

大阪万博建設現場におけるメタンガス爆発事故①

－爆発原因と発生ガス対策の妥当性について－

技術士（衛生工学・建設・環境）・甲種危険物取扱者等
環境計画センター 会長代行 鍵谷 司

はじめに

公益財団法人2025年日本国際博覧会協会（以下、万博協会と記す）が実施していた万博会場建設工事中、2024（令和6）年3月18日にガス爆発が起これ、建設中のトイレ建屋が損傷した。建設場所が、大阪市の廃棄物埋立地であったことから、地中で発生したメタンガスが建屋下の床下ピットに溜まり、溶接作業中に落下した火花により着火、爆発したと報道された。爆発規模が小さく、人身事故を伴わなかったため、建設工事中止などの大事には至らなかった。が、会期中には、約3,000万人もの入場者が予定されており、仮に爆発事故が起きたならば、万博の中止に追い込まれかねない非常事態も想定される。会期1年前の事故は、建設工期に余裕のない状況の中で、早急に「安全対策」を公表・実行し、社会的不安を解消しなければならない。

万博協会は、事故発生から逐次、メタンガス測定結果や発生ガス対策の考え方を公表してきた。事故3ヵ月後の6月24日には、メタンガス等に関する会期中の安全対策を公表し、実施している。これには様々な対策が網羅されており、万全の対策が講じられているように見受けられる。

これまで、廃棄物埋立跡地に中学校、マンション、体育館、ゴルフ場、住宅団地等を建設した事例を視察あるいは指導した実務経験に基づいて万博協会の発生ガス対策について検討した。最も気になることは、安全性を強調したいが故、関係者以外にはわかり難い記載が多すぎることである。廃棄物埋立跡地では、メタンなどの有害ガスが発生するので、安全確保など作業員教育が重要であ

り、理解しにくい表現は避けるべきである。

これまで廃棄物埋立跡地の安全利用について多くの現場調査を行い、寄稿文や講演実績に基づいて、万博協会の安全対策を実務者の視点から検討したので紹介したい。特に、留意すべきことは、次の項目であるので、最初に明記しておきたい。

- ①メタンガスのリスクは、作業環境と閉鎖性空間（建屋、ピット等）における安全性の二面があり、メタンガスの濃度だけで判断することは適切ではない。
- ②作業環境の安全基準を、30%LEL（※）で表記しているが、爆発限界濃度を基準にしたものでわかり難い。メタンガスは濃度を測定しているので、基準濃度（%）で示すべき。
- ③メタンは、空気よりも軽いので、閉鎖性空間では、速やかに上昇して濃縮し、爆発限界濃度（5～15%）に達することに留意。
- ④メタン発生は、有機物の嫌気性分解を意味し、微量であるが毒性の強い硫化水素なども発生していることに注意。硫化水素は逆に空気よりも重いので、低地や窪みに溜まり易く、水に過飽和で溶けることに留意。

※LEL（Lower Explosion Limit）：爆発下限濃度を示し、メタンでは5%であるので、30%LELとは、1.5%を示す。

1. 万博会場建設工事と爆発事故

本稿は、大阪・関西万博の建設工事中に起こったガス爆発に焦点を当て、とくに、万博協会が公表した爆発原因と発生ガス対策について検討した。ここでは、万博の目的、内容あるいは開催地等に

ついはできるだけ簡略化した。発生ガス対策を検討するためには、処分場構造、埋立工法、埋立物、埋立量および発生ガス処理設備、発生ガス量および濃度等の情報が必要である。ここでは、万博協会および埋立を管轄する大阪広域環境施設組合の公表資料に基づいて検討した。

今回は、2024年3月28日にガス爆発が起こったので、その概要をまとめつつ、発生ガス対策の妥当性あるいは改善点の有無について、長年にわたる実務経験に基づいて検討した^{1~3)}。

1. 1 大阪・関西万博の概要と開催地

2025年日本国際博覧会「大阪・関西万博」は、2018年11月に博覧会国際事務局総会（BIE）において開催が決定された。2019年1月に国・地方自治体・経済界の協力のもとで万博協会が設立され、準備、運営に当たっている。2025年4月から10月までの6ヵ月にわたって開催される予定で、建設工事が急ピッチで進められている（写真1）。

（1）大阪・関西万博の概要と課題

開催場所については、建設工事中におけるメタンガス爆発が起こったことから、会場の選定に議論はあるが、当該廃棄物埋立地は、埋立計画当初から土地造成を目的として認可（公有水面埋立法）されており、利用には違和感はない。有機物を含む廃棄物を埋め立てれば、当然、メタン等のガス発生や不同沈下などが起こるのであり、これまでも技術的に対応して高度に利用されている。つまり、メタンガスの発生は、廃棄物埋立地を選定し



写真1 大阪・関西万博会場の開催予想図

た段階でわかっていたことであり、むしろ、関係者の認識不足が事故を招いたものであり、安全の確保は難しいことではない。

後述するが、爆発現場となった東トイレの配管用地下ピットには埋立ガス対策が講じられていたが、計画どおりに機能しなかったため、ピット内にメタンガスが滞留し、爆発したのである。結果的に対策が不適切であったことを意味する。その後、新たな発生ガス対策としてメタンガス検知器と機械的な換気装置を多数配置し、事故防止を図る方式が掲げられている。

新たな発生ガス対策を講じるためには、当初、メタンガスが地下ピットに流入および自然排気が機能しなかった原因を究明することが基本である。が、すでに、基礎部分や建屋は完成しているので、わずか6ヵ月間の利用期間なので、抜本的な対策よりは、力づくで事故防止を図らざるを得ない。跡地利用は、今後も形態を変えて続くのであり、不信感を残さない対応が求められる。

【開催概要】

○開催期間：2025年4月13日（日）～10月13日（月）、184日間

○開催場所：大阪 夢洲（ゆめしま）、約155ha（USJ 約3個分）

○事業費：3,187億円（内訳：会場建設費2,350億円、運営費837億円）

○入場料：大人3,700～7,500円、中人2,000～4,200円、小人1,000～1,800円

○想定来場者数：2,820万人

【会場エリア】

会場は、図1の1区と2区の155haが利用され、大きく3つのエリア（パビリオンワールド、グリーンワールド、ウォーターワールド）に区分される。

パビリオンワールド（PW）は、会場の中央部に位置し、パビリオン等の施設が集まるにぎわいのエリアである。東と西の2ヵ所にエントランスゲートを設置する。主要施設としては参加国・企業・国際機関のパビリオン、日本館、自治体館、テーマ館、飲食・物販施設、管理施設、各種供給施設がある。

グリーンワールド（GW）は、開放的で緑あふれる空間とし、屋外イベント広場や、ベストプラクティスエリア、先進的なモビリティを体験するエリア等が配置される。西向きに瀬戸内の海を直接望むことができる場所でもあり、飲食・物販施設を適切に配置する。なお、このエリアは、夢洲1区廃棄物埋立地であり、ガス爆発現場である。

ウォーターワールドは、海の上の万博会場を象徴する場所である。堤防によって作られた内海をさらに大屋根（リング；写真2）によって囲い取ることによって「海の広場」を作り出す。内海に張り出したリングの上は展望歩廊であり、「海の広場」や会場全体を見下ろせる場所であり、南西方向に広がる瀬戸内の海を見渡せる場所ともなる。リングは、完成時には建築面積が約60,000m²、高さ12m（外側は20m）、内径約615mの世界最大級の本造建築物である。

（2）開催場所

大阪湾の中心にある大阪港に位置した海面埋立処分場である人工島の夢洲（ゆめしま、此花区）で、図1に示すように、面積が約390haである。埋立地は、4区に区分され、中央部北側はすでに埋立はほぼ完了しており、コンテナターミナル等に利用されており、南側は段階的に埋立が進行している。万博会場は、このうち1区と2区の面積155haであり、1区は、おもに焼却残さや下水汚泥を埋め立てた廃棄物最終処分場（管理型処分場）であり、2区と3区は、浚渫土砂や上水汚泥、陸

上残土を埋め立てる安定型処分場に相当する。

管理型処分場とは、有機物等を含む水の汚染やガス発生等を伴う廃棄物の埋立処分場であり、汚水処理施設や発生ガス処理設備が必要である。一方、安定型処分場は、水の汚染やガス発生がほとんどない廃棄物の埋立地であり、埋立物の流出防止策（堰堤や擁壁）のみが必須である（最終処分場構造指針）。

（3）第1区北港埋立地と発生ガス対策

第1区の埋立構造を図2に示す。埋立面積は約73ha、埋立容量は約1,170万m³。埋立層厚は平均約19mで、このうち約10mが水面であり、9mが陸上埋立である。なお、敷地面積には、護岸、揚陸設備、排水処理施設（水面）を含み、埋立面積とは廃棄物の埋立場所を示す。埋立方法は、揚陸岸壁に接岸した廃棄物等の運搬船からクレーンで大型トラックに積み替えて所定の埋立場所に降ろしてブルドーザで転圧し、廃棄物の厚さ3mに対

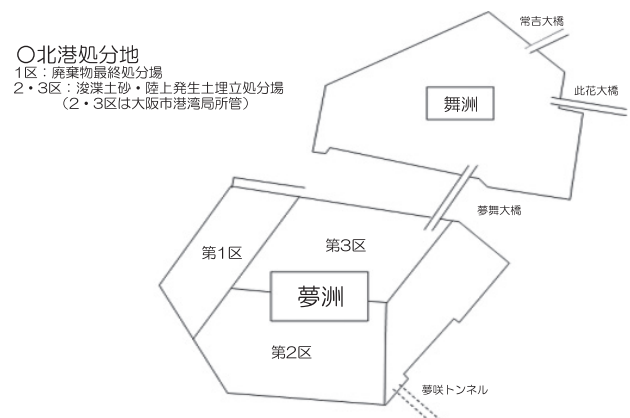


図1 北港埋立地の位置図



写真2 リングの完成予想図

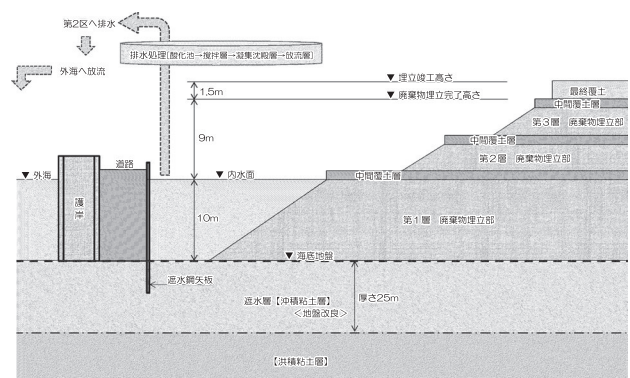


図2 夢洲第1区の埋立構造

して50cmの覆土をするサンドイッチ工法で埋め立てられる。廃棄物は3層で埋め立てられ、埋立完了後に1.5mの最終覆土が施される。埋立断面の半分以上が水面埋立であり、空気を供給できないので強い嫌気性状態であり、陸上部は準好気性状態になる。管理型処分場であるので、当然、汚水が発生するので、排水処理施設と発生ガス処理設備（写真3～写真6）等を整備している。

【発生ガス処理設備について】

最終処分場構造指針解説では、大規模埋立地においてはガス排出設備の配置間隔は、30～50m程度と記載されている。埋立廃棄物の種類、埋立層厚、即日覆土、中間覆土あるいは転圧の程度あるいはガス横引き管の配置や深度などにより、ガス排出量はかなり変動する。北港埋立地の事例では、発生ガス排出設備の配置間隔が100mとあるので、ガス抜き設備としては必ずしも十分とはいえない。また、発生ガス横引き管の配置事例は、写真5で示したように、横引き管の深さが覆土下まで埋設することが望ましいが、これでは覆土下に溜まる発生ガスを確実に排出することは期待できない。海面埋立では、公有水面埋立法により港湾設備などの跡地利用が義務付けられているので、きめ細かく発生ガスの排出を促すべきであろう。

【1区（廃棄物埋立区）発生ガスの挙動について】

発生ガスはメタンが主成分であり、空気よりも

軽い。つまり、発生箇所から地表に、あるいは地盤の高い方向に移流する。つまり、メタンガスは、必ずしも埋立下層部から流出するものではない。廃棄物埋立地の1区と残土・浚渫土砂埋立地の2区との間は、図3に示したように鋼管矢板で区切られているが、廃棄物の埋立が終了した最終覆土上の盛土地盤は仕切りがないので、隣接地へのメタンガスの移動が想定される。

通常、下層部からのメタンガス対策が講じられ、隣接地からの移流は、「盲点」となることがしばしば見受けられ、事故につながった事例もある。今回は、境界付近の電気・機械、通信等の管渠については、管渠内へのメタンガスの侵入防止、メタンガス濃度の測定や強制排気（機械換気）などの対策を講じるとしている。万博協会は、「GW工区との境界付近にあるPW工区内の電気・通信設備の地下ピットのメタンガスの濃度測定では、メタンガスは検知されていないことから、現時点でGW工区からのガスの流入が無いと考えられます。」と考察している。なお、ピット流入防止対策あるいは排気対策によりメタンガスが検知されなかった可能性があり、必ずしもガスの流入が無いと結論することには疑問がある。

1. 2 夢洲第1区（北港埋立地）におけるガス爆発事故

2024年3月28日に万博会場建設現場で起こったガス爆発事故について、万博協会では、逐次、情



写真3 ガス抜き管（縦管）



写真4 ガス抜き管周辺の測定状況



写真5 発生ガス横引き管

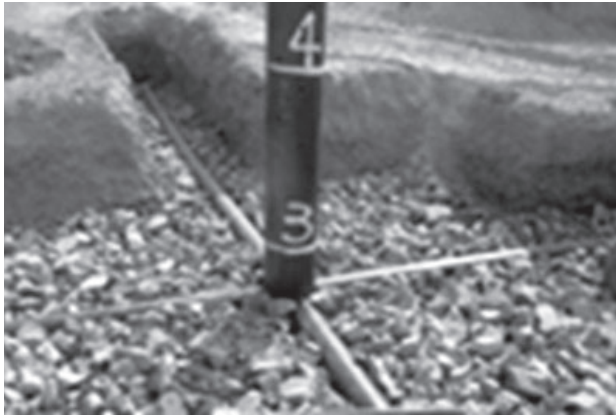


写真6 発生ガス排出縦管と横引き管

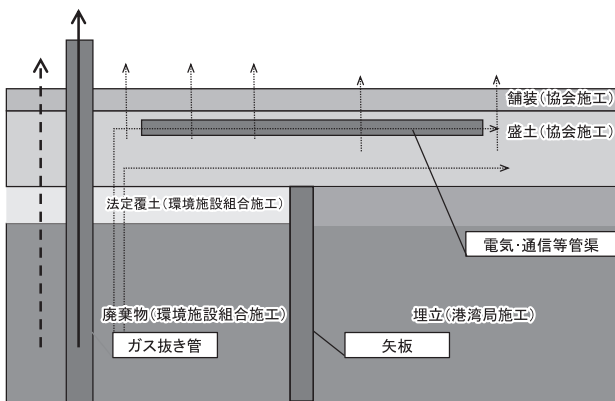


図3 GW工区とPW工区の地盤断面イメージ

報を公表している。

- 2024年3月29日 会場建設現場における事故報告
- 2024年4月19日 会場建設現場における事故への対応について
- 2024年5月22日 会場建設現場における事故への対応について
- 2024年5月30日 PW工区におけるメタンガスデータの検出について
- 2024年6月24日 メタンガス等に関する会期中の安全対策について
- 2024年8月23日 会場内のガス濃度（2024年6月度）の公表について

（1）爆発事故の概要

2024年3月28日（木）10：55ごろ、グリーンワールド（GW）工区の屋外イベント広場横、東側のトイレ1階（図4：左側の○印）で、溶接作業中に発生した火花が、配管ピット内に溜まった

メタンガスに引火し、1階床などが破損した。この事故によるけが人等の人的被害はなかった。

○事故発生日時；2024年3月28日（木）10：55頃

○爆発地点（追記）；1階東側トイレの床下に設置された地下ピットに配管やダクトが建物の梁・床・壁を貫通するための穴（スリーブ）を作る筒から溶接時の火花が地下ピットに落ちて爆発し、1階建屋の築や屋根などにも損傷

○物的被害；GW工区イベント広場横、東側のトイレ1階（写真7～写真9）

- ・コンクリート床の破損
- ・床点検口の破損（破損規模：約100m²）
- ・屋根材の損傷（損傷範囲：2,850×2,500mm、凹み10ヵ所）
- ・基礎梁部スリーブ損傷（損傷箇所：2ヵ所、スリーブ内面変色）

[コメント]

埋立ガスが地下ピットに流入した原因について記載はないが、改善対策を精査すると、地中と地下ピットを繋ぐ配管の隙間を通じて流入したと考えられる。なお、施工後、経過期間が短いので、地下ピットの亀裂等はないであろうが、漏水を含めて確認すべきであろう。また、地下ピット内へ流入したメタンガスを自然排気される対策を講じていた（図5）。しかし、吸気口の位置が地下ピットの中央部であり、排気筒の高さも低く、排気能力が低かったと考えられる。このため、吸気口付近とピット天井部との空間部にメタンガスが滞留したと読み取れる。メタンガスが空気よりも軽いので、吸気口は天井部に設け、排気筒は、屋上まで高く設置すべきである。

地下ピットの大きさ、排気設備の配置や数、排気筒高さが不記載、かつ爆発地点の説明もない。図6の右側地下ピットの上部に爆発らしきマーク（☼）が記載されている。溶接作業付近の下部に開口部があることから爆発状況と適合する。滞留したメタンガスが、ガス吸気口とピット天井部の狭い空間に滞留し、これに着火したと考えると、爆発規模は小さく、人身事故に至らなかった実態を合理的に説明できる。基本はメタンガスの溜まる

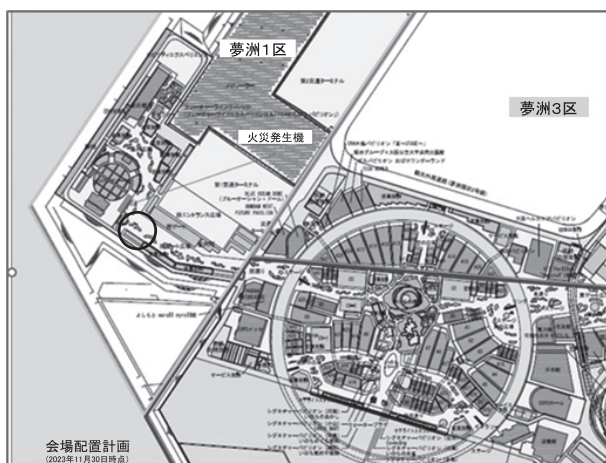


図4 爆発現場の東側トイレの位置図



写真7 床および床点検口の破損箇所



写真8 東トイレ屋根損傷箇所



写真9 基礎梁部スリーブ損傷箇所（地下ピット部）

空間をできる限り小さくし、排気は天井部から行うことである。

なお、トイレ建屋、地下ピット、スリーブの位置や大きさや配置図が付記されておらず、事故現場写真だけであり、資料として不十分である。また、いずれのスリーブが爆発および繋がる地下ピットの構造や配置図等を明記すべきである。

(2) 事故の原因

万博協会のお知らせ「会場建設現場における事故の対応について」(2024.5.22) より主要部分を抜粋した。なお、一部、追記した。

万博協会、関係機関（西野田労働基準監督署・此花消防署）および施工業者等の状況確認およびその後のメタンガス測定データ等に基づいて、爆発原因を下記の理由により、地中で発生したメタ

ンガスが、ピット内に溜まり、溶接の火花で爆発したと結論した。

○床下の配管ピット直下となる土壌から発生した埋立ガスが、配管ピット内に入り滞留し、ガス濃度が高くなっていた。

○配管ピット内においては自然換気や機械換気を作業開始前に実施し、ガス濃度が基準値未満であることを確認する手順を踏んだうえで作業を開始していたが、作業する範囲が地上階であり、配管ピット内はガス濃度測定の対象エリア外であると認識していた。

○結果、1階床上で火気を使用した作業時に、床コンクリート下の配管ピット内のガス濃度を測定せず、火気使用作業を行い、火花が引火したことが、ガス爆発の直接的な原因と推測される。

[コメント]

爆発事故発生時のガス対策を図5に、事故発生後の改善ガス対策を図6に示す。当初のガス対策を図から次のように読み取れる。

- ①地下ピットはコンクリート製で、床下にポリスチレンシートが敷設されている。シートの厚さは、0.15mmと薄く、ピット内への湿気防止とメタンガスの侵入防止も期待できる。本文では、シートはポリエチレン製とある。図6の基礎床下に記載されたポリスチレンの表記は誤りであろう。公的広報で間違うとは信じがたい。
- ②地下ピットには、自然排気設備が設置されている。吸気口はピットの中央部付近で、排気筒の高さは2～3m程度と低い。これでは、ピット天井部と排気口との空間のメタンガスを排気することができず、滞留する可能性がある。
- ③配管ピットは、3ヵ所あり、それぞれ中央付近は貫通しており、繋がっている。また、地表部には点検口があり、その大きさは、60cm×60cmで作業員が内部へ入れる大きさである。

図6からガス爆発は、近傍の配管ピットの配管孔（スリーブ）から溶接作業中の火花が孔内へ落下して、地下ピット内のメタンガスに引火・爆発したとある。スリーブの大きさが明記されていないが、鉄蓋は無いのであろうか？ 蓋が無ければ地下ピットのメタンガスは室内へ大量に流入する。スリーブの大きさや蓋の有無が爆発の要因に関わるので、明記すべきである。

ところで、屋内作業空間では、作業前に基準値以下のメタンが検知（1.5%以下；30%LEL）され

たとある。基準値以下であっても建屋内でメタンガスが検出されたこと自体が異常なのであり、重大な事故の前兆として深刻に受け止めるべきである。

1. 3 会期中の発生ガス対策；再発防止策

爆発事故を受けて万博協会は、2024年5月22日に再発防止策として安全作業環境確保手順書の見直しを行った。全ての作業前にガス濃度測定を行い、基準値以下となったことを確認し作業を開始し、今後もこの手順書に基づいて作業を徹底するとしている。いわば、安全に関するソフト対策である。次いで、2024年6月22日に、会期中の安全対策（メタンガス等）について、いわばハード対策とメタンガス等の測定結果が公表された。さらに、8月23日に2024年5月以降の「メタンガス等の検知状況」の概要と濃度測定データを公表するとともに、従前の作業手順を確認した。

（1）安全作業環境確保手順書について

手順書の概要を以下に抜粋した。

①作業前のガス濃度測定の徹底

これまでも実施していた屋外に設置されている埋立ガス抜き管周りでのガス濃度測定に加え、屋内作業においては、埋立ガスの滞留のおそれがある箇所（作業床付近、天井面付近、天井内空間、床下配管ピット内）でのガス濃度測定を徹底する。

②作業時の環境改善等の対策

床下の配管ピットは開放性を確保し、自然換気を常時実施する。また、屋内の作業エリアおよび

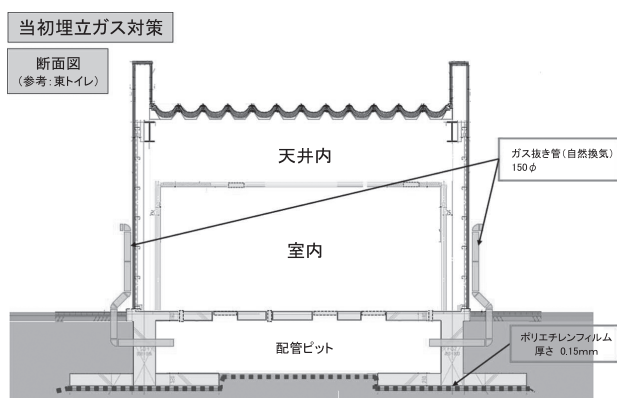


図5 当初の発生ガス対策

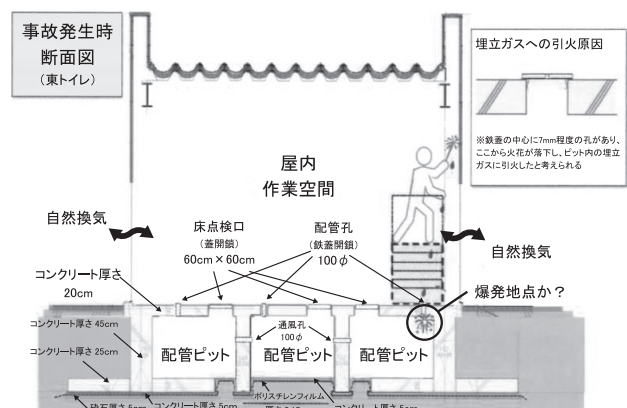


図6 事故発生時の断面図

隣接エリアで適用基準値以上（※）の埋立ガス濃度が確認された場合は、送風機等による機械換気を実施する。機械換気後に再測定し、基準値未満を確認して作業を開始する。

※メタンの基準値について、労働安全衛生規則を根拠に30%LELを適用している。なお、「%LEL」とは、対象ガスの爆発下限濃度（LEL）を100%LELとした場合の濃度を表す単位であり、30%LELは1.5%である。

[コメント]

労働安全衛生規則を適用して対象ガスの爆発下限濃度（LEL）を基準にしているが、メタンガスの爆発限界を知らなければ、測定した濃度のリスクを判断できない。メタンガスの場合は、爆発下限値は5%であるので、30%LELとは、メタン濃度は1.5%を表す。メタンガス測定は、濃度（%）で測定されるにもかかわらず、爆発下限濃度（LEL）を基準に換算して公表することは誠にわかりにくい。関係者間の報告書であれば、問題はないのであろうが、臨時作業員等なども多いと想定されるし、一般向けの広報内容としても適切ではない。このような一般人が理解、評価が難しい単位を用いて安全性を強調しても、むしろ不信感を助長するだけである。

メタンガスは、爆発性のある危険なガスであることから爆発下限濃度（LEL）を基準にしているのであって、毒性などの健康への影響を基準にしたものではない。メタンガスは空気よりも軽いので、いくら濃度が低くても閉鎖性空間においては上部に滞留して濃縮され、濃度が高くなり、危険性を増す。つまり、いくら低濃度であっても建物

内等においては危険なのである。このため、一般的に作業環境基準よりも低い濃度を目標基準に設定して安全を確保している。

トンネル工事等においては表4に示す自主基準を設定して安全確保を図っている事例が多い。

（2）会期中の安全対策（メタンガス等）

2024年6月24日には、会期中の安全対策（メタンガス等）について、①メタンガス等に関する会期中の安全対策（概要、本文）と②万博会場内におけるメタンガス等の検知状況について公表した。いわば、ハード対策とメタンガス等の測定結果である。

以下に対策を抜粋し、簡略化して示す。

○グリーンワールド工区（一般廃棄物・上下水道汚泥等の埋立地）の建物の地下ピット内のメタンガス検知は、東トイレ、西トイレのみ。東トイレは基準値超の濃度（※1）を計測（別紙1；メタンガス測定結果 参照）

○パビリオンワールド工区（浚渫土砂・建設発生土等の埋立地）のメタンガス検知は5ヵ所のみ

○測定結果を踏まえメタンガス等（※2）の発生に対し、会期中の安全対策を実施する

※1 労働安全衛生規則による坑内労働者の退避、火気使用停止等の基準1.5vol%（30%LEL）

※2 メタンガス、一酸化炭素、硫化水素、二酸化炭素、アンモニア

具体的には、グリーンワールド工区のハード対策とグリーンワールド工区、パビリオンワールド工区のソフト対策は次のとおりである。

1. グリーンワールド工区の新たなハード対策
①東トイレ、西トイレにおいて以下の対策を実施（別紙2；会期中のグリーンワールド工区（東・西トイレ）のガス対策 参照）
○便器や配管周囲にシール等を設置し、隙間を埋め、地下ピットからのガス侵入を防ぐ

表4 メタンガス濃度対応基準の例

メタンガス濃度（%）	対応内容
0.25以上	火器使用作業の禁止、非防爆電動工具の使用禁止
0.5以上	パトライト点灯
1.0以上	サイレン吹鳴、退避
1.5以上	坑内電源遮断

法令：1.5%以上で退避および火気使用禁止

○地下ピット、天井内に侵入したガスについて、機械換気設備を設置し、強制換気

○地下ピット、室内、天井内にガスの滞留状況を計測するガス検知器を設置

※その他の建物についても、上記を基本に、今後の濃度測定結果に応じて、換気設備能力や検知器の設置場所、数量等の対策内容を決定

②屋外の地下埋設構造物での対策・雨水排水、電気設備等、マンホール等の蓋の有孔化等を行い、滞留するガスを排出

※パビリオンワールド工区は、低濃度ガスが検知された地下鉄工事上部エリア、グリーンワールド工区近接エリアでガス濃度測定を重点的に実施し、その結果を踏まえて同様の対策を実施

されており、要点は、図7に示したとおり、埋立ガスの侵入防止、メタン濃度測定および機械換気の強化が図られている点である。

〈改善ガス対策〉

①埋立ガスの排出；地下ピット内に強制換気として吸排気ファンを設置

②埋立ガスの排気；天井部の強制換気として換気ファン設置

③埋立ガスの監視；地下ピット内、室内、天井内にガス検知器を設置

④埋立ガスの侵入抑制として壁の配管にシール等を設置

すでに建造物が完成している段階なので、配管ピット部分の改造や周辺地盤の発生ガス対策を講じることは困難であるので、既存建造物内への侵入防止、メタンガス測定、および強制排気・換気を設けており、機器の誤作動や故障あるいはメン

2. グリーンワールド工区、パビリオンワールド工区のソフト対策

○博覧会協会がガス濃度測定を継続的に実施し、ガスが検知された箇所では換気を実施

○博覧会協会HPにて、測定値を毎日お知らせすることを検討。来場者等がわかりやすい公表内容もあわせて検討（工事期間中も、測定結果を定期的に公表）

ところで、再発防止策では、作業前のガス濃度測定の徹底と作業時の環境改善等の対策があり、

①床下の配管ピットは開放性を確保し、自然換気を常時実施する、②屋内の作業エリアおよび隣接エリアで適用基準値以上（※）の埋立ガス濃度が確認された場合は、送風機等による機械換気を実施する（写真10）、③機械換気後に再測定し、基準値未満であることを確認してから作業を開始するとしている。

[コメント]

当初の発生ガス対策は図5に示したが、ガス抜き位置や自然排気筒の高さが低いなど地下ピットのメタンガスの排除を確実にできなかったことが、爆発事故の要因になった可能性が高いことを指摘した。つまり、機能しなかったのである。

ところで、新たに会期中の発生ガス対策が公表



写真10 作業中の地下ピットの機械換気

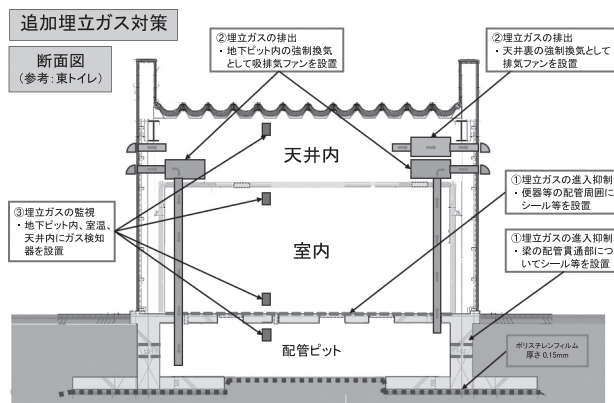


図7 追加ガス対策（会期中の発生ガス対策）

テナンスを担当する従業員の管理ミスが防げれば、安全性は確実に確保できると評価できる。なお、どのような災害が起こるかわからないことを考えると、このような電気や機械的な排気・換気へのみに依存するのではなく、機能を高めた自然排気を併用すべきであろう。なお、自然排気は、少なくとも排気筒の高さは屋根以上とし、ベンチレータ付きが望ましい。

以上の指摘内容を確実に実行するためには、様々なトラブルを想定した対応マニュアルを作成し、関係者に徹底を図るなど教育することが基本であろう。上述のグリーンワールド工区の新たなハード対策を講じた後のガス測定結果が公表された段階で、対策の効果が証明できるのであり、次回に検討したい。

まとめ

2024年3月28日に起きた大阪万博会場建設現場におけるガス爆発事故は、衝撃的であった。これから本格的に各国のパビリオンの建設が始まろうとしているこの時期で、しかも数ヵ月後にはわずかに半年間に約3,000万人もの来場者が予定されている。開催会場の大阪北港埋立地は、海面に設置された廃棄物の埋立処分場であり、埋立物は焼却残さや下水汚泥等である。焼却残さには有機物が残存しており、下水汚泥も有機物を含むので、微生物分解によりガスが発生する。とくに水面埋立部分は、空気が供給できないので、嫌気性分解が起こり、高濃度のメタンガスが発生する。メタンは、空気よりも軽いので、地表へと移動し、構造物内に滞留すると、爆発事故を起こす可能性があり、これまでも爆発事故が起こっている。

当然、廃棄物埋立地が会場であれば、建屋、地下ピット、駐車場（舗装下）などにメタンガスが侵入し、ガス爆発の危険性は、十分に予測できたはずである。当初の発生ガス対策を講じていたが、地下ピット内へのメタンガスの流入防止、自然排気口の位置あるいは排気筒の数や高さなど、ピット内のガスを排気する能力に欠けていたと読み取れる。すでに建造物が完成している段階なので、

新たな発生ガス対策としては、ガスの濃度測定と機械的な換気を充実することが現実的な対応であろう。できれば、自然排気と併用することで、いっそう安全性は担保できていると考えている。いずれにしても機器の故障や管理の不手際がない限り、安全は確保できると判断している。

おわりに

万博会場建設現場での爆発事故は、大きな社会問題にもなっている。廃棄物埋立跡地を利用するのであれば、万博協会を中心に埋立実施機関や建設工事を担当する建設業者が参加した専門家（実務者）による第三者機関的な検討委員会の設置および利用事例の視察などを事前あるいは並行して実施すべきであろう。万博の会期は来年度であるが、様々な安全対策が講じられ、とくにメンテナンスが重要になるので、その評価を実務的に判断する組織が必要である。安心して万博への参加を促すためにも、第三者的な評価機関の設置が重要であり、この機関が様々な疑問、質問に答えることが信頼性の回復に寄与すると考えられる。

これまでの主催者の大阪府や万博協会の回答を見ると、危険の本質を理解しているとは思えず、安全性を主張しても説得力に欠けているとの思いがある。専門外の関係者がいくら懇切丁寧に説明しても、質問に的確に答えることは難しく、根拠のない思い（感想）を述べたところで不信感を助長するだけなのである。実際に万博への参加の有無を問われた多くの学校で消極的な対応が見られ、安全性の説明に納得していない兆候が報道されている。

今回は、埋立地から発生するガスの特徴、メタンガス等の特徴や測定値の安全の考え方等について述べたい。

【付記】

1. メタンガスの特性と安全基準について

メタンガスは、純粋なものは無色で無臭であるが、埋立ガスにはわずかに硫化水素などを含むので若干臭う。また、空気よりも軽い（比重0.554）

ので、上昇して天井などの高所に溜まり、濃度が高くなる。さらに、非常に可燃性が高く、空気中の濃度が5～15%の範囲で爆発性の混合気体を形成し、発火源があると激しく爆発する。なお、爆発下限界（LEL）は約5%、爆発上限界（UEL）は約15%であり、これよりも低い濃度あるいは高い濃度では燃焼や爆発が起こり難い。

当初、万博協会は、メタンガスの測定結果を公表した際に、労働安全衛生法に基づく作業環境基準の30%LEL（1.5VOL%）と表記していたが、同法では、メタンガスに関する特定の濃度基準は直接定められていない。メタンガス自体は無毒であるが、可燃性が高いため、爆発の危険性があるガスとして管理が必要である。このため、一般的なガス管理基準は次のような対応が求められている。

- ①メタンの爆発下限界は約5%である。作業環境では、爆発のリスクを避けるために、メタン濃度がこの爆発下限界の10%未満（0.5%）に保たれることが望ましいとされている。
- ②換気：メタンが存在する可能性がある作業環境では、適切な換気を確保すること。
- ③ガス検知器の使用：メタン濃度を常時監視するために、ガス検知器を設置し、作業者の安全を

確保すること。

2. 安全作業環境確保手順書について

協会では安全作業環境確保手順書を見直しているが、従前の手順書の明細は明記せずに、①作業前のガス濃度の徹底、②作業時の環境改善等の対策を挙げているが、基準については検討されていない。当初は、作業環境基準を30%LELとし、測定値は基準以下と表記されていた。これでは作業員をはじめ一般には意味不明であり、かなり不評であったと推測され、協会発表の安全宣言に対して不信感を助長した可能性がある。その後、より分かりやすい濃度（%）で表示しているが、手順書においても基準値の見直しが行われず、基準を1.5%として測定値の評価が行われている。

この数値は、関係者以外の者が立ち入ることについて禁止する旨を見やすい箇所に表示すること、その他の方法により禁止する濃度（労働安全衛生規則より）であり、安全基準ではないのである。すでに紹介したように当該濃度に達する前に対応を図る必要があり、これを基準として測定値を評価することは、安全側の考え方とはとても言いがたい。

〈引用・参考文献〉

- 1) 公益財団法人2025年日本国際博覧会協会；お知らせ 会場建設現場における事故への対応について（2024.5.22）
- 2) 公益財団法人2025年日本国際博覧会協会；プレスリリース メタンガス等に関する会期中の安全対策について（2024.6.24）
- 3) 埋立処分事業の概要；大阪広域環境施設組合資料（2024.5.22）
- 4) 北港処分地；大阪市環境局
- 5) 夢洲の概要；https://www.city.osaka.lg.jp>200612_07_siryoku 3_1

〈参考資料〉

- ①鍵谷 司；廃棄物埋立跡地の問題と安全利用（Ⅰ）；跡地利用から見た廃棄物埋立処分場について、環境施設、No.137、pp.16-24（2014.9）
- ②鍵谷 司；廃棄物埋立跡地の問題と安全利用（Ⅱ）；埋立処分場跡地の利用手続きの実際と課題、環境施設、No.138、pp.6-15（2014.12）
- ③鍵谷 司；廃棄物埋立跡地の問題と安全利用（Ⅲ）；埋立処分場跡地の指定区域における施行手順について、環境施設、No.140、pp.48-8（2015.6）
- ④鍵谷 司；廃棄物埋立跡地の問題と安全利用（Ⅳ）；発生ガス（メタン）の特性と事故事例・対策について、環境施設、No.142、pp.72-81（2015.12）
- ⑤鍵谷 司；廃棄物埋立跡地の問題と安全利用（Ⅴ）；発生ガス（硫化水素）の特性と事故事例・対策について、環境施設、No.143、pp.64-75（2016.3）
- ⑥鍵谷 司；廃棄物埋立跡地の問題と安全利用（Ⅵ）；跡地の利用特性と作業時における発生ガス対策について、環境施設、No.144、pp.38-47（2016.6）
- ⑦鍵谷 司；廃棄物埋立跡地の問題と安全利用（Ⅶ）；外構（植栽、駐車場等）及び建造物の発生ガス対策について、環境施設、No.146、pp.42-53（2016.12）