



屋外貯蔵タンクの「基礎」と「地盤」について（その1） ～特定タンク及び準特定タンクの基礎・地盤に係る技術基準～ 土木審査部

1 はじめに

昭和49年に発生した水島重油流出事故を受け、昭和52年に容量1,000kL以上の屋外タンク貯蔵所が「特定屋外タンク貯蔵所」（以下「特定タンク」という。）と位置づけられ、タンク本体と基礎・地盤についての技術基準が強化されました。一般的に、この技術基準により設置された特定タンクは「新法タンク」と呼ばれています。

一方、技術基準が強化される以前に設置されていた容量1,000kL以上の特定タンクは「旧法タンク」と呼ばれ、平成6年にタンク本体と基礎・地盤についての耐震基準が規定されました。この耐震基準に適合するものを「新基準タンク」と呼ばれています。

平成7年に発生した兵庫県南部地震では、比較的小さな屋外タンク貯蔵所に被害が多く発生したことから、平成11年に、容量500kL以上1,000kL未満の屋外タンク貯蔵所のタンク本体と基礎・地盤の技術基準が規定され、「準特定屋外タンク貯蔵所」（以下「準特定タンク」という。）と位置づけられました。

以上の経緯で、特定タンクと準特定タンクの技術基準が強化されましたが、本稿では、特に、特定タンクと準特定タンクの基礎と地盤に関する現行（新法）基準について、その概要や技術基準を解説します。

なお、本タイトルの内容については、本号より3回に渡って掲載予定としており、次号は、基礎に着目し、基礎の再評価に関して、その留意点等について解説することとしています。

2 基礎と地盤の概要

消防法令において「基礎」と「地盤」は、次のように解説されています（図1）。

【基礎】→ 地盤上に構築されるタンクの支持構造体

【地盤】→ 地表面下のタンクの支持部分

実際の基礎は、地表面下にもある程度根入れされていますが、法令上は地表面を境に、基礎と地盤とに区分されています。

「基礎」は、タンク本体からの荷重を直接受け、タンクを安全に支える構造体として構築されます。「地盤」は、構造体を支える土や岩等の総称で、基礎を介して伝達される荷重に対して耐え得ることが要求されます。タンク本体等の荷重は、基礎を介して最終的には地盤に伝達されるため、タンク本体と基礎の安定性を維持するためには、地盤の安全性が非常に重要となります。

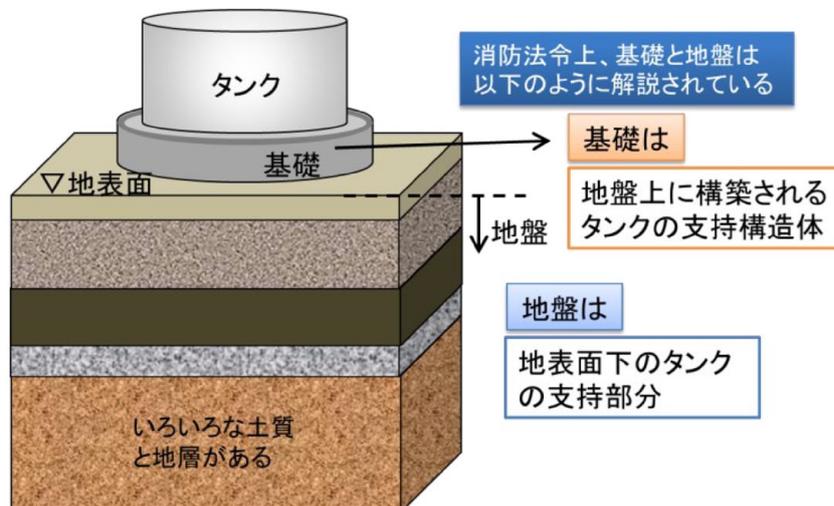


図1 屋外貯蔵タンクの「基礎」と「地盤」

基礎と地盤をさまざまな観点から比較してみると、図2に示すとおりとなります。

材料的な観点からみると、「基礎」は、鉄筋コンクリートや砕石といった規格等で規定された所定の強度を有する材料を用いて人為的に構築されます。一方「地盤」は、地盤改良した場合を除き、自然に堆積したものか、一部埋め立てられたもので構成されるため、不均質でバラツキをもっているという特徴があります。

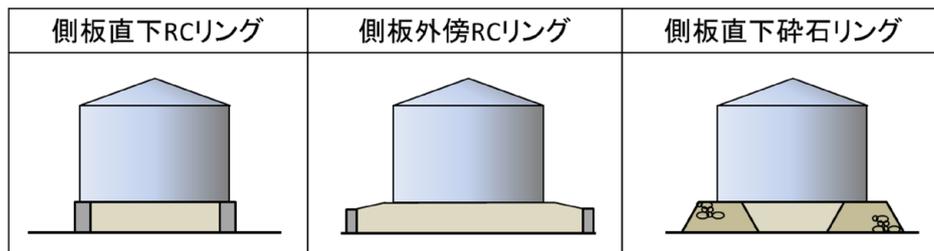
基礎・地盤と聞くと、同じようなイメージをいだきがちですが、基礎と地盤の性状等は大きく異なります。

	基礎	地盤
材料的な観点から	・人工的な材料(鉄筋コンクリート、砕石等)で構成される	・自然に堆積したもの、又は一部人工的に盛土したもので構成される
材質・性状の観点から	・使用する材料は規格化されたもので、かつ、性状は明らかな	・地盤の性状は、不均質でバラつきがあり、土の粒径等により性質(粘土、砂質土)が異なる
確認方法の観点から	・目で確認しながら品質管理と施工管理を行う	・直接、目で確認することができない。調査ボーリングによる限定された箇所での情報に頼らざるを得ない
設計的な観点から	・技術基準に適合するよう材料を選定して設計できる(比較的、柔軟な対応ができる)	・技術基準に適合しない場合、地盤改良等を要し、多大な費用と時間を要する

図2 「基礎」と「地盤」の比較

3 基礎の分類

薄肉構造で可とう性の高いタンク本体の構造的特徴を考えると、タンクを支持する基礎も、ある程度の変形に追従できるような柔軟性のある基礎の方がタンク底板に悪影響を及ぼさないと考えられています。したがって、従前より「盛り土基礎」形式が多く採用されており、現行の特定タンクや準特定タンクの技術基準も、図3に示すような盛り土基礎形式の基礎を想定して政省令等が規定されています。



RC: 鉄筋コンクリート

図3 盛り土基礎(特定タンク)の例

図4に特定タンクの場合の基礎分類を示しますが、盛り土基礎は、タンク荷重等を直接地盤に伝達するため、一般的な大分類では「直接基礎」に該当します。昭和52年の政省令等の改正以降、側板の外側に鉄筋コンクリートリングを設置し、鉄筋コンクリートリングから側板直下付近まで砕石で補強した基礎形式が採用されるケースが多くなったことから、このような基礎は直接基礎に該当する「リング基礎(図5)」とされ、昭和57年消防危第17号通知でその技術基準が規定されました。

盛り土基礎やリング基礎は、工学的には「浅い」基礎に分類されますが、「深い」基礎として「杭基礎(図6)」という基礎形式も屋外タンク貯蔵所の基礎に採用されています。杭基礎は、タンク等の荷重を杭を介して地盤に伝達する基礎形式であり、杭基礎に係る技術基準は、リング基礎と同様、昭和57年消防危第17号通知により規定されています。

近年は、特定タンクの基礎形式では、リング基礎と杭基礎が採用されるケースがほとんどです。

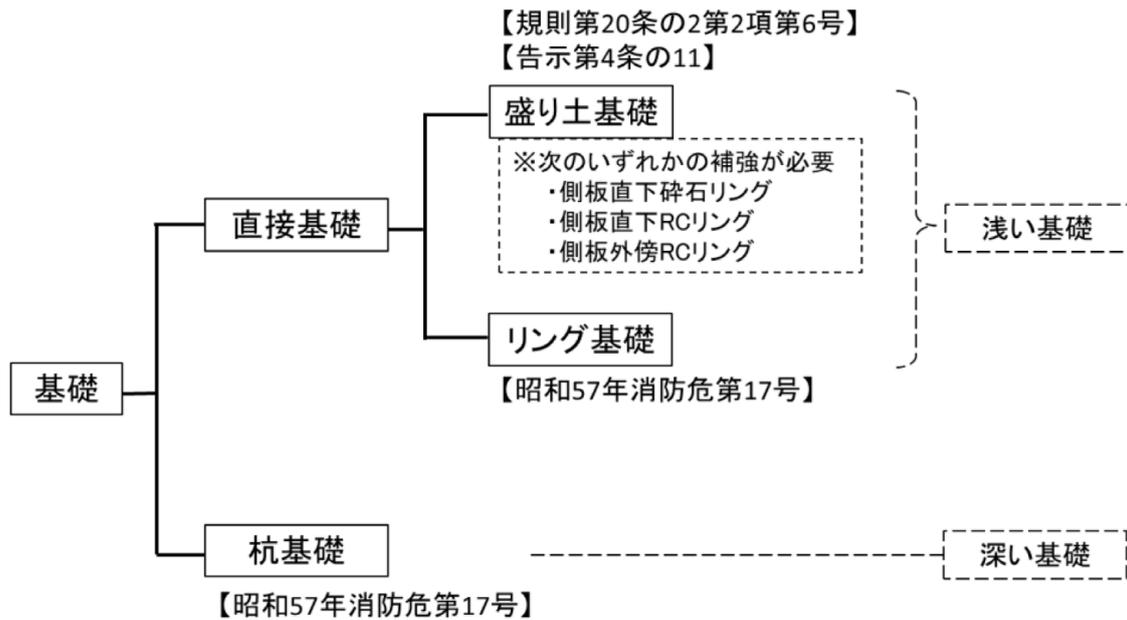


図4 特定タンクの場合の基礎分類

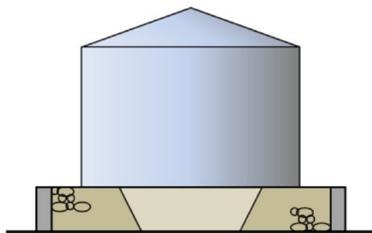


図5 リング基礎の例(昭和57年消防危第17号)

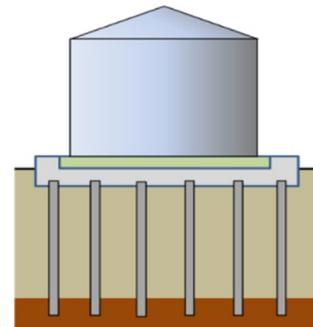


図6 杭基礎の例(昭和57年消防危第17号)

準特定タンクの基礎も、特定タンクと同様、直接基礎と杭基礎に分類されます(図7)。準特定タンクの場合、液状化のおそれのある地盤に設置することができる基礎形式が規定されているということが特徴の一つとなります。

告示第4条の22の7に規定されるRCスラブ基礎、側板直下RCリング基礎及び側板外傍RCリング基礎が、液状化する地盤上に設置することができる基礎形式とされています。

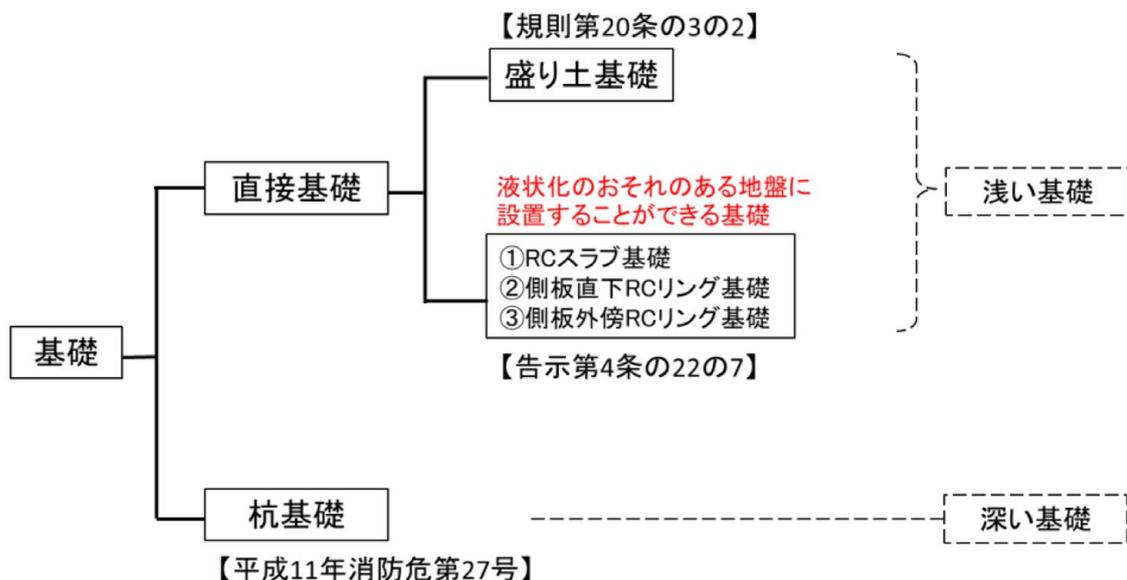


図7 準特定タンクの場合の基礎分類

4 基礎・地盤に係る技術基準の比較

特定タンクと準特定タンクの基礎・地盤に係る現行基準の比較を表1に示します。

上段が直接基礎（特定タンクはリング基礎、準特定タンクは外傍 RC リング基礎を想定）、下段が杭基礎における比較となっています。

特徴的なところは、直接基礎及び杭基礎の両方において、特定タンクの方が、部材寸法や安全率が大きく取られているところがあり、準特定タンクより厳しい基準となっています。また、準特定タンクは液化化する地盤に設置できる基礎形式が規定されていますが、特定タンクは、原則、地盤の液化化を許容していません。

直接基礎の支持力は、準特定タンクの場合、一般的な土木構造物の基礎が採用している「安全率3.0」と同じとされていますが、特定タンクの場合、安全率は「1.5」と少し小さめの値(緩い基準)となっています。これは、特定タンクの場合、一般的な土木構造物の基礎より平面的に大きな面積を有するため、タンク本体等からの荷重を分散できるという構造的な特徴から、1.5の安全率とされています。

杭基礎では、特定タンクの場合、堅固な支持地盤まで杭が到達する「支持杭」として設計する必要がありますが、準特定タンクの場合は、杭が堅固な支持地盤まで到達しない、いわゆる「摩擦杭」の設計手法も可能とされているところが特徴となっています。

表1 特定タンク及び準特定タンクの基準比較表

		特定タンク	準特定タンク
直接基礎 (対象: リング基礎)	基礎	<ul style="list-style-type: none"> RCリングの強度 天端幅40cm以上 基礎の局部すべり 安全率1.2以上 	<ul style="list-style-type: none"> 外傍RCリングの強度 天端幅20cm以上 基礎の局部すべり(RCリングの高さが70cm以下の場合のみ) 安全率1.1以上
	地盤	<ul style="list-style-type: none"> 支持力…安全率1.5以上 計算不等沈下 D=15m未満 不等沈下0.05m以下 D=15m以上 直径に対する不等沈下の割合 1/300以下 液化化…限界N値法 液化化は許容されない (対象最大深度:地表面から15mまで) 	<ul style="list-style-type: none"> 支持力…安全率3.0以上 計算沈下…計算沈下量0.15m以下 ただし、H/D>1.0の場合 計算沈下量は 0.15×D/H以下 液化化…次のいずれかの方法による <ul style="list-style-type: none"> 地表面から3m以内 地下水位、限界N値法、FL値法 地表面から20m以内 PL値法 ※液化化のおそれのある地盤に設置することができる基礎構造がある
杭基礎	基礎	<ul style="list-style-type: none"> スラブ厚さ: 杭径+10cm以上 犬走りの勾配 1/20以下 砕石層の厚さ 30cm以上 	<ul style="list-style-type: none"> スラブ厚さ: 杭径以上 犬走りの勾配「勾配を確保する」 砕石層の厚さ 25cm以上
	地盤	<ul style="list-style-type: none"> 支持力 支持杭(安全率:常時3.0、地震時2.0) (摩擦杭は認められない) 液化化(原則許容されない) 	<ul style="list-style-type: none"> 支持力 支持杭(安全率:常時3.0、地震時2.0) 摩擦杭(安全率:常時4.0、地震時3.0) 液化化(液化化層は土質定数を低減)

5 さいごに

屋外タンク貯蔵所の基礎と地盤の技術基準は、一般的な土木・建築構造物にはみられないタンク本体の構造的特性(可とう性に富んだ柔軟な構造物である)を考慮して規定されています。また、特定タンクと準特定タンクの基礎・地盤の技術基準は、タンク規模や荷重差等に応じて、安全レベルに差が設けられています。

「地盤」を設計する際には、調査ボーリングが実施されますが、特定タンクの場合、一般的に1基当たり最低3本の調査ボーリングが実施されます。タンク建設地点の広い範囲において、わずか3本程度の調査ボーリング結果により地盤の設計を行うため、既往文献等も含めて、地盤状況をいかに予想・推定し、設計に反映するかが重要となります。

地盤調査位置や本数等は、慎重に検討する必要があります。調査ボーリングに関して不明な点がある場合等は、協会土木審査部にご相談ください。