

網干健康増進センター事故に係る調査報告書

網干健康増進センター事故に係る調査・安全対策検討委員会

平成 23 年 1 月

まえがき

昨年（平成 22 年）3 月 25 日に、姫路市網干区網干 4 番地 1 に建設中の「姫路市立網干健康増進センター」で爆発火災が発生し、建物が破壊し、多数の人々がけがをした。この事故の重要性に鑑み、姫路市では、専門家による二次災害防止対策の策定、並びに事故原因調査を実施し、将来の恒久的な爆発災害防止に役立てるための網干健康増進センター事故に係る調査・安全対策検討委員会を設けた。

この報告書は、同委員会の活動と調査結果を記録したものである。爆発が発生した地区は、兵庫県が埋立事業を実施し、姫路市が公共の役に立てようとしていた場所で、同様の場所は、日本全国いたるところにある。したがって、その安全確保は、姫路市だけの問題ではない。

爆発が起こった場所が、たまたま姫路市の施設であったことが姫路市で委員会を設置する動機であったが、委員会に参加した委員のすべてがこの活動が埋立土地利用に際しての安全対策に役立つと信じている。

調査活動を続けた結果、ガス爆発に至る経緯のおおよそを特定することができた。本報告書には、特定できたガス爆発に至る経緯についても、推定の範囲ではあるが、付け加えることにした。推定は、調査結果に基づいており、現在可能な範囲で最も信頼がおけるものと考えてよい。

ガス爆発に至る経緯及びそれに基づく安全対策は、現時点では、提示できる最も完成度の高いものとする。このことは、ガス爆発に至る経緯の推定に誤謬があったとしても、ガス爆発の再発は起こり得ないものとして理解していただいてよい。このような結論に至る経緯についても、本文中に示しておいた。

委員会設置に踏み切った姫路市の行政担当者に謝意を表するとともに、本報告書が、今後他の地区で同様な災害を起こさないことに役立つことを願っている。

なお、委員会の要点記録並びにこの報告書のとりまとめには、特定非営利活動法人防災・危機管理教育協会の協力を得たが、報告書の内容は、委員会の総意に基づくものであり、委員会に責任がある。

平成 23 年 1 月

網干健康増進センター事故に係る調査・安全対策検討委員会

委員長 平野 敏右

目 次

	頁
まえがき	
第1章 事故の発生及び事故原因調査にあたって	7
1-1 事故の経緯	7
1-2 被害状況	7
1-3 報道	8
1-4 調査・安全対策検討委員会設立	9
1-5 調査活動の概要	10
第2章 事故発生地点の概要	11
2-1 網干埋立地の経緯	11
2-2 埋立材の性状	11
2-3 エコパークあぼし・網干健康増進センターの詳細	14
(1) エコパークあぼし利用計画と工事	14
(2) 健康増進センターの計画概要	15
(3) 健康増進センター工事の施工	15
(4) 埋設管の工事内容	16
(5) 事故現場における地下ピットの構造	16
第3章 可燃性ガスの特定と発生機構	17
3-1 事故原因の推定についての活動	17
(1) 可燃性ガスの特定	17
(2) 埋立材の調査	17
(3) ガス発生層の調査と特定	17
3-2 爆発物質	18
(1) 爆発物質の特定	18
第4章 爆発事故発生経緯の推定	20
4-1 ガス爆発の特徴	20
4-2 事故時の状況	20
(1) 事故発生前における地下ピット内での施工状況	20
(2) 着火地点での被災状況等	21
(3) 事故による建造物の被災状況	21

4-3	地下ピットの構造と施工	22
4-4	ピット下からピットへのガス侵入の可能性	22
4-5	芝生広場の構造とガス発生メカニズムの考察	22
4-6	流入経路と爆発状況	23
4-7	メタンガスの移動経路	24
4-8	ガス爆発の経緯	26
第5章 再発防止のための方策		28
5-1	メタン対策	28
	(1) メタン発生削減対策	28
	(2) メタン抜き対策工事	31
	(3) 発生ガス対策のための基本構造	33
	(4) 健康増進センター再建に係るガス対策	35
5-2	工事中の安全対策	35
	(1) 具体的な安全対策	35
	(2) その他施設等の安全対策	38
	(3) その他の設備	38
	(4) 工事実施における留意事項	39
5-3	可燃性ガス発生監視	41
5-4	可燃性ガス発生が特定された場合の対策	42
	(1) 発生ガスのモニタリング計画	42
5-5	これまでに実施した安全対策の評価	43
あとがき		44

報告書資料編

事故発生編

資料 1—1 網干健康増進センター事故に係る調査・安全対策検討委員会設置までの経緯

〔場所、建物概要〕

資料 1—2 エコパークあぼし位置図

資料 1—3 網干地区埋立地土地利用計画・工区分け図

資料 1—4 エコパークあぼしの概要

資料 1—5 エコパークあぼし平面図

資料 1—6 網干健康増進センター 1 階平面図

資料 1—7 網干健康増進センター 2 階平面図

資料 1—8 網干健康増進センター標準断面図

〔事故の状況〕

資料 1—9 網干健康増進センター地下ピット区画図

資料 1—10 網干健康増進センター 1 階破損状況図

資料 1—11 網干健康増進センター 2 階破損状況図

資料 1—12 破損状況写真

〔健康増進センターの状況〕

資料 1—13 敷地高さ概要図

資料 1—14 網干健康増進センター周辺の埋設物平面図

資料 1—15 網干健康増進センタースリーブ孔計画図

資料 1—16 地下ピット内配管状況図

資料 1—17 地下ピットの施工手順図

ガス発生調査編

〔埋立地の状況〕

資料 2—1 網干地区埋立地の概要

資料 2—2 埋立地埋立物の調査結果

資料 2—3 埋立物の調査平面図

資料 2—4 網干健康増進センター付近の埋立地調査断面図（想定図）

資料 2—5 エコパークあぼし 4 工区の高さ変動図

〔試験調査の実施〕

資料 2—6 既存ボーリング資料のガス分析結果

資料 2—7 ボーリング調査孔（試験調査）位置図

- 資料 2—8 ボーリング柱状図
- 資料 2—9 ボーリングコア写真
- 資料 2—10 モニタリング調査結果
- 資料 2—11 ボーリングコア試料のガス発生調査結果

〔本調査の実施〕

- 資料 2—12 ボーリング調査孔（本調査）位置図
- 資料 2—13 ボーリング柱状図
- 資料 2—14 ボーリングコア写真
- 資料 2—15 土壌コアサンプル調査方法
- 資料 2—16 メタン発生能調査結果—1
- 資料 2—17 メタン発生能調査結果—2
- 資料 2—18 メタン発生能調査結果—3
- 資料 2—19 メタンモニタリング調査結果
- 資料 2—20 ボーリング孔地下水の状況

〔補足調査の実施〕

- 資料 2—21 補足調査の経緯
- 資料 2—22 No.20、No.21 付近補足調査孔断面図
- 資料 2—23 No.20、No.21 付近補足調査孔メタンガス濃度測定結果
- 資料 2—24 No.20 付近スラグ層の確認状況
- 資料 2—25 平成 11 年 4 月 埋立状況写真（(財)ひょうご環境創造協会資料）
- 資料 2—26 補足調査箇所図（スラグ調査）
- 資料 2—27 補足調査（スラグ調査）結果
- 資料 2—28 スラグ確認箇所のメタンガス濃度追跡調査
- 資料 2—29 ごみ焼却施設の基礎とスラグ状況

施設再稼働に向けた安全対策編

- 資料 3—1 エコパークあぼしの安全対策結果
- 資料 3—2 ガス濃度測定箇所位置図

〔安全対策工事の実施〕

- 資料 3—3 雨水マンホールの改良
- 資料 3—4 電磁弁ボックスの改良
- 資料 3—5 電気ハンドホールの改良
- 資料 3—6 汚水マンホールの改良
- 資料 3—7 欠番
- 資料 3—8 芝生広場地下の有孔塩化ビニール管通気柵位置図

- 資料 3—9 通気柵の設置（芝生広場）
- 資料 3—10 芝生広場通気柵ガス濃度測定表
- 資料 3—11 網干環境楽習センター 1 階の安全対策設置箇所図
- 資料 3—12 網干環境楽習センター 2 階の安全対策設置箇所図
- 資料 3—13 計量機棟の安全対策設置箇所図
- 資料 3—14 再資源化施設の安全対策設置箇所図
- 資料 3—15 焼却施設の安全対策設置箇所図
- 資料 3—16 発電機施設の安全対策設置箇所図
- 資料 3—17 収集職員休憩所の安全対策設置箇所図
- 資料 3—18 カブトムシホールの安全対策設置箇所図
- 資料 3—19 ガス検知器の設置状況
- 資料 3—20 建物地下ピットからの排気状況

〔安全対策マニュアル〕

- 資料 3—21 可燃性ガス安全対策マニュアル
- 資料 3—22 「エコパークあぼし」各施設の可燃性ガス安全対策行動計画
- 資料 3—23 網干環境楽習センター、カブトムシホールの可燃性ガス検出時の行動計画
- 資料 3—24 可燃性ガス安全対策マニュアル改正

網干健康増進センター再建の安全対策とエコパークあぼしガス抜き対策編

〔網干健康増進センター再建の安全対策〕

- 資料 4—1 網干健康増進センターの再建に係る安全対策について
- 資料 4—2 網干健康増進センター建物周囲ガス排出溝設置図
- 資料 4—3 ガス排出溝モデル図
- 資料 4—4 網干健康増進センター基礎下集ガス管設置図
- 資料 4—5 基礎下集ガス管設置計画図
- 資料 4—6 網干健康増進センター地下ピット強制換気設置図
- 資料 4—7 強制換気モデル図
- 資料 4—8 網干健康増進センター 1 階屋内ガス検知器設置場所
- 資料 4—9 網干健康増進センター 2 階屋内ガス検知器設置場所
- 資料 4—10 網干健康増進センター R 階屋内ガス検知器設置場所
- 資料 4—11 網干健康増進センター 1 階天井裏ガス検知器設置場所
- 資料 4—12 網干健康増進センター 2 階天井裏ガス検知器設置場所
- 資料 4—13 網干健康増進センター R 階天井裏ガス検知器設置場所
- 資料 4—14 網干健康増進センター地下ピット内ガス検知器設置場所
- 資料 4—15 ガス警報中央管理システム図

資料 4-16 ガス検知器概要

〔エコパークあぼしのガス抜き対策〕

資料 4-17 エコパークあぼし通気溝等設置平面図

資料 4-18 通気溝構造図

資料 4-19 芝生広場通気柵改良構造図

資料 4-20 ガス排出塔（既設ボーリング孔改良）構造図

委員会協議記録編

資料 5-1 第 1 回～第 8 回開催委員会の議事要旨

新聞報道編

資料 6-1 事故発生以降の新聞記事（抜粋）

添付資料

- 1 委員会要綱
- 2 委員会委員名簿及び開催経緯
- 3 委員会開催状況写真

第1章 事故の発生及び事故原因調査にあたって

1-1 事故の経緯

平成22年3月25日午前9時21分に、姫路市網干区網干浜4番地1に建設中の「姫路市立網干健康増進センター」で爆発火災が発生したことを姫路市消防局が覚知した。直ちに第一出動にかかり、消防局の消防車12台（内救急車5台、2台は2分後の特命出動、2台は30分後の特命出動による）、網干地区の消防団の消防車2台が現場に駆け付けた。

網干健康増進センター（建設中）建物火災概要は、

(1) 火災の経緯

出火	3月25日（木）	9時10分頃
覚知	同上	9時21分
第一出動	同上	9時22分（救急車1台）
特命出動	同上	9時24分（救急車2台）
特命出動	同上	9時52分（救急車2台）
救助完了	同上	10時32分
鎮火	同上	10時57分

(2) 出動隊

消防局	12台	40人(救急車5台他)
消防団	2台	14人(網干消防団)

(3) 出火場所

姫路市立網干健康増進センター（以下「健康増進センター」という。）

住所 姫路市網干区網干浜4番地1（資料1-2参照）

担当 姫路市市民生活局環境事業推進室

1-2 被害状況

健康増進センター（建設中）建物火災の被害状況は、

(1) 建物

鉄骨造2階建延4,045.56平方メートルのうち約1平方メートル焼損、建物内約3,000平方メートル破損（資料1-10~12参照）

(2) 負傷者 (10 人 : 重症 4 人 ; 中等症 3 人 ; 軽傷 3 人)

* 22 歳 男性
程度 顔面・両手足熱傷 (Ⅱ度)

* 27 歳 男性
程度 顔面・両手足熱傷 (Ⅱ度)

* 58 歳 男性
程度 下腿骨骨折

* 41 歳 男性
程度 下腿骨骨折

以上、重症

* 65 歳 男性
程度 上腕骨骨折

* 59 歳 男性
程度 下腿骨骨折

* 41 歳 男性
程度 右側頭部挫傷・全身打撲

以上中等症

* 25 歳 男性
程度 顔面打撲

* 40 歳 男性
程度 頭部外傷Ⅰ型

* 51 歳 男性
程度 頸部捻挫・腰部打撲

以上軽傷

1-3 報道

この爆発の社会的影響には、多大のものがある。そのことは、姫路市における報道機関の活躍を見てもよくわかる。関連する新聞記事の抜粋のコピーを資料 6-1 にまとめたので参照願いたい。

新聞などの記事を見て感ずることは、「ガス爆発」について、普段ほとんどの人が関心を持っていない。したがって対策を考える以前の状態にある。このことは、当然のことであるのかもしれないが、「ガス爆発現象」だけを取り上げれば、専門家の間でも

共通認識になっていないようである。もっとも調査にあたった専門家は、その専門を生かして問題解決に貢献すればよいのであり、詳細にわたる現象認識を必要とするわけではないともいえる。

なお、ガス爆発に関する誤解を避ける意味で、第4章(4-1)にガス爆発の特徴について解説的な説明を行ったので、理解に問題があると感じられる読者は、その部分を先にお読みいただきたい。

1-4 調査・安全対策検討委員会設立

姫路市では、事故による被害の大きさ、事故が発生した場所の公共性から考え、事故対策を慎重に行う必要があると判断し、直ちに姫路市長を本部長とする事故対策本部を設置し、4月10日に本部会議を開催した。この会議で、調査を実行し、安全対策の実施に関する助言を行うための専門家による委員会を設置することとし、総務省消防庁消防研究センターの協力等により委員を選定し、4月20日に第1回の委員会(正式名称は、下記のとおり「網干健康増進センター事故に係る調査・安全対策検討委員会」)を開催した。

姫路市の提案による「網干健康増進センター事故に係る調査・安全対策検討委員会要綱」を巻末に示す。同委員会の運営は、この要綱に従って行った。

委員会名称：網干健康増進センター事故に係る調査・安全対策検討委員会(以下「調査・安全対策検討委員会」という。)

委員構成

委員長： 平野敏右 東京大学名誉教授

専門分野：爆発事故、燃焼学、火災科学、安全科学、環境学、危機管理学

委員： 古積 博 総務省消防庁消防研究センター火災災害調査部長

専門分野：化学

委員： 石塚 悟 広島大学工学部教授

専門分野：基礎燃焼学、燃焼工学、火災安全科学

委員： 栗原英隆 社団法人全国都市清掃会議技術顧問

専門分野：廃棄物(ごみ処理施設)

委員： 松藤康司 福岡大学工学部教授(第4回委員会から就任)

専門分野：衛生工学、廃棄物工学、環境微生物学

事務局1 姫路市

担当：委員会招集、現場安全対策、資料収集

事務局2* NPO法人 防災・危機管理教育協会(事務局長：上原克彦)

担当：委員会記録、報告書作成

*事務局 2 は、当事者としての姫路市が関与しにくい部分を担当するために設けた。

1-5 調査活動の概要

現地視察：平成 22 年 4 月 16 日

現地視察は、委員会の開催に先立ち平野敏右東京大学名誉教授によって行われた。

以降、下記日程により調査・安全対策検討委員会が開催された。

- 第 1 回 22 年 4 月 20 日(火) 立命館大学東京キャンパス (サピアタワー)
検討事項：事故概要及びその後の経緯の妥当性、今後の安全対策
- 第 2 回 22 年 4 月 27 日(火) 姫路市防災センター 5 階 災害対策本部会議室
検討事項：安全対策工事の内容、可燃性ガス安全対策マニュアルの内容
- 第 3 回 22 年 5 月 31 日(月) 東京プリンスホテル
検討事項：安全対策工事の内容と実施結果、事故現場の詳細報告、事故原因調査の計画
- 第 4 回 22 年 7 月 10 日(土) 姫路市防災センター 5 階 災害対策本部会議室
検討事項：事故原因調査の妥当性と今後の調査の進め方
- 第 5 回 22 年 9 月 4 日(土) 姫路市防災センター 5 階 災害対策本部会議室
検討事項：事故原因調査の計画と進行状況の妥当性、再建時の安全対策の策定
- 第 6 回 22 年 9 月 28 日(火) 立命館大学東京キャンパス(サピアタワー)
検討事項：再建時の安全対策案の妥当性
- 第 7 回 22 年 10 月 7 日(木) 姫路市防災センター 5 階 災害対策本部会議室
検討事項：事故原因の補足調査の妥当性
- 第 8 回 22 年 11 月 10 日(水) 姫路市防災センター 5 階 災害対策本部会議室
検討事項：ガス発生調査結果の妥当性、エコパークあぼしのガス対策案への助言

なお、調査・安全対策検討委員会第 1 回から第 8 回までの要点記録を巻末に収録している。また、委員会活動の一部を示す写真を巻末に収録した。

第2章 事故発生地点の概要

2-1 網干埋立地の経緯

網干埋立地区は、昭和58年に「公有水面埋立法」に基づいて埋立免許が認められた埋立地であり、通常の陸上廃棄物埋立地とは法規制、埋立処分基準が異なるもので、所謂「廃棄物処理法の適用を受けない」埋立地である。(表1参照)

網干埋立地は公有水面埋立地であり、昭和60年から平成11年度にかけて約70haの区画に約661万トン(約342万 m^3)が埋め立てられて造成されている。

埋立材としては、建設残土、浚渫土砂や建設廃材の他に焼却灰や下水道汚泥等が用いられている。(表2,3,4参照)

昭和54年の環境庁・厚生省連名の通達によると「公有水面埋立」に対して、一般廃棄物又は管理型産業廃棄物が埋立全体量の1/3未満の場合、かつ、一般廃棄物及び管理型産業廃棄物が埋立全体量の1/2未満の場合、廃棄物処理法の適用を受けないとされていることから、一般的に注目される「廃棄物最終処分場」ではない類型に位置付けられている。このため、管理型最終処分場の構造を成しているが、廃棄物に準ずるものが、100万トン以上も埋め立てられているにもかかわらず、埋立廃棄物の詳細な性状が不明確な点もあるのが現状である。

2-2 埋立材の性状

事故原因調査として埋立材の性状及びガス発生状況を把握するために、健康増進センター(建築面積3,285 m^2)及び芝生広場緑地帯周辺(エコパークあぼし全体面積約15ha)を中心に資料2-7に示す地点に試験調査孔3点、資料2-12に示す地点に本調査孔23点計26点のボーリング調査孔を設け追跡調査を行った。調査地点及びボーリングコアの性状を資料2-7~2-20に示す。

ボーリング調査結果より、浚渫土砂、焼却灰の他、下水道汚泥、そして、今回の追跡調査で確認された熔融スラグが、スポット的に層状に埋め立てられていたことが明らかとなり、かつ、熱灼減量(3~33%)や溶解性TOC(14~1,767mg/Kg)に代表されるように、バラツキが大きいものの有機物が含有されている埋立材であることがわかった。また、事故現場に隣接する地点では高濃度のメタン(CH_4 78~87%)の発生が部分的に確認された。

このことより、後述するように、当該爆発事故の主原因は埋立材中の有機物から「嫌気性発酵」によりメタンが発生し、メタンが健康増進センター内の地下ピット内に侵入し、空気と混合し、可燃範囲の混合気を形成し、工事作業に用いたトーチの火により着火し、爆発に至ったと推定された。

表1 埋立実施の沿革

昭和 58 年 8 月	姫路市網干地区公有水面埋立免許取得
59 年 1 月	網干地区の埋立護岸工事着手（兵庫県企業庁）
60 年 9 月	埋立事業開始（財兵庫県環境事業公社〔平成 7 年 8 月（財）兵庫県環境クリエイトセンターに改組〕） （埋立地の海底は埋立地中央付近で DL-0.03m～DL-6.11m）
62 年 8 月	第 2-1 工区竣工、日本下水道事業団用地
平成 2 年 8 月	第 1 工区、第 2-2 工区竣工、兵庫県流域下水道事業用地
10 年 8 月	第 3 工区竣工、兵庫県流域下水道事業用地
12 年 8 月	第 4 工区竣工、姫路市清掃事業用地 （第 4 工区の埋立は、平成 2 年度～平成 11 年度）

表2 土地利用計画（人工島、陸側は除く。）

用 途	面積 (ha)
護岸敷	約 4.3
道路用地	約 1.2
緑地	約 6.1
下水道事業用地	約 43.3
清掃事業用地	約 15.2
合 計	約 70.1

表3 埋立物の種類と受入実績値

種 類		受入実績値(t)	備 考
一般廃棄物	市・町焼却灰	358,337	
	不燃物	38,135	
産業廃棄物	無機汚泥	32,821	
	燃え殻	25,657	
	ガラス、陶磁器くず	12,159	
	建設廃材	385,863	
下水道汚泥		399,059	
建設残土		2,403,611	
浚渫土砂		1,037,222	
用材（購入）		1,919,688	
合 計		6,612,552	3,426 千 m ³

※ 備考欄の数値は、実績値のトンより m³換算した数値である。

表 4 廃棄物等の受入基準

種 類	内 容	主 な 個 別 基 準
残土砂	土木工事に伴い発生する土砂	1 最大径概ね 20cm 以下のもの 2 シルト分以下細粒土の含有率 25%以下のもの 3 単位体積重量(湿潤密度)1.6t/m ³ 以上のもの
建設廃材	工作物の除去に伴い生ずるコンクリート破片、レンガ破片、その他これに類する不燃物	1 中空状態でないもの 2 最大径概ね 20cm 以下のもの
ガラスくず及び陶磁器くず	ガラスくず、耐火レンガくず及び陶磁器くずなど	同上
焼却灰等	一般廃棄物の焼却灰等(市町で焼却したものに限る)	1 熱しゃく減量 15%以下のもの 2 臭気の少ないもので、十分に水分を除去したもの
燃え殻	民間事業所より排出する石炭がら、灰、炉清掃排出物	同上
下水道汚泥	下水道(前処理場合)より排出する汚泥	含水率 85%以下に脱水したもの
無機汚泥	民間事業より排出する汚泥	同上
ばいじん	焼却施設等で発生するばいじん、集じん施設で集めたダスト	造粒等の措置を講じたもの
鉍さい	鉍さい、鋳物廃砂など	最大径概ね 20cm 以下のもの
浚渫土砂	港湾、河川等の浚渫により生ずる土砂	1 シルト分以下細粒土の含有率 25%以下のもの 2 単位体積重量(湿潤密度) 1.6 t/m ³ 以上のもの 3 含水率 85%以下のもの
粘性土砂	港湾、河川等の浚渫等により生ずる土砂	1 シルト分以下細粒土の含有率 25%超のもの 2 単位体積重量(湿潤密度) 1.6 t/m ³ 未満のもの 3 含水率 85%以下のもの

(表 1~4 は、(財)兵庫県環境クリエイトセンター作成の「網干地区埋立地の歴史」から抜粋)

2-3 エコパークあぼし・網干健康増進センターの詳細

(1) エコパークあぼし利用計画と工事

詳細を表5に示す。

〔表5〕エコパークあぼし利用計画

1 エコパークあぼし全体

所在	兵庫県姫路市網干区網干浜4番1
敷地面積	152,454 m ²
事業期間	平成18年12月～22年6月（当初予定）

2 ごみ焼却施設

施設概要	可燃ごみ及び粗大ごみを破碎・選別した後の可燃物を燃焼・熔融処理する施設
処理方式	直接熔融・資源化システム（シャフト炉式ガス化熔融炉）
処理能力	402 t / 日（134 t / 日×3 炉）
建築面積	4,491 m ²
延床面積	9,623 m ²
構造	地上5階 地下1階、鉄骨鉄筋コンクリート造り及び一部鉄骨造り
運営	PFI手法のDBO方式により、事業者が設立した特別目的会社（SPC）と20年間の長期運営契約

3 再資源化施設

施設概要	粗大ごみ、不燃ごみ及びびん、ペットボトル等資源物を受け入れ、破碎・選別を行い、資源の回収を図る施設
規模	100 t / 日
建築面積	3,806 m ²
延床面積	6,292 m ²
構造	地上4階、鉄骨鉄筋コンクリート造り及び一部鉄骨造り
運営	市直営。ただし、設備の維持・補修は、PFI手法のDBM方式によりSPCと20年間の長期契約

4 姫路市立網干環境学習センター

施設概要	市民に対し、施設内容、ごみ問題、環境問題を啓発する施設
建築面積	2,041 m ²
延床面積	3,040 m ²
構造	地上2階、鉄骨造り
運営	指定管理

5 姫路市立網干健康増進センター

施設概要	ごみ焼却施設の余熱を利用して、温水プール、温浴施設を整備し、市民の健康増進の機会を提供する施設
建築面積	3,285 m ²
延床面積	4,046 m ²
構造	地上2階、鉄骨造り
運営	指定管理（予定）

6 芝生広場、緑地帯

- ・コースが設定できるグラウンドゴルフ場の他、大型遊具を配置した芝生広場
- ・延長約 1,450mの遊歩道を備えた緑地帯

(2) 網干健康増進センターの計画概要

健康増進センターの計画高さは、ごみ処理施設を提案した(株)新日鉄エンジニアリンググループから提案のあった基本構想により計画されている。

エコパークあぼし整備事業着工時には平均高さが DL（姫路港平均海面位）4.90mであった敷地を、ごみ処理施設の計画地盤高さを 4.90m、健康増進センターの計画地盤高さを 6.40mとし、いわゆる集客施設として周囲から眺望に長けた高台の施設として計画している。この造成は、平成 20 年当初から芝生広場造成とともに現場着手し、春先には完了している。健康増進センターを中心とした敷地の高さ図を資料 1-13 に示す。

事業着手前の敷地高さ 4.90mの地表面は 50cm 以上の良好な土砂で覆われており、その下部は土砂系が 2/3 を占めるが、残る 1/3 は一般・産業廃棄物、浚渫土砂等が埋設されている土層で構成されている。

(3) 網干健康増進センター工事の施工

健康増進センター本体工事は、平成 21 年 5 月下旬、159 本に上る支持杭工事から着手した。その後、基礎・地下ピット工事、鉄骨工事を経て、床、躯体、内装、設備工事等を施工中の平成 22 年 3 月 25 日、事故が発生したものである。

この途中、7 月下旬から地下部の掘削が行われている。この施設の建設にあたっては、地下ピットの有無に関わらず、地中梁の施工性から地下ピット底まで全面掘削をしており、掘削によるスラグ上面（DL3.72m）に近い深さ（DL 約 4.5m）まで掘削した後、地中梁を施工後、地下ピットのない箇所は 1 階床下まで流用土砂により埋め戻しを行っている。

事故発生時点では、設備工事の内、本体に近接する各種ユティリティ配管工事は、殆どが完了している。配管の種類は、上水道配管、工業用水道配管、電気配管、ガス配管、汚水配管、雨水配管、焼却余熱利用の高温水配管、ろ過水再利用配管等、多種

に渡っており、多数の管の埋設工事が健康増進センターの周囲で行われた。

また、これらの管で供給される光熱水等を建物内で各設備に利用するため、建物外から前述した地下ピットへ箱抜き孔（スリーブ孔）を通じて配管が多数引込みされている。

健康増進センター周辺の主要な埋設物平面図を資料 1-14 に、健康増進センター全体のスリーブ孔計画図を資料 1-15 に示す。

（４）埋設管の工事内容

埋設管の殆どは健康増進センターに関連する工事であるため、施工者である(株)神崎組に発注している。１点だけ、焼却余熱利用の高温水配管については、別途発注を行い、他業者が施工している。これらの配管の標準的な断面図（ピット 4 付近）を資料 1-16 に示す。

これらの管の施工に際しては、設計仕様で保護用材の使用を義務付けている。また、設計仕様に関わらず、施工者サイドで管の保護を行っているものもある。これら保護用材は、砕石、砂利、砂、ダスト（砕石滓）等であり、施工箇所周辺の土砂に比べて粒度が均一化しているため、メタンガスが集まりやすい構造となったものと思われる。

主要な管は、増進センターの周囲だけに留まらず、エコパークあぼし敷地全体から配管工事を行っており、周囲の高さが低いところから増進センターのある高いところへの施工を行ってきた。これも、結果的にメタンが集まりやすくなった原因と思われる。

（５）事故現場における地下ピットの構造

設計仕様における地下ピットを資料 1-9 に示した。この図中では、地下ピット間での配管が必要な場所はスリーブ孔により空間の連結があるため、連結する空間を同色で示している。また、地下部の×表示があるピットは土砂で埋められているため基本的には空間はない。しかし、ピット 1 の東側は 5cm 厚の捨てコンクリートを打設した後、施工上、地下空間の形態となっている。また、ピット 1 の西側は 5cm の捨てコンクリートを打設した後土砂の埋戻しを行い、ピット 1 からピット 6 へ至る配管を土中埋設している。

第3章 可燃性ガスの特定と発生機構

3-1 事故原因の推定についての活動

(1) 可燃性ガスの特定

爆発現場付近に、爆発に関与するだけの容量のガス容器がなく、また、燃料用のガス配管が敷設されていないことから、爆発に関与した可燃性ガスは、ガス容器に保持されていたガスあるいは燃料用のガス配管から漏洩したものとは考え難い。そこで、ガス爆発の原因となった可燃性ガスは、埋立地から発生したガスであると推定した。

爆発事故が起こった付近の調査から判明したことであるが、埋立地内部からガスが発生している（資料 2-16～2-20 参照）。そのガスを分析した結果、可燃性ガスの主成分は、メタンである（資料 2-16～2-19 参照）と考えてよい。

(2) 埋立材の調査

可燃性ガスが発生したと考えると、可燃性ガスを発生する物質があるはずである。

そこで、ガス発生をする物質が存在したのかどうかを、埋立ての記録をもとに調べた（資料 2-2 参照）。メタンを生ずるとすれば、埋立てに用いた物質の中に有機物を含んでいるはずである（一般に、有機物を含んでいなければ、メタンは発生しない）。

したがって、メタンを発生した地層の可能性があるのは、浚渫土砂や下水道汚泥ということになる。それらのうち、どれかということを確認するために、いろいろな追加調査を行った。

(3) ガス発生層の調査と特定

メタンが発生し続けているとすれば、ボーリングをしてメタンの発生の有無を調べればよい。資料 2-7（試験調査）、資料 2-12（本調査）には、メタンの発生箇所を調査するために行ったボーリングの位置を示した。このボーリング調査は、メタン発生箇所を特定する一般的な方法である。しかし、調査当初においては、メタンの発生及び移動は天候に強く依存するという結果となり、ガス発生箇所を特定することができなかった。

爆発が起こったのであるから、メタン（可燃性ガス）の発生を否定することはできない。確かに、調査箇所に設けてある地中につながる穴の中には、密閉して時間を置けば高濃度のメタンが溜まる場所もあった（資料 2-10 参照）が、特定の試料を採取してメタンの発生を調査しても、発生を確認できるほどのメタンの発生は認められなかった（資料 2-11 参照）うえ、高濃度のメタンが測定された場所でも、密閉して時間を置かなければ、ガス爆発を起こすに足る高濃度のメタンを検出できなかった。初期の調査では、時間と労力をかけたが、地下からのメタンの発生が確認できるにとどまっ

た。

事態が大幅に変化したのは、9月になってからの調査で、濃度の高いガスが採取できる地層が特定できてからである。このことは、9月4日の委員会後の記者会見で述べたとおりである。すなわち、「埋立て時に設けたスラグ層にメタンが溜まっていた」と考えるのが妥当であるという証左が集まった。

健康増進センターに近い当該地区の補足調査で、他に2ヶ所（ごみ焼却施設及びストックヤード付近）にスラグ層が確認されたが、建設中の基礎工事時に開放系の作業でかつメタン溜りに相当するスラグ層も撤去された事が、工事写真で確認された。更に、ごみ焼却施設付近に設置した追加調査孔からのメタンの発生も認められず、その地区での爆発の危険性は極めて低いと判断した。また、ストックヤード外部の追加調査孔からはメタンの発生が確認されたが、ガス抜き用の通気溝を設けることで対策を講じることができると判断した。

以下、メタン可燃性ガスに関して、2名の事故調査委員の推定をまとめたものを示す。

3-2 爆発物質

（酸化性の気体である空気中の酸素と混合した時に燃焼するという程度の意味である）

(1) 爆発物質の特定

健康増進センター北側のろ過室・機械室地下ピット（約4.5m×約5.9m、深さ約1.5m、容積：36.73 m³）で激しいガス爆発が起こった。この爆発は、爆発の状況から判断して地中から発生したメタンが主たる成分の発酵ガス（バイオガス）によるものであるが、このガスは、埋立てに使われた下水道汚泥や浚渫土砂等の嫌気性発酵によって生じたメタンを主体とする。その組成の一例を表1に示し、メタンの性状は表2に示した。健康増進センターの建物の被害状況（南側）から、ろ過室・機械室、多目的室（便所、更衣室含む。以下同じ）の地下ピットではメタン濃度が爆発（燃焼）下限界を超える濃度であった。

他方、ヒトは硫化水素濃度が0.00041ppmまで感知できるとされているが（表3）、事故前後に硫化水素の異臭を訴える者がいなかったことは、硫化水素がほとんど存在しなかったものと考えられる。硫化水素は発生していないのか、あるいは、地下水等に吸収されたかであるが、硫化水素の水への溶解度は、2.58 mL/1mL（20℃）で、非常に多く溶けることから地下水及び雨水に溶解した可能性が高い。また、二酸化炭素は、爆発を抑制する効果があるが、水溶性のため、かなりの量が地下水等に溶けたものと思われる。

表 1 発酵ガス（バイオガス）の組成

気体	濃度 (%)
メタン	50-75
二酸化炭素	25-50
窒素	0-10
水素	0-1
硫化水素	0-3
酸素	0-2

表 2 メタンの性状

性状	
比重	0.55, 対空気比
爆発範囲（燃焼範囲）	5~15%
化学量論比	9.5 %
発火点（量論比混合気 （対空気））	537℃
最小着火エネルギー	0.28mJ, 8.5 %
色、臭い	無し

表 3 硫化水素の性状（有害性）

濃度（単位：ppm）	作用
1,000 - 2,000 (0.1 - 0.2%)	ほぼ即死
600	約 1 時間で致命的中毒
200 - 300	約 1 時間で急性中毒
100 - 200	症状：嗅覚麻痺
50 - 100	症状：気道刺激、結膜炎
10	労働安全衛生法規制値（許容限界濃度）
0.41	不快臭
0.02 - 0.2	悪臭防止法に基づく大気濃度規制値
0.00041	臭いの閾値

嫌気性菌によるメタン発生の場合、以下の反応によってメタン及び二酸化炭素が生じると言われている。また、その発生比率は、セルロース、でんぷんの例からもほぼ同じ量（容量）発生すると言われている。

第4章 爆発事故発生経緯の推定

4-1 ガス爆発の特徴

ガス爆発の経緯を簡単に記述すると、

- 1) 可燃性ガス（今回の場合は、メタン）が漏えい、または発生する。
- 2) 閉囲空間の中において、空気と混合して燃焼範囲の可燃性気体ができる。
- 3) 可燃性気体に着火する。
- 4) 閉囲空間の中の圧力が増大する。
- 5) 圧力に耐え切れずに閉囲空間の境界の破壊が起こる。
- 6) 境界などの破壊時に弱い圧力波が外部に伝ばし音が発生する。

解説：

6) で述べた音の発生が「爆発」（爆発の定義を辞書や事典で調べると、「大きな音がすること」と「物が壊れること」が共通する。）という表現の理由である。閉囲空間の中にいた人は、破壊時の爆発音は聞こえない。4) は、火炎が伝ばした結果、起こる現象である。火炎の伝ば速度は、毎秒10m程度で、火炎が伝ばして壁に向かったとしても、一平方メートル当たり数キログラムの力しかかからない。したがって、閉囲空間内から床下面に向かって、爆風が起こる（速度の遅い、爆風というには微弱すぎる風しか起こらない。）というのは、誤りといってもよい。したがって、爆風圧による床などの破壊はあり得ない。燃焼により上昇する圧力は、可燃性混合気が希薄限界付近でも、閉囲空間の破壊がなければ、一平方メートル当たり20t以上になる。構造物（今回の場合、床スラブ）の耐圧は、せいぜい一平方メートル当たり1t程度であるから、火炎伝ばの途中で構造物の破壊が起こると考えるのが妥当である。

以上、圧力上昇の過程で破壊が起こるのであるから、破壊の様子から爆発に関与したメタンの量を推定することは、不可能である。

破壊の様子から現象を予測しようとしても、ガス爆発の現場は、ほぼ同じで、可能であるとは思えない。

さらに詳しく知りたい方は、平野敏右著「ガス爆発防止技術」（海文堂 1983年）を参考にして頂きたい。科学的な考察がなされている。

4-2 事故時の状況（資料1-9～1-12参照）

(1) 事故発生前における地下ピット内での施工状況

施工者（㈱神崎組現場代理人）からの説明によれば、平成22年3月25日午前9時10分頃、ろ過室地下ピット内で配管に保温材を溶着するためにトーチ（小型ボンベ装着ガスバーナー）を使用していた。トーチが爆発の着火源となったということである。

それ以前の地下ピット内での作業実施を施工者に聞き取りしたが、事故前日に事故ピ

ット内で1名の作業員が溶着に先立つ計測作業を行ったこと、3月19日には別の地下ピット内で配管保温材溶着作業を行ったことが報告されている。配管保温材の溶着は、ごみ焼却施設から送られてくる高温の温水供給管に対して行うものであり、着火地点となったピットの南側ピットで作業を行ったということである。

このことは、3月19日の段階では、ピット内の気体は、燃焼範囲のメタン濃度ではなかった（たぶん可燃限界以下のメタン濃度）と解釈できる。当日、下請業者が測定した酸素濃度も通常の数（20.2%）を示している。その後、3月25日までにメタンが地下ピット内に侵入する経緯があったものと推測できる。

（2）着火地点での被災状況等

3月25日の爆発時に、最初に着火したと思われるピットで作業を行っていたのは2名であり、その上部に1名の作業員が配置されていた。これらの3名が被災したが、それぞれの被災状況は次のとおりである。

ピット内1名：重症、顔面・両手足熱傷Ⅱ度

ピット内1名：重症、顔面・両手足熱傷Ⅱ度

上部作業員1名：中等症、下腿骨骨折

このことにより、爆発時に被災者が作業をしていたピット内のメタン濃度は燃焼範囲の下限界を超えており、燃焼が生じたものと考えられる。新聞報道によれば、上部作業員は、「クリスマスツリーのような形の炎が上がった」と証言しており、事故当日の姫路市消防局の公表では、この事故による火災被害はピット天井部の1㎡とされている。

また、はじめに着火したピットの南側のピットも激しく破壊したが、爆発時には当該ピット内には作業員はいなかった。（被災状況については、本編1-2を参照）

（3）事故による構造物の被災状況

地下ピットの配置図を資料1-9に示す。この配置図には、各ピットの空間容量を記載している。また、被災の状況写真を資料1-12に示す。

被災の概要は、次のとおりである。

1) ピット1上部マンホールは事故発生時には開放していた。マンホール枠は捻れており、1階ろ過室天井の配管保護剤1㎡が燃焼している。

2) ピット2～4の1階床は地下での燃焼により圧力が上昇し床部分が上方に変形し破壊したとみてよい。鉄骨にも部分的に歪んだ箇所がある。また、ピット4の上部2階の床及びコンクリート梁の構造物も中央部が上方向へ弓なりになっており、大きな圧力により破壊したと考えられる。

3) ピット4の1階の床は下からの圧力で破壊し、さらにALC壁材を破壊し、その

破片が南方向へ飛び散っており、また、約 10m 南側の施設である倉庫、受水槽壁面にも破損があるが、ガス爆発現場では、よく見られる光景である。

4) ピット 8、39 の上部床もピット内圧力上昇により、破壊している。

5) ピット 1 と、その西隣、34、37 の南半分の 1 階部分は通路となっているが、床の破損（めくれ上がり）はない。

4-3 地下ピットの構造と施工

地下ピットの標準断面図は、資料 1-8 の通りである。

この地下ピットの施工について、施工者側から施工承認の願い出が提出されており、施工手順は資料 1-17 の方法により施工している。

これらの地下ピットは、主として配管スペースとして設けられたものであり、配管利用がない部分や利用頻度の低いところは、地下ピットを設けていない。

4-4 ピット下からピットへのガス侵入の可能性

資料 1-17 に示した施工により、連続する地下ピットのベースコンクリートは一体的に打設していることが分かる。一般的に施工方法として考えられる支持杭の基礎構造を先に施工しその後にベースコンクリートを打設する方法であれば、基礎部分とベースコンクリートの間に多数の打ち継ぎ目が発生するため、ガスの侵入源となる可能性がある。しかし今回の施工では基礎部分とベースコンクリートを一体的に打設しているため、ピット下からピット内にメタンガスが流入することは考えにくい。

4-5 芝生広場の構造とガス発生メカニズムの考察

事故発生現場の北側に広大な芝生が広がる。芝生広場には地上に排水設備を設けにくいため、その下部約 50cm に魚の骨状に配置する有孔の排水管を設置し、雨水は芝生面から自然に下部に浸透し表面には滞留しない構造としている。有孔管の周囲には集水しやすいように碎石を埋め戻しており、この碎石層にはガスが集まりやすい構造となっている。また、碎石層の上部には、粘性のある山土が敷き均らされており（層厚約 10cm）、有孔管から上部へはガスが逃げにくい構造となっている。

通常この排水管には開口部はない。自然勾配により排水し、最下流で雨水排水管に接続しているが、安全対策工事としてその上流部における埋立地内からのガス発生を確認するため、芝生広場内の 43ヶ所に開口部を設け、ガス濃度の測定を行ってきた。その配置図を資料 3-8 で、ガス濃度測定実績を資料 3-10 に示す。このガス抜き工事は 4月 27日に完成したため、4月 28日から全箇所測定を実施している。調査結果によれば、開口部設置直後約 1ヶ月間はガス抜けが顕著であるが、その後は数字に落ち着きが見られる。しかし、降雨時には測定ガス濃度が増大する傾向があり、降雨による

地表面付近の空隙がなくなった場合には、開口部へメタンガスが集中する傾向があることがわかる。

4-6 流入経路と爆発状況

埋立地で生じたメタンが建物地下ピットに流入した経路については以下のように考えられる。

建物の周囲には、ユーティリティに必要な複数の地下埋設管が埋設されている。この管にはわずかの傾斜があり、建物の近くで高く遠方で低くなっており、雨水等を建物外周の一定の場所に集めるようにしている。他方、ガスは、配管の末端、建物の近接場所に集まるため、配管保護材を通して発酵で発生したガスが建物付近に集まったものと考えられる。また、地表面から深さ約2.3mのところ溶融スラグが埋立された層（厚さ：約10～60cmを確認）があり（図4）、建物西半分の下部を通っている。スラグ部分は、空隙が多く、メタンの通過や滞留が容易であると考えられる。

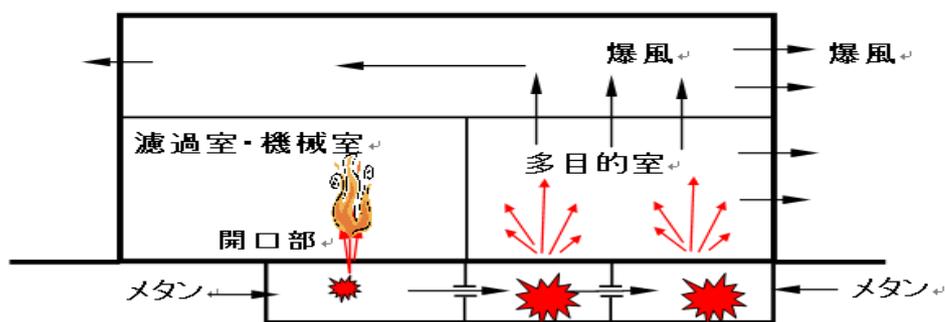


図4-1 可燃性ガスの地下ピットへの侵入プロセス（模式図）



図4 スラグ層の空中からの写真（平成11年4月撮影、黒い部分がスラグ、資料2-25参照）

地下ピット内にどのようにしてガスが流入したかであるが、地下ピットはいずれも鉄筋コンクリート製でコンクリートを経て下方からメタンが大量に入り込む可能性は小さい。着火地点である地下ピット1は、南、東側を除いてコンクリート壁を経て土壤に囲まれている。その土壤部である西側からスリーブ孔を通じて1本の配管があり、コンクリート壁部分との間に隙間があることを確認している。したがって、その土壤からメタンが入り込んだ可能性が高い（事故後のガス測定で地下ピット1の西側及び地下ピット6の北側の孔から高濃度のガスを検出していることから、その可能性が高い。）。もちろん、この西側スリーブ孔の隙間からの流入経路のほかにピット6北側スリーブ孔の隙間(資料1-12写真No.12参照)からの流入も考えられる。この場合、確証はないがピット1→ピット2→ピット3→ピット4といった単一ルートではなく、下図のような多重ルートの可能性があるということを主張する委員もいる。

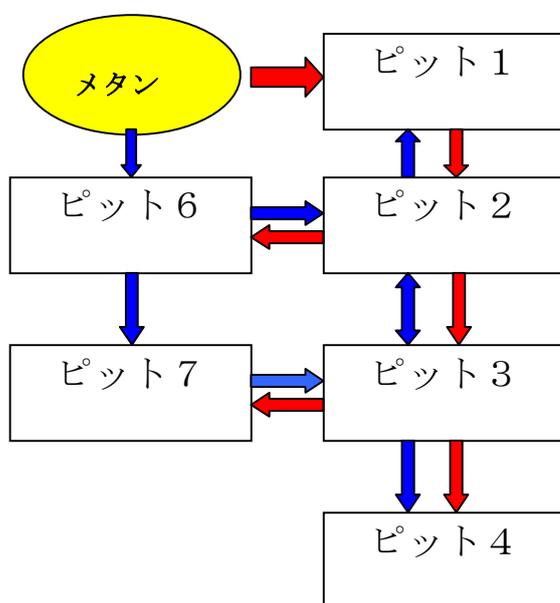


図5 メタンの移動

また、建物南側から建物内へ大量のガスが進入したと考えるのは建物構造から理解しにくい。むしろ、建物下に敷かれたスラグ層を通して、地下ピットへ流入したと考えた方が理解しやすい。このスラグは、現状地盤の下約2.3mで建物の概ね西半分で面状に敷かれており、この層を経由して、ろ過室地下ピットに入り込んだものと思われる。その後、配管を通して南側ピットにガスが流れたと考えられる。事故当日朝には、両ピット共に爆発下限界濃度を超えるメタンが存在していたと考えられる。

4-7 メタンガスの移動経路

メタンは、埋立地層内の透気性の高い部分を鉛直に、また水平に、容易に移動拡散したり、更には、地下ピットや建屋内に溜まったりする可能性がある。また、空气中

のメタン濃度が5～15%の範囲でかつ火元があれば、燃焼を開始する。

当該地区の地質調査及びガス発生状況から判断すると、メタン発生原因、メタンの移動経路及び事故発生プロセスは、以下のように推定される。(資料2-4参照)

- 1) 公有水面埋立法に基づいて、当該地区において、建設残土、浚渫土砂や建設廃材を中心として焼却灰、下水道汚泥等の区画埋立を実施し、網干埋立地区が造成された。
- 2) 埋立材中に存在する有機物が、海面埋立条件下で約10年の間に徐々に嫌氣的微生物発酵によってメタンを発生させた。
- 3) 嫌氣的分解で発生する $\text{CH}_4 : \text{CO}_2 = 50 : 50$ のガス成分中 CO_2 が、埋立材中の下水道処理汚泥や焼却灰中のアルカリ成分と反応して減少し、結果的には、メタン (CH_4) 分圧が約80%の高濃度に達した。
- 4) メタン (CH_4) は、当該地区に埋め立てられた熔融スラグ層の間隙 (30～40% 孔隙率) 中に貯留されるに至った。
- 5) 当該埋立区画の最終覆土により、大氣中に直接拡散されにくい状態で、メタン溜りが、経年的に徐々に形成されたと推定される。
- 6) 当該地区で健康増進センター建築に伴い、地下ピット型の共同溝を設け、各々に配管等を敷設した。ピット側面と配管部が建設中においては十分なシーリングをする前であり、各地下ピットはメタンが移動する環境にあったものと考えられる。
- 7) 健康増進センター北側に整備された屋外グラウンド・ゴルフ場は、全面芝生でかつ雨水の排水をするため、深さ0.5mの位置に魚骨状の雨水排水管を水平に敷設した結果、雨水排除のための管中を勾配とは逆方向にメタンガスが移動したと考えられる。
- 8) 同時に健康増進センター地下ピット配管部は、深さ約1mで屋内外を貫通している他、地下ピットを建設するためセンターのほぼ全体を約1.85m掘削しているため、前記ガス溜りは深さ約2.5mで透水性の良い埋戻材 (材質は砂、礫等) とメタン溜りは間接的に接続され、メタンが移動しやすい構造になっていた。
- 9) 事故発生前の数日間は降水があり、グラウンド・ゴルフ場の芝生の表面は湿潤状態となって、覆土の透気性が小さくなる反面、メタン溜りからのメタンは大氣への拡散よりも、間隙の多い配管等埋戻し層を通じての水平移動がし易くなった。更に外氣と室内温度の差による熱対流現象(温度密度流)によって屋外から屋内へメタン移動が生じ、ピット内に徐々にメタンが移動し、蓄積したという考えを主張する委員もいる。これは、メタンの進入を助長した可能性として外氣と室内温度の差による浮力による自然対流ともいえる「煙突効果」が働いたと言い換えることができると考えてのことである。

10) 数日間経過後、各ピット内に移動したメタンは、その空気と混合し、5～15%の爆発濃度の可燃性混合気となった。

11) ボーリング調査孔を利用してメタンの濃度を測定すると熱灼減量 10～15%埋立材付近で、メタンの濃度が高かった。(資料 2-16～2-18)

4-8 ガス爆発の経緯

着火源と火炎伝ば

着火源は、調査状況から判断してろ過・機械室地下ピット内で配管用保温材（ポリスチレン製）の溶着のために使用したトーチである（図2）。地下ピットにおいてガス濃度は明らかに燃焼範囲内であったが、1F ろ過・機械室には大きな被害は出ていない。一瞬、クリスマスツリー状の火炎が生じ（作業者の口述：新聞報道）、天井にわずかの面積の焼損があった。火炎は数多く配管されたスリーブ孔や管理用の人通孔（直径 60cm）を通じて南側地下ピットに達した後、地下ピットで発生した圧力により 1F 多目的室等が損壊した。更に建物の 2 階でも大きな被害を出したが、このような破壊は、通常のガス爆発でよく観察されることである。



図6 着火源となったトーチ及び保温材（写真）

事故の前日には着火地点のピットで採寸作業を行っているが、トーチなどの着火源を必要とするものではなく、また、酸素濃度測定はなされておらず、ガス発生に繋がる情報はない。また、3月19日の南側ピットでの作業は着火源を用いた事故当日と同様の溶着作業であったが、作業前に酸素濃度を測定し 20.2%が記録されている他、可燃性ガス発生に繋がる情報はない。メタンは、特定の温度範囲で多く発生することが知られているが、事故前後の地中温度よりも低い温度範囲であったと思われる。したがって、半日～1日といった短期間に大量の可燃性ガスが発酵で生じるような温度条件にはない。むしろ、すでに発生し、土壌、スラグ層に蓄積されていたメタンが建物の一部に集まったと考えた方が判りやすい。埋立てに使われた土壌でスラグ層が確認された他、事故が発生した建築物の周囲に敷設した複数の管の保護材としてスラグを

含め空隙の多いものが使われており、降水、気圧変動及び地下水面の変動で移動する可能性がある。

表 事故前後の気象状況（姫路市内、気象庁）

月日	天候	雨量 (mm)	湿度 (平均)	気圧 (hPa, 平均)	気温 (°C、最高/最低)
3月22日	晴れ	—	52	1014.1	12.2/0.9
23日	雨	16.5	87	1011.7	9.2/6.6
24日	雨	15.0	88	1011.3	8.1/6.7
25日	雨	23.0	89	1005.3	7.5/3.5
26日	晴れ	—	65	1014.2	12.2/0.7

第5章 再発防止のための方策

5-1 メタン対策

爆発に対して最も効果的な対策は、①嫌気性分解で生じるメタンを、好気的条件下で微生物分解することによって削減させる対策を講じること及び②可燃濃度に至る前にメタンが滞留しないよう拡散と換気を図ることである。

当該地区の調査孔及びボーリング調査によって採取した試料を用いたメタン発生ポテンシャルは、埋立材中の有機物量や埋立環境（好気性条件）によって変動することが明らかであるが、メタンの発生量は、埋立材中の有機物量と正の相関がある。

そこで、各ボーリング孔からのメタン濃度（資料 2-19）及び採取試料を利用したメタン発生ポテンシャル（56日間）試験のデータ（資料 2-16~2-18）を基に安全サイドの観点から検討した。

資料 2-19 に各調査孔からのメタン発生に関し、メタン濃度及び経過日数の関係を示す。資料 2-19 よりガス対策工事の重点エリアは、現在メタン濃度が高い調査孔に加えてガス発生ポテンシャルを考慮して設定した。また、対策エリアを広げることが今後の事故リスク削減にとって重要と判断した。以上より、当該地区のガス抜き対策工エリアはボーリング孔を No.①,②,③,⑤,⑦,⑨,⑩,⑳,㉑,㉒とした。

（1）メタン発生削減対策

前述のように、埋立材中の有機物は、ごみ層内の微生物等によって腐敗分解される過程でメタンを発生する。

この分解過程は大別すると

- 1) 空気中の酸素を必要とする微生物の作用による「好気性分解」と
- 2) 空気中の酸素を必要としない微生物の作用による「嫌気性分解」に区分される。

当該地区の事故は、上記の区分のうち、2) の条件下でメタンが発生し、埋立材の材質の化学反応でメタンが高濃度化し、かつ地下ピット内に流入し燃焼範囲の混合気を形成した結果発生したものである。このため、今後爆発リスクを削減するためには、埋立層内のメタンを抜き取る施設等を利用しながら、埋立層内の微生物環境を「嫌氣的」から「好氣的」に転換する対策、即ち埋立地内の好気性領域の拡大が重要となる。

一般廃棄物の埋立地では、埋立地の早期安定化と浸出水の良質化、更にはメタン等のガスの発生抑制のために、部分的に「準好気性埋立構造への改善工事」を実施するのが最も実績が多く実用的である。

準好気性埋立構造の有機物の分解プロセスを図 5-1 に示す。また、嫌気性埋立構

造と準好気性埋立構造の違いによる有機物の分解プロセス及び生成物の違いを図5-2に示す。

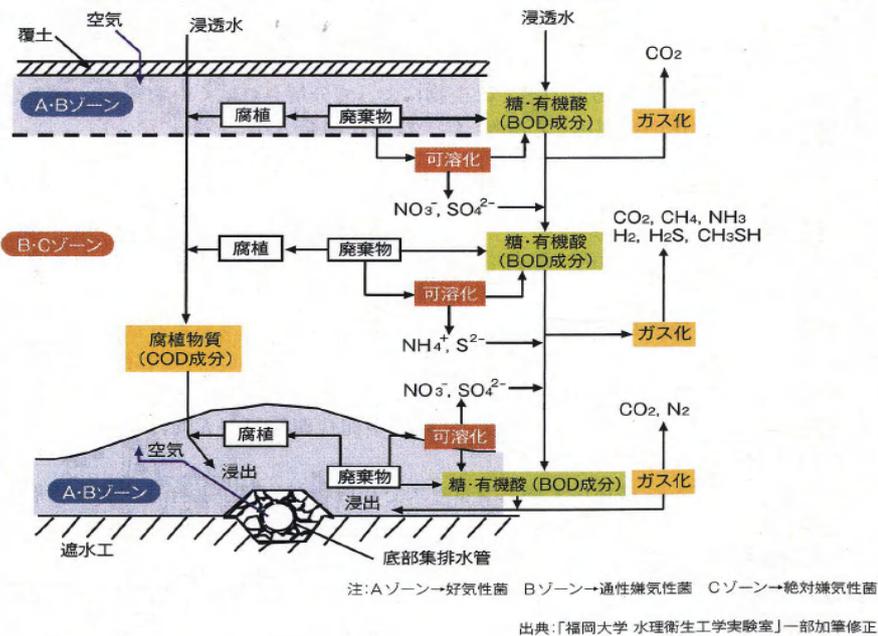


図5-1 準好気性埋立構造における有機物の分解プロセス

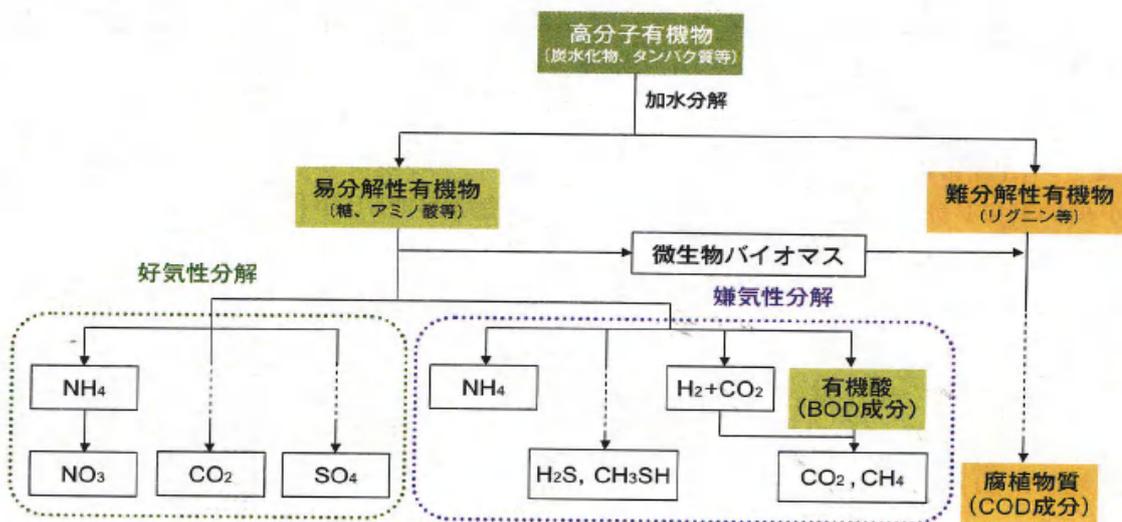


図5-2 有機物の好気性分解及び嫌気性分解のプロセス及び生成物

この事例を基に、当該地区における「好気性領域の拡大工法」によるガス抜き対策工事の概念図を図5-3に示す。

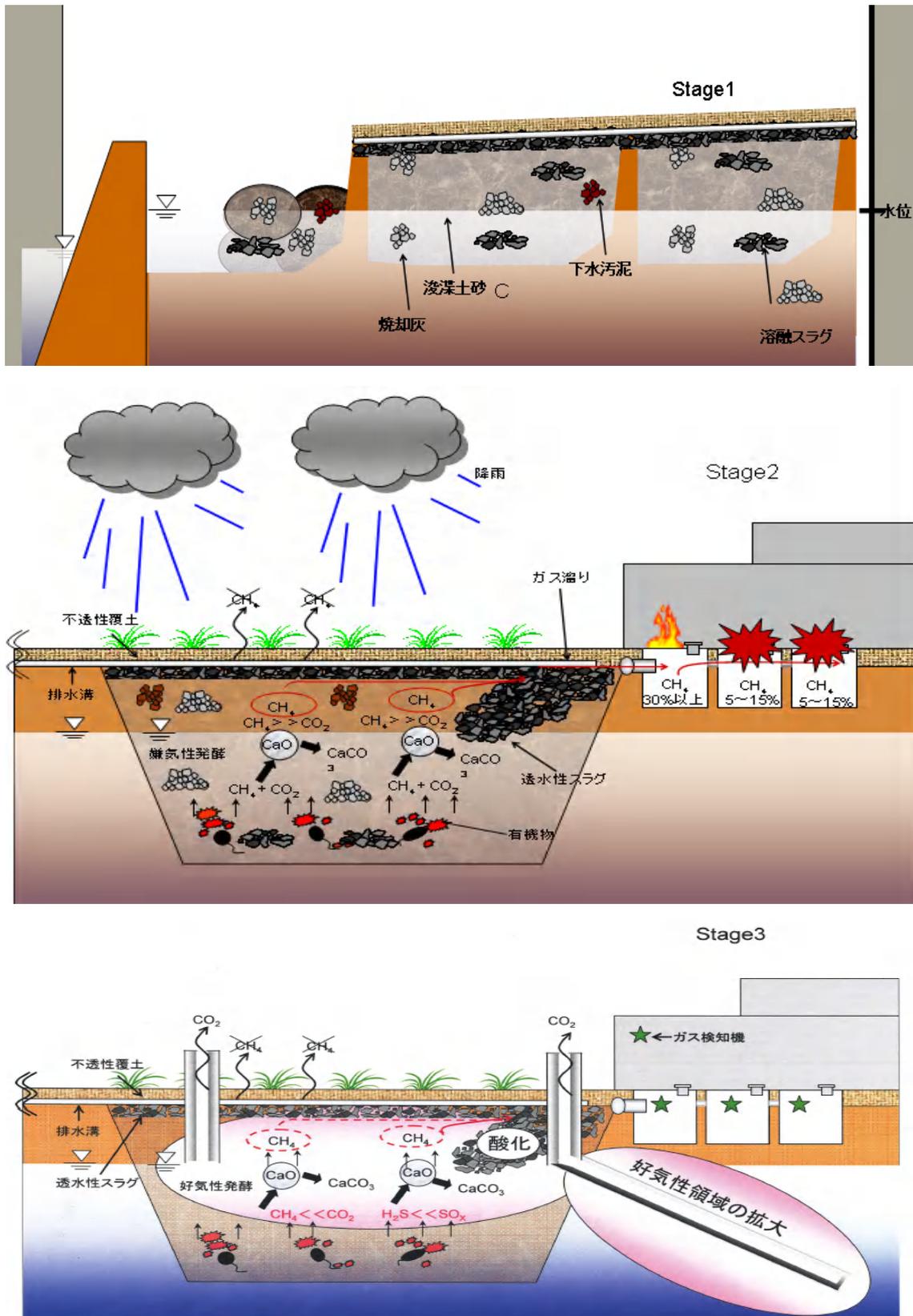


図5-3 「好気性領域の拡大工法」によるガス抜き対策工事の概念図

(2) メタン抜き対策工事

メタン抜き対策工事は、以上の基本的考え方をもとに次のような方針で実施する。

- 1) 空間地・・・自然吸引により地中のメタンの大気放出をはかる。
- 2) 建物内・・・強制換気をはかるとともにメタンの漏洩検知を行う。

又は発生量の少ない場合は、メタン抜きパイプ等を敷設して建物内から大気放出をはかる構造とする。

以下、それぞれの施設について対策を述べる。

1) 空間地

ごみ層中に滞留しているメタンを吸引し、積極的に大気中へ放出するため、図5-4に示すようなメタン引抜管を設置することが必要である。

事例の概要を述べると、メタン引抜管はおおむね20m間隔で配置されている。

メタン引抜管は内筒と外筒からなり、内筒は直径165mm、長さ5m、管の周囲には直径60mmの孔が48個空けられており、この部分のごみ層中に打ち込んである。

外筒は直径216mm、長さ2.7mで、頂部にベンチレータを取付けてある。

このメタン引抜管はフェンスの支柱等として利用できるようなしておけば外観上も良好である。(図5-5参照)

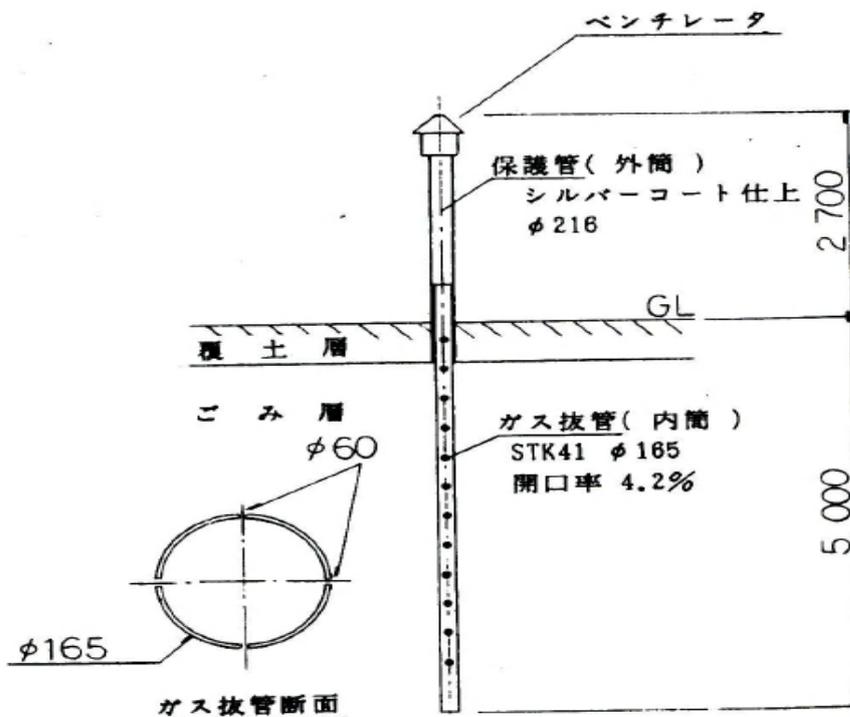


図5-4 ガス引抜管

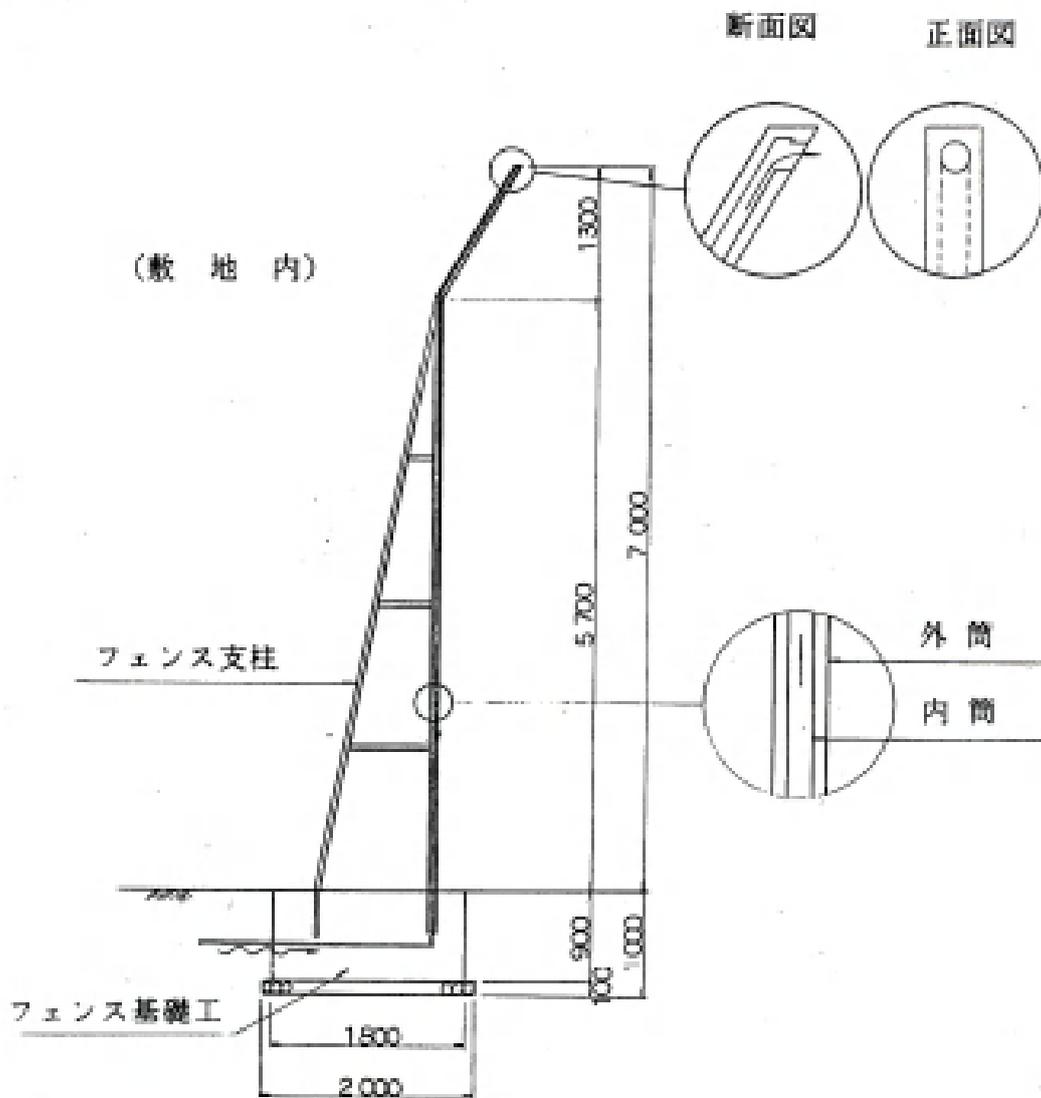


図 5-5 ガス排出筒兼用敷地外周フェンス構造図

ガスの放出量はごみ層内のガス圧と吸引圧によって異なるが、この場合は自然換気なので気圧、風速などに左右されると思われるが、当該地区は海岸に近く、比較的風速もあるため、自然換気拡散が現実的である。

2) 建物内

メタンガスの発生は少ないが、電線管や建物基本部分の亀裂などからメタンガスが建物内に侵入する危険がある。

この対策として通気性の良い方式で配管するが、できるだけ地下敷設を避ける方が

望ましい。

3) 共同溝

計画地内にはケーブルや上下水道管を収めた共同溝が埋設される可能性がある。管と共同溝の接続部やコンクリートの亀裂からガスが侵入する危険性がある。この対策として、強制換気設備とガス検知器を設置する必要もある。

4) マンホール

マンホールもガスが侵入する可能性がある。

そして、一般にふたが密閉構造なので侵入したメタンガスが大気拡散できず蓄積されてしまうことになる。

この状態を防ぐため、図5-6に示すような特殊蓋を設置することも一案である。

ふたの構造はマンホール内のガスを大気拡散させるため周辺に開孔部を設け、この部分から雨水が入らないように枠の内側を高くしてある。

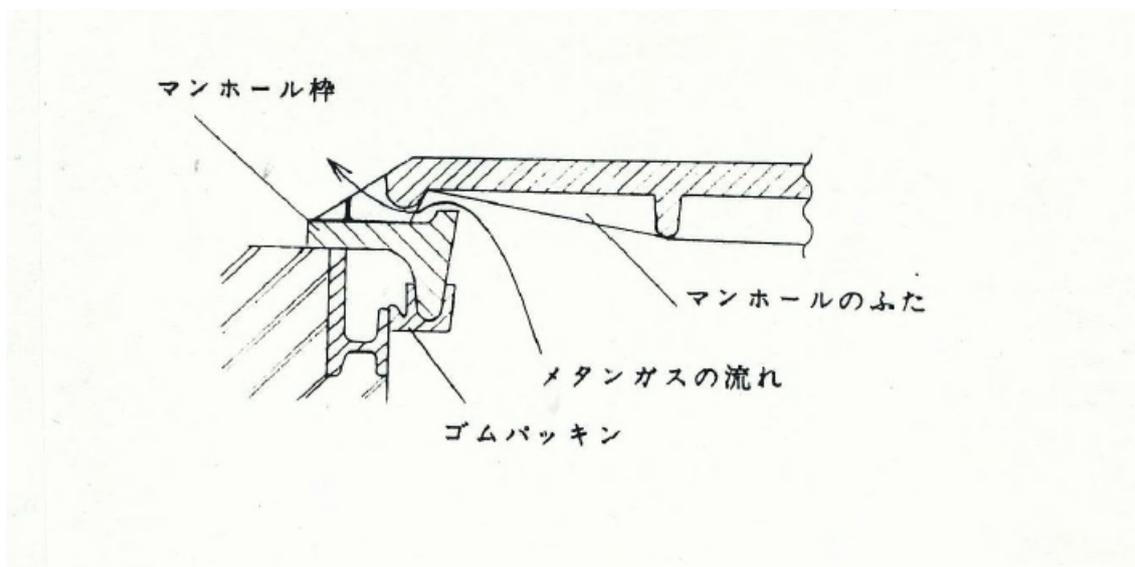


図5-6 ガス抜きマンホールふた断面図

(3) 発生ガス対策のための基本構造

メタン抜きの方法としては、自然排気と機械による強制排気があるが、当該地区のガス抜き対象地区の範囲と発生量から考えて、リリーフウェルによる自然排気方法とする。

また、グラウンド・ゴルフエリアと健康増進センター境界エリアに大別して対策工を実施するものとする。

リリーフウェル方式としては、以下の2方式がある。

1) 立上自然排気方式

リリーフウェルを開孔し、直接地上に鋼管ポール（耐酸ライニングした方が望ましい）等で立ち上げ、自然排気するものである。

鋼管ポールは、街路照明柱、フェンス支柱としての利用も可能である。

2) 横引自然排気方式

リリーフウェルを横引き管により敷地境界の高所や空地へ導き自然排出するものである。

① グラウンド・ゴルフエリアにおけるガス抜き対策工

本地区におけるガス抜き対策工は、グラウンド整備に伴う敷設型の雨水排除溝とリンクさせて施工する方が合理的である。

ガス排出管の標準断面として図5-7に示すが、グラウンドフェンス支柱部に併設させた形でガス排出筒に接続させる。

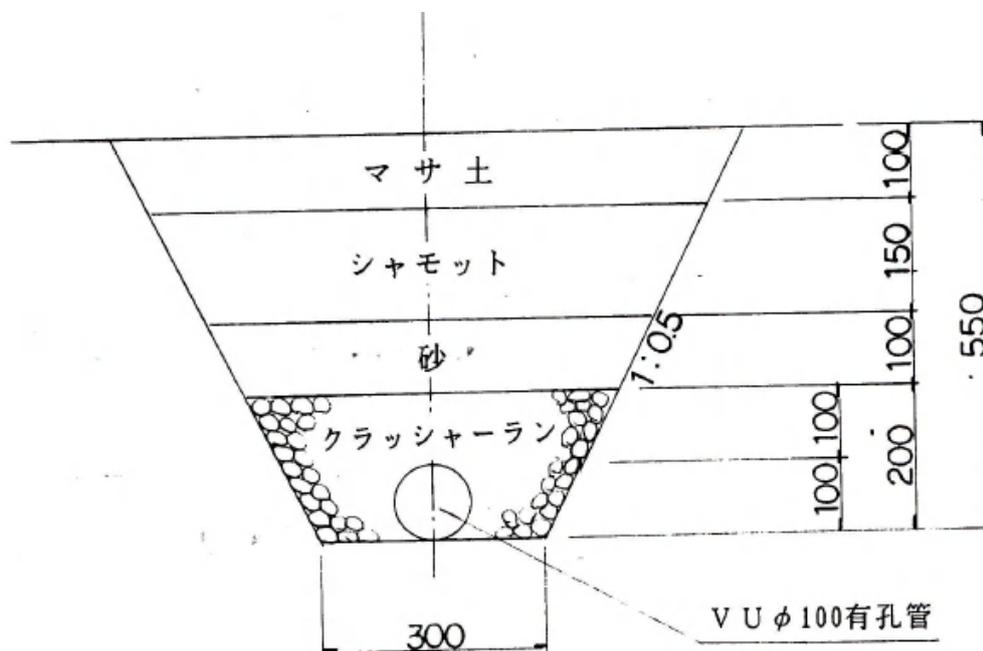


図5-7 グラウンド用布設型雨水排除溝を利用したガス排出管構造図

② 健康増進センター境界エリア

ガス排出管の基準構造を、資料4-3に示す。配置は、センター境界エリアの下は3m前後とする。

(4) 健康増進センター再建に係るガス対策

健康増進センター建設中に、地下から発生するメタンガスに起因した事故が発生したが、ガス発生調査を経て、安全対策を講じた上で現地再建が可能である。その安全対策は、次の3点から成るものである

- 1) 建物周囲及び下部からのピット内に流入するメタンの排除と好気性の保持
- 2) 建物内の給・排気による換気の確保
- 3) ガス検知器による監視

まず、建物周辺からメタンガスを排除し建物内へ侵入しにくい状態とすることを第1とし、仮に侵入があったとしても地下ピット及び室内から換気によりガスを排除することを第2に、最悪の場合はガス検知器による監視体制で、メタン排除に取り組む安全対策とした。

施設完成後は、設備の維持管理計画、モニタリング計画、可燃性ガス安全対策マニュアル及び行動計画を作成し、施設管理者の対ガス訓練等により運営時の安全体制を確保することとしている。

5-2 工事中の安全対策

爆発事故がメタンによるものと特定された。この前提に立って実施してきた安全対策は既存の技術で十分に対応できる内容のものである。メタンは無色・無臭で、閉囲空間にガスが存在しても大気放散させることにより、爆発の危険となる濃度以下に低減させることができ、安全が確保できる。

メタン発酵プロセス（嫌気性発酵）を、図5-8に示す。メタン発酵の機構は、第一段階の有機性廃棄物から有機酸や、水素ガス及び少量の二酸化炭素を生成する酸発酵工程（水素発酵ともいう）と、第二段階のメタン発酵過程から成り立っているが、現状では地層中に含まれる有機物を排除できないことから、各過程での生成があっても、嫌気下での分解を不活性化してメタン発酵を低減する措置は可能である。好気となるように大気を通気することができれば、その目的を達成できる。

(1) 具体的な安全対策

今回の事故が発生したのは施設建設工事の終盤で、仕上がり地盤以下（DL+6.4）の基礎及び地下ピット等の工事、更には建物へ出入りする設備配管の埋設工事も概ね終了し、建築仕上げ工事及び建屋内の設備工事を施工していた状況下であった。

事故原因が解明され、工事が再開された後では、今回の事故により損壊を受けた部分の復旧工事、新たに必要性が生じたメタンに対する安全対策工事を行うことになる。

安全対策工事では、再度建物周辺の掘削作業や地下ピット内での作業が必要となり、発生・滞留した高濃度メタンの湧出や漏洩・発火による爆発等の危険性が予測されるので、工事中の安全対策は十分に図るものとする。

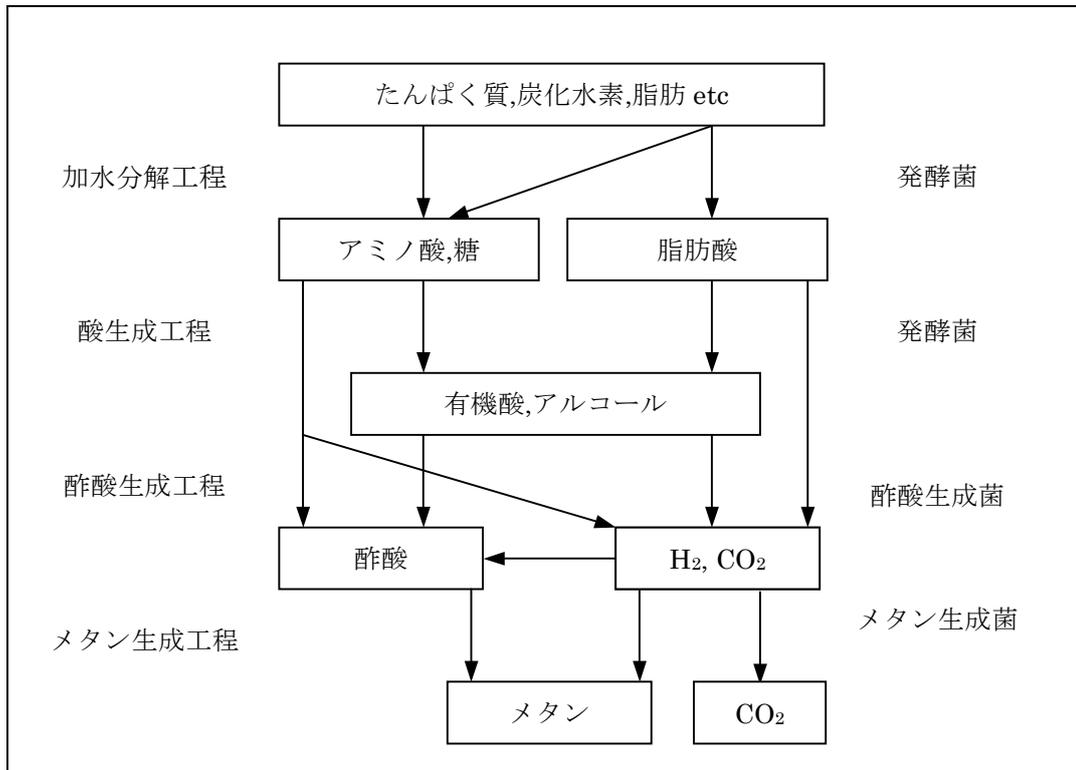


図5-8 メタン発酵プロセスの模式図

以上のようにメタンによる爆発の危険性は、建屋が完成に近づき、配管や内装が始まる時期において大きくなる。特に、地下配管を施工する場合には、掘削や埋戻し作業を伴うため配管がガスの通り道になるため、周囲のガス溜りになっていたメタンガスがピット内に流入し今回の事故に至ったものと考えられる。

① ガス通気溝の設置

この対策を講じるのは、健康増進センター、ストックヤード及び芝生広場についてである。健康増進センターについては資料 4-2（建物周囲ガス排出溝設置図）及び資料 4-3（ガス排出溝モデル図）、ストックヤード及び芝生広場については資料 4-17 及び資料 4-18 に示す溝を図面の位置に設置することである。この溝を設置する目的は、原因調査において建物周辺の土中で高濃度メタンガスを検出しており、今後もメタンガスが発生すると想定した対策措置であり、ガスの発生があっても建物エリアへの侵入を阻止することである。

そのために、溝は資料 4-3 に示すような構造とし、ボーリング調査等でその存在を確認しガス溜りとされたスラグ層が埋設されている部分では、その上面の深さまで掘削し溝を構築する。逆台形の形状の溝面には、掘削面からの土砂の流入を防止する目的で浸透シートを敷設する。これによって、雨水の浸透があっても土砂が溝内へ流入

することを防止でき、発生したメタンの流れを阻害することもなく、メタンを誘導することができる。

溝内には、碎石層は粒径の大きい1号碎石（60～80φ）を充填して、最上面には3号碎石（30～40φ）を敷設することで、十分なメタンの流通経路を確保できる。メタンが碎石層を通過して、緩い勾配で敷設された有孔管（UV150φ）に導かれ、その後大気に放散できる構造となっている。ガスを有孔管に効率よく導くために管上部には、不透水性の高い粘性土（厚さ 100mm）を締め固めてある。また、数多くの設備配管を屋外から管外径より大きなスリーブにより地下梁を貫通して地下ピットに誘導しているため、通常のもルタル充填によるコーキングではなく、シール性を高めるため水中ボンドをシール材として使用し、ガスの侵入を防止する。

なお、有孔管内に流入したガスを 15m ピッチで立上げたガス排気塔に導くことによって、大気に放散することができる構造とする。

排気塔は、動力設備を利用した強制排気ではなく、自然通気ではあるが、十分機能すると考えられる。

資料 4-20 に示す自然通気の排気管には、将来、モニタリングに必要な計測孔を設置しておくことが望ましい。

なお、詳細な説明は省くが、スットクヤード及び芝生広場についても、健康増進センターにおける通気溝と詳細な形状は異なるが、前述したような通気溝を設置することとする。

② 基礎下集ガス管の設置

地層内で発生したメタンガス等はスラグ層に滞留していることがボーリング調査等で確認されていることから、資料 4-4（基礎下集ガス管設置図）及び資料 4-5（同計画図）に示す VP50φ程度の有孔管を 5 本、ボーリング調査及び補足調査によって建物下でスラグ層が埋め立てられていると確認されたエリアに設置するものである。

本来ならば、建物の基礎を築造する前に集ガス管を敷設するものであったが、既基礎部分を再利用して施設復旧を実施する方針から既存建築物を撤去して再工事を実施することは、コストの過負担であり、また、既設建築物を撤去して更地から工事を実施するとなれば、建設工期が長期化することがあるので、代替策として、基礎下に勾配を 2%程度確保した水平ボーリングで削孔した後に管を敷設するものである。

管の上端部で集ガスし大気放散させる排出塔を設置することとする。この対策によって、建物基礎下で発生したメタンガス等は、建物内部へ侵入することなく集ガス管で捕集し、大気に放散されることとなるとともに、嫌気性分解によるメタンガスや硫化水素の発生を抑制することができる。また、排出塔先端が大気に開放されていることで、空気の流通は可能となり、地層内を嫌気状態から好気状態とできることで、メタンガス等の発生を抑制できる。

③ 強制換気対策

健康増進センターにおいては、資料 4-6（地下ピット強制換気設置図）、資料 4-7（強制換気モデル図―安全対策前及び安全対策後）に示すように、地下ピット上部に配置された 1 階諸室には、当初設計では全熱交換器を介して取り入れた外気が屋内を通過した後、屋外に排出させる換気経路となっていたが、安全対策案として、屋内を通過した外気をいったん地下ピットに送気し、地下ピットの空気も強制的に流通させて、仮にメタンガスが建物基礎下の地層内から侵入してきても屋外に強制的に排出できるシステムとした。このことにより、地下ピットに絶えず空気が入り出せる構造となり、メタンガス等が滞留する可能性を排除できる。

（2）その他施設等の安全対策

健康増進センターでガス爆発事故が発生した時点では、当該施設以外については建設工事が竣工して、ごみ焼却施設及び再資源化施設では試験運転も完了していた。また、環境楽習センターも同様に市民利用施設として稼動する直前であった。

こうした状況下では、緊急な対策として可能な安全対策を実施して、施設の運営再開を図ることが不可欠であった。

資料 3-20 に示すように、これらの施設にある地下配管ピット等には上部床面に通気孔を設置して、建物周辺地層から侵入するメタンガス等が内部に滞留を起ささないような対応を事故後に実施した。また、焼却施設においては、強制通気装置の設置をも施した箇所がある。

よって、以下に具体的な説明を行う。

① 屋外施設

雨水マンホール、電磁弁ボックス、電気ハンドホール、上下水道マンホール及び芝生広場地下集水管にガス抜き孔を計 210 箇所設置した。このうち、芝生広場内にある通気柵については、既に資料 3-9 に示すような対策を施してあるが、芝生広場の使い勝手のよさに配慮して資料 4-19 に示すように改良を施す。

② 屋内施設

ごみ焼却施設、再資源化施設、環境楽習センター、カブトムシホール及び収集職員休憩所の地下ピット天井部（1 階床面）に通気口計 38 箇所、ガス検知器 31 箇所を設置した。

（3）その他の設備

ガス発生状況及び埋立土壌のガス発生能調査により、下水道汚泥より浚渫土砂の方が発生度合いが高いと推定される。このことから、ガス抜き対策としては、資料 2-7、資料 2-12 及び資料 2-26（補足調査孔 F,G,H,I）に示すボーリング調査孔 30 箇所から

資料 4-20 に示すような排出塔（F,G,H,I については観測口）を設ける。

（４） 工事实施における留意事項

1) 一般事項

5-2 項で述べた再発防止策の工事を今後実施するにあたって、施工時には以下に記載する事項を遵守し、作業に従事することが事故再発防止に不可欠である。

① 現場内禁煙と現場への発火物の持ち込み禁止

現場内は禁煙とし、現場外の定められた場所で喫煙するものとする。

また、工事関係者が、マッチ、ライターその他発火源となるものを現場内へ持ち込むことを禁止し、その旨を出入口付近に掲示すること。

② 検知器の現場常置

酸素、硫化水素、可燃性ガス、一酸化炭素の 4 種を測定できるガス検知器を、現場に常置すること。

③ ガス検知責任者の設置

ガス検知責任者として、有資格者（酸素欠乏危険作業主任者）を選任すること。

④ 現場内作業員の把握

現場代理人は、当日現場で作業を行う作業員の配置を把握すること。

2) 安全管理体制

① ガス検知責任者の測定と作業開始の指示

ガス検知責任者は、始業前にガス検知器により 4 種のガスを測定し、現場代理人に報告すること。測定箇所は、地下ピット、1・2 階の主要な箇所、屋外での主要な掘削箇所とする。現場代理人は、測定結果に異常がないことを確認し、現場作業開始を指示すること。

特に、作業休日の翌日は、より慎重な測定体制を確保すること。

② 機器の防爆及び予備電源

地下ピットや室内等可燃性ガスが滞留する可能性のある場所では、使用する電源設備機器は防爆構造のものを使用すること。また、換気設備、照明設備及び保安設備には、予備電源を備えること。

③ 換気の実施

工事に際して、換気計画を作成すること。建物内、地下ピット及び屋外作業場においてガスが滞留しないように、通風及び換気を連続的に行う。自然換気を有効に取り込むよう、囲いが必要な箇所は網状のものを使用する他、原則として建物の窓・扉は開放の状態で行うこと。

自然換気が確保できない場所では送風機を使用し、万一の状況下においてもガス滞留のない現場確保に努めること。

④ 作業中止の基準

ガス検知責任者は③に関わらず、作業中での測定作業を定期的に行い、結果は記録保存すること。途中、ガスの発生を認めたときは、作業を中断し関係者を一時避難させること。その基準は、酸素 18%未満、硫化水素 10PPM 以上、可燃性ガス 25%LEL 以上、一酸化炭素 50PPM 以上とする。

⑤ 火気使用の原則禁止と火気の必要な作業の措置

原則として現場内における火気使用は禁止する。ただし、作業実施上火気が必要なものについては、施工計画書で該当する作業を明確にしたうえ、その作業実施計画書を姫路市監督員に事前に提出すること。

特に、溶接、切断等の作業の実施にあたっては、ガス濃度を測定し十分安全が確保される濃度において現場代理人の管理のもとに、上記作業実施計画書に従い十分に注意して作業を行うこと。

⑥ 緊急時の避難経路と避難計画

作業中断その他緊急の避難を行う場合に備え、警報器を設置するとともに、避難経路、避難場所その他避難に関する計画をあらかじめ作成し、作業員への周知徹底を図ること。

3) 工事関係者への教育周知

① 教育の徹底

教育担当者を定め、新規入場時や月例で開催される安全対策協議会時に、ガスに関する教育を現場関係者に徹底して行うこと。

また、毎朝、作業開始前に朝礼を行い、始業前のガス測定結果と安全対策についても作業員への周知徹底を図ること。

② 避難訓練

月に1度、避難計画に基づく避難訓練を実施し、記録すること。

③ 工事現場に関与しない来場者への教育

この仕様に記載する事項は、現場入場者に関わらず、営業その他の来場者に対しても周知を行うこと。

4) 連絡体制

① ガスに起因する緊急連絡体制の作成

施工計画書に記載する緊急連絡体制に加え、ガス検知による作業中断その他ガスに起因する避難を実施するときの連絡体制を別途作成し、姫路市監督員に提出すること。

② 労働基準監督署等との連絡体制

この仕様に定めるものの他、労働安全衛生法その他法規の定めるところに従い、関

係監督庁との連絡体制を確保すること。

5) 掘削等土工事の施工

掘削作業は原則として重機類を使用するが、掘削途中で都度ガス測定を実施し、25% LEL以上の可燃性ガス濃度を検知した場合は、ガス濃度が下がるまで作業を中断し送風等の措置をとること。また、掘削部ではガスが滞留する可能性のあるような掘削面崩壊防止シート掛けは行わずに、釜場を複数設置しポンプの自動運転により雨水排除を行うこと。

掘削仮置土砂は、極力大きな山積みをせずに、ガスが大気に拡散できる状態にしておくこと。

6) その他

工事請負業者は、現場内外に渡る徹底的な安全確保に努めること。

5-3 可燃性ガス発生の監視

1) 屋内ピット、マンホール等

上記については、平成22年4月下旬に安全対策工事を実施した箇所についてである。

① 4月9日から屋内外に渡る183箇所（7月1日までは184箇所、1箇所工事施工中マンホールのため閉塞した。）の地下ピット、マンホール等の可燃性ガス測定を開始し、安全対策を実施した4月27日までに、可燃性ガス測定値が100%LELを超えた箇所は延べ13箇所を数えた。

その後、7月13日までに延べ9箇所において可燃性ガス測定値が100%LELを超えたが、改良工事等を加えた結果、7月14日以降100%LELを超える計測はない。

② 測定は、全183箇所を毎日行った。しかし、9月30日の段階で、測定開始以降ガスを計測していない屋外85箇所については、10月1日以降の測定は1週間に1度とし、残る98箇所を毎日の測定とした。ただし、1週間に1度の測定箇所はガスが計測された段階で、毎日の測定に戻すこととしている。

③ 3箇月毎の見直しを原則として、1週間に1度の測定した箇所で3箇月間計測がないときは1箇月に1度の測定とする等、頻度の見直しを行う。

2) ボーリング調査孔

① ガス調査を行うために、試験調査3箇所、本調査23箇所、補足調査14箇所、計40箇所の調査孔を設けた。

② この中で、補足調査の内健康増進センター北側の10本はガス発生層を確認するために設けた補足調査孔であり、調査の目的を終えたため工事実施に伴い撤去する。

- ③ それ以外 30 箇所の調査孔は、ガス排出塔その他施設としてガス測定ができる構造で工事を行い、定期的なモニタリングを行うこととする。
- ④ 現在、26 箇所の試験調査、本調査孔は、1 週間に 1 度の測定を継続しているが、平成 23 年 1 月からは 2 週間に 1 度の測定とし、各調査孔のガス排出塔その他のガス抜き対策工事完了後は、1 箇月に 1 度の測定とする。

3) 調査結果の記録保存

上記のガス調査結果は、エコパークあぼしにおいて永年の記録保存とする。

4) 測定頻度の見直し

1 及び 2 で記載した測定について 1 箇月を超える頻度に見直すときは、調査・安全対策検討委員会委員またはガス学識経験者の意見を聞いたうえでエコパークあぼし環境監視委員会に報告し、その実施を図るものとする。

測定頻度は 1 つの目安であり、ガス測定値の状況を日常から把握することが安全確保につながる。また、メタンガスに対する安全監視に意識をもって取り組むことにより、なし崩しのない安全啓発を図るため、実施するものである。

5-4 可燃性ガス発生が特定された場合の対策

(1) 発生ガスのモニタリング計画

1) 屋内施設

ガス検知器を諸室等及び地下ピットに設置して、メタンガスの濃度を監視する。検知器仕様は添付資料の機器概要によるが、室内及び天井裏は家庭用ガス検知器とし、地下ピットは業務用ガス検知器とする。各検知器は赤色ランプ点滅及び警報音発報式とする。

検知器の中央監視盤は 1 階事務室 2 に設置し、営業時間中は有人監視とするが、夜間等時間外の有人対応はできない場合には、自動火災報知設備を介して警備会社へ連動させて対応する。検知器作動時の対応は作成し、既に対応している「可燃性ガス安全対策マニュアル」及び「エコパークあぼし」各施設の可燃性ガス安全対策行動計画に準じて対応を行い、施設来場者のみならず職員がパニックにならぬように努めること。なお、健康増進センターについても施設開設までに上記施設と同レベルのマニュアル及び行動計画を整備し、利用者の避難誘導に関する訓練実施や利用者が安心して利用できる管理者側の安全教育を徹底する等、安全な運営対策に万全を期すこと。

2) 屋外施設

5-3 の項の「可燃性ガス発生監視」で説明済みである。

3) その他

市民利用施設として施設を運営していく際に、これまでに爆発限界以上のメタンガス濃度が測定された個所を含め、継続的なモニタリングを行うとともに、その結果を公表し利用者に安全な施設であることを認識していただくことが肝要である。

5-5 これまでに実施した安全対策の評価

再度事故が起こらないようにとの趣旨で、これまでいくつかの安全対策を実施してきた。

それらの結果を、資料 3-1～3-24 及び資料 4-1～4-20 にまとめた。これらの資料に沿った安全対策を実施すれば、網干地区に限らず、如何なる場所においても、ガス爆発を確実に防げるばかりでなく、今後もガス爆発に対する安全を確保できることは言うまでもない。

あとがき

本報告書では、平成 22 年 3 月 25 日午前 9 時 21 分に、姫路市網干区網干浜 4 番地 1 に建設中の「姫路市立網干健康増進センター」で発生した爆発火災に関する調査の結果をまとめた。

当然のことであるが、事故報告書の目標は、同種の事故を再発させないことにある。今回の事故においてのみ起こったと言えるような現象もあり、すべての埋め立て地で、同じようなガス爆発が起こる可能性があるとは、断言できない。しかし、4 章並びに 5 章にまとめたように、わからないことがあったとしても、安全確保の基本となることを実行していただければ、同種の事故は、起こり得ない。

この報告書は、事故調査委員会が自信を持って公表できる成果であるといえる。調査委員は、各自の専門の知識を駆使して現象解明にあたった。それぞれの役目を果たしたといえる。

最後になったが、この報告書の作成に当たっては、姫路市職員の献身的な協力に加え、同市から多額の調査費用が支出されている。関係者諸氏に感謝するところである。

また、報告書の取りまとめは、特定非営利活動法人 防災・危機管理教育協会（事務局長：上原克彦）に担当していただいた。ここに記して謝意を表す。

平成 23 年 1 月

網干健康増進センター事故に係る調査・安全対策検討委員会
委員長 平野 敏右