

多様化する地下タンク貯蔵所のタンク室
に係る位置、構造及び設備の安全性に関する
検討報告書

平成30年3月

危険物保安技術協会

目 次

第1章	検討の目的等	1
1. 1	検討の目的	1
1. 2	地下タンク貯蔵所のタンク室の構造に係る例示基準	1
1. 3	検討の項目	1
1. 4	検討体制	2
1. 5	検討会の開催経過	2
第2章	タンク室の上部空間に配管等が設けられている場合の危険物の漏えい及び火災に対する安全対策について	3
2. 1	消防本部等の指導状況	3
2. 2	消防庁から東京消防庁及び政令市消防本部への実態調査	5
2. 3	現地確認結果	9
2. 4	タンク室上部空間の危険物漏えい及び火災のリスクと対策	12
2. 5	タンク室上部空間の危険物漏えい及び火災に対する安全対策（まとめ）	15
第3章	地下タンク貯蔵所の鉄筋コンクリート製タンク室等が建築物の構造の影響を受ける可能性のある範囲に設けられている場合等の設計構造上の留意点について	17
3. 1	多様化する地下タンク貯蔵所のタンク室等に関する構造上の問題点	17
3. 2	消防庁から東京消防庁及び政令市消防本部への実態調査	20
3. 3	例示基準が適用できないと考えられる条件等について	21
3. 4	タンク室等の安全性に関する評価方法	26
3. 5	評価・確認項目	29
3. 6	その他の設置形態による問題点	32
第4章	まとめと今後の対応	34
4. 1	まとめ	34
4. 2	今後の対応について	34
参考資料 1	危険物の規制に関する規則の一部を改正する省令等の施行について（一部抜粋）	35
参考資料 2	地下貯蔵タンク及びタンク室の構造例について	43
参考資料 3	地下タンク貯蔵所の大型化に対する構造及び設備の安全性に関する調査検討報告書（一部抜粋）	57
参考資料 4	消防危 5 5 号通知による計算例	81
参考資料 5	例示基準と平成 9 年検討資料の比較表	97
参考資料 6	平成 9 年検討資料の鉄筋ピッチを 200mm とした試算	101
参考資料 7	例示基準における構造例の適用範囲の試算について	105

第1章 検討の目的等

1. 1 検討の目的

近年、震災等に備えて長期間、非常用発電機を稼働することができるだけの燃料を備蓄しようとする事業所等が増加している。このとき、建築基準法施行令第130条の9の規定（危険物の貯蔵又は処理に供する建築物に関する規定）から除外する等の理由により、地下タンク貯蔵所の設置が選択されることが多くなっている。

このような背景の下、第66回全国消防長会危険物委員会の議題（後述「2. 1 消防本部等の指導状況」参照）として、地下貯蔵タンク上部に地下空間を設け、当該空間に配管を敷設し、配管及び貯蔵タンクの点検の用に供するものなど現行の消防法令では想定されていない地下タンク貯蔵所に関する件について議論された。

また、地下タンク貯蔵所の鉄筋コンクリート製タンク室を建築物の地階の下に設置するものや、深い埋設による地下タンク貯蔵所が設置されている。

このようなことから、多様化する地下タンク貯蔵所のタンク室及びその上部空間等（以下「タンク室等」という。）の構造安全性や危険物の漏えい及び火災に対する安全対策について検討を行うことを目的とする。

1. 2 地下タンク貯蔵所のタンク室の構造に係る例示基準

地下タンク貯蔵所のタンク室の構造については、平成18年5月9日付け消防危第112号（参考資料2参照）において、一般的に設置されているものの構造例（以下「例示基準」という。）が示されている。この構造例は、標準的な設置条件等において、作用する荷重による応力及び変形に対する安全性が確認されているものが対象とされている。

【平成18年5月9日付け消防危第112号 別紙より抜粋】

「1 標準的な設置条件等」において、「(3)タンク室上部の土被りはなし。」とされている（図1. 3. 1参照）。

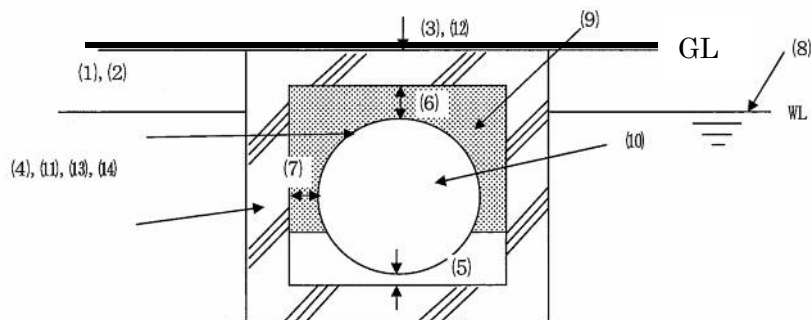


図1. 3. 1 標準断面図

1. 3 検討の項目

前記1. 2の例示基準が適用できないタンク室等の形態を整理し、以下の2項目について検討を行った。

- (1) タンク室の上部空間に配管等が設けられている場合の危険物の漏えい及び火災に対する安全対策について

- (2) 地下タンク貯蔵所の鉄筋コンクリート製タンク室等が建築物の構造の影響を受ける可能性のある範囲に設けられている場合等の設計構造上の留意点について

1. 4 検討体制

本検討を進めるにあたり、協会内に検討委員会（名称：多様化する地下タンク貯蔵所のタンク室に係る位置、構造及び設備の安全性に関する検討委員会）を設置して、各種の検討を実施した。当該検討委員会の構成は以下のとおり（順不同、敬称略）。

委員長	小林 恭一	東京理科大学大学院教授
委員	三宅 淳巳	横浜国立大学先端科学高等研究院 副高等研究院長・教授
委員	池田 憲一	東京理科大学研究推進機構総合研究院 教授
委員	竹本 吉利	消防庁危険物保安室課長補佐
委員	高橋 典之	東京消防庁予防部危険物課長
委員	菅野 浩一	川崎市消防局予防部危険物課長
委員	古河 大直	一般財団法人全国危険物安全協会業務部長
委員	金城 喜美彦	日本S F二重殻タンク協会事務局長
委員	玉嶋 克彦	一般財団法人エンジニアリング協会
委員	瀬戸 裕	一般財団法人エンジニアリング協会
委員	藤木 正治	危険物保安技術協会業務部長併任企画部長
委員	八木 高志	危険物保安技術協会土木審査部長
事務局	三根 徳男	危険物保安技術協会土木審査部次長
事務局	赤塚 淳一郎	危険物保安技術協会土木審査部土木審査課長
事務局	杉山 章	危険物保安技術協会企画部企画課長
事務局	芳賀沼 剛	危険物保安技術協会企画部企画課企画係長
事務局	相澤 淳一	危険物保安技術協会企画部企画課

1. 5 検討会の開催経過

前節の検討委員会の開催経過は、次のとおりである。

第1回 平成30年 3月2日

第2回 平成30年 3月20日

第2章 タンク室の上部空間に配管等が設けられている場合の危険物の漏えい及び火災に対する安全対策について

2. 1 消防本部等の指導状況

平成29年10月19日に熊本県人吉市で開催された第66回全国消防長会危険物委員会の情報交換として、東京消防庁から図2. 1. 1のとおり提案された。

情報交換2 地下貯蔵タンク上部に地下空間を設けることについて（東京消防庁 提案）

【議事要旨】

近年、東京消防庁管内では、震災等に備えて長時間非常用発電機を稼働することができる量の燃料を備蓄しようとする事業所等が増加している。このとき、建築基準法施行令第130条の9の規定により、地下タンク貯蔵所の設置が選択されることが多い。

このような背景の下、軽油を貯蔵する地下タンク貯蔵所において、タンク室のふた上部と地盤面との間に鉄筋コンクリート造の地下空間を設けたいとの相談事例がある。

当該地下空間は、配管が敷設されているほか、当該配管及び貯蔵タンクの点検のため、地盤面に設けたマンホールから出入りすることができる。

そこで、各消防本部に対し以下について伺いたい。

- ① 同様の事例に係る許可申請、許可事例の有無
- ② 同様の事例があった場合の設置者への指導内容

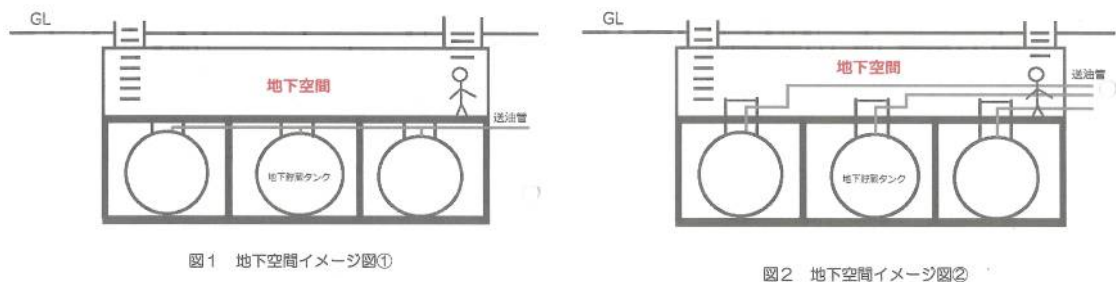


図2. 1. 1 全国消防長会危険物委員会資料

この提案に対して、消防本部及び消防庁から表2. 1. 1のとおり意見が挙げられた。

4消防本部中、同様の事例があると回答したところが1本部、同様の事例がないと回答したところが3消防本部となっている。

消防本部及び消防庁の意見をまとめると、ハード対策としては、

- ・ 点検管理を容易に行うための必要な空間を確保
- ・ 可燃性ガス検知設備、排出・換気設備、照明（防爆構造）、ガス漏れ警報器、警報設備、消火設備、避難設備の設置
- ・ 床面の傾斜、貯留設備、油回収装置の設置
- ・ 可撓管の使用（地震対策）

ソフト対策としては、

- ・ 安全計画書の策定
- ・ 日常点検の徹底
- ・ 不要な物品を置かない
- ・ 関係者以外の者が立ち入れない措置
- ・ 出入口付近に注意標識を設置

が挙げられた。

表 2. 1. 1 消防本部及び消防庁からの意見

消防本部等	事例有無	コメント
A 本部	事例なし	同様の事例があった場合には、 ①危険物の微少な漏れを検知しその漏えい拡散を防止するための措置を講じる(常時監視、タンク室)こと ②地下空間は強制換気設備を設置すること ③地下空間の電気設備は、防爆構造とすることし、配管については、図1は地下埋設配管として規制し、図2は地上露出配管として規制することを考えております。 配管部から漏えいした際には、発見が遅れる恐れがあることから日常点検についての指導も必要であると考えます。
B 本部	事例なし	地下空間を設ける事由の前に、地下タンク貯蔵所の点検等に必要空間を確保し、そのための照明や換気設備を設ける必要があります。 また、タンクの上ふたや点検用のマンホール等に、物理的影響が無いよう維持管理することが必要です。 タンク室の構造としては告示で示されていますが、地下空間の構造と共用することで、地震等の発生によりタンク室の構造に悪影響がないようにする必要がありますが、タンク自体に影響が無いよう、タンク頂部は地下空間の床面から0.6m以上の距離を確保することが必要と考えます。 また、地震対策として、地下空間内の配管には可撓管の使用を考慮すべきと思われます。 その他、一般的な危険物の貯蔵及び取扱い基準として、地下空間内には、地下タンク貯蔵所に付属する設備等以外の不要な物品を置かないことや、マンホールからの出入りについて、関係者以外の者が立ち入れない措置をとること。地下空間の広さによっては、消火、警報、避難設備についても設置を検討する必要があるのではないかと考えます。
C 本部	事例なし	点検時等に人が入ることに対する危険性や地下空間において火災になった時の消火困難性を考慮し、下記のようなハード面での安全対策を指導することとなると思われます。この場合、ハード面の設置はいずれも行政指導であり、法令上の技術基準に適合しないものではないので政令第23条の特例適用にはあたらないものと思われます。 またハード面だけでなくソフト面を網羅した安全計画書(予防規程のようなもの)の提出を求めることになると思われます。 ●ハード面の設置指導例 (図1のように送油管が地下空間を通らない場合) 可燃性ガス検知設備、排出・換気設備、照明、ガス漏れ警報器、固定消火設備、地下空間への入口付近への注意標識(点検時等)を設置する。 (図2のように送油管が地下空間を通る場合) 上記の設備に加え、漏れた危険物の回収のため、地下空間の床面の傾斜、貯留設備、油回収装置を設置する。
D 本部	事例1件あり (平成2年に許可)	地下貯蔵タンクの直上部の利用については、「当該施設の点検管理が容易に行えるよう、地下タンク貯蔵所の直上部に必要な空間を確保すること」が昭和49年5月16日消防予第72号千葉県あて予防課長回答により示されているところであり、本事例については、限られた地下空間での点検管理の困難性が懸念されることです。 そうしたことから、当該地下空間については、点検管理が容易に行えるよう、スペースの確保、照明及び換気設備の設置等について設置者に対し指導しております。
総務省消防庁		地下タンク貯蔵所のタンク室の上部と地盤面との間に地下空間を設けることについては、現行の地下タンク貯蔵所の基準では想定されてございません。 図1の地下タンク貯蔵所については、地下室の直下に地下タンク貯蔵所を設置する場合について示した昭和49年5月16日付け消防予第72号通知を参考に、地下貯蔵タンクの点検が容易に行えるよう、必要な空間を確保いただくことや、事故防止の観点から、照明、換気設備の設置など、設置者に対し、適切な指導をお願いいたします。 図2の場合、配管を地下空間に敷設することについては、現行の地下タンク貯蔵所の基準では想定されておらず、地下空間における可燃性蒸気の滞留、危険物の漏えいなど、様々な観点からの火災危険性を考慮した上で、十分な安全対策を講ずる必要があると考えます。 図2の事例が今後増加するようであれば、皆様の意見をお聞きしながら、必要に応じて安全対策の検討を行うこととしたいと考えております。

まとめると...

【ハード対策】	【ソフト対策】
<ul style="list-style-type: none"> ○点検管理を容易に行うための必要な空間を確保 ○可燃性ガス検知設備、排出・換気設備、照明(防爆構造)、ガス漏れ警報器、警報設備、消火設備、避難設備の設置 ○床面の傾斜、貯留設備、油回収装置の設置 ○可撓管の使用(地震対策) 	<ul style="list-style-type: none"> ○安全計画書の策定 ○日常点検の徹底 ○不要な物品を置かない ○関係者以外の者が立ち入れない措置 ○出入口付近に注意標識を設置

2. 2 消防庁から東京消防庁及び政令市消防本部への実態調査

(1) 実態調査内容

平成30年1月に、消防庁が、様々な形態の地下貯蔵タンクの設置事例を把握するため、次の内容で東京消防庁及び政令市消防本部に対して、情報提供を依頼した。

<実態調査内容>

様々な形態の地下貯蔵タンクのタンク室について

【背景・経緯】

近年、震災等に備えて3日間以上非常用発電設備を稼働することができるだけの燃料を備蓄しようとする事業所等が増加している。このとき、建築基準法施行令第130条の9（危険物の貯蔵又は処理に供する建築物に対する用途地域ごとの数量制限）の規定により、地下タンク貯蔵所の設置が選択されることが多い。

このような背景の下、配管で非常用発電設備に接続して軽油を貯蔵する地下タンク貯蔵所において、タンク室のふた上部と地盤面との間に、鉄筋コンクリート造により地下空間を設けたい等様々な形態の地下タンク貯蔵所のタンク室の質疑がある。

そこで、様々な形態の地下貯蔵タンクの設置事例を把握するため、次の事項について情報を提供していただきたい。

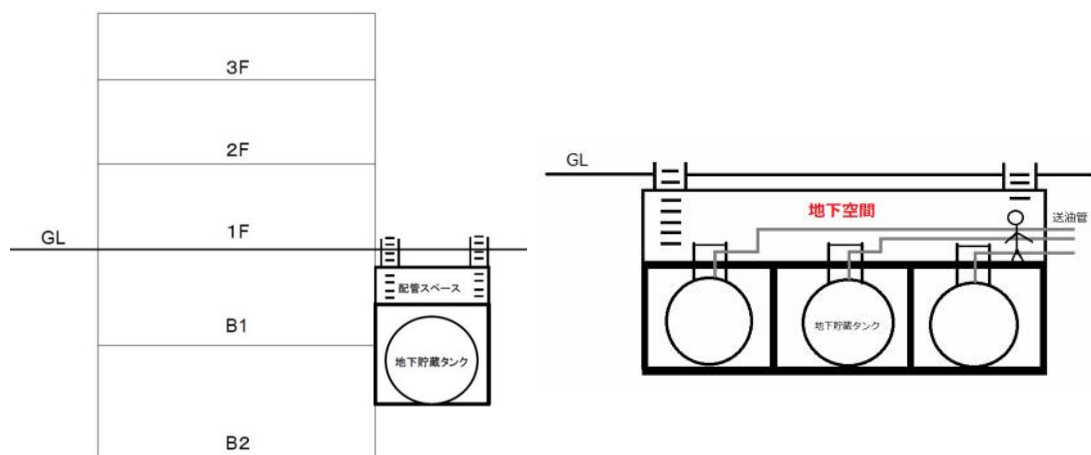
【情報提供していただきたい項目】・・・直近5年間に設置されたもの

- 設置年月日
- 品名・数量・倍数
- 主な目的
- 図面（立面・平面）

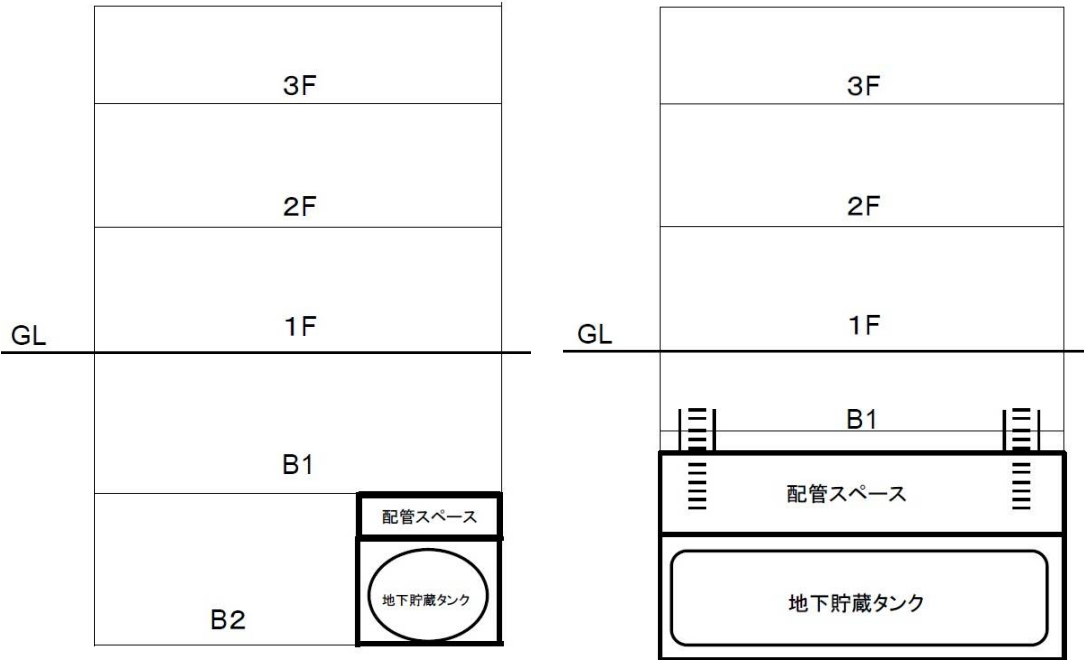
※ なお、必要に応じて、消防本部と調整の上、現地調査を行うことがあります。

【様々な形態の地下貯蔵タンクのタンク室の例】

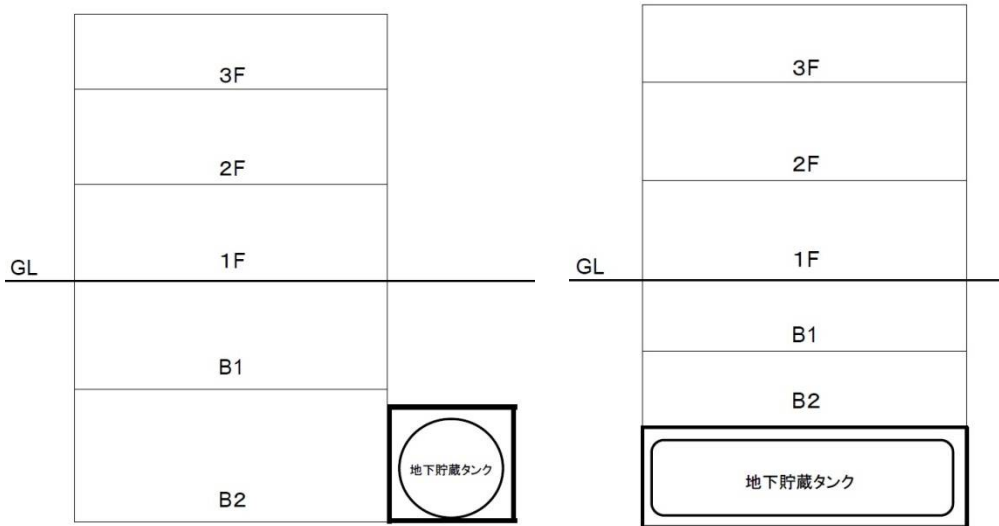
例1 地下貯蔵タンク上部に空間を設けた例（建物外に設置）



例2 地下貯蔵タンク上部に空間を設けた例（建物内に設置）



例3 その他の例



（情報提供先）

消防庁危険物保安室 危険物施設係
池町係長、大津事務官

TEL03-5253-7524 / FAX03-5253-7534

メールアドレス m.ohtsu@soumu.go.jp

(2) 実態調査結果

表 2. 2. 1 のとおり、7 消防本部から 29 施設の情報提供があった。

貯蔵品名を見ると、第 3 石油類（重油）が 24 施設（82.8%）、第 2 石油類（灯油・軽油）が、5 施設（17.2%）となっている。

主な目的をみると、ほとんどが自家発電設備用となっている。

また、上部空間ありが 26 施設（89.7%）で、上部空間高さは、1,100～2,460 mm となっており、電気設備の設置が図面等から確認できたものは 2 施設あった。

表 2. 2. 1 実態調査結果

No.	品名	数量(kL)		倍数(倍)		主な目的	空間高さ(mm)	空間のパターン	配管	電気設備等※3	備考
1	第四類第三石油類 重油	720		360		自家発電設備	1300	上部空間あり	○	○	
2	第四類第三石油類 重油	425		212.5		自家発電設備	1600	地下4階から接続	○		地下4階は電気室等
3	第四類第三石油類 重油	9		4.5		自家発電設備	1200	上部空間あり	○		
4	第四類第三石油類 重油	330		165		情報なし	上段2200 下段1900	上部空間あり (上部空間が二段)	○		
5	第四類第三石油類 重油	200		100		自家発電設備	2460	上部空間あり	○		
6	第四類第三石油類 重油	70		35		情報なし	2050	上部空間あり	○		
7	第四類第三石油類 重油	290		145		情報なし	2000	上部空間あり	○		
8	第四類第三石油類 重油	480		240		情報なし	2200	上部空間あり	○		
9	第四類第三石油類 重油	120		60		自家発電設備	1100～1300	上部空間あり	○		
10	第四類第三石油類 重油	150		75		自家発電設備	1100～1300	上部空間あり	○		
11	第四類第三石油類 重油	135		67.5		自家発電設備	1830	上部空間あり	○	○	電動弁等の設置あり
12	第四類第三石油類 重油	30		15		自家発電設備	1100～1300	上部空間あり	○		
13	第四類第三石油類 重油	40		20		自家発電設備	1100～1300	上部空間あり	○		
14	第四類第三石油類 重油	60		30		自家発電設備	1100～1300	上部空間あり	○		
15	第四類第三石油類 重油	76	55	38	27.5	自家発電設備	情報なし	地下3階が上部空間	○		地下3階の搬入路部分が上部空間
16	第四類第三石油類 重油	40		20		自家発電設備		空間なし			
17	第四類第三石油類 重油	32		16		自家発電設備		空間なし			
18	第四類第三石油類 重油	105		52.5		自家発電設備	約2000	上部空間あり	○		
19	第四類第三石油類 重油	30		15		自家発電設備	約2000	上部空間あり	○		
20	第四類第三石油類 重油	30	70	15	35	自家発電設備		空間なし			
21	第四類第三石油類 重油	163.2		81.6		自家発電設備	1500	上部空間あり	○		
22	第四類第三石油類 重油	180		90		自家発電設備	情報なし	上部空間あり	○		
23	第四類第三石油類 重油	504		252		自家発電設備	約2000	1階が上部空間	○		1階車路部分が上部空間
24	第四類第二石油類 軽油	350		350		自家発電設備	情報なし	上部空間あり	○		
25	第四類第二石油類 灯油	40		40		・自家発電設備 ・冷温水発生器	1650	上部空間あり	○		
26	第四類第二石油類 軽油	270		270		自家発電設備	2000	上部空間あり	○		
27	第四類第二石油類 軽油	4		4		自家発電設備	情報なし	上部空間あり	○		
28	第四類第三石油類 重油	30		15		自家発電設備	情報なし	上部空間あり	○		
29	第四類第二石油類 灯油	60		60		自家発電設備	情報なし	上部空間あり	○		

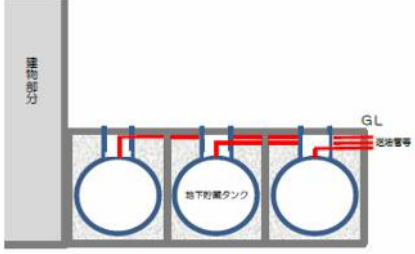
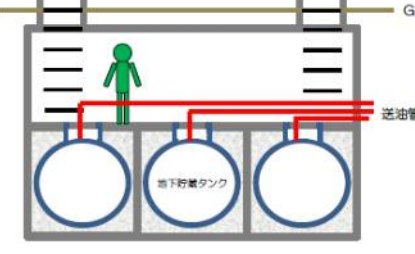
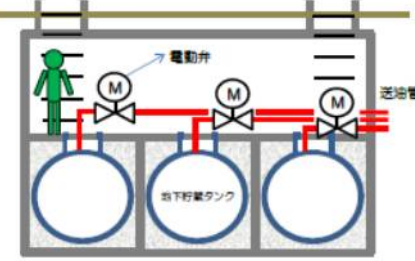
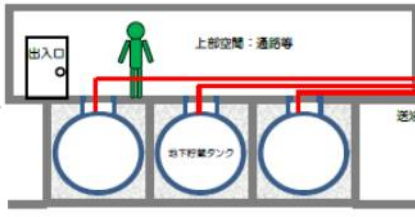
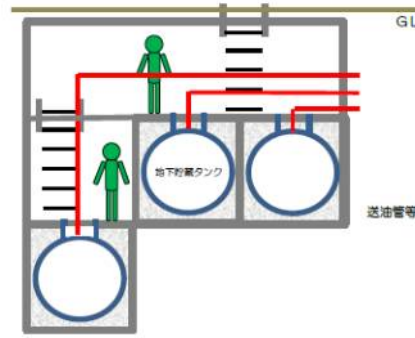
※1 対象を東京消防庁・各指定都市消防本部とし、直近5年間に設置された特異な形態のタンク室がある地下貯蔵タンクの設置事例について調査

※2 各本部から提供された図面等の資料から確認できる情報を記載

※3 電気設備等は電動弁、照明設備等が設置

また、これら 29 施設を上部空間の形態ごとにパターン分けすると、表 2. 2. 2 のとおりである。

表 2. 2. 2 上部空間のパターン

上部空間 パターン	概要図	備考
①上部空間なし		<ul style="list-style-type: none"> ・調査結果：3 事例 ・上部空間は外気空間 ・上部空間に配管はなし
②上部空間あり・ 空間内配管あり		<ul style="list-style-type: none"> ・調査結果：21 事例 ・出入口は建物と接続なし ・電気設備等はなし ・空間高さ：1,100～2,460mm
③上部空間あり・ 空間内配管及び 電動弁等あり		<ul style="list-style-type: none"> ・調査結果：2 事例 ・出入口は建物と接続なし ・電動弁、液面計用配線あり ・照明等の電気設備あり ・空間高さ：1,830mm（施設 A） 1,300mm（施設 B）
④上部空間（建物 居室等と接続） あり・配管あり		<ul style="list-style-type: none"> ・調査結果：2 事例 ・出入口は建物内と接続 ・上部空間は通路や搬入路として使用している。
⑤上部空間（複数 の層）あり・配 管あり		<ul style="list-style-type: none"> ・調査結果：1 事例 ・タンク上部空間が 2 段形式 ・出入口は外気空間と接続 ・空間高さ：上段 2,200mm 下段 1,900mm

備考 図面等で読み取れる範囲でパターン分けしている。

2. 3 現地確認結果

情報提供のあった29施設の中で、電気設備の設置が確認された2施設（表2. 2. 2の上部空間パターン②）について、現地確認を行った。

(1) 施設Aの現地確認結果

上部空間進入口付近を図2. 3. 1、上部空間内部を図2. 3. 2、ポンプ室を図2. 3. 3に示す。

地下貯蔵タンクには重油が貯蔵され、車両通行路の下に埋設されており、タンク室の上部空間への出入口はマンホール（2箇所）となっている。出入口付近には、地下タンク貯蔵所の標識が掲示されており、第5種消火設備2本が設置されている（図2. 3. 1）。

上部空間高さは1,830mm、長辺は約33mで、自然換気設備、電気設備として照明（非防爆型）、感知器（非防爆型）及び電動弁（防爆型）、並びに配管（貫通部付近には可撓管）が設置されている。なお、地下貯蔵タンクは鋼製強化プラスチック製二重殻タンク（以下「SF二重殻タンク」という。）であり、漏えい検査管の設置はない（図2. 3. 2）。

ポンプ室は、建物1階部分に設けられ、ポンプ室の設置基準に基づき、照明及び換気設備、床には適当な傾斜及び貯留設備等が設置されている（図2. 3. 3）。

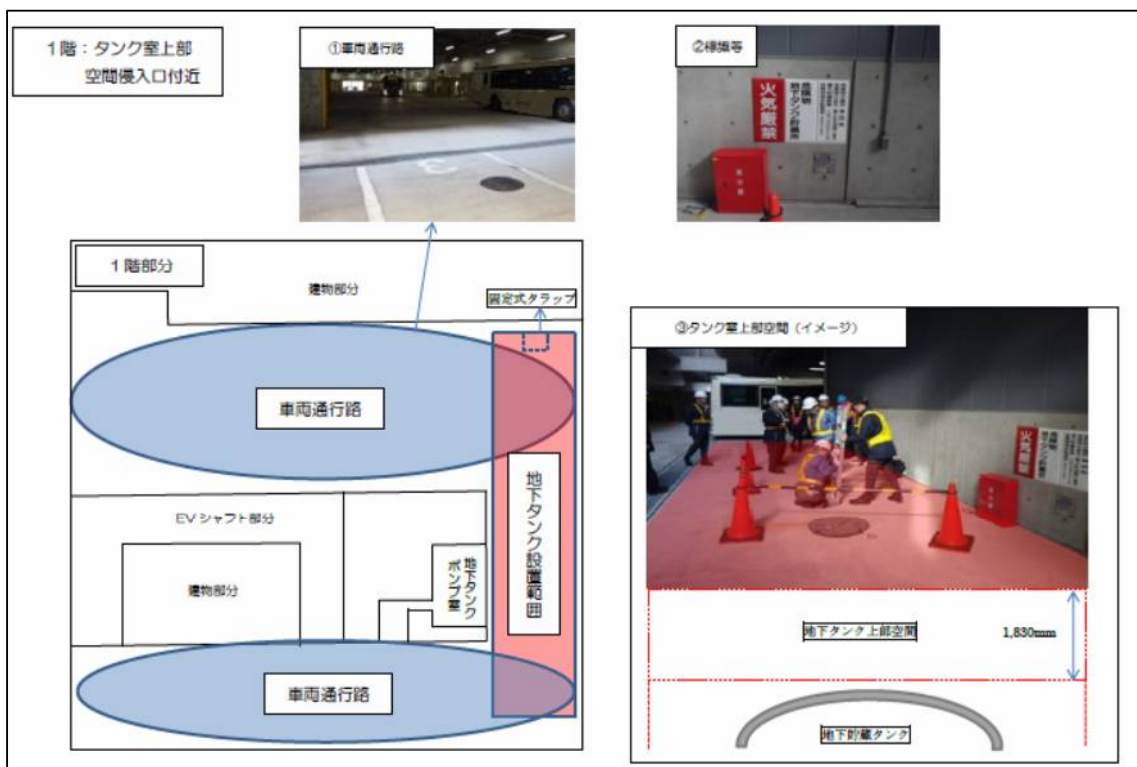


図2. 3. 1 施設A 上部空間進入口付近



図 2. 3. 2 施設A 上部空間内部

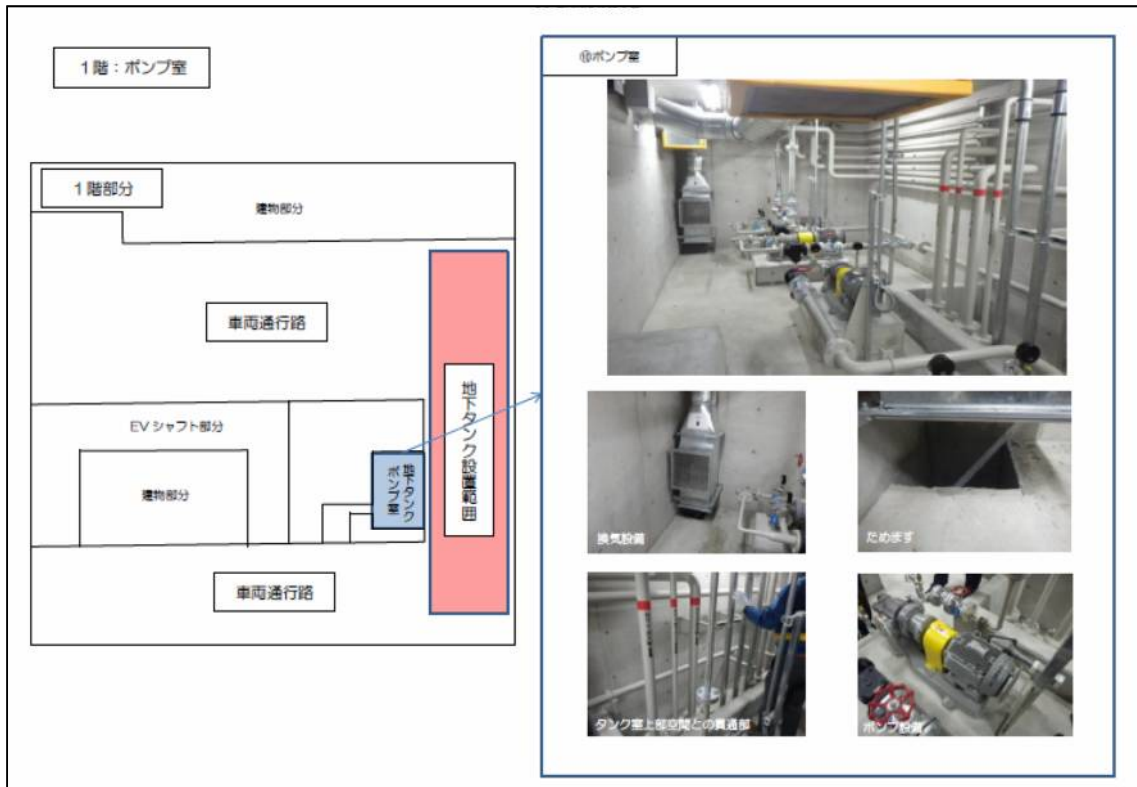


図 2. 3. 3 施設A ポンプ室

(2) 施設Bの現地確認結果

上部空間進入口付近を図2.3.4、上部空間内部を図2.3.5に示す。

地下貯蔵タンクには重油が貯蔵され、通路（歩道）の下に埋設されており、タンク室の上部空間への出入口は角型のマンホール（複数あり）となっている（図2.3.4）。

上部空間は、上部空間1と上部空間2で構成され、上部空間高さは1,300mmとなっている。上部空間の床には深さ1cm程度の水分が溜まっており、天井や配管等に水滴が付着し、液面計フランジのボルトや配管サポートに軽度の腐食がみられる。

上部空間2の長辺は63.2mで、当該空間には配管が敷設され、上部が送油管及び返油管、下部が通気管となっている。照明及び換気設備の設置はなく、電気設備としては液面計配線のみである。地下貯蔵タンクはS F二重殻タンクであり、漏えい検査管の設置はない（図2.3.5）。

なお、入室の際には、酸素濃度測定器により安全を確認し、携行用の照明で内部を確認した。

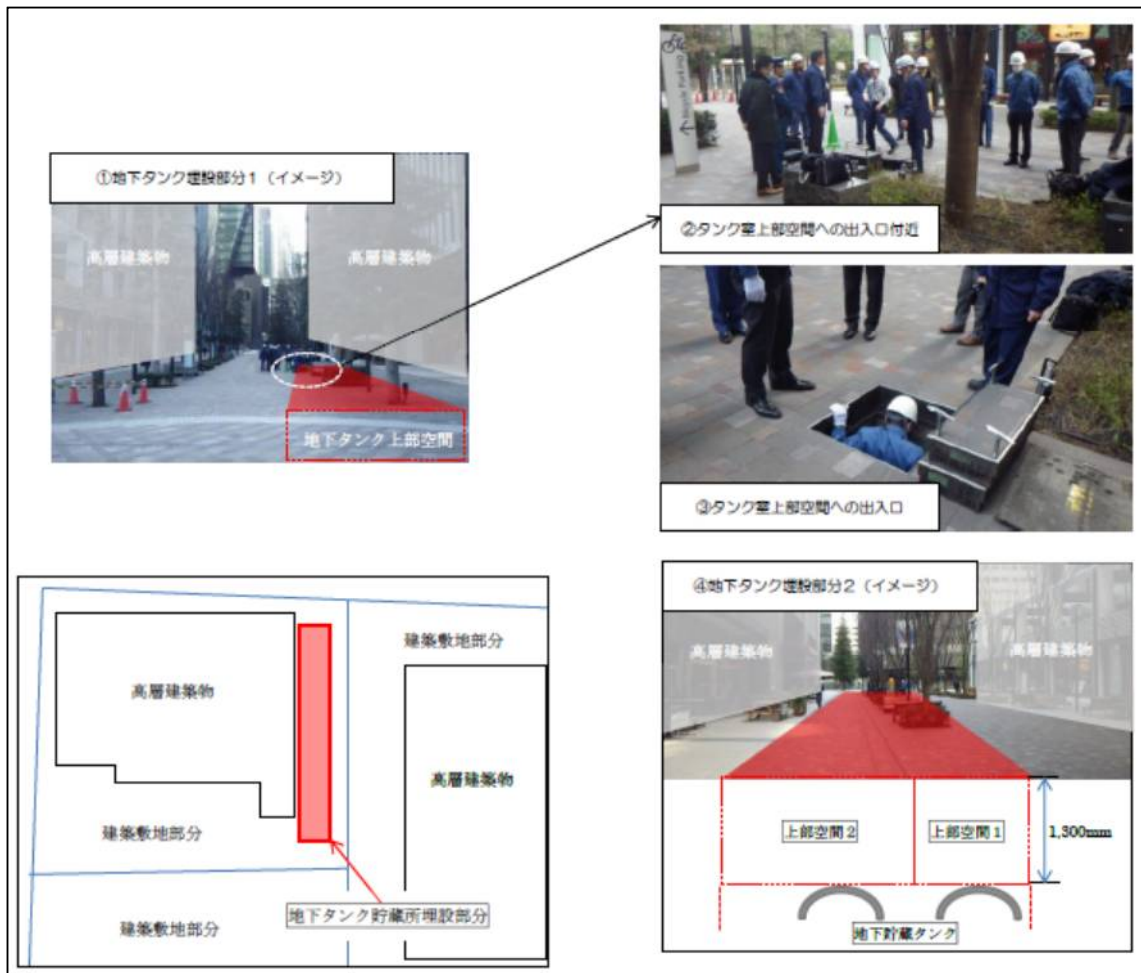


図2.3.4 施設B 上部空間侵入口付近

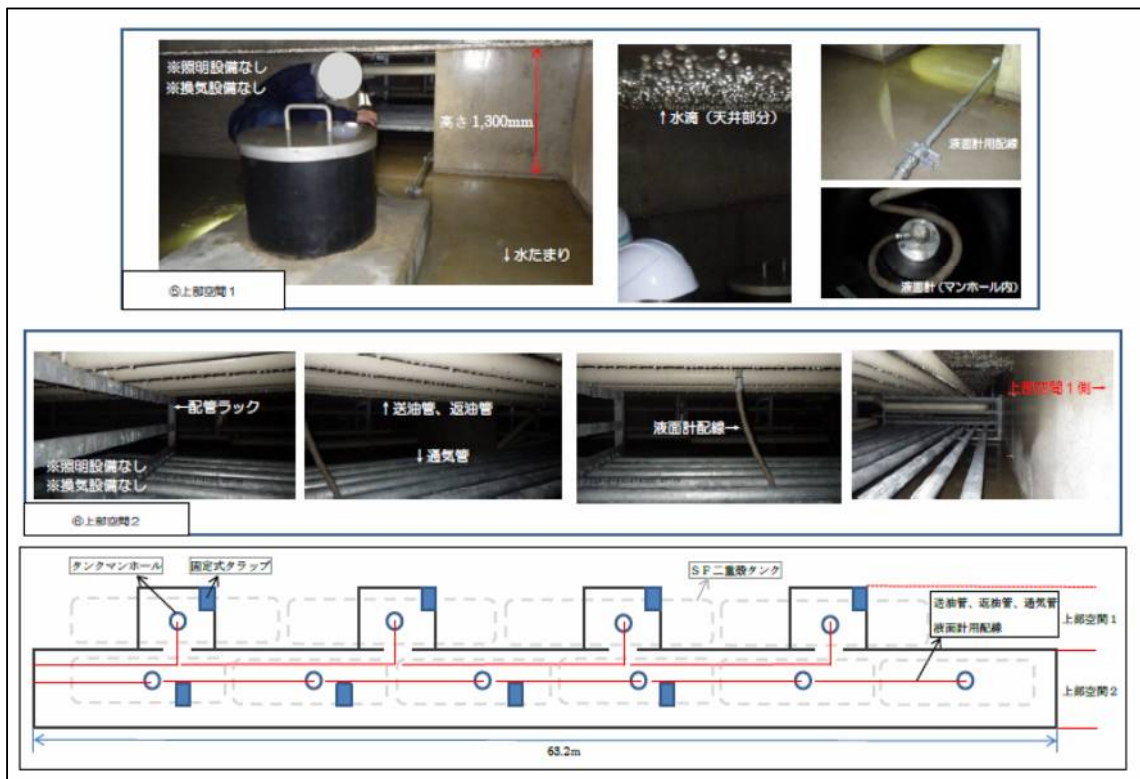


図 2. 3. 5 施設B 上部空間内部

2. 4 タンク室上部空間の危険物漏えい及び火災のリスクと対策

前記 2. 1 から 2. 3 までの内容を踏まえ、タンク室の上部空間の漏えい・火災リスクと対策について整理したフローを図 2. 4. 1 に示す。

(1) 上部空間があり、配管等がない場合

地下貯蔵タンクの点検を容易に行うために必要な空間を確保することが必要である。さらに、点検を安全かつ確実にを行うために、照明及び換気設備を設置することが必要である。

なお、昭和 49 年 5 月 16 日付 消防予第 72 号通知で、「地下タンク貯蔵所の設置場所は、当該施設の点検管理が容易に行えるよう、地下タンク貯蔵所の直上部に必要な空間が確保できる場所とされたい。」と示されている。

(2) 上部空間及び配管等がある場合

ア 漏えいリスク

危険物の漏えいは、配管の腐食による開孔や地震による破断によるものや、継手（フランジ）、バルブ及び電動弁から発生することが考えられる。危険物の漏えい時には可燃性蒸気や危険物が滞留することが予想される。

また、今回の調査では事例がなかったが、ポンプ設備を設置する場合は、漏えいリスクが上がる方が考えられる。

イ 漏えい対策

漏えい対策として、次の措置が考えられる。

- ・ 可燃性蒸気を排除するための対策として換気・排出設備の設置
- ・ 危険物の漏えい拡大を最小限に留めるための対策として床は浸透しない構造とし、かつ、適当な傾斜及び貯留設備の設置
- ・ 可燃性蒸気を早期覚知するための対策として可燃性ガス検知設備の設置

また、前(1)と同様に、日常点検や定期点検を容易に行うために、点検管理を容易に行うための空間を確保するとともに、点検を安全かつ確実に行うために、照明及び換気設備を設置することが必要である。

ウ 火災リスク

可燃性蒸気の発生や危険物が滞留している状況下において、着火源が共存することによる火災の発生が予想される。この着火源として、電気設備（照明、電動弁等）の火花や点検作業者に帯電した静電気火花がある。

エ 火災対策

火災対策として次の措置が考えられる。

- ・ 電気設備からの出火防止対策として防爆措置
- ・ 静電気による出火防止対策として帯電防止措置
- ・ 火災の早期覚知として警報設備の設置
- ・ 初期消火として消火設備の設置
- ・ 火災拡大防止として、防火区画を形成するために防火設備（扉、ダンパー等）の設置や、配管貫通部分の埋め戻し等
- ・ その他、火災リスクを減らすための対策として、不要物品を置かない、関係者以外の者が立ち入れない等の措置

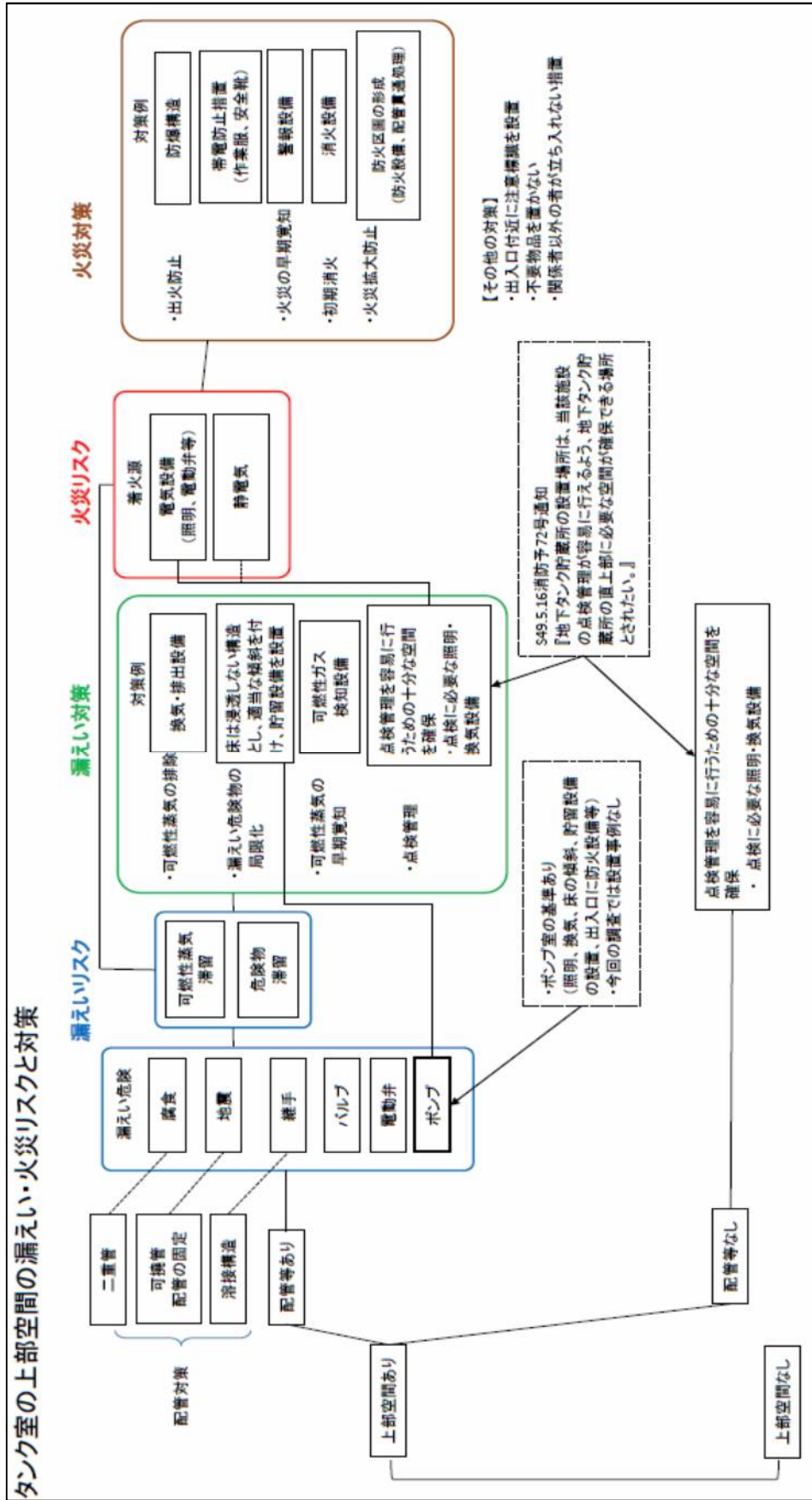


図2. 4. 1 タンク室上部空間の危険物漏えい及び火災のリスクと対策フロー

2. 5 タンク室上部空間の危険物漏えい及び火災に対する安全対策（まとめ）

前記2. 4で整理したタンク室の上部空間の漏えい・火災リスクと対策から、タンク室上部に空間を設ける場合の安全対策を表2. 5. 1に示す。

ケース1は「タンク室上部に空間を設ける場合（配管及びポンプ設備の設置がない場合）」、ケース2は「当該空間に配管を設ける場合」、ケース3は「当該空間にポンプ設備を設ける場合」として、それぞれに必要な安全対策を記載している。

表 2. 5. 1 タンク室上部空間の危険物漏えい及び火災に対する安全対策（まとめ）

ケース	安全対策	備考
1 タンク室上部に空間を設ける場合（配管及びポンプ設備の設置がない場合）	タンク室上部空間の構造安全性が確保されていること。	構造安全性
	点検管理を容易に行うために十分な空間を設けること。	点検管理
	地下タンク貯蔵所の付属設備及び点検に必要な設備以外は設置しないこと。	出火防止、火災拡大防止
	空間への雨水の浸入や結露等により、点検の妨げや腐食環境にならないよう必要な措置を講じること。 → ・マンホール、壁等の防水措置 ・換気設備等による結露防止措置 ・排水措置	点検管理 腐食防止
	点検に必要な照明及び換気設備を設置すること。	点検管理
2 当該空間に配管を設ける場合	上記1の他、次の安全対策を講じること。	
	可燃性の蒸気が滞留するおそれがある場合には、その蒸気を屋外の高所に排出する設備を設けること。 → 引火点が40度未満の危険物を貯蔵・取り扱う場合	可燃性蒸気の排除
	上部空間には、窓を設けないこと。	火災拡大防止 (防火区画の形成)
	上部空間の出入口に扉を設ける場合には、随時開けることができる自動閉鎖の特定防火設備を設けること。	火災拡大防止 (防火区画の形成)
	上部空間の換気及び排出の設備には、防火上有効なダンパー等を設けること。 (ただし、上部空間以外の建物への貫通部や延焼のおそれのある部分に排出する場合に限る。)	火災拡大防止 (防火区画の形成)
	配管等の貫通部は、防火上有効な措置を講じること。	火災拡大防止 (防火区画の形成)
	電気設備（照明・換気・排出設備及び電動弁等）は、電気工作物に係る法令の規定によること。 → 引火点が40度未満、40度以上であっても当該引火点以上の状態で貯蔵・取り扱う場合には防爆構造とする。	出火防止
	点検等の際には、帯電防止の措置を講じること。	出火防止
	第5種消火設備を設置すること。	初期消火
	引火点が21度未満の危険物を取り扱う場合には、自動火災報知設備及び可燃性ガス検知設備を設置することが望ましい。	火災の早期覚知
3 当該空間にポンプ設備を設ける場合	上記1及び2の他、次の安全対策を講じること。	
	ポンプ設備は、堅固な基礎の上に固定すること。	
	上部空間の床には、その周囲に囲いを設けるとともに、当該床は、危険物が浸透しない構造とし、かつ、適当な傾斜及び貯留設備を設けること。	漏えい危険物の局限化
	引火点が21度未満の危険物を取り扱うポンプ設備には、見やすい箇所に地下貯蔵タンクのポンプ設備である旨及び防火に関し必要な事項を掲示した掲示板を設けること。	

第3章 地下タンク貯蔵所の鉄筋コンクリート製タンク室等が建築物の構造の影響を受ける可能性のある範囲に設けられている場合等の設計構造上の留意点について

3. 1 多様化する地下タンク貯蔵所のタンク室等の設置形態と構造上の問題点

近年、地下タンク貯蔵所は、設置形態・設置位置等が多様化している。第2章で検討している「タンク室上部に一体構造とした上部空間室を設ける場合」のほか、「地中深く設置される場合」や「建築物の横に近接して設置される場合」等が想定された。このような場合、浅い地盤内に設置されることを想定した例示基準の適用は困難であると考えられる。

ここでは、多様化する地下タンク貯蔵所の問題点を整理した上で、例示基準で示された構造例以外に検討すべき項目等を整理する。

〔地下タンクの設置形態からみる構造上の問題点〕

上述した地下貯蔵タンクの設置形態である「タンク室上部に一体構造とした上部空間室を有する場合」を図3. 1. 1に、「タンク室が地中深く設置される（土被りが大きい）場合」を図3. 1. 2に、「タンク室が建築物の横に近接して設置される場合」を図3. 1. 3にそれぞれ示す。

このような設置形態の場合、タンク室等の構造強度等の検討は、地盤条件に大きく左右されるとともに、工事方法も多岐にわたると考えられることから、設置される条件に応じて個別に検討を行う必要があると考える。

ア タンク室上部に一体構造とした上部空間室を設置する例

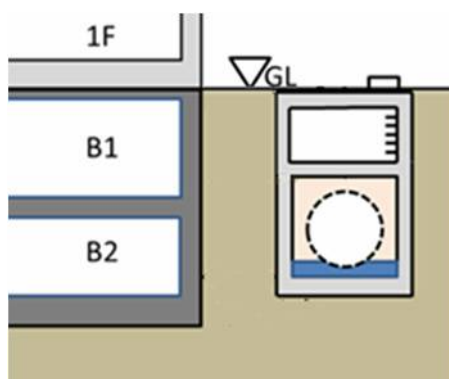


図3. 1. 1 上部空間室を設置する地下タンク

イ 地中深くに設置される（土被りが大きい）例

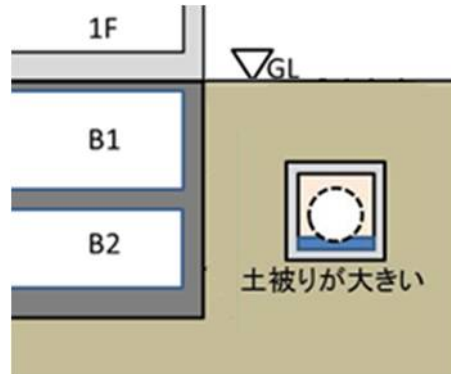


図3. 1. 2 地中深く設置される地下タンク

ウ 建築物の横に近接して設置される例



図3. 1. 3 建築物に近接して設置される地下タンク

タンク室等が上部空間室を有する場合や地中深い位置に設置される場合、または、建築物の横に近接して設置される場合等、例示基準が適用できないタンク室等には、次のような構造上の問題点・留意点が挙げられる。

- 大きな土圧、地下水圧を受ける
- 建築物に発生する地震時水平力・変位の影響を受ける
- 上部空間室の構造安全性確認の必要性
- 液状化時等のタンク室等の浮き上がり
- 支持地盤条件の違いによるタンク室等の不等沈下

従って、タンク室等の構造安全性を確認する上で、次のような評価・検討が必要と

考えられる。

- ・ 上部空間室の構造安全性の検討
- ・ 設置深度に応じた土圧、地下水圧を考慮したタンク室等の構造安全性の検討
- ・ 建築物に発生する地震時水平力・変位等を考慮したタンク室等の構造安全性の検討
- ・ タンク室等を地下水位以下に埋設する場合、浮き上がりに対する安定性の検討（常時）
- ・ 周辺地盤が液状化する可能性がある場合には、過剰間隙水圧による浮力の影響を考慮した浮き上がりに対する安定性の検討（地震時）
- ・ タンク室等の底面地盤の支持力検討
- ・ 複数基のタンクを縦列状とし、長いスパンで設置する場合は、独立したタンク室とすることや目地等を設ける等、可とう性に配慮した構造体とすることの検討

3. 2 消防庁から東京消防庁及び政令市消防本部への実態調査（建築物とタンク室の位置関係及び設置深度等の観点からのとりまとめ）

第2章では、消防庁が実施した東京消防庁及び政令市消防本部への実態調査結果について、貯蔵物及び上部空間室の形態等に関する観点からとりまとめられている（表2. 2. 1参照）。ここでは、タンク室と建築物との位置関係、タンク室の設置深さ等の観点から、表2. 2. 1と同様、7消防本部29施設の情報提供に基づいて調査結果をとりまとめた（表3. 2. 1参照）。

なお、本調査で提供を受けた図面等は地下貯蔵タンクに関する詳細な図面や情報が不足している部分もあり、設置深さ等の数値において一部概略数値としていることに注意が必要である。

タンク室の位置関係は、前述の3. 1章の設置形態に示した「建築物の横に近接しているケース」が17施設（58.6%）で最も多い。設置深度については、上部空間室を有する場合、地表面から7～8m程度の位置に設置されるケースが多く、10mを超える深度に設置されるケースもみられる。また、複数基のタンクを縦列状に設置される場合、タンク室の長辺は50mを超えるケースもみられる。

表3. 2. 1 実態調査結果

No.	建築物との位置関係	上部空間の有無	タンク室等の設置深さ	タンク室等の大きさ (長辺×短辺×高さ)(m)	特記事項
1	近接	有り	GL-0.6m～GL-6.2m	63.2×9.5×5.6	
2	近接	有り	GL-3.0m～GL-9.0m	16.8×15.0×6.0	・タンク室及び上部空間の横と建築物の間にトレンチ有り。
3	近接	有り	GL-0.1m～GL-5.7m	6.5×4.1×5.6	
4	近接	有り(上部空間が二段)	GL-1.4m～GL-11.6m	約52×8.5×11.6	・タンク室及び上部空間が二段
5	近接	有り	GL-1.7m～GL-2.4m	16.1×11.4×1.8	・タンクが4基。1タンク室に1上部空間室。上部空間室は、□800mmの通行開口部が設けられており、そこで人の出入り。
6	近接	有り	GL-1.8m～GL-7.6m	長辺(不明)×3.3×5.6	・建築物とは土留め壁を間]にしている。 ・ビルのコア部分にL字で縦列状配置
7	近接	有り	GL-0.5m～GL-7.2m	34.5×8.1×6.7	・建築物とは1m程度の離隔距離が確保されている。
8	近接	有り	GL-1.1m～GL-7.9m	13.2×9.7×6.8	・6タンク室あるが、2タンク室と3タンク室で別構造となっている。
9	不明	有り	不明	不明	
10	不明	有り	不明	不明	
11	不明	有り	不明	不明	
12	不明	有り	不明	不明	
13	不明	有り	不明	不明	
14	不明	有り	不明	不明	
15	B3階の下(建築物内)	B3階が上部空間	不明	不明	
16	地階	無し	GL-0.6m～GL-4.9m	18.5×3.4×4.3	・タンク室等は建築物と一体構造と思われる
17	建築物内	無し	GL-0.4m～GL-4.6m	7.8×4.6×約4.2	
18	近接	有り	GL-1.2m～GL-7.2m	約60×9.1×6.5	・7タンク室は全て独立で造られている
19	近接	有り(上部空間が二段)	GL-0.4m～GL-4.6m	11.9×53.5×5.4	
20	近接し、建築物の基礎上に設置	無し	GL-1.5m～GL-6.5m	長辺(不明)×3.4×5.0	
21	近接	有り	GL-1.3m～GL-11.0m	15.5×5.5×9.7	・縦置きタンク ・タンク室と建築物の間に緩衝材(ポリスチレン)有り
22	近接 (トレンチのみ建築物と一体構造)	有り	GL-0.7m～GL-7.2m	28.1×短辺(不明)×6.5	
23	基礎直下	有り	GL-0.0m～GL-8.0m	28.8×21.0×8.0	
24	近接	有り	GL-0.0m～GL-8.0m	不明	・縦置きタンクをビルコーナー部分にL字型に配置
25	近接	有り	GL-0.3m～GL-5.7m	不明	・タンク室はずれ止めアンカーで建築物に固定 ・上部空間室の幅はタンク室の幅の半分程度
26	近接	有り	GL-0.4m～GL-7.9m	15.3×12.3×7.5	・トレンチと既設構造物の間に緩衝材(ポリスチレン)有り ・タンク室の横に「組積造土版」、建築物の横に「SMWあり
27	不明	不明	不明	不明	(濡れ防止構造と思われる)
28	近接	有り	不明	不明	
29	不明	有り	不明	不明	

3. 3 例示基準が適用できないと考えられる条件等について

平成 18 年 5 月 9 日付け消防危第 112 号通知は、一般的な条件下において作用する荷重による応力及び変形に対する安全性が確認されているものとして、タンク室の「例示基準」が示されている。

3. 1 章で整理したように、「タンク室等が地中深く設置される場合」や「建築物に近接して設置される場合」には、他の影響因子が増えることから各種条件に応じた個別の検討が必要になる。

ここでは、個別の検討が必要となるタンク室の設置条件等を整理する。

(1) 土被りの影響範囲について

例示基準が適用できる土被り厚さを推定するために、2つの検討（試算）を実施した。

① 過去の検討資料の試算

過去の資料をもとに、例示基準が適用できる土被りの範囲について検討した。

過去の資料として「地下タンク貯蔵所の大型化に対する構造及び設備の安全性に関する調査検討報告書（平成 9 年 3 月, 自治省消防庁）」（以下「H9 年検討資料」という。）がある（参考資料 3 参照）。これは、流通の効率化、油中ポンプの導入等により、地下タンクが大型化してきていることに対する構造及び設備等の安全性の検討が行われたものである。H9 年検討資料において、112 号通知の例示基準検討（参考資料 4 参照）と比較検討が可能と思われる事例があったことから検証したものである。

H9 年検討資料の中の一つに 50kL タンクの検討ケースがある。この検討ケースは 1.05m の土被りを条件とするもので、その他条件は 112 号通知の 30kL(内径 2,400mm) 地下タンクに類似したものである。H9 年検討資料の主な特徴は次のとおりである。

- ・土被り厚さ：1.05m
- ・地下水位：GL-0.5m
- ・配筋：いずれの部位も D13@125mm
- ・構造断面：112 号通知 30kL(内径 2,400mm)用地下タンク室とほぼ同寸法

例示基準と H9 年検討資料の比較表は参考資料 5 に示す。

H9 年検討資料では、「主荷重＋従荷重の組み合わせ」による検討が行われていなかったため、主荷重（常時）に対する比較のみとしている。

参考資料 5 を見ると次のことが推察される。

- ・いずれの部位も H9 年検討資料（土被り厚さ 1.05m）の方の圧縮・引張発生応力が大きくなっている。特に、頂版及び側壁は土被りの影響が大きい。
- ・H9 年検討資料の許容引張応力度は若干低めに設定されているが、発生応力は

許容の9割を超えている部位がある。

- (推察) H9 年検討資料を仮に例示基準と同様の配筋ピッチ (@200mm) とした場合、発生応力は許容応力を超え 55 号通知を満足しない可能性が考えられる。
- (推察) 例示基準では「主荷重+従荷重の組み合わせ」も試算されており、車輛荷重も考慮した検討が実施されている。この時、発生応力が許容応力の7割~8割を超えている部位がみられる(参考資料4、11/14頁等参照)。H9 年検討資料において、「主荷重+従荷重の組み合わせ」を例示基準と同様の配筋ピッチ (@200mm) とした場合、55 号通知を満足しない可能性も考えられる。

そこで、H9 年検討資料を鉄筋ピッチ 200mm として試算した。

ソフトは「RC 断面計算システム (EMRGING) (富士通エフ・アイ・ピー株)」を使用し、まず H9 年検討資料結果の再現性を確認するために検算した。概ね、H9 年検討結果を再現できたことから、当該ソフトを使用しての試算を実施した(参考資料6参照)。

結果、H9 年検討資料を鉄筋 200mm ピッチで試算すると、発生応力が許容応力を超える部位がある。仮に、例示基準を土被り 1m 程度とすると、主荷重(常時)において許容応力を超えることが予想される。

② 例示基準(10kL、30kL、50kL のケース)の試算

例示基準のうち、10kL、30kL、50kL タンクのケースについて、土被り厚さを増大させた試算を実施した。

例示基準で示されている構造例の計算はフレーム解析ソフトを用いていたが、本試算では、ソフトはボックスカルバートの設計用の「エクセルボックスカルバート：インデックス出版発行 2004」を使用した。計算条件、計算結果は参考資料7を参照。

[試算の条件]

試算における土質条件、地下水位、使用材料の許容応力度等については例示基準と同様とした。検討の荷重ケースは、例示基準では主荷重、主荷重+従荷重(上載荷重)、主荷重+従荷重(地震時)の組合せについて行っているが、従荷重である車両の上載荷重は土被りが深くなるほど分散して小さくなることから、土圧、水圧が土被りに応じて増えていく主荷重について実施した。

[試算のパターン]

試算の目的は、例示基準で示された構造例がどの程度の深さまで許容されるかを検証することであるため、まずは土被り 0m で検算を実施し、断面力に大きな違いがないことを確認した後、土被り厚さを 1m ごと増大させ、許容応力を超える土被り厚さまで検討した。

〔試算の照査位置〕

例示基準では、タンク室の頂版、側壁、底版について応力度を検討しているが、本試算で用いた計算ソフトはボックスカルバート設計用のものであるため、タンク本体自重、付属設備自重、危険物重量を計算する方法に不確実さがあるため、底版を除いた頂版、側壁を対象に応力度の照査を実施した。

〔試算結果〕

- ・10kL タンクは、土被り 4m まで計算したが、頂版、側壁ともに発生応力は許容応力以内であった。
- ・30kL タンクは、土被り 2m において、側壁下側に鉄筋の許容応力を超える曲げ引張応力が発生した。
- ・50kL タンクは、土被り 2m において、側壁下側に鉄筋の許容応力を超える曲げ引張応力が発生した。

なお、曲げ引張応力が許容応力を超える結果となった 30KL、50KL タンクの例示基準（土被り 0m）で算定された断面力は、試算で得られた土被り 0m での断面力と大きな違いがないことから、計算ソフトは異なるものの、応力度の検証は概ね信頼性があるものと考えられる。

以上の 2 つの検討（試算）結果を総合的に判断すると、例示基準が適用できる土被り厚さを「1m 以下」とすることが妥当と考えられる（図 3. 3. 1 参照）。

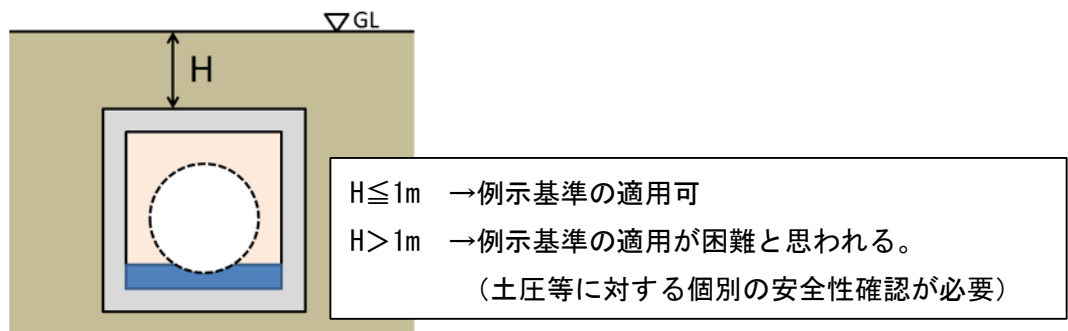


図 3. 3. 1 例示基準が適用できる土被り厚さ

(2) 建築物の影響範囲について

危政令第 13 条第 1 項第 4 号には、「地下貯蔵タンクを 2 以上隣接して設置する場合は、その相互間に 1m 以上の間隔を保つこと」と規定されている。これらの基準を準用し、地下タンクの設置は、隣接構造物から 1m 以上の離隔を確保して設置するよう指導等が行われている事例もある。

このような設置が行われていた場合であっても、平成 7 年兵庫県南部地震等の大規模地震において、地下タンク貯蔵所の被害報告はなかったとされていることから、建築物とタンク室の影響がない離隔距離の基準を「1m 以上」とすることが妥当と考え

られる（図3.3.2参照）。一方、建築物との離隔距離が1m未満の場合は、建築物の影響が無視できないと考えられることから、地盤特性等に応じて個別に検討を行う必要があると考える。

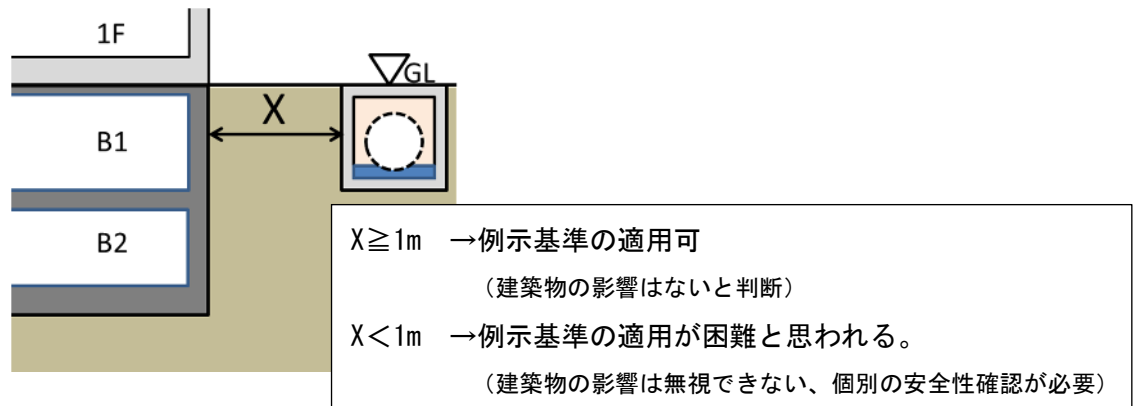


図3.3.2 建築物の影響有無を考慮する範囲

(3) 例示基準が適用できないと考えられる設置条件（範囲）

以上より、例示基準が適用できない土被りは1mを超える厚さとした。また、建築物等の影響を無視できない離隔距離を1m未満とした。このことから、これらの条件を満足しないような場合は、例示基準の構造例による設置は困難であると判断される。

これらの判断をまとめると図3.3.3のとおりとなる。図3.3.3の赤色で示す範囲においては例示基準の構造例により設置が可能と考えられる。その他の範囲にタンク室が設置されるような場合には、設置条件等に応じた個別の検討が必要と考えられる。

なお、上部空間室を有する地下タンクや縦置きタンクについては、設置位置が深くなることから、個別に検討を行う必要がある。

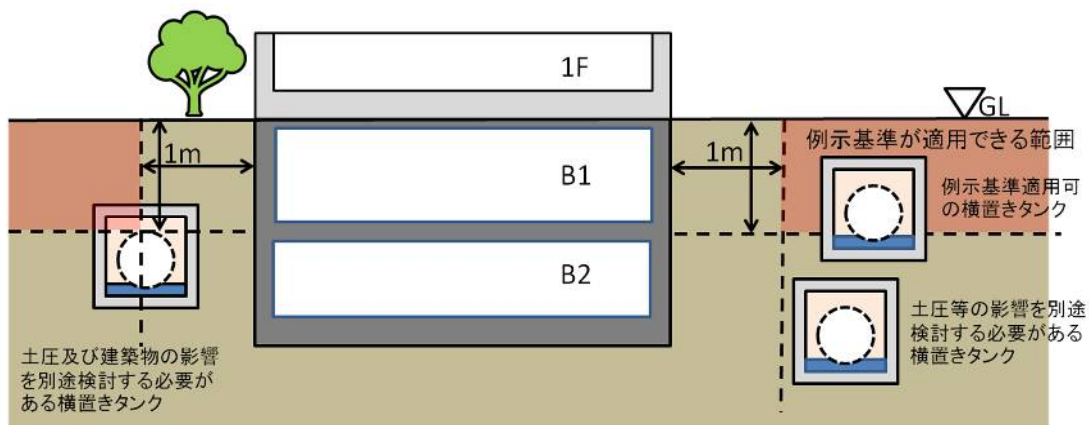


図3.3.3 例示基準の適用範囲と個別の検討が必要な範囲

(4) 上部空間室を有する場合について

上部空間室を有する地下タンクの場合、タンク室は建築物から1m以上の離隔はあるものの、上部空間室が建築物に接続しているケースが想定される（図3.3.4参照）。このような場合、タンク室は建築物の影響が少ないと考えられることから、上部空間室も含め、タンク室は一般的な土圧・水圧等に対する安全性の確認が良いものとする。

ただし、この場合であっても建築物との間には建築物の影響を受けないようにするための緩衝材等を設置することや同じく建築物による影響を受けないようにするための可撓管の設置等の配慮が必要とする。



図3.3.4 上部空間室を有する場合の事例

3. 4 タンク室等の安全性に関する評価方法

多様化する地下タンク貯蔵所においては、例示基準の適用は困難である場合が想定される。ここでは、例示基準が適用できない地下タンク貯蔵所の安全性に関する評価方法の基本的な考え方を整理する。

(1) タンク室等の構造安全性を検討する上での基本的な考え方

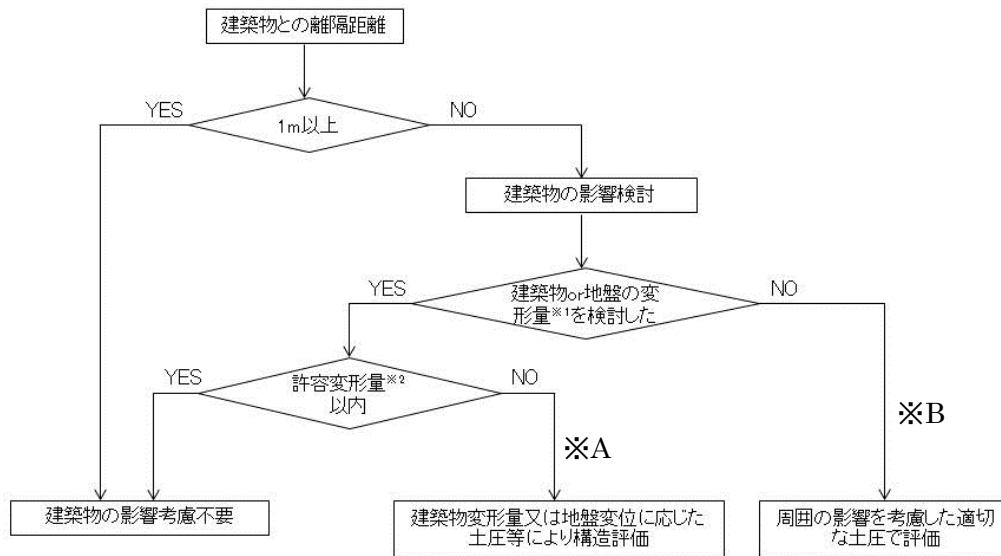
本検討においては、112号通知の例示基準では設置困難と考えられる設置条件(範囲)を整理した。例示基準の適用が困難と考えられる地下タンクについては、地盤条件等に応じ、個別の安全性確認が必要であると考えられる。

タンク室等の構造安全性に関する評価方法の基本的な考え方は次のとおりである。

- ・ 上部空間室は、タンク室と一体構造とされ、タンク室と同等以上の安全性が必要と考えられることから、タンク室と同様に構造安全性の評価を実施する必要がある。なお、上部空間室の許容応力はタンク室に準じることとする(危告示第4条の50)。
- ・ タンク室上部の土被り厚さが1mを超える場合は、土圧や水圧等の影響を検討し、タンク室等の構造評価を実施する必要がある。
- ・ 建築物からの離隔距離が1m未満にタンク室等が設置される場合は、建築物の影響有無を検討し、タンク室等の構造評価を実施する必要がある。評価方法の詳細は次の「(2) 建築物の影響を考慮する場合の対応・検討方法」で示す。
- ・ タンク室等の構造安全性を検討する際の設計水平震度は、消防法を適用する。タンク室が建築物と一体構造の場合は、消防法と建築基準法のいずれか大きい値を適用し、構造安全性を検討する。
- ・ 平成17年消防危第55号通知では、タンク室等の安定性(支持力・浮き上がり)の検討は特に要求されていないが、例示基準が適用できないタンク室等の場合は、当該項目についても検討を行うこととする。
- ・ タンク室等の構造安全性の検討は、性能規定の主旨に鑑み、強度検討等において具体的な評価手法は明示しないこととする。
- ・ 複数基のタンクを縦列状とし、極端に長いスパンで設置する場合は、独立したタンク室等とすることや目地等を設ける等、可とう性に配慮した構造体とすることの検討を行うこととする。

(2) 建築物の影響を考慮する場合の対応・検討方法

前述したとおり、タンク室等が建築物に1m未満の距離で近接して設置される場合、建築物の地震時等影響は無視できない。そこで、このような条件下でタンク室等が設置される場合は、次のような方法によりタンク室の構造安全性を確認する必要がある。タンク室等と建築物との影響検討フローを図3.4.1に示す。



※1: 建築物変形量を算出するか、地盤の変位量を算出するかは設計者判断とする。
 変形量は、タンク室底面とタンク室等上面の差とする。
 ※2: タンク室高さ(上部空間室を有する場合はその合計高さ)の1/200とする。

図3.4.1 検討フロー

地下タンク等の地中構造物は、地震時には周辺地盤に追従して振動する振動特性を示し、また周辺地盤の相対変位又はひずみにより支配された変形を示すことから、基本的には地盤の変位量を考慮して地下タンクの構造評価を実施する必要があると考える。ただし、性能規定化の主旨等に鑑み、建築物の影響検討を行う場合の手法は、建築物の変形量によるか、地盤の変位量によるかは設計者判断とした。変形量等の算出箇所は、地下タンク室等の上面と底面の差とし、その差がタンク室等高さの 1/200 を建築物の影響有無の判断基準とした。これは、「建築構造設計基準の資料（平成 29 年版）」第 5 章 5.1.1 (1)大地震動時の変形制限に記載された「鉄筋コンクリート造」の場合の層間変形角の最大値を準用したものである。

[図3.4.1 検討フローの補足説明]

※A 建築物の変形量又は地盤の変位量を検討した場合

→変形量等に応じた弾性範囲内の地震時土圧（資料1参照）を算出し、当該土圧に対する構造評価を実施

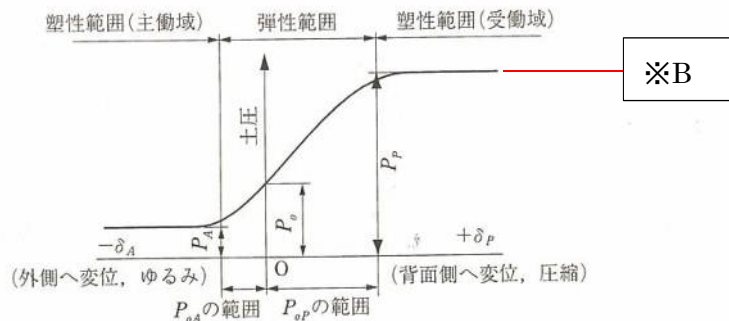
※B 建築物の変形量又は地盤の変位量を検討しない場合

→塑性範囲内の地震時土圧（資料1参照）（例としては受働土圧）を使用して、耐力で構造評価を実施

【資料 1：建築基礎構造設計指針（日本建築学会）】

3.4 節 土圧

1. 基礎および地下構造物に常時作用する土圧は、構造物と土の間の相対的な変位条件に応じて基本的に下記の 3 種類とする。
 - (1) 主働土圧
 - (2) 受働土圧
 - (3) 静止土圧
2. 地下外壁に作用する土圧は、一般的に静止土圧による。ただし、下記の場合はその影響を考慮する。
 - (1) 地表面載荷がある場合
 - (2) 地震動によって土圧が著しく増大するおそれのある場合
 - (3) 基礎および地下構造物の地下部分の両側に加わる土圧が異なる場合
3. 擁壁に作用する土圧は、一般的に主働土圧による。ただし、下記の場合はその影響を考慮する。
 - (1) 地表面載荷がある場合
 - (2) 地震動によって土圧が著しく増大するおそれのある場合



ここに、

$P_A = K_A \gamma z$: 主働土圧

$P_0 = K_0 \gamma z$: 静止土圧

$P_P = K_P \gamma z$: 受働土圧

$P_{0A} = K_0 \gamma z - k_1 \delta_A$: 弾性域において、土中の側方応力が P_0 から P_A に減少しつつあるときの土圧

$P_{0P} = K_0 \gamma z + k_2 \delta_P$: 弾性域において、土中の側方応力が P_0 から P_P に増加しつつあるときの土圧

k_1 : P_{0A} の範囲における地盤反力係数

k_2 : P_{0P} の範囲における地盤反力係数

γ : 土の単位体積重量

z : 地表面から、土圧を求めようとする位置までの深さ

δ_A : 外側への変位量

δ_P : 背面側への変位量

※A

※A

図 3.4.1 変位と土圧の関係^{3.4.1)}

3. 5 評価・確認項目

前述した基本的な考え方にに基づき、下表に示す項目を確認する。

評価項目	項目詳細
(1) 設計条件	<ul style="list-style-type: none"> ・タンク室の構造細目 ・使用する材料 ・地盤条件（土質定数） 等
(2) 安定計算	<ul style="list-style-type: none"> ・地盤の許容支持力 ・浮き上がりに対する検討（常時・液状化時）
(3) 部材の強度検討	<ul style="list-style-type: none"> ・断面力の算定 ・発生応力の算定 ・部材ごとの応力度照査

(1) 設計条件

タンク室等の構造安全性を確認する上で、設置される諸条件の確認が最も重要な作業となる。例示基準が適用できない地下タンクの場合は、建築物等の影響も考慮する必要があることから、建築物の図面や地盤・地質調査資料等の情報をできるだけ多く収集し、検討することが重要である。設計条件については、下表に示す事項について確認する必要がある。

設計条件	確認事項
①タンク室等の寸法	<ul style="list-style-type: none"> ・幅、高さ、内幅、室内高。上部空間室がある場合は、当該空間室の寸法
②タンク室等の設置位置・配置状況	<ul style="list-style-type: none"> ・建築物に近接する場合、建築物とタンク室等の位置関係（離隔距離） ・タンクの配置状況 ・上部空間室の形態
③配筋	<ul style="list-style-type: none"> ・各部材における鉄筋径、配筋ピッチ ・かぶり
④材料の単位体積重量	<ul style="list-style-type: none"> ・鉄筋コンクリート ・埋戻し土（地下水以上・以下） ・乾燥砂 ・貯蔵液
⑤上載荷重	<ul style="list-style-type: none"> ・設置条件に応じ、想定される最大重量の車輛荷重 ・土被り荷重 ・上部空間室がある場合は、上部空間内の設備等荷重

⑥ 建築物の影響判断資料	<ul style="list-style-type: none"> ・タンク室等の上面及び底面位置での建築物又は地盤の変形量等 ・その他必要な資料 	
⑦ 地下水位	<ul style="list-style-type: none"> ・ボーリング孔内水位等 	
⑧ 許容応力度 (危告示第 4 条の 50)	タンク室	<ul style="list-style-type: none"> ・コンクリート (21N/mm² 以上) ・鉄筋
	上部空間室	<ul style="list-style-type: none"> ・コンクリート (21N/mm² 以上) ・鉄筋
⑨ 地盤条件	<ul style="list-style-type: none"> ・地盤種別 (一～四種、消防法による判定) ・土質定数 (内部摩擦角、粘着力) *埋戻し土、 *支持地盤 ・液状化判定 	
⑩ 土圧係数	<ul style="list-style-type: none"> ・常時静止土圧係数 ・地震時水平土圧係数 ・地震時水中水平土圧係数 	

(2) 安定計算

前述したとおり、例示基準が適用できない地下タンクの構造評価の場合、タンク室等の安定計算も実施することとした。下表の基本的な考え方に基づき、評価する必要がある。

安定計算	確認事項	基本的な考え方
① 地盤の許容支持力	<ul style="list-style-type: none"> ・タンク室底面地盤の極限支持力 ・安全率 (常時 3・地震時 2) 	<ul style="list-style-type: none"> ・地盤反力が許容支持力以下になることを確認する
② タンク室等の浮き上がり	<ul style="list-style-type: none"> ・常時の浮力に対する検討 ・必要に応じ、液状化時の浮き上がりに対する検討 	<ul style="list-style-type: none"> ・浮き上がりに対する安全性を確認する

(3) 部材の強度検討

基本的には、55号通知に準じて評価する。建築物の影響範囲にある場合は、建築物の変形量又は地盤の変位量に応じた地震時土圧に対する構造評価が必要となる。

部材の強度検討	確認事項	基本的な考え方
①作用する荷重	<p>【主荷重】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・固定荷重（タンク室の自重、タンク本体及びその付属施設の重量） ・液荷重（貯蔵する危険物の重量） ・土圧 <ul style="list-style-type: none"> *水平土圧 *鉛直土圧（タンク室上載土等の重量） ・水圧（タンク室等が地下水位以下に埋設される場合）等 <p>【従荷重】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・上載荷重（原則として想定される最大重量の車輛荷重） ・地震の影響 <ul style="list-style-type: none"> *タンク室重量に起因する地震時慣性力 *地震時土圧 ・建築物の影響 <ul style="list-style-type: none"> *建築物又は地盤の変形量に応じた土圧等 	<ul style="list-style-type: none"> ・規則第23条の4により、「主荷重」及び「主荷重と従荷重の組み合わせ」の2ケースについて算出する。 ・作用する荷重は55号通知を基本とし、建築物の影響範囲にある場合は、建築物又は地盤の変形量に応じた構造評価を実施する。
②断面力の算定	<ul style="list-style-type: none"> ・各部材ごと次の最大値を算出 <ul style="list-style-type: none"> *曲げモーメント *軸力 *せん断力 	<ul style="list-style-type: none"> ・原則、55号通知に基づく。 ・断面力の算出方法は、性能規定化の主旨により、特定の算出方法の明示は行わない。
③部材ごとの発生応力の算定及び照査	<ul style="list-style-type: none"> ・許容応力度法による断面照査 ・許容応力度 	<ul style="list-style-type: none"> ・許容応力は危告示第4条の50

3. 6 その他の設置形態による問題点

ビル等の非常用発電機のための燃料を備蓄しようとした場合、地下タンクを次のような位置に配置されるケースも想定される。

- ・ 建築物の地階直下に設置（図3. 6. 1）
- ・ 建築物の地階と一体構造で設置（図3. 6. 2）
- ・ 建築物基礎下に設置（図3. 6. 3）
- ・ 縦列状に配置される地下タンク（図3. 6. 4）

このような場合、タンク室等の構造安全性が消防法上の観点から確認が行われていない可能性や構造安全性の確認が非常に困難な可能性が考えられる。また、このような設置形態は地下タンクの点検等、維持管理上の問題点も考えられる。

このような案件については、各許可行政庁との協議を行うことが重要であるとともに、その構造安全性については、消防法上の観点からも確認する必要がある。

当協会では、設置状況に応じてタンク室等の構造安全性に関する評価委員会等で評価を行う予定であり、活用して頂くことが望まれる。

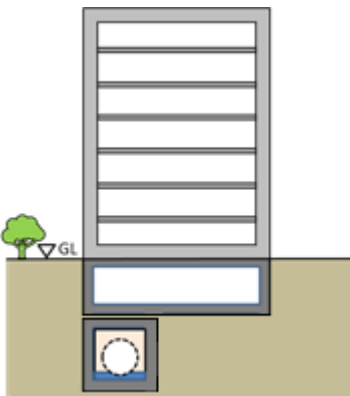


図3. 6. 1 建築物の地階直下に設置

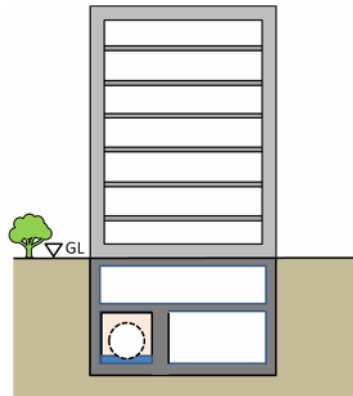


図3. 6. 2 建築物の地階と一体構造

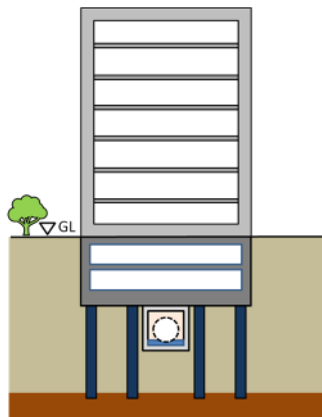


図3. 6. 3 建築物の基礎下に設置

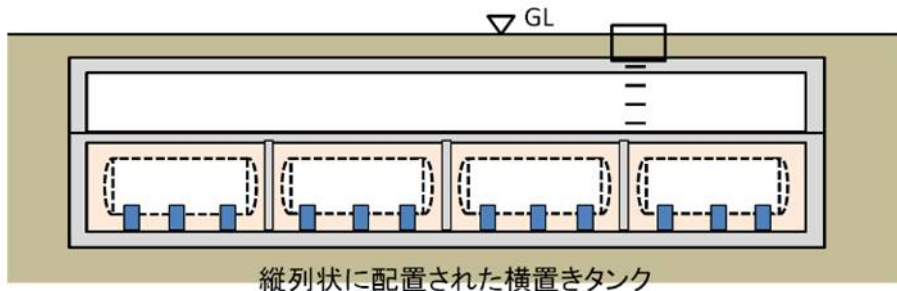


図 3. 6. 4 縦列状に配置される地下タンク

第4章 まとめと今後の対応

4.1 まとめ

本検討会では、地下貯蔵タンク上部に地下空間を設けるなど現行の消防法令では想定されていない地下タンク貯蔵所の構造についての事例を把握し、多様化する地下タンク貯蔵所のタンク室等の安全性について、危険物施設としての構造や危険物の漏えい及び火災危険に関する検討を重ねてきたところである。

第2章では、タンク室の上部空間に配管等が設けられている場合の危険物の漏えい及び火災に対する安全対策について示した。

第3章では、地下タンク貯蔵所の鉄筋コンクリート製タンク室等が建築物の構造の影響を受ける可能性のある範囲に設けられている場合等の設計構造上の留意点について示した。

以上のことから、多様化する地下タンク貯蔵所のタンク室等を設置、または変更する場合には、本検討結果を踏まえた設計とし、安全性の確保に十分留意する必要がある。

4.2 今後の対応について

消防本部においては、第66回全国消防長会危険物委員会の議題に挙げられたとおり、多様化する地下タンク貯蔵所のタンク室等の設置、または変更に係る審査については、これまで明確な指導指針がなく、消防本部ごとに指導内容が異なっている。安全対策については整理された考えを基に対策をすることが望ましく、危険物保安技術協会が積極的に支援することが必要である。

また、標準的な地下貯蔵タンク以外の構造評価に関して、工学的見地から要素を精査することが不可欠であり、土木に関する専門知識が必要であるが、消防本部ではこれらの専門知識を有した職員の確保は難しいのが現状である。

このことから危険物保安技術協会においては、消防本部の審査の補完となるよう、本検討結果を踏まえて、多様化する地下タンク貯蔵所のタンク室等の安全性評価に関する仕組みを構築して、個々の事例に対して、ノウハウを活用していくことが必要である。