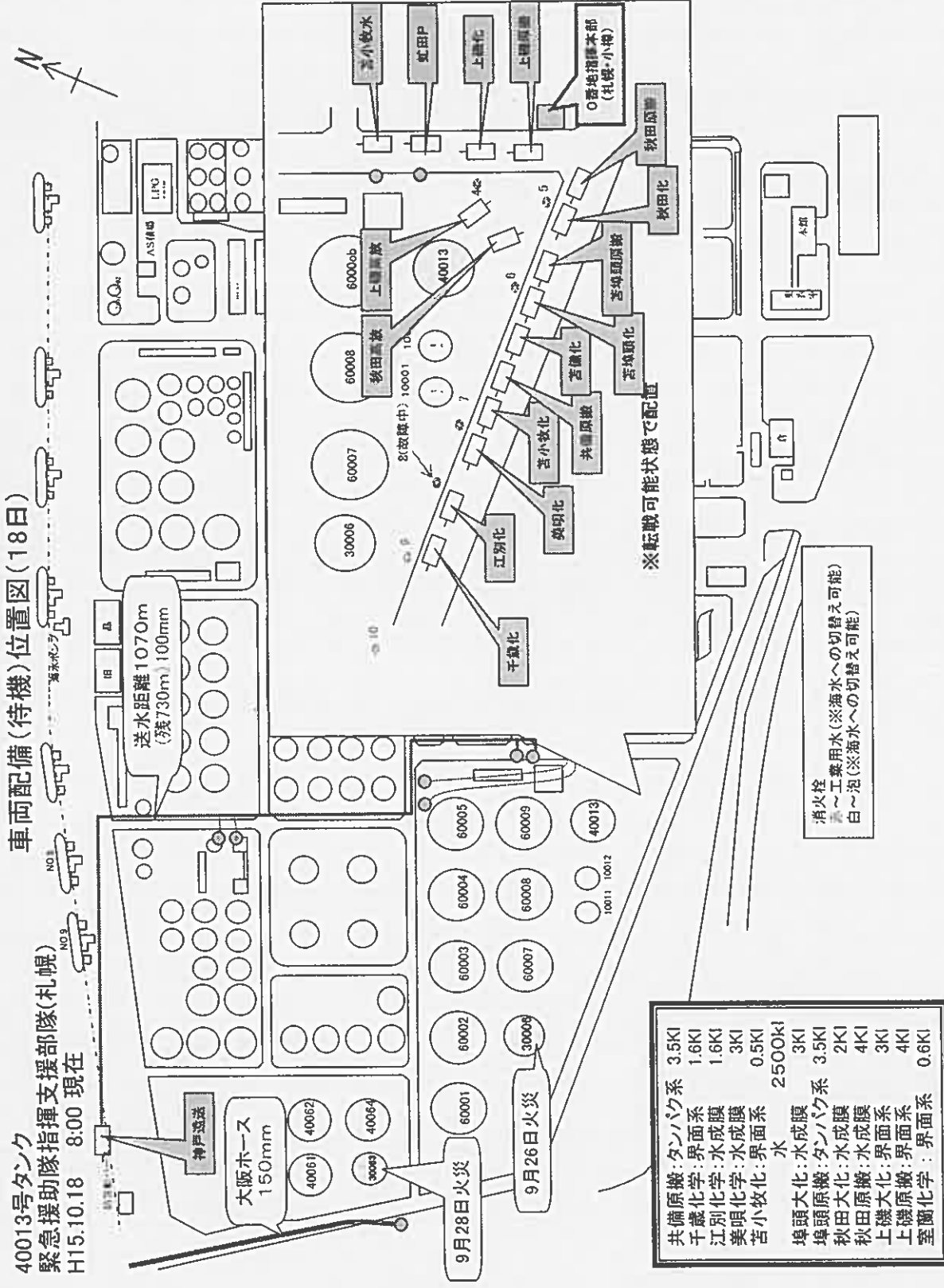
議長～野村胆振支庁長



100651号タンク 緊急援助隊指揮支援部隊(札幌)
H15.10.10 15:00現在

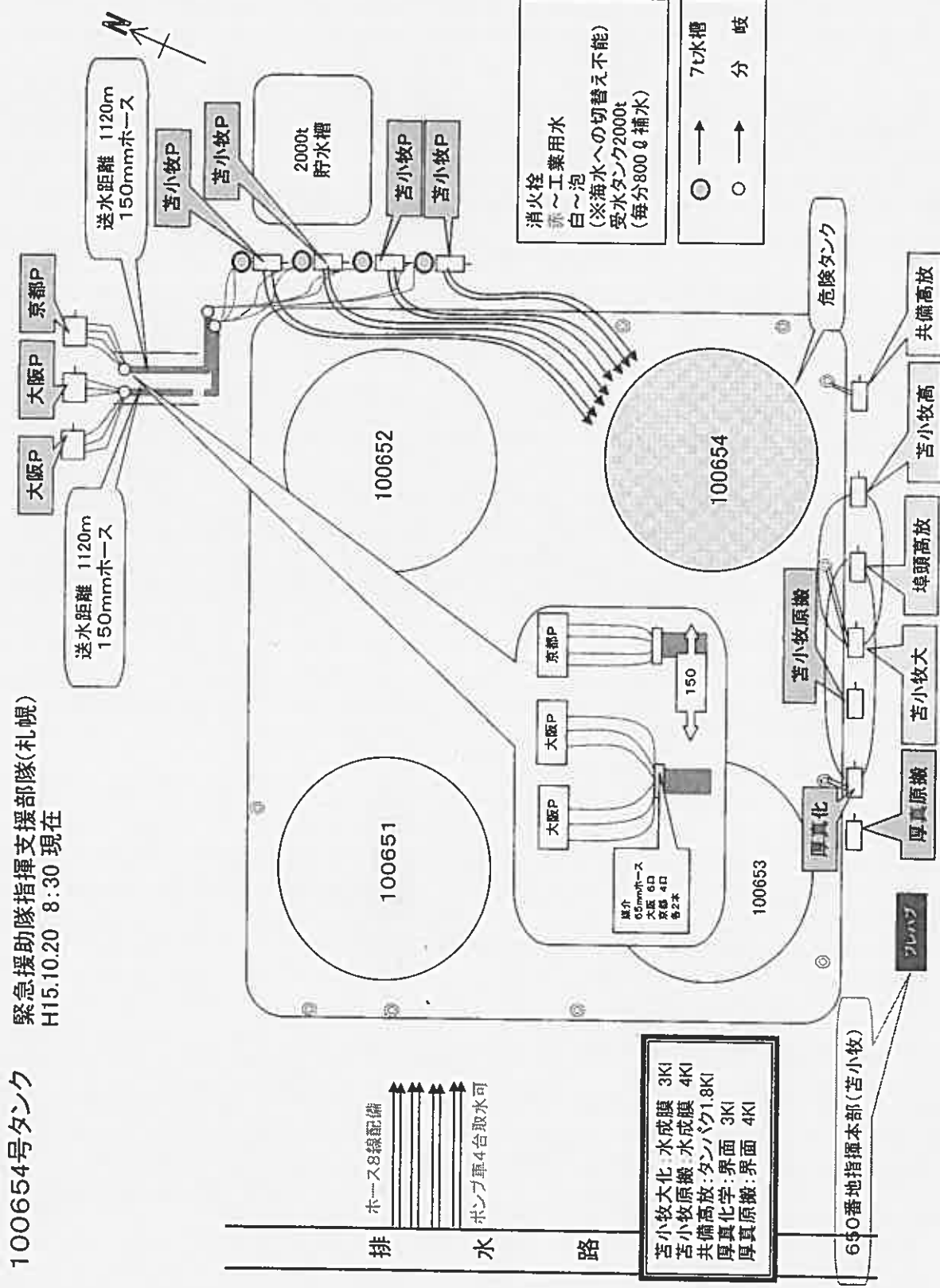


【札幌市消防局作成】



【札幌市消防局作成】

100654号タンク
緊急援助隊指揮支援部隊(札幌)
H15.10.20 8:30 現在



【札幌市消防局作成】

第4章 タンク火災原因等

はじめに

平成15年9月26日4時50分頃、十勝沖を震源とするM8.0の地震に伴い発生した出光興産(株)北海道製油所の原油タンク火災、及び、同月28日10時45分頃、同地震により損傷していたナフサタンクの火災について、現場検証、関係者の供述、機器の記録データ等に基づき、その出火原因について調査した結果は以下のとおりである。

なお、火災原因調査は、北海道警察、総務省消防庁（独立行政法人消防研究所）等と合同で実施したが、本概要は、消防庁長官の原因調査結果や見解を参考に苫小牧市消防本部の判断を纏めたものである。

1 #30006原油タンク火災について

1-1 十勝沖地震の概要とスロッシング高さの推定

震源は釧路沖で、北緯41度46分、東経144度04分、深さ42km、規模はマグニチュード8.0であった。苫小牧市における震度は5弱で、出光製油所構内の地震計によれば最大加速度が86gal、周期は3～8秒で、やや長周期の地震であった。

この地震によりほとんどのタンクでスロッシング（液面揺動）が発生し、タンクに残された痕跡からスロッシング方向は概ね東西方向であったと考えられる。

実際の地震データを用いて、30006原油タンクのスロッシング解析を実施したところ、スロッシングによる最大波高はタンク東西方向で約3,300mm（消防法の値の2倍以上）と算出された。地震発生時の液高と側板最上段の高さの差が2,644mmであったことから判断すると、タンク側板最上部を超える液高になったことが推定される。また、浮き屋根ポンツーン上面と測定小屋下端の高さの差が2,884mmであったことから、衝突の可能性が高いと推定される。

1-2 原油の漏洩状況

地震に伴うスロッシングによりタンク浮き屋根が大きく揺動して、タンク内部の原油が浮き屋根上や側板を超えて周辺の地上部（主に東西方向）に溢流・漏洩し、タンク浮き屋根上に漏洩した原油はその後ルーフドレン配管を経由して排水口からタンク外に流出したものと考えられる。また、この地震によりタンク北西側配管溶接部の一部（3箇所）が破断しており、原油が噴出漏洩していたものと考えられる。

1-3 火災の発生状況

30006原油タンクの火災では、タンク上部、タンク東側地上部及びタンク北西側配管部の3箇所において火災が発生していたことが関係者の供述などから分かっているが、これらの出火箇所は、何れも原油が多量に滞留していたと考えられる場所であった。

1-4 出火原因

本火災は、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大きく揺動して、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、測定小屋がステージから引きちぎられて浮き屋根上に落下した際に発生した衝撃火花が、同じく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して火災となった可能性が最も高いものと判断する。

当該出火タンク上部には、測定小屋、ゲージポール及び回転止めサポート等の付属設備と浮き屋根との衝突痕跡が多数残されていた。また、ゲージポール及び回転止めポールが破断したため、浮き屋根は時計回りに約45度回転していた。

その他に想定される出火原因の検討結果は次のとおりである。

(1) タンク上部の電気計装機器類からの出火の可能性について

照明灯及び投光器用の配線は、変電所のブレーカーにより遮断されていた。

タンク上部の測定小屋には、レベルスイッチケーブル、リモートゲージ電源ケーブル等が同一金属配管に収納され配線されていた。これらの配線は、デッキプレート付近で配管ごと切断されていたことから、着火源としての可能性を検討したが、レベルスイッチは4時53分11秒まで電気信号が記録され、また、リモートゲージの配線短絡を記録した時刻が4時52分59秒であったことから、いずれの機器も初期発見者の119番通報時間4時52分30秒の後まで機能していたと判断され、出火の起点となった可能性は低いと考えられる。

(2) 配管部からの出火の可能性について

- ① 配管と架台、又は配管同士の金属衝突に伴う衝撃火花からの引火については衝突の痕跡が認められないことから可能性は低いと考える。
- ② 破断配管の破断面の衝撃又は摩擦による着火については、配管の破断が部分破断であり配管の移動やズレの振幅はごく僅かであること、破断面の顕微鏡観察では、破面に強い衝突や摺動があった痕跡が認められないことから、着火源の可能性は低いと考える。
- ③ 原油噴出に伴う静電気については、計算した電界強度(0.2KV/m)が放電限界電界強度(3MV/m)より著しく小さい値となることから、電荷の蓄積は少なく放電火花が発生する可能性はないと考える。

(3) その他の出火の可能性について

- ① チューブシールの摺動に伴う静電気帯電及び放電については、ウレタン材が帯電防止シートに封入されていること、シールの摺動速度が遅く帯電量が少ないと考えられることから、着火源の可能性は低いと考える。
- ② チューブシールから噴出する原油の静電気帯電と放電の可能性は、原油の導電率が高いこと及びタンクの接地導線が破断していないことなどから着火源の可能性は低いと考える。
- ③ その他に原油の自然発火、裸火、落雷等について調査検討したが、着火源となりうるものは認められなかった。

1-5 火災の延焼経路

本火災の延焼経路としては、タンク浮き屋根上で発生した火災が、スロッシングの継続により溢流した原油と共に落下して、地上に漏洩した原油及び配管破断箇所から漏洩した原油へと延焼し火災が拡大していったものと判断する。

他の場所からの延焼は、タンク東側地上部については可燃性混合気が存在する可能性はあるものの着火源となるものがないことから、また、タンク北西側配管部については噴出帯電による静電気火花や衝撃火花が発生した可能性が低いことから、これらの場所を起点として火災が延焼拡大した可能性は低いと判断した。

2 #30063ナフサタンク火災について

2-1 地震発生後の状況

9月26日の地震により当該タンクの浮き屋根は大きく損傷を受けて、屋根上にナフサが徐々に漏洩し、翌日には完全に油中に沈没している。

ナフサが大気に露出したことから、最初は出火防止のために、後には臭気が市街地に流れ多くの苦情が寄せられたために、消火泡をタンク内に投入してナフサ表面をシール(泡シール)することにより気化防止を図っていた。

1回目の泡シールは9月26日16時30分頃に行われ、出火直前に5回目を実施されている。

2-2 出火時の状況

9月28日には当該ナフサタンクの油を別のタンクに移送する計画が進められ、従業員がタンク上部に上がり損傷状況の調査をしていた。このとき5回目の泡シールが行われていたが、風の影響もあり泡シールは全体の約3分の1(南側)を覆う程度であった。

タンク西側240度付近の消火装置直下周辺の油面には泡がなくナフサが露出していたが、被害調査をしていた複数の従業員がこの付近から炎が立ち上がるのを目撃している。

2-3 出火原因

浮き屋根沈没に伴いナフサの気化防止のため泡シールが実施され、タンク内に大量の消火泡が投入された。泡は時間の経過とともに消えて水に戻るが、これが水滴となってナフサ中を沈降するうちにナフサが帯電し(「沈降帯電」という。)発生した電荷が液面上に取り残されている泡に蓄積され、泡の電位が上昇したものと推定される。この泡がタンク側板、あるいは、タンク側板と接触している泡に接近して、放電が起こり出火に至った可能性が高いと判断される。(静電気火災)

その他に想定される出火原因についての検討結果は次のとおりである。

- (1) 浮き屋根は完全に沈没し底板に着底している状況(ローリングラダーの角度から判断)であり、また測定小屋は傾斜していたが従業員により固縛され、出火時点では落下していないことから、付属設備の落下、脱落等による衝撃火花が発生した可能性はないと考える。
- (2) タンクの電気計装機器類の電源は全て遮断されていたことから、短絡等により電気火花が発生した可能性はないと考える。
- (3) 出火時に出火箇所付近に人はいなかったことから、人体帯電による着火や携行品の落下による着火の可能性はないと考える。
- (4) その他ナフサの自然発火、裸火、落雷等について調査検討したが、着火源となりうるものは認められなかった。

3 再発防止対策について

本件火災の出火原因について鋭意調査を実施したが、現時点で全ての事象について解明された状況とはなっていないのが実情である。

今後も、新たな知見や事故事例等の研究が必要であるが、現時点でとるべき対策として、以下の事項が必要と考えられる。

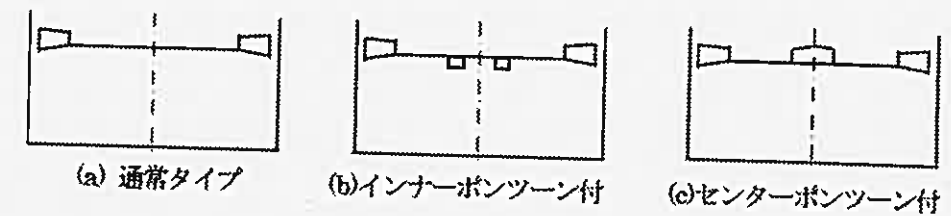
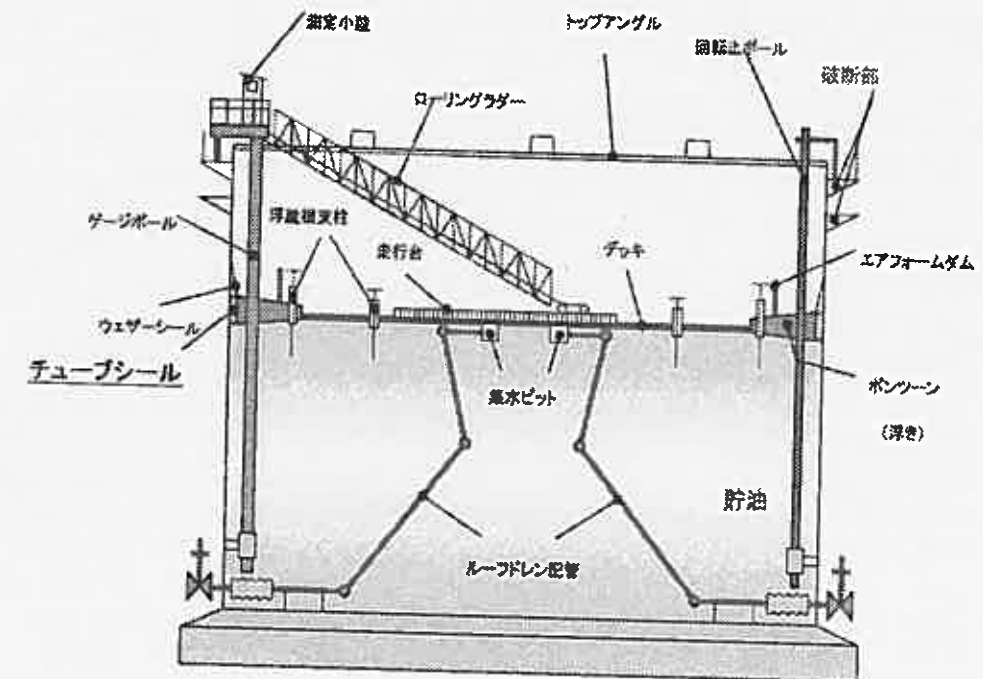
- (1) 技術基準の改正を考慮した浮き屋根の強度向上
- (2) スロッシング発生時の溢流防止のため適切な油面管理の実施
- (3) ルーフドレンにタンク外への漏洩防止のため緊急遮断システムの設置等
- (4) タンク上部の付属設備の撤去等
- (5) 泡シールに要する泡薬剤の確保と安全な手法の確立
- (6) タンク異常時の貯油の迅速なシフト方策の確保
- (7) 異常現象発生時の早期通報体制の確立及び対応措置等について教育訓練の実施

今後、関係法令や技術基準の改正が行われる予定であり、改正事項に関する対応等、事業者に対する指導を徹底し、再発防止を図って行く。

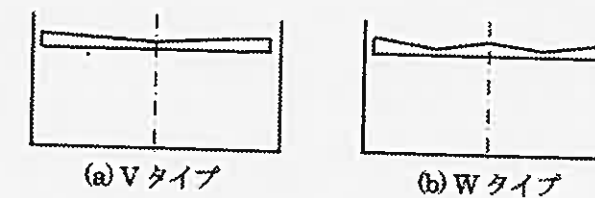
【苫小牧市消防本部】

原油タンク火災関係資料

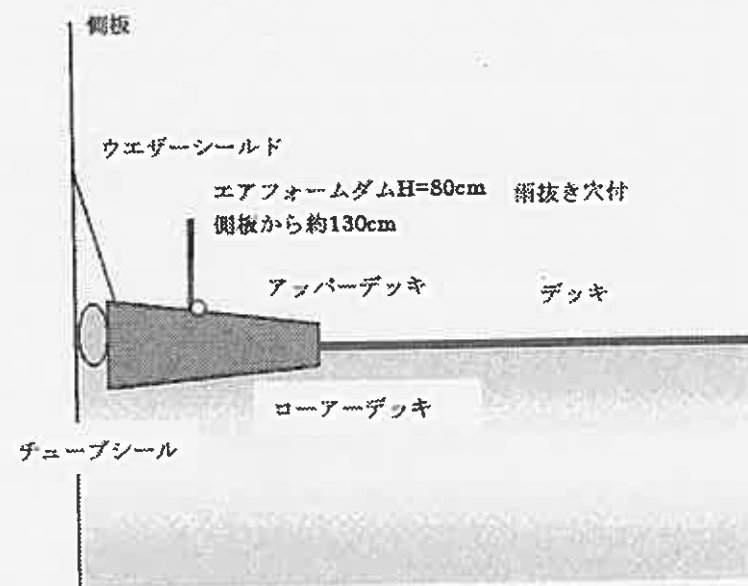
浮屋根式タンク断面図



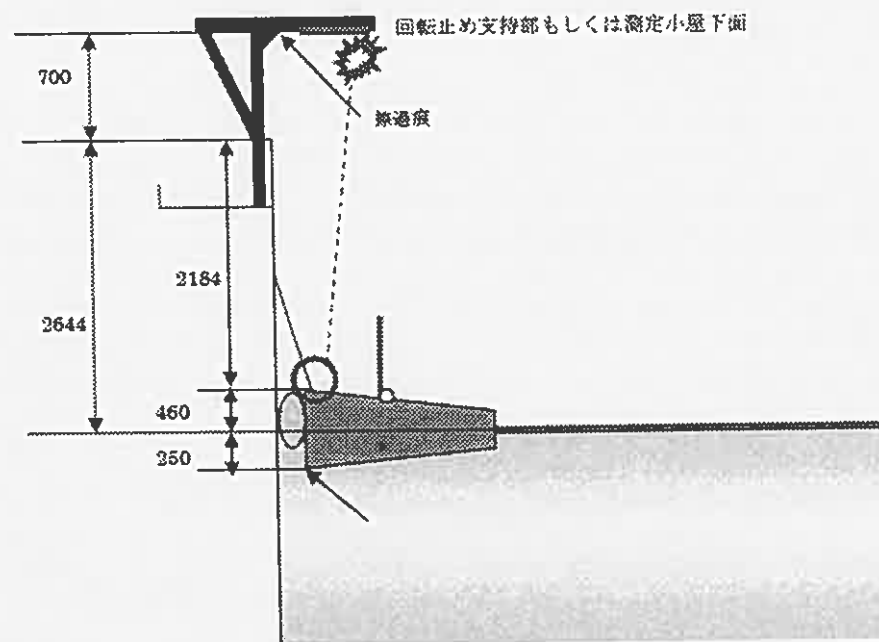
シングルデッキ型のFRTの例



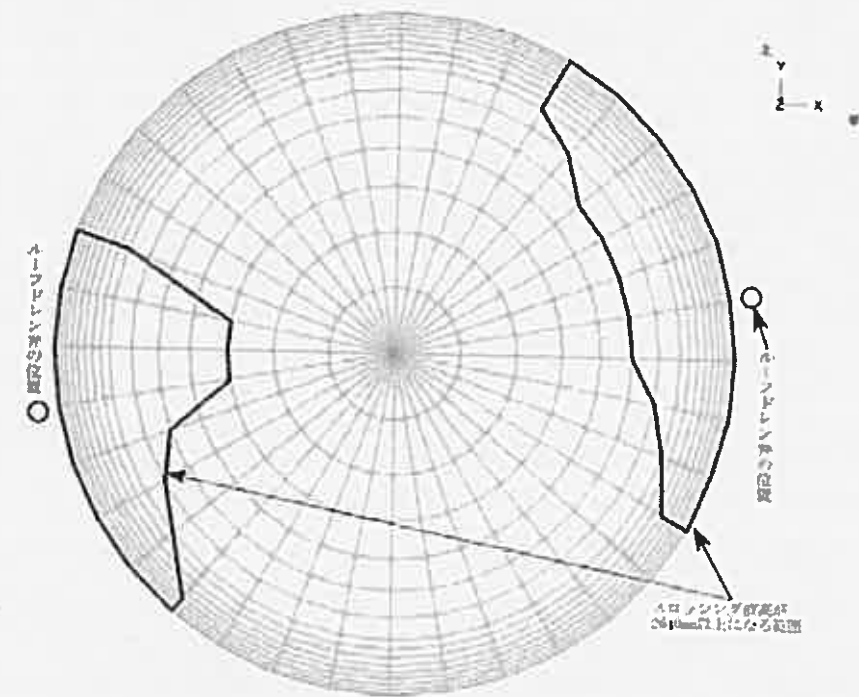
ダブルデッキ型のFRTの例



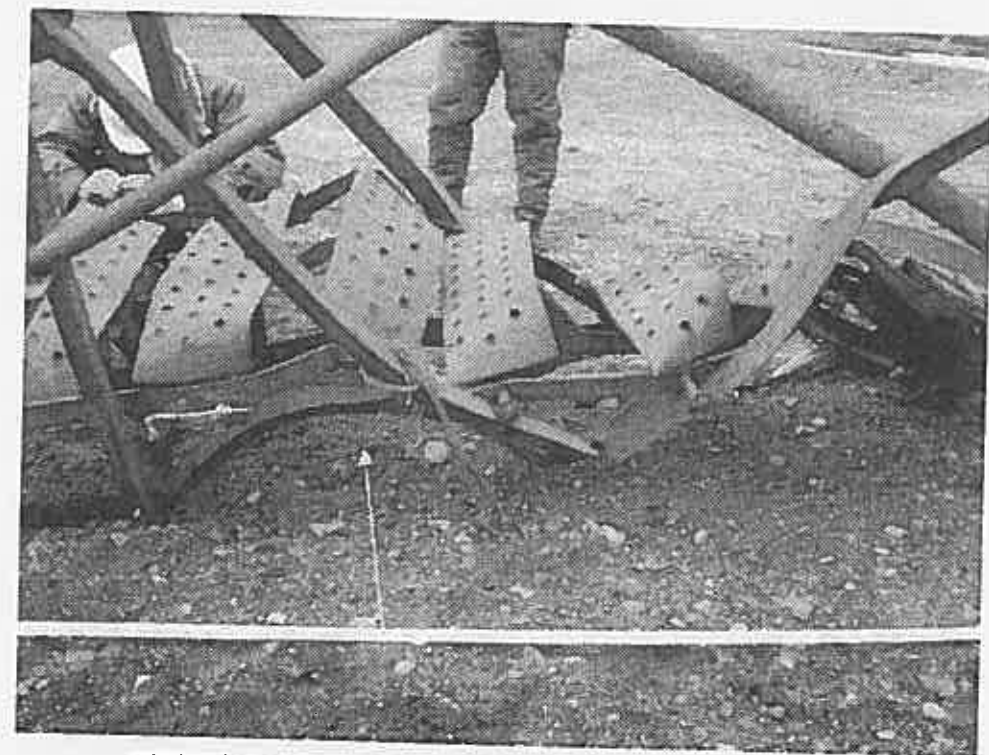
浮き屋根チューブシール部拡大図



回転止め指示部と直下のポンツーンアッパーデッキとの位置関係
赤色の直線と丸印とが衝突したものと見られる

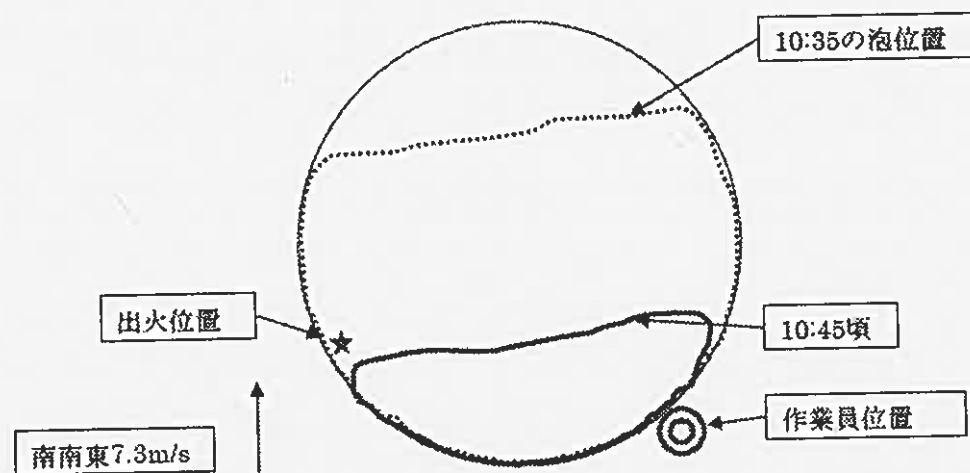


30006原油タンクのスロッシング解析の結果から、地震時においてスロッシング液高が2640mmを超えた範囲を求めたもの。赤色の線で囲まれた範囲が該当部分である。黒丸の位置は、ルーフドレン弁の位置を示す。



下面が大きく変形したローリングラダー

ナフサタンク火災関係資料



発災前における30063ナフサタンクの泡シールの状況の変化



30063ナフサタンクの出火前の状況写真（出光撮影）
ローリングラダーの角度から浮き屋根は底板に着底している模様

報道資料

平成16年6月22日
総務省消防庁

出光興産(株)北海道製油所 屋外タンク貯蔵所火災の火災原因調査結果概要

1 経緯

平成15年9月26日4時50分頃発生した十勝沖地震（M8.0）により、苫小牧市に存する出光興産(株)北海道製油所では、屋外タンク貯蔵所（30006）のリング火災が発生しました。

さらに、その2日後には、別の屋外タンク貯蔵所（30063）のタンク全面火災が発生し、全国レベルの緊急消防援助隊の出動、泡原液の調達等を実施する大災害になりました。

消防庁においては、2件目の火災が発生した28日に消防法第35条の3の2の規定に基づく消防庁長官の火災原因調査を実施することとし、併せて同法第35条の3の3の規定に基づき独立行政法人消防研究所に調査要請を行いました。

本件については、現地調査のほか消防研究所に火災原因調査委員会を設置するなどの調査体制で臨み、調査報告書としてとりまとめたものです。

2 火災原因

(1) 30006タンク

i 出火日時等

出火：平成15年9月26日（金）4時51分頃

鎮火：平成15年9月26日（金）12時09分

ii 出火場所等

30006 原油タンク浮き屋根周辺、周辺防油堤内及びタンク北側配管付近の3箇所

iii 発災施設の概要

浮き屋根式円筒貯槽（FRT）直径：42.7m、高さ：24.39m

許可容量：32,778kl（出火時残量：31,160kl）

危険物の品名：第4類第1石油類（原油）

iv 原因

やや長周期の地震動によりタンクの液面のスロッシングが生じ、浮き屋根が大きく揺動しました。この揺動により、タンク内部の原油が浮き屋根上や防油堤内に溢流・漏洩し、可燃性蒸気が浮き屋根上や防油堤内に滞留したと考えられます。また、タンク浮き屋根上に溢流した原油がルーフドレン配管を経由して防油堤内に漏洩し、可燃性蒸気が防油堤内に滞留したことも考えられます。

着火源として、浮き屋根揺動に伴う摩擦衝撃火花、計装機器類からの電気

火花、静電気、摩擦帯電等の可能性について検証しましたが、浮き屋根の揺動に伴う浮き屋根とタンク上部の附属設備との衝突時、あるいは、測定小屋が浮き屋根上に落下した時の摩擦衝撃による火花により、浮き屋根上の可燃性混合気が着火し、火災となった可能性が高い。

また、当該タンク周辺の配管近傍の火災については、地震により当該配管に生じた破断部から原油が漏洩し、それにタンク上部で発生した火災が延焼した可能性が高い。

なお、当該タンク周辺の防油堤内で確認された火災についても、スロッシングの継続時間から判断して、スロッシングにより漏洩した原油に、タンク上部で燃焼している溢流原油がスロッシングにより飛散し、延焼していった可能性が高い。

(2) 30063タンク

i 出火日時等

出火：平成15年9月28日（日）10時45分頃

鎮火：平成15年9月30日（水）6時55分

ii 出火場所等

30063 ナフサタンク

iii 発災施設の概要

浮き屋根式円筒貯槽（FRT）直径：42.7m、高さ：24.39m

許可容量：32,779kl（出火時残量：26,874kl）

危険物の品名：第4類第1石油類（ナフサ）

iv 原因

やや長周期の地震動の影響により、当該タンクの浮き屋根は、火災の前日には、完全に油中に沈没しました。このため、ナフサの揮発防止のために消火用の泡を放出し、ナフサの液面を密封していました。

しかしながら、当日の強風により、泡は風に押されてタンク南側に片寄ってしまい、液面の北側3分の2は大気中に露出していました。このため、揮発したナフサは風に流されると共に空気で希釈されるため、ある部分では可燃範囲（1.5vol%～7.6vol%）になっていた可能性があります。

種々の着火源について検証した結果、沈降帯電による可能性が残りました。これは、泡が時間の経過とともに消え、水に戻るときに生じる水滴がナフサ中を沈降することによりナフサが帯電し（沈降帯電）、発生した電荷は液面上に取り残されている泡に蓄積され、泡の電位が上昇します。この泡とタンク側板、あるいは、タンク側板と接触している泡との間で放電するものです。

なお、発災時は、浮き屋根が完全に油中に沈没しており、また、附属設備の電源も切られていることなどから、機械的火花、電気火花などの着火源により着火した可能性は否定されます。

3 今後の対応

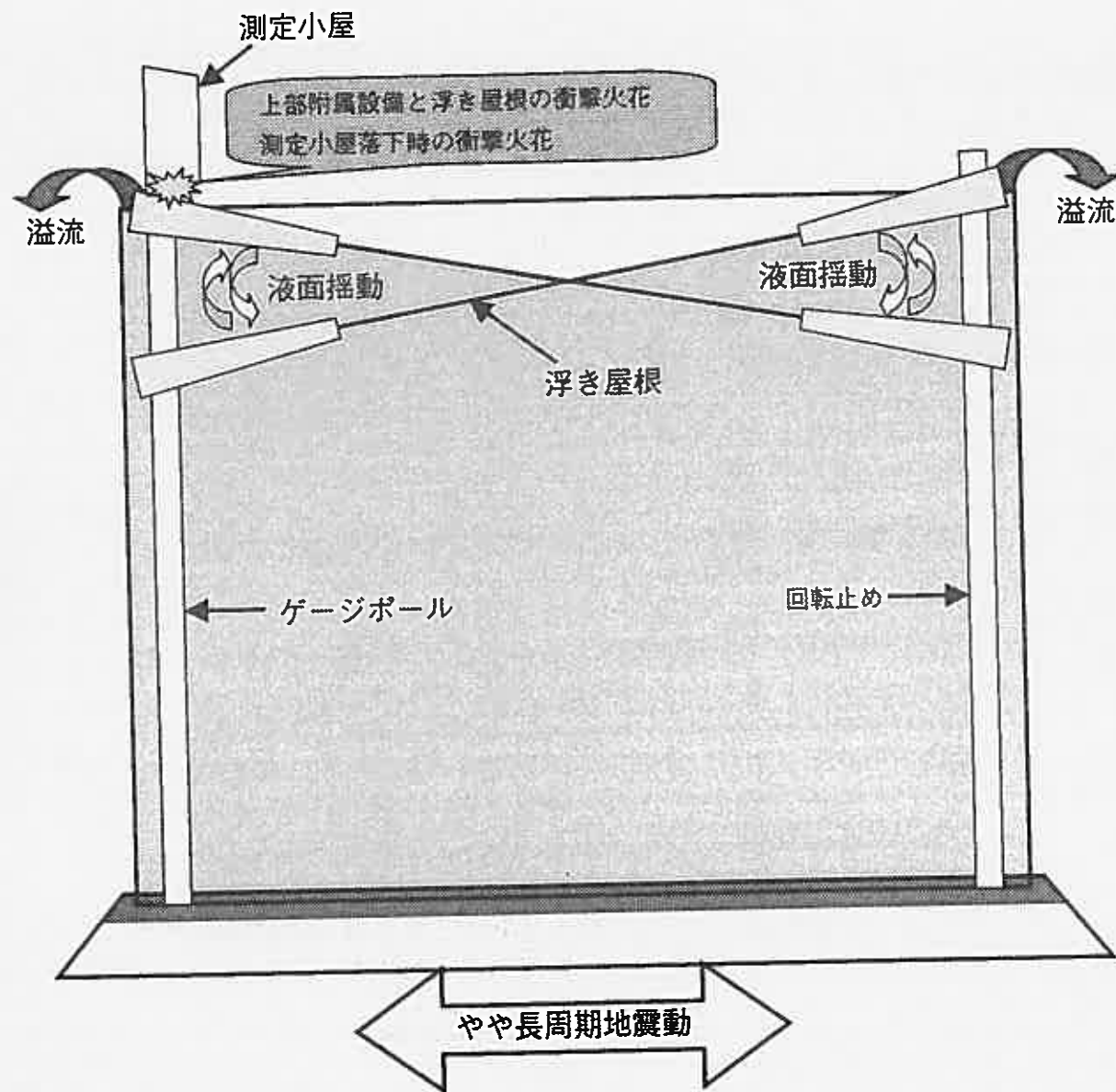
両タンク火災について共通していえることは、やや長周期の地震動により苫小牧地域においてこれまで想定されていた以上のスロッシング現象（液面揺動）が生じ、浮き屋根が大きく揺動したことです。このため浮き屋根の損傷、沈下等が

発生しました。

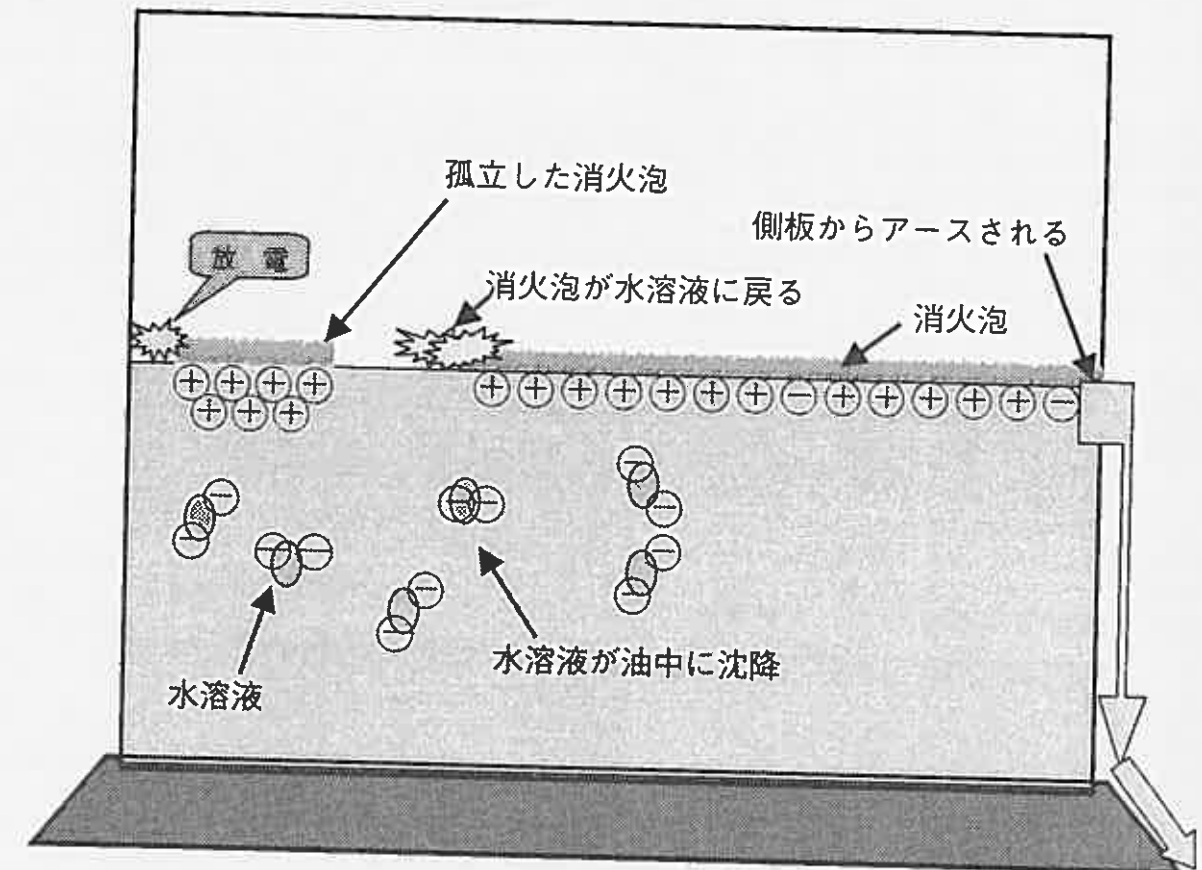
そのため次の対策を講じることとします。

- (1) 地域特性を考慮した液面揺動高さの見直しと液面管理
- (2) 液面揺動高さに応じた浮き屋根耐震性能の強化
- (3) 液面揺動に伴う浮き屋根と設備等との衝突防止対策の徹底
- (4) 事業者が行う応急措置等防災業務の適正化

スロッシングの影響による火災の発生のメカニズム



沈降帯電による帯電・放電の発生のメカニズム



消火泡が時間の経過とともに水溶液に戻り、ナフサより比重の重い水溶液がナフサ中を沈降することによりナフサが帯電(沈降帯電)し、発生した電荷が液面上の泡に供給される。側板に接触している泡の電荷は、側板からアースされるが、浮島状に孤立した泡に供給された電荷は蓄積され、泡の電位が上昇する。電位の上昇した泡と側板との間で放電が発生する。

平成15年(2003年)十勝沖地震に関連して発生した出光興産(株)
北海道製油所タンク火災に係る火災原因調査の概要について

○調査結果の概要

平成15年9月26日4時50分頃、十勝沖を震源としてマグニチュード8.0の地震が発生し、その直後、震度5弱を観測した北海道苫小牧市では出光興産(株)北海道製油所の30006原油タンクで火災が発生した。さらに、同月28日10時45分頃、同製油所の30063ナフサタンクからも火災が発生した。

これら2件の火災について、いずれも平成15年6月に改正され、同年9月1日に施行された消防法第35条の3の2の規定に基づき、消防庁長官の主体的な判断により火災原因調査を実施することとなり、これを受けて同法35条の3の3の規定に基づき消防研究所では火災原因調査を実施した。以下に、調査結果の概要を示す。

1 平成15年9月26日に発生した30006原油タンクの火災について

(1) 火災の概要

地震の発生直後、30006原油タンク(別添資料参照)の浮き屋根上部、並びに、タンク東側付近の防油堤内及びタンク北側の配管から出火したもの。タンクのリング火災及び防油堤内火災となり、出火から約7時間後に鎮火した。

(2) 推定される着火原因について

第一に、火災の原因となった可燃性蒸気については、次のような経過で発生したものと考えられる。地震に伴うタンクの液面のスロッシングにより、浮き屋根が大きく揺動したと考えられる。この揺動により、タンク内部の原油が浮き屋根上や防油堤内に溢流・漏洩し、可燃性蒸気が浮き屋根上や防油堤内に滞留したと考えられる。また、タンク浮き屋根上に溢流した原油がルーフトレン配管を経由して防油堤内に漏洩し、可燃性蒸気が防油堤内に滞留したことも考えられる。

次に、着火原因については、浮き屋根の揺動により、浮き屋根がタンク上部の附属設備と衝突した時、あるいは、測定小屋が浮き屋根上に落下した時の摩擦衝撃による火花が着火源となり、浮き屋根上の可燃性混合気に着火し、火災となった可能性が高いと考えられる。

また、当該タンク周辺の火災については、以下に述べる原因が考えられる。まず、配管近傍の火災については、地震により当該配管に生じた破断部から原油が漏洩し、それにタンク上部で発生した火災が延焼した可能性が高い。さらに、当該タンク周辺の防油堤内で確認された火災については、スロッシングの継続時間から判断して、スロッシングにより漏洩した原油に、タンク上部で燃焼している溢流原油がスロッシングにより飛散し、延焼していった可能性が高い。

2 平成15年9月28日に発生した30063ナフサタンクについて

(1) 火災の概要

地震発生から半日後に、当該タンクの浮き屋根上にナフサが漏洩し、浮き屋根全面に滞油した。9月27日(火災の前日)には、浮き屋根が完全に油中に沈没した。このため、9月28日の火災の発生当初から、全面火災となり、約44時間後に鎮火した。

(2) 推定される着火原因について

第一に、火災の原因となった可燃性蒸気については、以下のように考えられる。当該タンクの浮き屋根は、火災の前日には、完全に油中に沈没した。このため、ナフサの揮発防止のために消火用の泡を放出し、ナフサの液面を密封していた。

しかしながら、当日の風速が強く、泡は風に押されてタンク南側に片寄ってしまい、液面の北側3分の2は大気中に露出していた。このため、揮発したナフサは風に流されると共に空気中で希釈され、部分的に可燃範囲となる部分が存在していたと考えられる。

次に、着火源については、以下に述べるように、沈降帯電した電荷の放電による可能性が高いと考えられる。泡は時間が経つと消え、水に戻る。このときに生じる水滴がナフサ中を沈降することによりナフサが帯電し(沈降帯電)、発生した電荷は液面上に取り残されている泡に蓄積され、泡の電位が上昇した。この泡とタンク側板、あるいは、タンク側板と接触している泡との間で放電し、着火に至った可能性が高い。

なお、発災時は、浮き屋根が完全に油中に沈没しており、また、附属設備の電源も切られていることなどから、機械的火花、電気火花などの着火源により着火した可能性は否定される。

3 火災原因調査結果を踏まえての提言

(1) 30006原油タンク火災の火災原因調査結果を踏まえて、同種の火災を防止するためには以下に掲げる方策が有効であると考えられる。

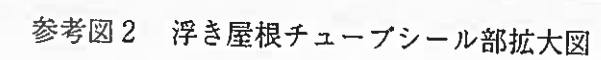
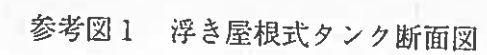
可燃性混合気の発生を防止するための方策としては、スロッシング発生時に、タンク側板を超えて貯油が漏洩しないように、貯油の液高を管理すること、あるいは、ルーフトレン弁を迅速に閉止することが必要である。

また、着火を防止するための方策としては、スロッシング発生時に浮き屋根式タンクの側板上の附属設備と浮き屋根との衝突が起きないように、貯油の液高を管理することが必要となる。

(2) 30063ナフサタンク火災の火災原因調査結果を踏まえて、同種の火災を防止するためには以下に掲げる方策が有効であると考えられる。

可燃性混合気の発生を防止するための方策としては、第一に、地震時のスロッシングに伴う浮き屋根の揺動が発生した場合に、浮き屋根の沈没、あるいは、浮き屋根上への全面滞油とならないように、想定される地震動において、十分な構造強度を有す

着火を防止するための方策としては、仮に泡消火薬剤による泡シールを行う際には、投入された泡消火薬剤の還元液滴の沈降帯電により、帯電・放電が起きることを考慮し、十分な量の泡消火薬剤で完全に泡シールを実施することが必要である。



第5章 タンクに着目した地震被害の解析等

第1節 浮き屋根式タンクの主な被害内容

平成15年（2003年）十勝沖地震による、浮き屋根式タンク（500kl以上）における主な被害状況の概要は、先に述べたとおりである。

ここでは、浮き屋根式タンクの主な被害内容について、とりまとめた。

11

- 212 -

- 213 -

事業所名	タンク名	許容容量	構造形状	内径	高さ	設置年月日	区分	状況	設備上取替履歴を要する程度のもの	7 Max	検査ラック
H事業所	T-22	114,900	原油	FRT	82,000	19,555	S56.3.31	新法	原油タンク上に油の溜り(少量)	11,283	D
	T-24	115,000	原油	FRT	82,000	18,884	S56.3.31	新法	原油タンク上に油の溜り(少量)	11,407	D
	T-25	115,000	原油	FRT	82,000	18,885	S56.3.31	新法	原油タンク上に油の溜り(少量)	11,407	D
	T-26	115,000	原油	FRT	82,000	21,129	S56.3.31	新法	原油タンク上に油の溜り(少量)	11,017	D
	T-27	115,000	原油	FRT	82,000	21,131	S56.3.31	新法	原油タンク内に油の溜り(少量)	11,017	D
	T-36	114,800	原油	FRT	82,000	20,704	S56.3.31	新法	原油タンク上に油の溜り(少量)	11,083	D
	T-37	114,800	原油	FRT	82,000	20,903	S56.3.31	新法	原油タンク上に油の溜り(少量)	11,052	D
	T-38	114,800	原油	FRT	82,000	21,151	S56.3.31	新法	原油タンク上に油の溜り(少量)	11,142	D
	T-39	114,800	原油	FRT	82,000	20,619	S56.3.31	新法	原油タンク上に油の溜り(少量)	11,097	D
	T-39	114,800	原油	FRT	82,000	20,619	S56.3.31	新法	原油タンク上に油の溜り(少量)	3,252	D
	T-39	114,800	原油	FRT	82,000	20,619	S56.3.31	新法	原油タンク上に油の溜り(少量)	11,025	D
	T-39	114,800	原油	FRT	82,000	20,619	S56.3.31	新法	原油タンク上に油の溜り(少量)	11,025	D
	T-39	114,800	原油	FRT	82,000	20,619	S56.3.31	新法	原油タンク上に油の溜り(少量)	11,025	D
	T-39	114,800	原油	FRT	82,000	20,619	S56.3.31	新法	原油タンク上に油の溜り(少量)	11,025	D
	T-39	114,800	原油	FRT	82,000	20,619	S56.3.31	新法	原油タンク上に油の溜り(少量)	11,025	D
	T-39	114,800	原油	FRT	82,000	20,619	S56.3.31	新法	原油タンク上に油の溜り(少量)	11,025	D
出光興産東北海運製油所	T101	114,800	原油	FRT	82,000	20,871	S56.3.31	新法	原油タンク上に油の溜り(少量)	11,011	D
	T102	114,900	原油	FRT	82,000	21,170	S56.3.31	新法	原油タンク上に油の溜り(少量)	11,024	D
	T103	114,900	原油	FRT	82,000	21,104	S56.3.31	新法	原油タンク上に油の溜り(少量)	13,317	D
	T104	114,900	原油	FRT	82,000	10,380	S56.3.31	新法	原油タンク上に油の溜り(少量)	13,144	D
	T106	114,800	原油	FRT	82,000	10,698	S56.3.31	新法	原油タンク上に油の溜り(少量)	12,012	D
	T107	114,800	原油	FRT	82,000	16,216	S56.3.31	新法	原油タンク上に油の溜り(少量)	11,023	D
	T108	114,800	原油	FRT	82,000	21,065	S56.3.31	新法	原油タンク上に油の溜り(少量)	11,023	D
	T109	114,800	原油	FRT	82,000	21,229	S56.3.31	新法	原油タンク上に油の溜り(少量)	11,025	D
	T110	114,800	原油	FRT	82,000	21,076	S56.3.31	新法	原油タンク上に油の溜り(少量)	11,025	D
	T111	115,000	原油	FRT	82,000	20,722	S56.3.31	新法	原油タンク上に油の溜り(少量)	11,080	D
	T112	114,800	原油	FRT	82,000	21,190	S56.3.31	新法	原油タンク上に油の溜り(少量)	11,067	D
	T113	115,000	原油	FRT	82,000	20,805	S56.3.31	新法	原油タンク上に油の溜り(少量)	13,066	C
	T114	114,800	原油	FRT	82,000	5,841	S56.3.31	新法	原油タンク上に油の溜り(少量)	11,043	D
	T115	115,000	原油	FRT	82,000	20,981	S56.3.31	新法	原油タンク上に油の溜り(少量)	11,045	C
	T116	114,800	原油	FRT	82,000	20,950	S56.3.31	新法	原油タンク上に油の溜り(少量)	11,025	D
出光興産東北海運製油所	100851	109,900	原油	FRT	78,200	14,284	S54.6.15	新法	原油タンク上に油の溜り(少量)	15	A
	100854	109,900	原油	FRT	78,200	14,418	S54.6.15	新法	原油タンク上に油の溜り(少量)	12,038	A
	40013	43,872	灯油	FRT	49,400	15,551	S46.12.10	旧基準	原油タンク上に油の溜り(少量)	8,115	A
	30006	32,778	原油	FRT	42,700	21,749	S47.9.1	旧基準	原油タンク上に油の溜り(少量)	6,997	A

事業所名	タンク名	許容容量	構造形状	内径	高さ	設置年月日	区分	状況	設備上取替履歴を要する程度のもの	7 Max	検査ラック
出光興産東北海運製油所	40061	43,872	灯油	FRT	49,400	22,194	S49.5.15	旧基準	原油タンク上に油の溜り(少量)	7,825	A
	40062	43,872	灯油	FRT	49,400	22,232	S49.5.15	旧基準	原油タンク上に油の溜り(少量)	7,825	A
	60002	65,585	原油	FRT	60,400	19,085	S46.12.10	旧基準	原油タンク上に油の溜り(少量)	7,624	A
	60003	65,585	原油	FRT	60,400	19,085	S46.12.10	旧基準	原油タンク上に油の溜り(少量)	8,945	A
	60007	65,585	原油	FRT	60,400	19,085	S46.12.10	旧基準	原油タンク上に油の溜り(少量)	8,945	A
	10012	9,990	灯油	FRT	27,800	8,577	S46.12.10	旧基準	原油タンク上に油の溜り(少量)	6,116	A
	60001	65,585	原油	FRT	60,400	19,085	S46.12.10	旧基準	原油タンク上に油の溜り(少量)	8,704	A
	60004	65,585	原油	FRT	60,400	21,938	S46.12.10	旧基準	原油タンク上に油の溜り(少量)	10,435	A
	60005	65,585	原油	FRT	60,400	11,551	S46.12.10	旧基準	原油タンク上に油の溜り(少量)	10,809	A
	60008	65,585	原油	FRT	60,400	10,525	S46.12.10	旧基準	原油タンク上に油の溜り(少量)	1,347	A
	60009	65,585	原油	FRT	60,400	13,153	S46.12.10	旧基準	原油タンク上に油の溜り(少量)	9,984	A
	30063	32,779	灯油	FRT	49,400	7,512	S49.5.15	旧基準	原油タンク上に油の溜り(少量)	10,313	A
	40064	43,872	灯油	FRT	49,400	21,749	S46.12.10	旧基準	原油タンク上に油の溜り(少量)	1,154	A
	100653	109,900	原油	FRT	78,200	14,284	S54.6.15	新法	原油タンク上に油の溜り(少量)		D

1.2 浮き屋根式タンクの種類とその構造的特徴

浮き屋根式タンクに大きな被害が発生しているが、浮き屋根の種類と構造的な特徴を紹介する。

(1) 浮き屋根の種類

浮き屋根には、シングルデッキとダブルデッキの2種類がある。

シングルデッキは、図1のように浮きであるボンツーンが屋根の外周部にドーナツ状

に配置されており、タンク中央部は、厚さ4.5ミリ程度の一枚板の鋼板で構成されている。なお、ドーナツ状の浮き部分は、バルクヘッドと呼ばれる仕切り板により分割されている。

また、ダブルデッキは図2のように、浮き屋根全体が2枚のデッキ板により出来ており、かつ、デッキ板の間は、バルクヘッドにより、多くの部屋に分割されている。

(2) 浮き屋根の構造的特徴

シングルデッキの浮き屋根の場合、喫水線はデッキ板上にある。従って、浮き屋根が沈没しなくとも、デッキ板が一部でも破損した場合、内容物はデッキ上に溢れ出てくる構造的特徴がある。これに対し、ダブルデッキの場合は、喫水線は上部デッキ板と下部デッキ板の中間にある。このため、デッキ板が破損した場合、ボンツーン内に油は入るが、浮き屋根全体が沈没しない限り、上部デッキ上に油が溢れ出てくる可能性は小さい。

図1 シングルデッキ

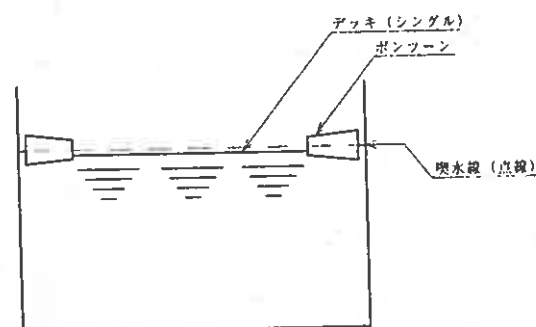
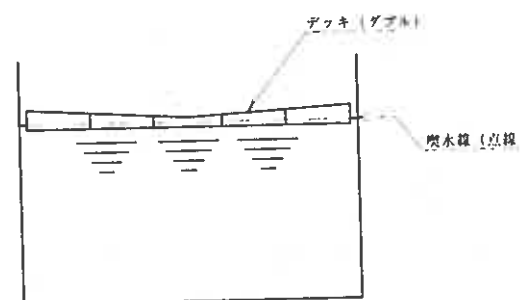


図2 ダブルデッキ



(3) 浮き屋根の構造設計

浮き屋根の構造設計は、次の法規に基づいて行われている。

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（以下消防法告示）

JISB8501 銅製石油貯槽の構造（全溶接製）（以下 JISB8501）

① 浮き屋根の浮力計算

ア 浮力計算に適用する液趾重は、0.7（0.7未満の場合はその比重を採用）として実施する。

イ 浮き屋根は、健全の条件でタンク水平断面積に対し250mmに相当する水溜まった場合に於いても浮力を有すること（浮き屋根排水装置が作動しない場合を想定）

ウ 浮き屋根に損傷があり、シングルデッキの場合ボンツーン2室とデッキ板が破損した場合、ダブルデッキの場合条件の一番悪い隔壁2室が破損した場合に放いで何れも沈没しないこと

これらの条件を満足するようボンツーンの容積と区画数が決定されている。また、ボンツーン2室とデッキが破損した場合の浮き屋根の傾斜についても検討が行われ、傾斜した場合の液位が浮き屋根外リム板の上端以下に位置していなければならない。

② 浮き屋根の強さ

(3)-①項の浮力計算に係わる条件に於いて、シングルデッキの場合デッキ及びボンツーンが破損しないこと。

浮力以外の強度として、浮き屋根支柱の強度が規定されている。着底時に於ける浮き屋根の支持構造物を設計する際の荷重として 1.2kN/m^2 （ 120kg/m^2 ）の活荷重（屋根の保守のための検査員と器具の重量、積雪荷重及び風圧を考慮して、平均的に定められたものである。多雪地帯で積雪荷重が 600N/m^2 （ 60kg/m^2 ）を越える場合は、その超える分を加算し、断熱材の施工により荷重が増加する場合はその荷重を上記の値に加算することとなっている）が考慮された検討が行われている。それ故に、建設地域の気象条件及び運用条件によって他の設計荷重条件が建設時の設計仕様に規定されている場合は、それらの設計荷重条件についても強度検討が行われ安全な浮き屋根形式の選定がされている。

③ 温度による設計

JISB8501に使用温度（メタル温度）が 90°C を超えると指定された貯槽は、浮き屋根式貯槽としてはならないと規定されている。

浮き屋根式貯槽の場合、浮き屋根上に各種の付属品が設置されており、特に低温地域に建設される場合、凍結等が生じてもそれらの作動が確実に行われる様に設計し維持されることが重要である。

(4) 浮き屋根上付属品の構造・機能

浮き屋根は、貯蔵液の受払いに伴い上下移動する構造であることから他型式の屋根とは違った特有のものがある。以下に各付属品の構造・機能を示す。

① 浮き屋根支柱

図-3に示す浮き屋根支柱は、浮き屋根支持構造物である。支柱は、タンクの運転

時と浮き屋根下での作業時において、浮き屋根レベルを変化させることが可能なようにピン構造となっている。また、支柱にはペーパー漏れ防止キャップが取り付けられている。

② 可動はしご（回転内梯子，ローリングラダー）

図-4 に示す可動はしごは、タンク頂部踊り場から浮き屋根が上下移動しても、追従して動き浮き屋根へ人が移れるよう可動するはしごを言う。可動はしごの踏板は、はしごの角度が浮き屋根の上下移動によって変わっても、水平を保てるようにリンク機構を応用した構造である。浮き屋根がいかなる高さにあっても利用できるように、下部に車輪が取り付けられ浮き屋根上のレールにそって移動する。車輪は、地震や風によって衝撃を受けても発火がおきないよう、非鉄金属でライニングされている。

③ 浮き屋根シール装置（浮き屋根シール，ウェザーシールド，ストッパ）

図-5 に示す浮き屋根シール装置の浮き屋根シールは、浮き屋根外周縁に取付けられ側板と浮き屋根外リム板の間隙から発生するペーパーを抑える目的で取付けられている。

消防法告示に浮き屋根シールの材料として、たわみ性があり、かつ、側板に密着する性能を有する材料により被服するとの規定がある。

浮き屋根シール機構には、ソフトシールとしてウレタンフォーム又はゴム製のチューブシールをゴム製エンベロープで包んだものと、メカニカルなもので摺動面に金属板を押し付けたものがあるが、地震時の安全性から国内においてはソフトシールが採用されている。ゴム製エンベロープは長期の使用に対してオゾン劣化等に伴い材質の硬化、軟化、伸びの低下が生じてくるため、材質選定時の性能として貯蔵液に対する対アロマティック含有量、強度、耐摩耗性、老化、劣化に対する考慮が必要となる。

ウェザーシールドは、浮き屋根シールを直射日光から遮断することと降雨時の雨水侵入を極力少なくすることを目的としている。先端はゴムを使用したものと非鉄金属を使用したものがあり、帯電した静電気を逃がすためにアース線が浮き屋根に接続されている。

ストッパは、浮き屋根シールの損傷防止を目的としている。

④ ワックススクレイパー

図-6 に示すワックススクレイパーは、高流動点の原油又は重油等を貯蔵するタンクの側板に成長するワックスを機械的に剥ぎ取るための装置であり、浮き屋根シール下部に取付けられている。

⑤ 雨水排水装置（ルーフドレン）

図-7 に示す雨水排水装置は、降雨を浮き屋根にためることなくタンク外へ排出する装置である。装置は、排水口、スィベルジョイントを有する鋼管（排水管）及び側ノズルから構成される。シングルデッキの排水口には、フロートチェック弁を設け、排水管の破損に備え貯蔵液のデッキ上への逆流を防止している。

雨水排水装置は、設計条件に規定された降雨量に応じ、浮き屋根が最低位置にある状態で排出可能である口径と数量が設計がされている。

なお、タンク直径が 40m 以下の場合は排水管は少なくとも口径 80A（3B）以上のものを 1 本、直径が 40m を超える場合は、口径 100A（4B）以上のものを 1 本設けなくてはならないと消防法告示及び JISB8501 で規定されている。

⑥ 非常用排水装置（エマージェンシードレン）

図-8 に示す非常用排水装置は、雨水排水管が破損、故障又は規定量以上の降雨があった場合、浮き屋根上が過荷重とならないように本装置により雨水をタンク内に流下させるもの。

構造的には、水封式が一般的である。水封式は、貯蔵液の比重が大きい場合、封水が不足すると正常に機能しないことがあるため封水量の確認を行なう事が必要である。

⑦ 自動空気抜きノズル（オートマティックブリーダーベント）

図-9 に示す自動空気抜きノズルは、浮き屋根が支柱によって支持されている状態で液の受払いを行なう場合、浮き屋根を正、負の圧力から守るための通気装置である。

消防法告示に、浮き屋根が支柱で支えられている場合において、危険物の出し入れによって、屋根が破損しないような通気管を設けることとの規定に該当する。

⑧ リムベントノズル

図-10 に示すリムベントノズルは、浮き屋根外周リム板と側板との間隙をシールする浮き屋根シール下部のペーパーを排出しシールの正常化を測ると共に、デッキ板下に溜まったペーパーを排出させる目的で取付けられる。リムベントノズルには、フレームアレスタ及び大気弁が取り付けられている。

フレームアレスタ：タンク外の火気をタンク内に引き込まないために取付ける装置。
大気弁：設定圧力になると、その圧力に応じて正、負の弁が作動し圧力を放出又は吸入を行なう弁。

⑨ 消火せき板（エアフォームダム）

図-11 に示す消火せき板は、タンク側板上部に設置される消火装置から放出される泡（エアフォーム）を側内面に沿って流下させ浮き屋根外周上のせき板と側板によって形成される環状部分にある浮き屋根のリム部に速やかに泡が溜まるように設けられている。

せき板は、タンク側板から内部に 1.2m 以上離れた位置に設け高さは 900mm 以上と規定されている。

消火装置（エアフォームチャンバ及びデフレクタ）の取付数量は、タンク直径に対する最小数量及び貯蔵する危険物の種類による消火能力に対応できる消火装置の数量から決定される。

⑩ 液面計

図-12に示す液面計は、液面高さを測定することによって、タンク内の液量を知るための計器である。大型タンクの場合、平均温度計を併せて取付けることにより、液温と容量の関係をコンピュータにより解析して正確な貯蔵液の入出荷管理を行なうこともある。

⑪ ゲージポール

図-13に示すゲージポールは、タンク内の液量を検定するために取付けられている。ゲージポールを検尺口として使用すると共に、液面計、平均温度計等の併設が可能な大型のゲージポールとなっている。

また、浮き屋根の円滑な作動と回転防止の役目も果たしている。

⑫ 回転止め

構造的には、ゲージポールと同様に側板上部及び下部の支持材で支持されている。消防法告示に、浮き屋根には当該浮き屋根を常にタンクの中心位置に保持し、かつ、当該浮き屋根の回転を防止するための機構が設けられていることと規定されており、ゲージポール及び回転止めの設置が該当する。

⑬ デッキマンホール

図-12に示すデッキマンホールは、建設時及び点検時の出入口、換気口、明り取り等多目的に利用できる。浮き屋根下部には、内梯子を併設している。

⑭ 隔壁マンホール

浮き屋根内の仕切り板（バルクヘッド）で仕切られたボンツーン内への出入り口に利用する。

⑮ 浮き屋根アース

図-4に示す浮き屋根アースは、浮き屋根の電荷を側板に導くために可動はしごを介して取付けられ、タンク本体と浮き屋根を接続している。

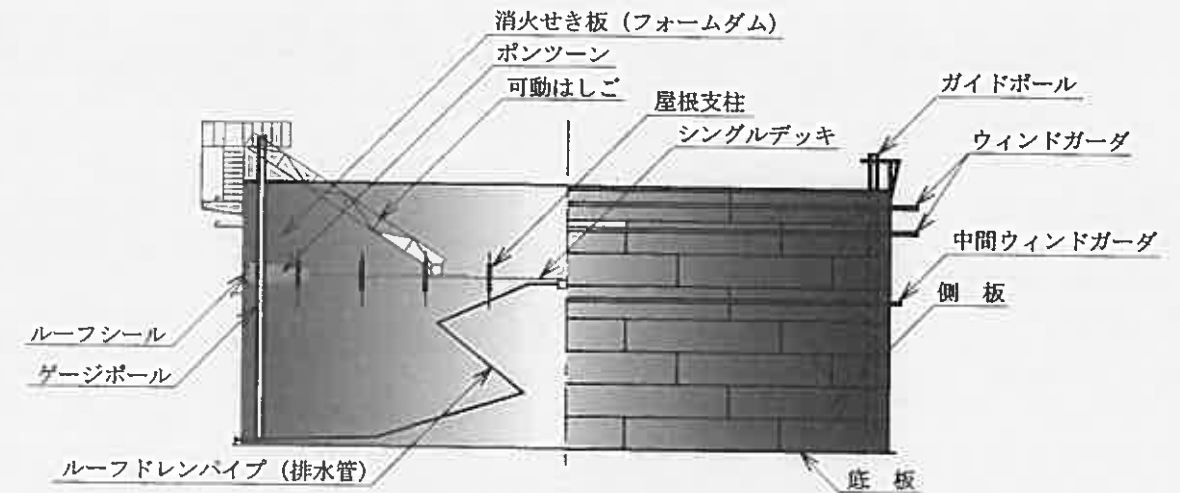


図1 シングルデッキ浮屋根

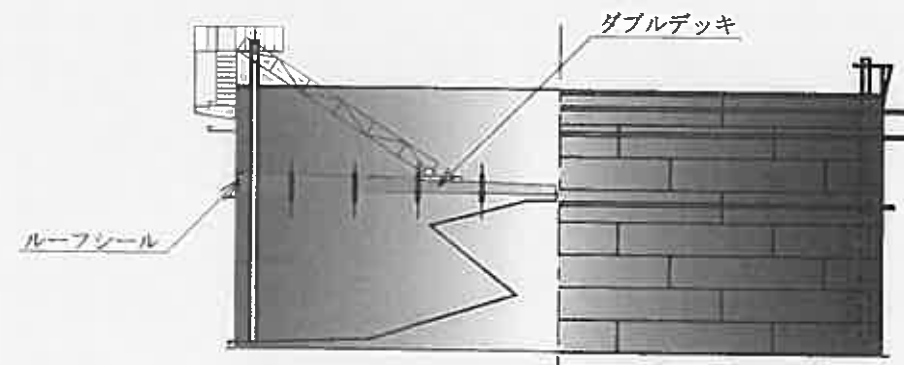


図2 ダブルデッキ浮屋根

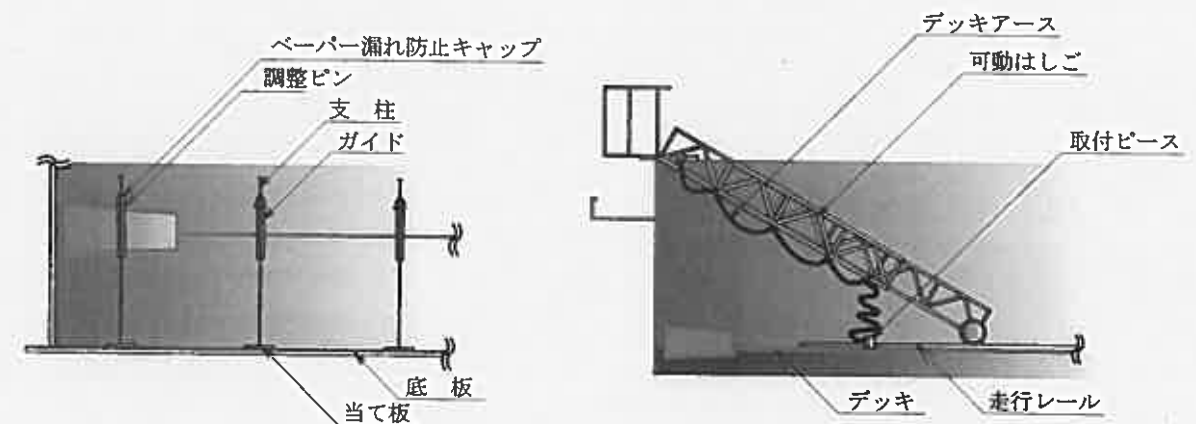


図3 浮屋根支柱

図4 可動はしご及び浮屋根アース

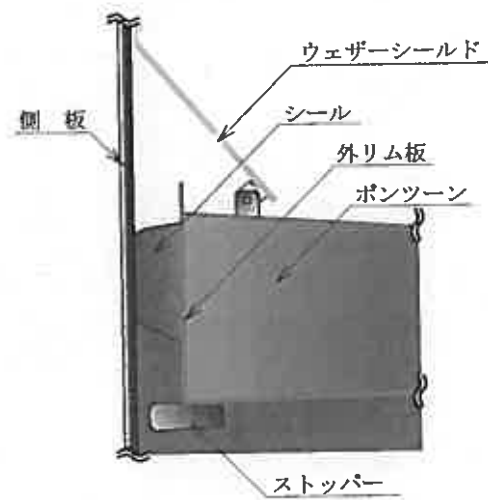


図5 浮屋根シール装置

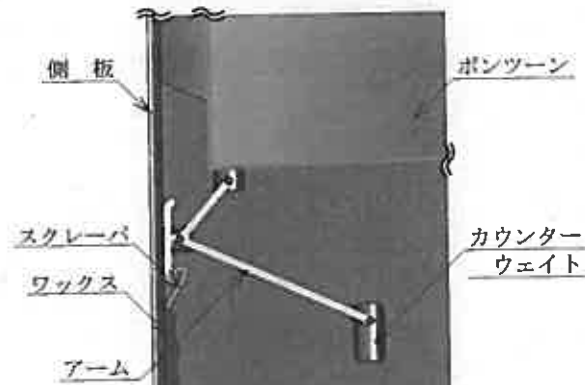


図6 ワックススクレーパー

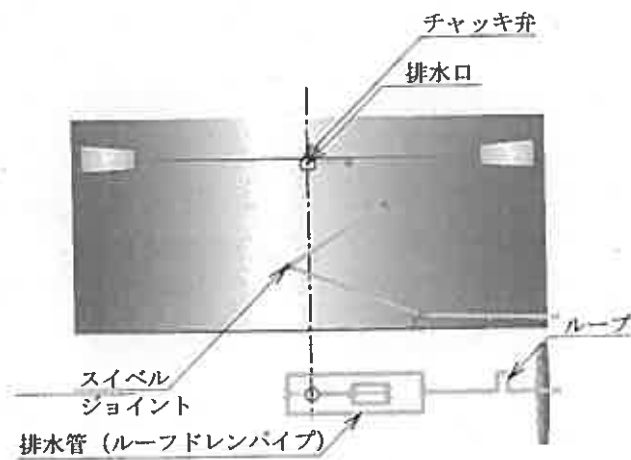


図7 雨水排水装置

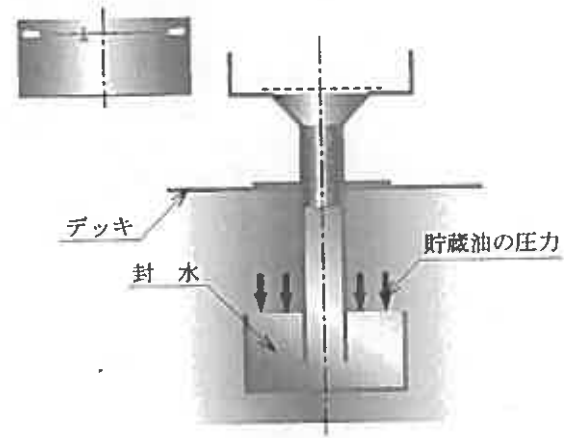


図8 非常用排水装置

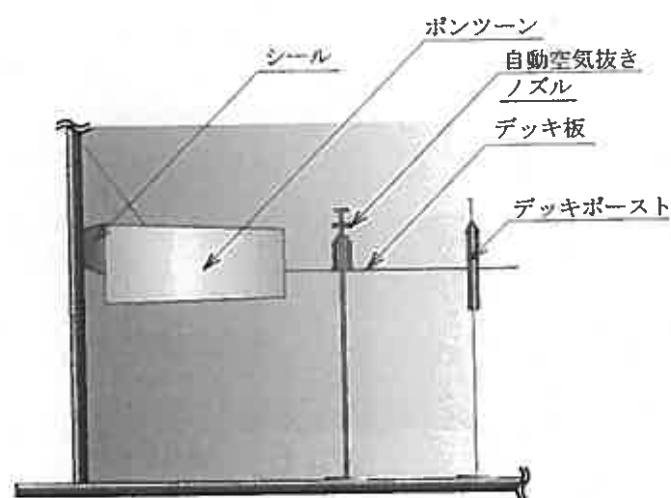


図9 自動空気抜きノズル

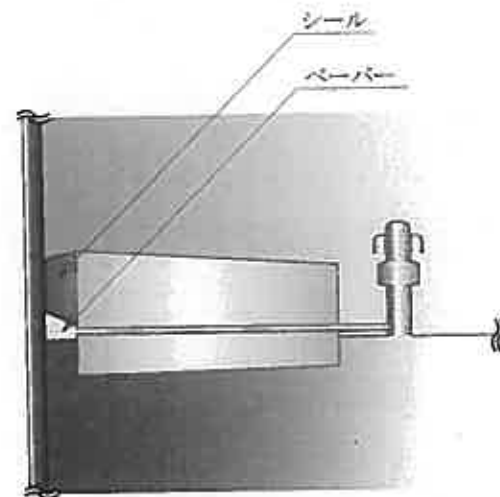


図10 リムベントノズル

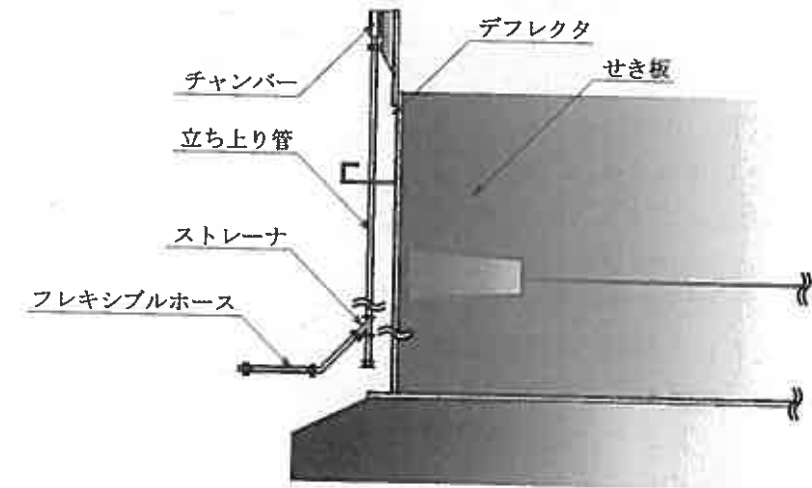


図11 消火せき板 (フォームダム)

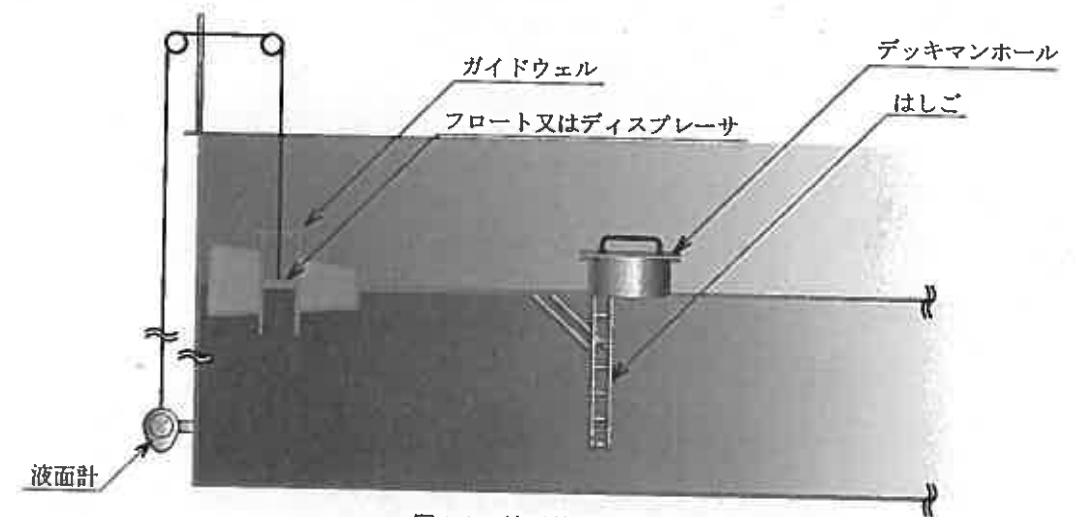


図12 液面計及びデッキマンホール

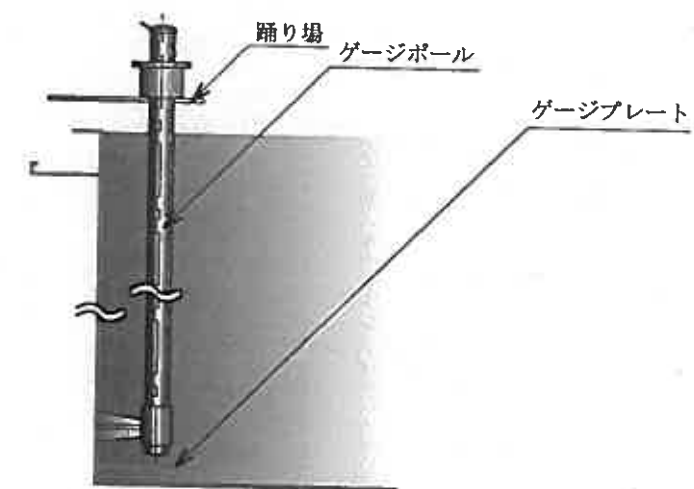


図13 ゲージポール

1.3 被害事例（各論）

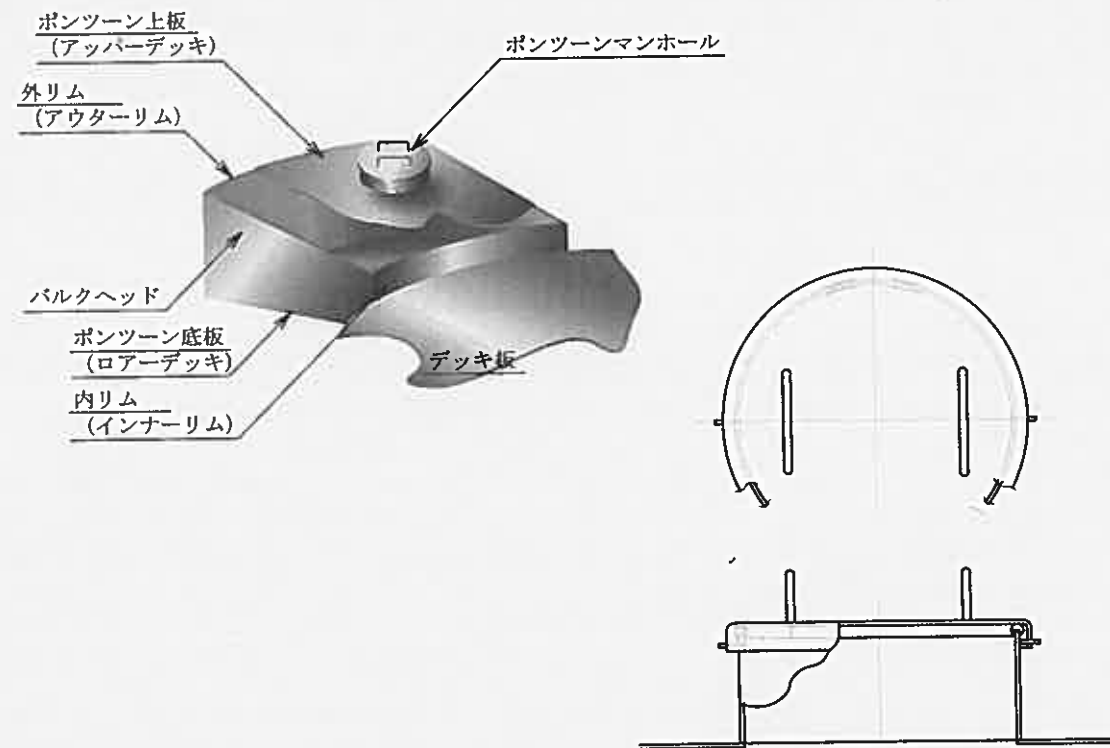
（1） 浮き屋根式タンクの浮き屋根沈没事例

今回の地震では、浮き屋根全体が、油中に沈没してしまった事例が数件発生している。なお、浮き屋根のタイプは全てシングルデッキである。

沈没した原因としては、スロッシングにより、浮き屋根が大きな変位を受け、その結果ポンツーンやデッキ板が破損し、浮き屋根に傾きが生じて沈没したと考えられる。

タンクによって被害程度は異なるが、ポンツーンの破損室数は、ポンツーン全室の2割程度と考えられるが、（現段階では、沈没した浮き屋根タンクの詳細調査は未実施であり、タンク上部からの観察によっている。）破損したポンツーン内やデッキ上に油が流入したことにより、浮き屋根が傾き沈没に至ったと考えられる。これは、ポンツーンマンホールの構造が大きく関係している。つまり、一般的にポンツーンマンホールは気密構造となっていないため、浮き屋根が傾いたとき、破損していないポンツーン内にもポンツーンマンホールから油が流入し、浮き屋根全体の浮力を失う結果となっている。

ア ポンツーンの構造



イ 浮き屋根沈没過程図

図7 浮き屋根沈下状況図(推定)

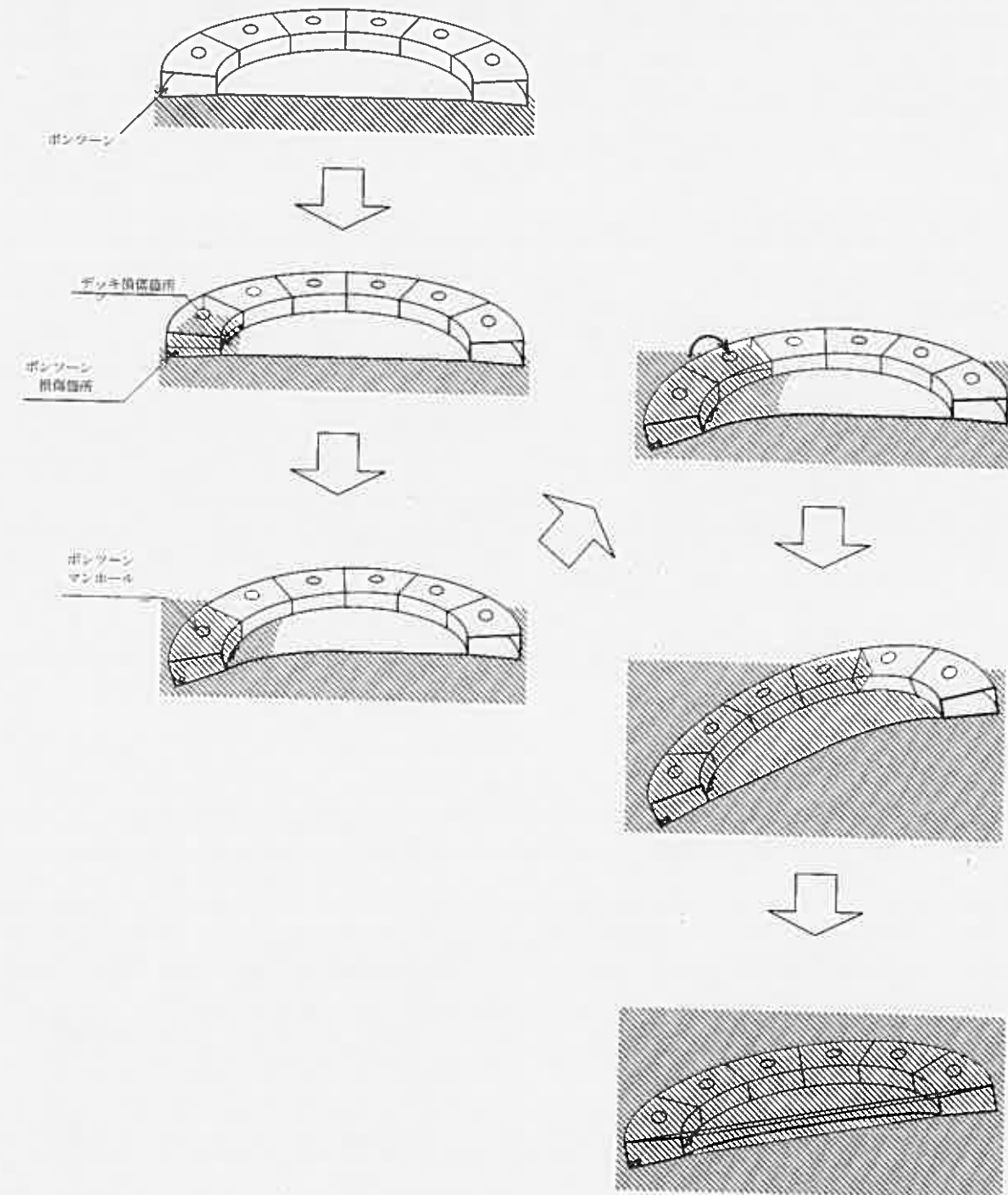
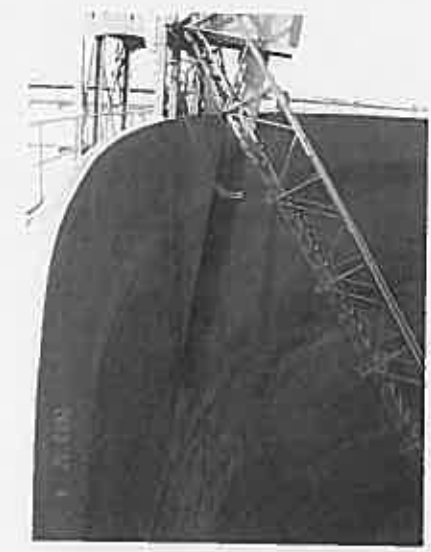
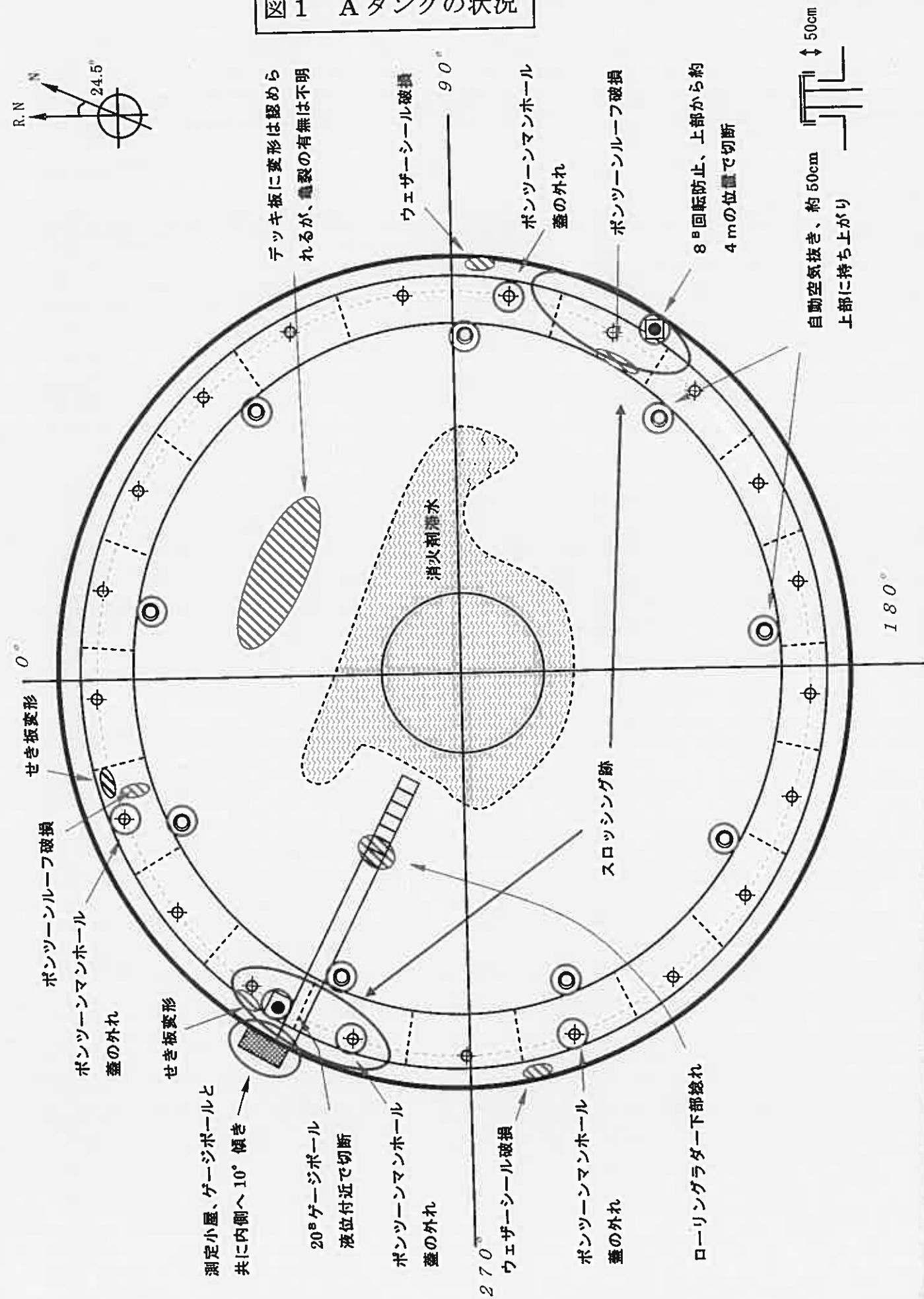


図1 Aタンクの状況



20Bゲージポール液位で切断



測定小屋、ゲージポールと共に内側へ10°傾き



せき板変形



ポンツーンマンホール蓋の外れ

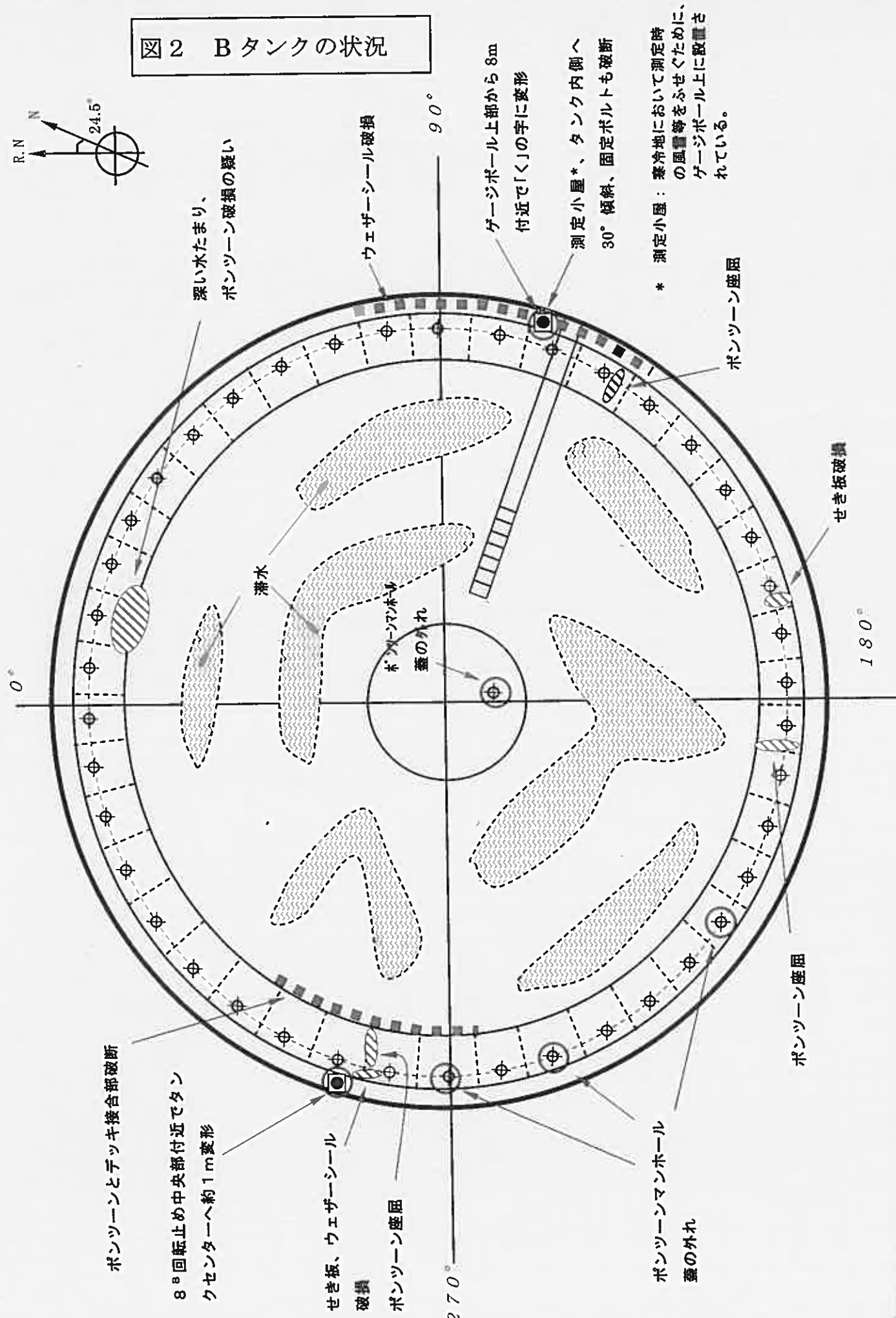


ウェザーシール破損



ポンツーンシルーフ破損

図2 Bタンクの状態



ボンツーン座屈



ポンツーンとデッキ接合部破断



8B 回転止め中央部付近へ約 1 mm 変形



ゲージホール上部から約 8m 付近で
「く」の字に変形



ポンツーンマンホール蓋のはずれ



せき板、ウェザーシール破損

ボンツーン損傷状況の詳細

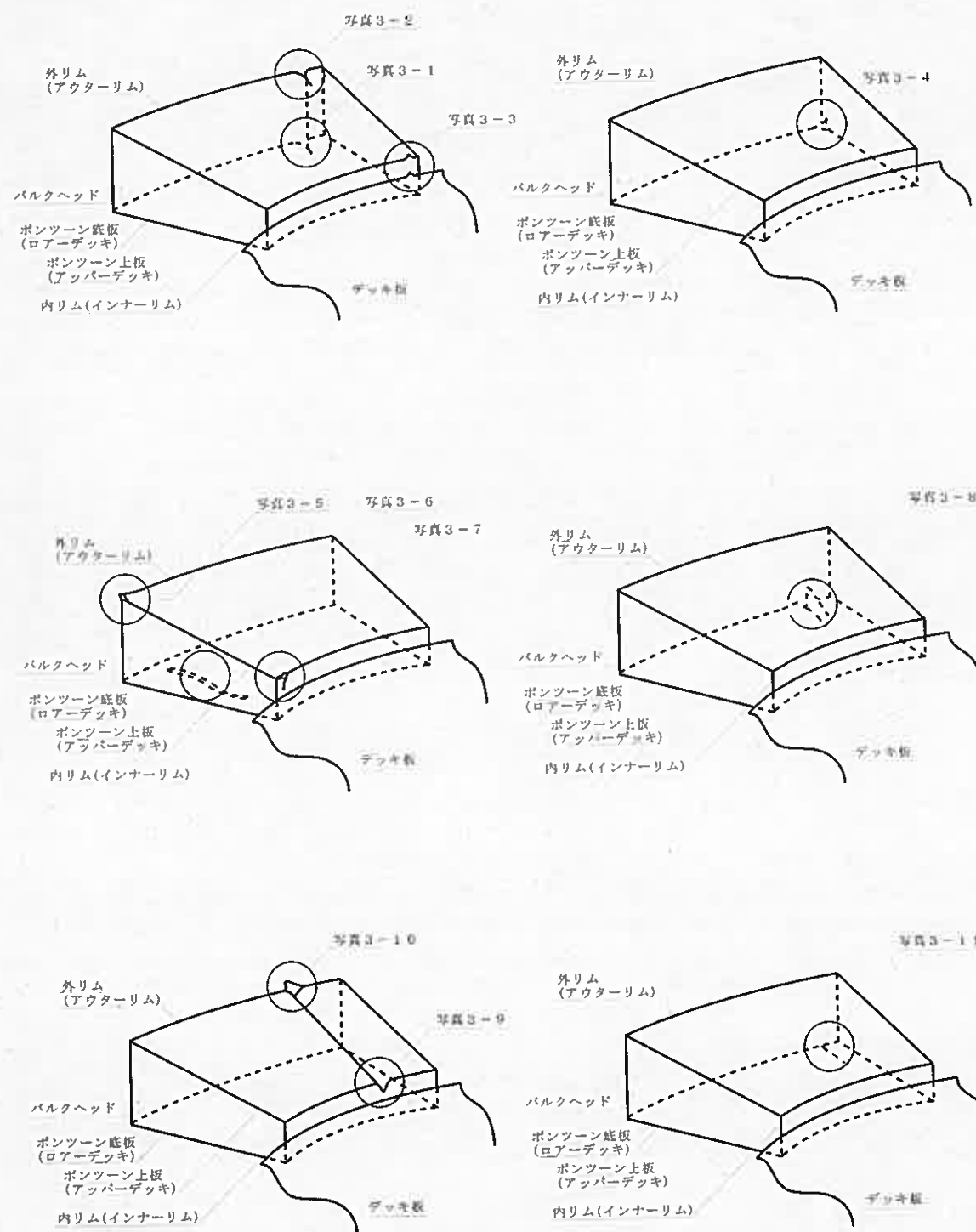


写真3-1



写真3-3



写真3-4-2



写真3-5-1



写真3-2



写真3-4-1



写真3-4-3



写真3-5-2



写真3-6-1



写真3-6-3



写真3-6-5



写真3-8



写真3-6-2



写真3-6-4

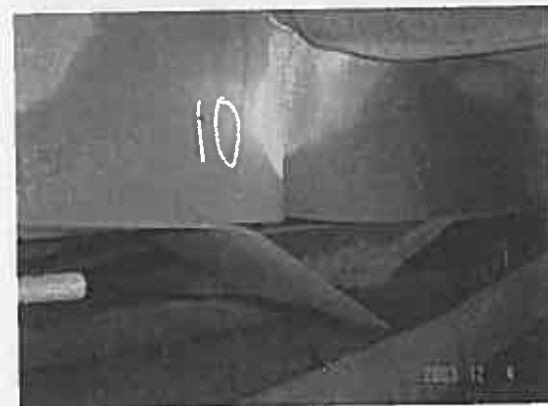


写真3-7



写真3-9-1



写真3-9-2



写真3-10-2



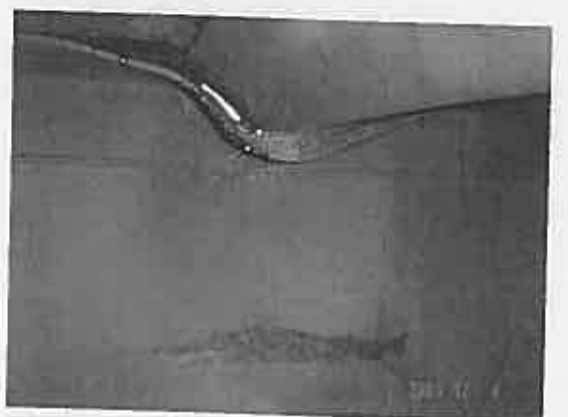
写真3-11



写真3-10-1



写真3-10-3



浮き屋根沈下に伴う、底部破壊事例

ア 浮き屋根の沈下に伴い、タンク底板をデッキポスト（浮き屋根を支えるための柱）が貫通した事例。



写真4 底板にデッキポストが貫通した状況

底板の材質はSS41、厚さは9mm。

通常は、デッキポストが底板に乗る位置には保護板があるが、浮き屋根の沈下に伴い浮き屋根の位置がずれている。また、デッキポスト下部が、パイプ軸に対して直角に切断され丸みが取られていないことにより、浮き屋根が斜めに沈下したとき、ポスト下部の端部で底板を剪断したものと考えられる。

イ FRTの浮き屋根滞油事例

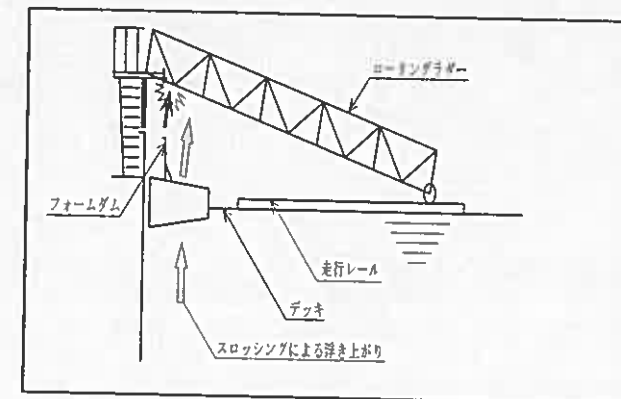
① デッキ板破損による浮き屋根上への滞油



・ ローリングラダーとの衝突

スロッシングにより浮き屋根全体が持ち上げられ、ローリングラダーと堰板が衝突した事例も散見された。

図8 ローリングラダーとフォームダムの衝突概要図

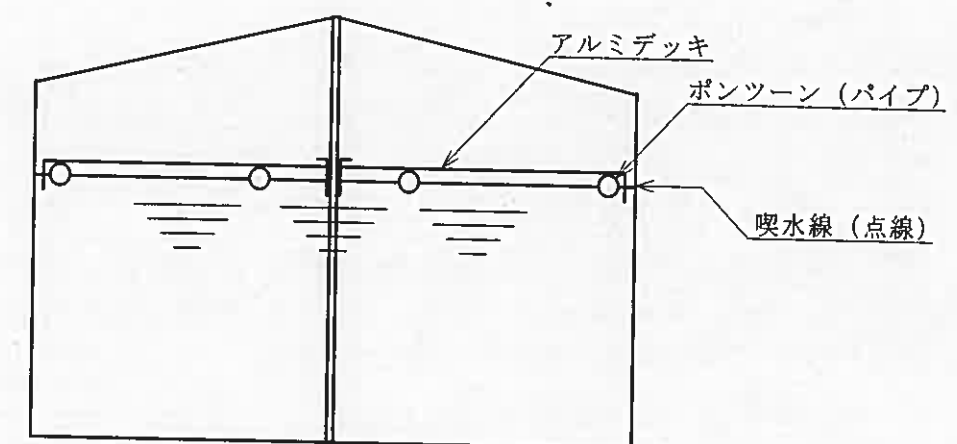


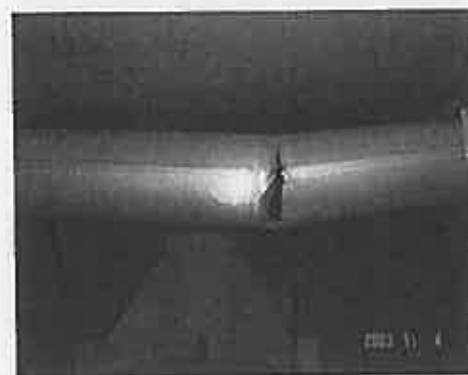
ウ 内部浮き蓋式タンクの浮き蓋沈没事例

内部浮き蓋式タンクの浮き蓋の構造は、鋼製のシングルデッキタイプと、アルミ製浮き蓋に分ける事が出来る。

被害事例についても、鋼製の浮き蓋を持ったタンクは、これまでに紹介した浮き屋根式タンクと同様であり、浮き屋根が圧縮力により破壊された事例、ゲージボールが破損した事例等が主な内容である。

これに対し、アルミ製浮き蓋は別の被害形態であった。アルミ製浮き蓋の内部浮き蓋式タンクの構造は、一般的に次図のようである。浮きには、アルミ製のパイプが使用されており、デッキは約厚さ0.5ミリメートル程度のアルミ膜で構成されている。また、最外周にはアルミ製のリム板が設置されている。

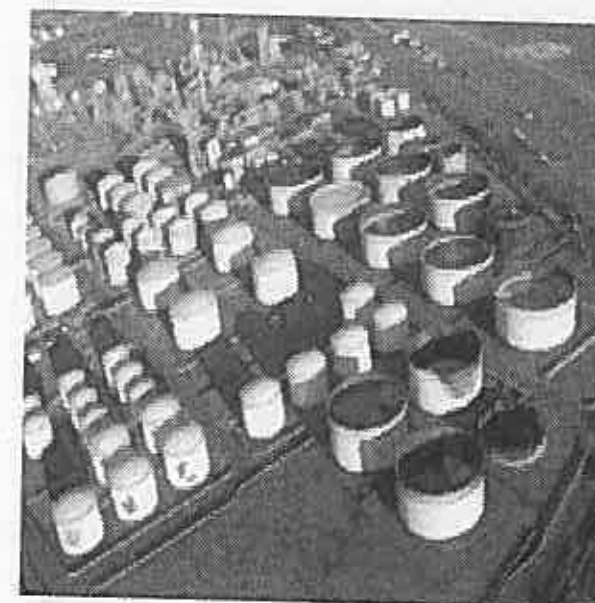
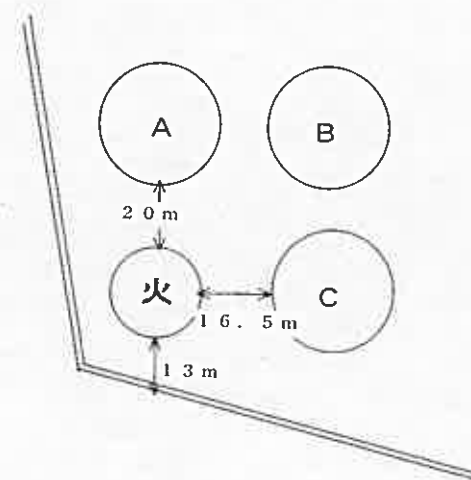




1.4 火災隣接タンクの健全性について

平成15年9月28日に発生したタンク全面火災は、沈下までに約44時間を要している。その火災により隣接するタンクの側板が一部損傷する事態が発生した。火災による損傷としては下記の内容が考えられる。

- 1 熱影響による側板の組織変化
- 2 熱影響による側板の軟化（強度低下）
- 3 熱歪み等による溶接線の割れ

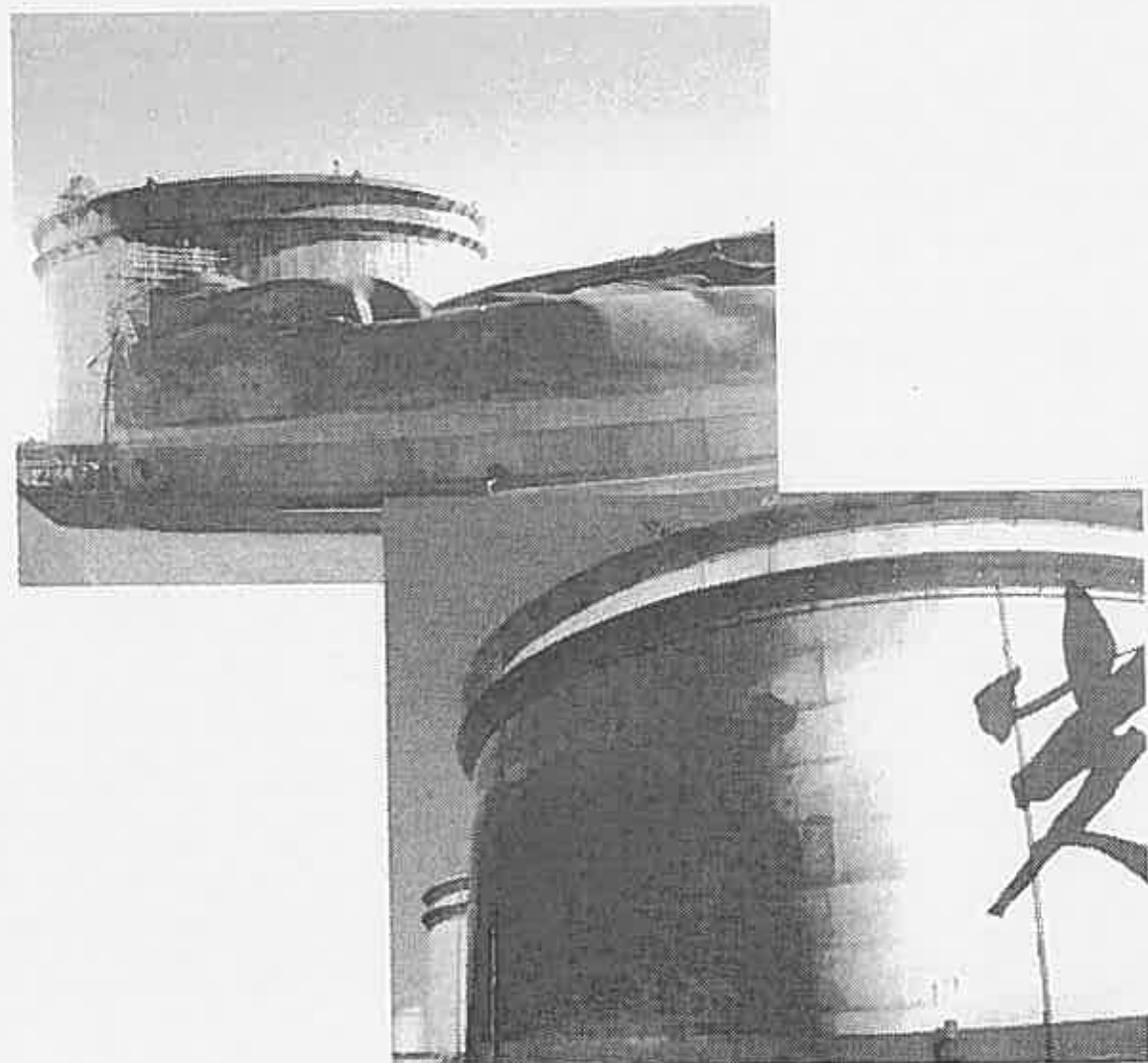


1においては母材、溶接線及び溶接線熱影響部について組織検査（SUMP法）により確認されている。ミクロ組織観察の結果、火災による変色部及び健全部を比較して、母材は通常のベイナイト組織を呈しており、また溶接線の熱影響部（HAZ）、溶接部（DEPO）も通常の溶接部組織を呈しており、変色部と健全部の組織に差異は認められなかった。

2の側板材料の強度評価については硬度測定（超音波硬さ計使用）により確認された。当該タンクの使用鋼種は60kgf級高張力鋼であり、引張り強さは約60～70kgf程度と考えられ、この値を硬さに換算すると約184～216HV程度に相当すると思われる（出光苫小牧調べ）。火災による変色部を硬度測定した結果、部分的な軟化は認められたものの、母材部の硬さは184～208HVの値が確認され、HAZ及びDepoの硬さの値において著しい軟化や硬化は認められなかった。

3については目視及び磁粉探傷試験を実施した結果、側板とアニュラ板溶接線内側については、3箇所の線状指示模様を確認され、アニュラ板相互溶接線には異常は認められなかった。また、アニュラ板と底板との溶接線(3重点)についても異常は認められなかった。

タンク A	内径 49.4m	高さ 24.39m			
	側板 (スパイラル・ヘリカル)	24mm~8mm	HW50/SS41		
タンク C	内径 49.4m	高さ 24.39m			
	側板 (煉瓦積み・10段)	1段目 24mm	2段目 20mm	3段目 17mm	
		4段目 15mm	5段目 13mm	6段目 11mm	
		7段目 9mm	8・9段目 8mm	以上 WT60	
		10段目 8mm	SS41		



1.5 スロッシング挙動について

今回の地震では、苫小牧市、石狩市、釧路市で被害が生じており、その被害内容はほとんど全てがやや長周期地震動によって励起されたスロッシングによるものであり、火災2基、浮き屋根の沈没6基、内部浮屋根の沈没1基等の甚大な被害が生じている。その他、貯液の溢流、固定屋根の破損・変形、浮屋根デッキ・ポンツーンの座屈・破損、回転梯子、踊り場の損傷、ウェザーシールドの損傷、ガイドポール・ゲージポールの破断・変形、エアフォームダムの変形等が認められた。

スロッシングの最大上昇量は、速度ポテンシャル法で比較的精度良く推定できる。消防法ではその中で用いられている速度応答スペクトル値は、周期・地域によらず約100 cm/sである。

スロッシングの最大上昇量についての実測データは、甚大な被害のあった苫小牧においてもそれほど多くない。そこで、実測値と計算値との整合性を確認した後、苫小牧地区のスロッシング状況を概観するために、全石油タンクの最大上昇量を推定した(図参照)。その結果によれば、周期約5秒、7.5秒で3mを上回り、およそ3.5秒から9秒の間で2mを超える。周期数秒では2m程度、10秒となると1m程度で何らかの被害が生じている。また、火災や浮き屋根の沈没という甚大な被害のあったタンクは、概して同程度の固有周期を持つタンクの中では最大のスロッシング上昇量となっている。

スロッシング最大上昇量 W_h は地震動が与えられれば算出できる。 W_h が被害と1対1対応になっていれば、被害予測は地震動予測の問題になる。しかし、10万klタンクでは W_h は1.5m程度であり、地震時液高も約60%でありながら、浮屋根の沈没という甚大な被害(火災の発生危険が高い)となった。これは、満液に近いタンクほど被害が発生すると従来考えられていたこととは異なる。そこで、この10万kl浮き屋根タンクを対象として、今回の地震でどのようなことが起こったのか、簡単な計算を行ってみた。

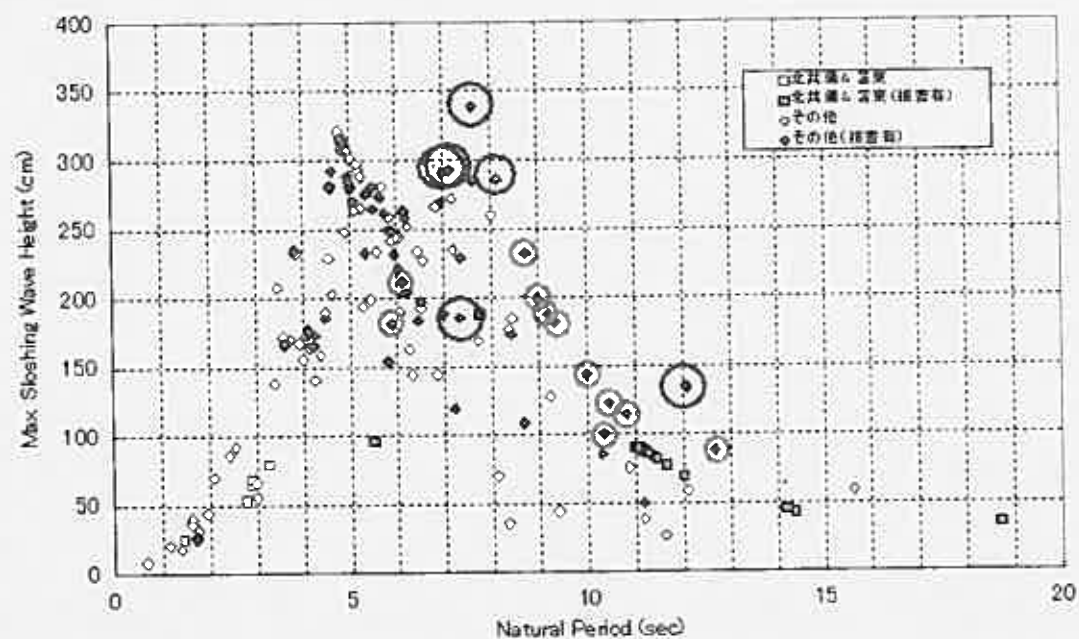
計算は直近の地震記録の水平2成分を入力とした時刻歴応答法によった。特にスロッシングの大きかったE-W方向の液面の様子をみると、周期約12秒の1次モード以外にも、2次モード(周期5.6秒)、3次モード(周期4.3秒)で激しく揺れることが確認できる。今回の地震での苫小牧では、これら高次モードでの周期で極めて強い地震動となっている。今後の検討を待たねばならないが、この高次モードが浮き屋根の沈没に与えた影響を無視できないのではないかと考えている。

今回の地震では、極めて広い周期帯域での強い地震動が、小さなタンクから大きなタンクまでの殆ど全てのタンクにスロッシングを起こさせ、被害を与えたと考えられる。これは1999年コジャエリ・トルコ地震の際のTUPRAS製油所で起こった事象と酷似している。この時も大型タンクの沈没が発生しており、1次モードのみならず高次モードの寄与を受け被害をより大きくした可能性がある。実際、近傍の地震記録を解析してみると、高次モードの周期帯域も強い地震動となっている。もしそうであるならば、広い周期帯域

(3-12秒程度) 全てに亘る地震動予測が必要となり、その寄与をも考慮して被害との関係を導くというシナリオを考えた検討が必要であろう。

十勝沖地震時の特に苫小牧での地震動、スロッシングによる石油タンク被害を概観した。被害は多岐にわたったが、甚大な被害は火災等々で、特に我が国に於いては初めての浮屋根の沈没といった事態が生じた。これは更なる火災の危険をもたらすことから、重大視すべきと考えられる。浮屋根については、現在は豪雨時の浮屋根上への雨水の滞留に対する浮力が考慮されているものの、スロッシングによる浮屋根の揺動に対する強度についてはその限りではない。従って、今回の被害調査に基づき、浮屋根の沈没に影響したと考えられるポンツーンの破損、デッキとの接合部の破断に対する強度の観点からの検討を行い、早急に改善策を示す必要がある。その際には、今回の地震動の特徴であるスロッシングに係る広い帯域で地震動が強かったことから生じる高次モードの浮屋根への影響も明らかにすることが重要と考えられる。今後順次タンクが開放されるであろうが、その都度詳細な調査を行うことが先ず必要である。

【消防研究所】



1.6 被害事例から見る教訓

今回の地震によるタンクの被害状況から得られた教訓は次のとおりである。

(1) 浮き屋根構造

- ① シングルデッキの場合、ポンツーンが健全であってもデッキが破損することにより、デッキ上に油が滞油する事が判明した。また、このことは、浮屋根が沈没しなくとも全面火災の可能性のあることを示唆しており、シングルデッキとダブルデッキの構造的な安全性の差を痛感させられる。
- ② ポンツーン破壊とデッキの破損により、浮屋根全体が傾き、健全なポンツーンにマンホール上から順次油が浸入することにより、浮屋根全体が地震数日後に沈没することが判明した。このことは、現在の升状のポンツーンの弱点を示唆しており、ポンツーンマンホール等(場合によってはバルクヘッド上部)の気密化が必要であることが判明した。
- ③ ポンツーンは内リム、外リムとも、圧縮力による破壊形態であり、板厚の増加等、強度の増加が望まれる。
- ④ デッキ板及びポンツーンローアーデッキの溶接部亀裂事例が発生している。この部分は、片側連続隅肉溶接が主流であるが、両面連続隅肉溶接等の採用が望まれる。
- ⑤ ポンツーンとデッキの取り付け部の破壊事例が多く発生しており、板厚の増加や両面溶接の採用など、強度の増加が望まれる。
- ⑥ ポンツーンストッパーがポンツーンローアーデッキを突き破った事例があり、取り付け部の補強等が望まれる。

(2) スロッシング高さや付属品の位置

- ① 現行の消防法で計算したスロッシング高さの比べ、タンクによっては約2倍のスロッシングが観測されている。このため、地域によってはスロッシング計算の改正が必要となる可能性がある。
- ② ローリングラダー下部と堰板が衝突している事例が散見される。また、トップアングル上にウェザーシールが飛び出たと思われる事例がある。これらの事例から、衝突可能性がある部位の堰板や、ウェザーシール本体(先端部は銅合金等の非鉄金属が多く使われている。)の材質について、衝突火花が起きない材質にする考慮が必要である。

(3) その他の付属品構造等

- ① 浮き屋根沈没に伴い、デッキポストが厚さ9mmの底板を貫通した事例が発生している。これは、デッキポスト下部がパイプ軸に対し直角に切断されており、かつ、浮き屋根が傾いて沈下したため、パイプ角で底板を切断したものである。この事例より、デッキポスト下部の端部には、丸みをつけることが望まれる。
- ② アルミ製浮き蓋のパイプ式ポンツーン中央部が、曲げにより破断し、浮き蓋が沈没した事例がある。このパイプ式ポンツーンの長さは約11mあり、パイプ太さに対し長さが長かった可能性が高い。パイプ強度の検討が求められる。
- ③ ゲージポールや回転止めが切断された事例が見られた。この破断部位の多くは、パイプ継ぎ手溶接線と考えられ、溶接部の健全性の確認が求められる。
- ④ 検尺小屋が浮き屋根上に落下し、ポンツーンや堰板を破損した事例が見られた。検尺小屋取り付け部の耐震性向上が求められる。

- ⑤ ローリングラダーの変形や脱輪事例が見られた。特に脱輪事例はデッキ破損につながるため、脱輪防止措置の設置が求められる。
- ⑥ 液状化による防油堤の破壊事例が多く見られた。防油堤の液状化に対応する措置は、「平成10年3月20日付け消防庁危険物規制課長通知第32号」で改修方法が示されているにもかかわらず、未措置のケースが目立った。早急な対応が望まれる。
- ⑦ 浮き屋根上に漏洩した油がルーフドレンを経由してタンク外に排出された事例が見られた。このことから、ルーフドレンの弁は、緊急時に閉鎖できる構造とすることが望ましい。

第2節 長周期地震動によるタンクの被害状況の解析

2.1 苫小牧地域の石油タンクのスロッシングとやや長周期地震動

今回の地震によるスロッシングの最大上昇量についての実測データはそれほど多くない。被害の甚大であった苫小牧地域には多くのタンクがあるものの、その多くはスロッシングによる油の側板への付着などから比較的容易に実測可能な浮き屋根式タンク（FRT）ではなかったり、FRTであっても次式³⁾で決まるスロッシング固有周期（ T_s ）がほとんど同じである（タンク諸元が同じ）ことで基数があっても意味のあるデータは少ない。

$$T_s = 2\pi\sqrt{D/(3.682g)} \cdot \coth(3.682H/D) \quad (1)$$

ここで、 D はタンク直径、 H は液深、 g は重力加速度。

図9は直接測れず目視で推定した値も含め、横軸に T_s 、縦軸にスロッシング上昇量をとったものである。ここで塗りつぶしたものは何らかの被害があったことを示している。また矢印で示した2基については溢流したため推定最小値を示している。最大では3m程度のスロッシングがあったようである。

一方、スロッシング上昇量は地震動を与えれば比較的容易に算出することができる。そこで、ここでは石油タンクのある主な2地点の地震記録を用いて上昇量を推定し実測値と比較する。次いで、その結果に基づき、苫小牧のすべてのタンクのスロッシング上昇量を推定する。

最大上昇量の算出では、速度ポテンシャル理論に基づく2次元水平動入力に対する応答解析法⁴⁾を用いた。2地点の地震記録は約200秒間、それらの最大加速度は約75galおよび120galとそれほど大きなものではない。図9のデータと対応する計算値とを比較すると、図10のようになり、実測値の精度のことを考慮すると概ね両者は一致しているものと考えられる。

そこで、苫小牧地区のすべての石油タンクのスロッシング状況の全体の概観を知るために、図10での算出に用いた地震動記録と解析手法によって最大上昇量を推定した（図11）。これによれば、周期約5秒、7.5秒で3mを上回り、およそ3.5秒から9秒の間で2mを超える結果となった。この図で塗りつぶしたものは何らかの被害があったものであるが、周期数秒では2m程度、10秒となると1m程度で何らかの被害が生じるようである。また、○印で囲んだものは、火災や浮き屋根の沈没という甚大な被害のあったタンクである。概して同程度の固有周期を持つタンクの中では最大のスロッシング上昇量となっている。

Sloshing due to the 2003 Tokachi-oki Earthquake at Tomakomai

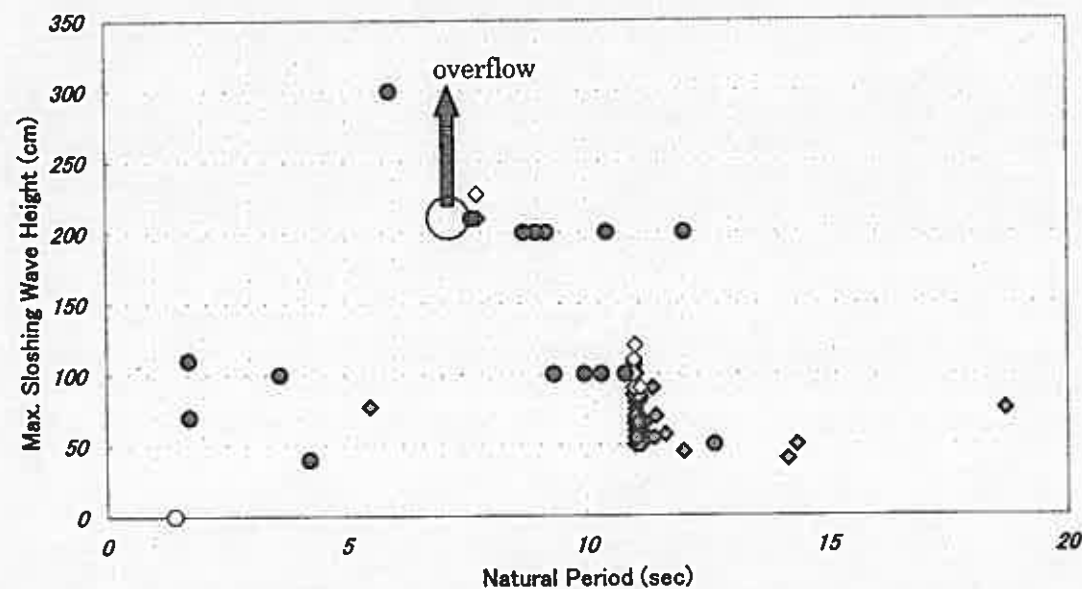


図9 苫小牧地区におけるスロッシングの固有周期に対する上昇量の実測値

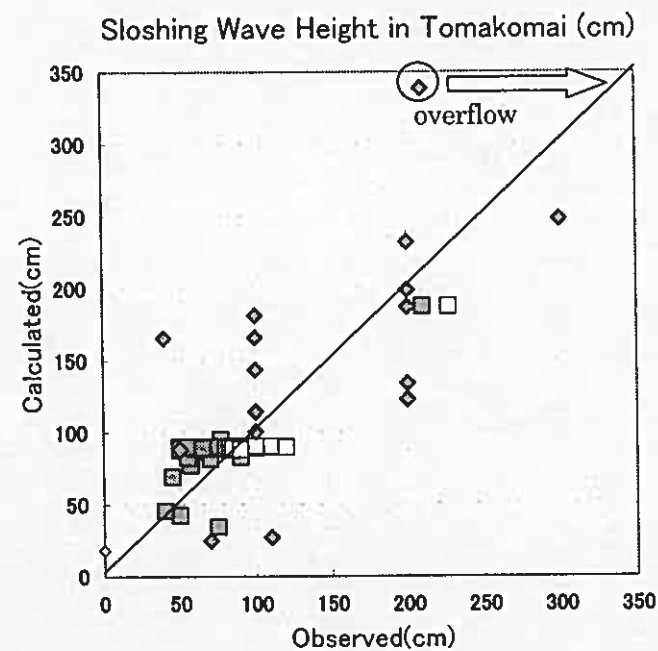


図10 苫小牧地区におけるスロッシング上昇量の実測値と計算値との比較

Calculated Sloshing Wave Height due to the 2003 Tokachi-oki Earthquake at Tomakomai

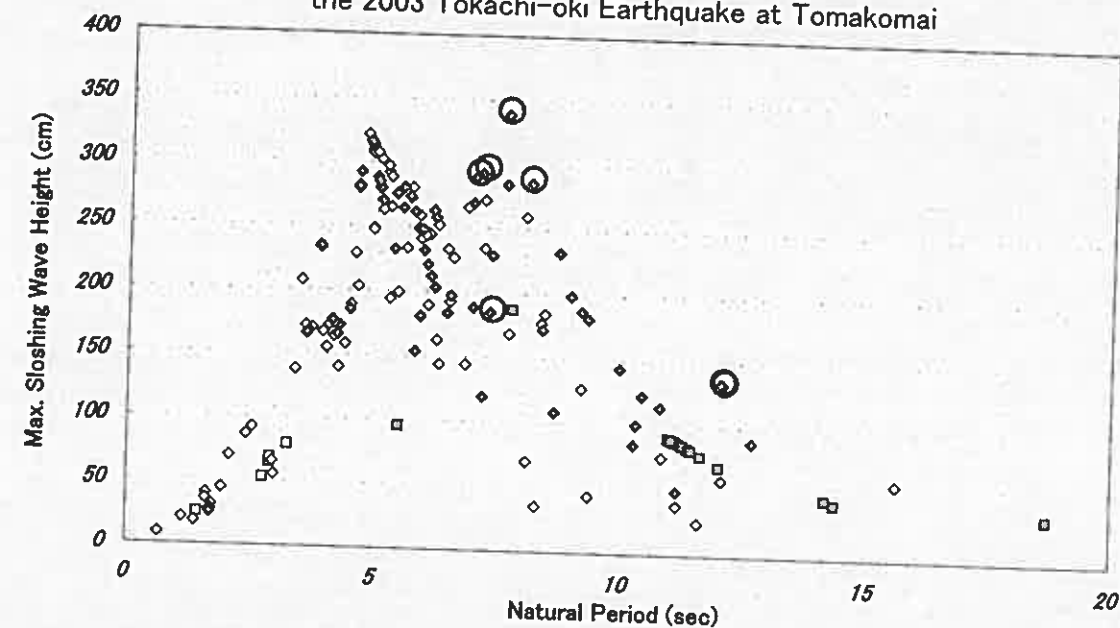


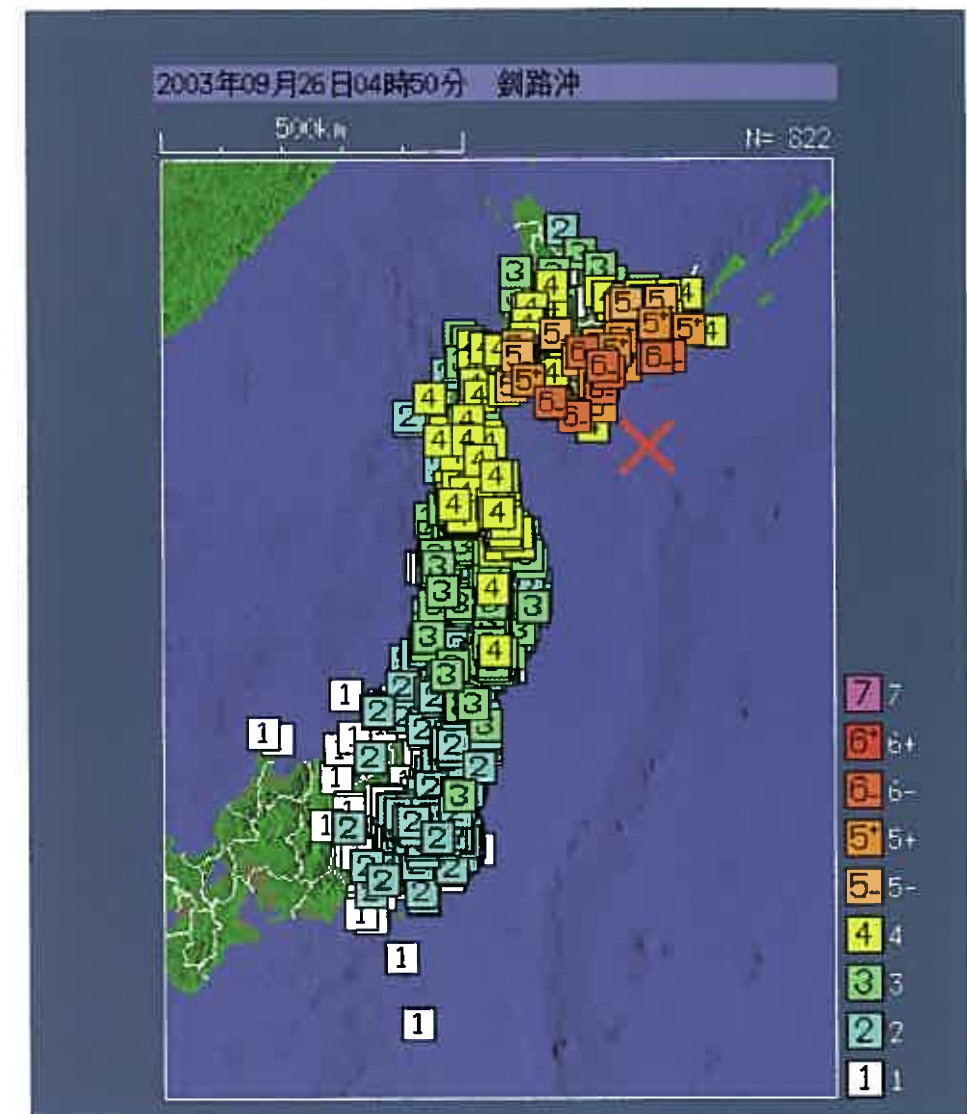
図11 苫小牧地区におけるスロッシング最大上昇量の計算値 (cm)

2.2 総論

特に苫小牧に注目して、石油タンクのスロッシングに影響を及ぼした2003年十勝沖地震による地震動と石油タンクのスロッシング波高について、速報的にはあるが述べてきた。今回の地震では、特に苫小牧の周辺で周期4秒から10秒といった広帯域で、現行の空間余裕高さの規定値を上回る速度応答値となっていることは注目に値する。何故このように大きな応答値となったのかは、今後深部地下構造探査や余震観測等通して明らかにすべき課題である。一方、過去には今回の苫小牧を上回る地震動を経験している地域もあるが（例えば、日本海中部地震の新潟）、火災や浮き屋根の沈没といった甚大な被害には至っていない。スロッシング固有周期での速度応答値は上昇量と比例関係にあるので、スロッシング上昇量の予測は地震動（速度応答値）の予測を意味する。しかし一方で、今回の繰りでも分かるように、その傾向は認められるものの、必ずしもスロッシング波高と浮き屋根の沈没等の甚大な被害との関連付けは得られていない。従って、地震動の予測を通してスロッシングによる被害の予測に結びつけるためには、今後の詳細な調査に基づいた被害の実態解明と浮き屋根の強度の検討等が必要である。

【消防研究所】

第7章 写真集



2003年9月26日04時50分頃に発生した「平成15年(2003年)十勝沖地震」の震度
気象庁ホームページより (http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/2003_09_26_tokachi/)



震源の位置



出光興産（株）北海道製油所の全景



出光興産（株）北海道製油所のレイアウト



5:20～5:25 タンク東側から撮影【苫小牧消防本部撮影】



5:40 対岸から撮影【読売新聞社提供】



5:40～5:45 タンク南側から撮影【苫小牧消防本部】



5:45～6:00 タンク東側から撮影【苫小牧消防本部】



9:30 頃 タンク南側から撮影【苫小牧消防本部】



鎮火後の状態 タンク南側から撮影【苫小牧消防本部】



9/26 15:30 浮き屋根上へのナフサの漏洩状況【出光興産(株)提供】



9/28 11:18 火災発生から 34 分後【苫小牧消防本部撮影】



9/28 14:00 タンク南側から撮影【苫小牧消防本部】



9/28 16:51 上空南側から撮影【苫小牧消防本部撮影】



9/28 20:11 タンク東側から撮影【苫小牧消防本部撮影】



9/29 5:26 タンク南西側から撮影【苫小牧消防本部撮影】



9/29 タンク西側から撮影【苫小牧消防本部撮影】



9/30 出火から約43時間後（ほぼ鎮火の状態）【消防研究所撮影】



ナフサ抜き取り後のタンクの状況【消防研究所撮影】



沈没した浮屋根の状況（全体）



スロッシング痕の状況



スロッシング痕の状況（浮屋根上への溢油）



ポンツーンとデッキ接合部の破断



ポンツーンの挫屈



ポンツーンの挫屈



デッキ上への滞油



デッキ上への滞油



損壊した測定小屋（タンク内側へ30°傾斜）、固定ボルトも破断



ポンツーン挫屈に伴い破損した堰板



破損したウェザーシール



持ち上がったままとなった自動空気抜き（50cm上昇）



挫屈によるアウターリムとアッパーデッキとの隙間（内側）



挫屈によるアウターリムとアッパーデッキとの隙間（外側）



ポンツーン内への油の浸入



損傷したポンツーンローアーデッキ



支持金具によりポンツーンローアーデッキを貫通



センターポンツーン内の支柱破断



デッキポストが貫通した底板



破断したゲージポール（上部）



浮屋根により変形した
ゲージポール下部



ガイドローラーと接触した回転止め



回転止めの損傷状況



ローリングラダーの損傷状況



脱輪したローリングラダー



インナーフロートの損傷状況



デッキ上への滞油



デッキの損壊状況



固定屋根頂部の変形状況



屋根骨の変形状況



屋根上の撓み状況（検尺小屋は傾き、屋根板の凹部に雨水が帯水）