

今回解説する用語解説

- 盛り土基礎
- リング基礎
- 杭基礎
- 犬走り
- すべり
- 水平層状地盤

基礎及び地盤はタンク本体の損傷や漏洩事故を防ぐために、タンク荷重及び地震力に対し、十分かつ均一な支持力を有することが必要である。そのため、基礎・地盤を検討するうえで、一般的な支持地盤（盛り土基礎）の要件が「規則」及び「告示」に定められている。また、運用基準として昭和57年2月22日付け消防危第17号通知「杭又はリングを用いた特定屋外貯蔵タンクの基礎及び地盤に関する運用基準について」（以下「17号通知」という。）に定められている。

円筒形の屋外貯蔵タンクの基礎は、浅い基礎である盛り土基礎、リング基礎及びスラブ基礎と深い基礎である杭基礎に大別される。

これらの中から代表的な用語について説明を行う。

1 盛り土基礎

盛り土基礎は、地盤面から土を盛り上げたもので、タンクの基礎として最も古くから採用されてきた基礎形式であり、最も実績が多く、過去の経験に基づいた設計がされてきた。

かなり昔のタンク建設においては、その建設費用の節約と工期の短縮のため、基礎を高め造り、タンク建設後（場合によっては、建設中）、水を張ることによって地盤に沈下を生じさせ、側板直下部の沈下が少なく相対的に高くなった箇所の盛り土をすき取ることによって、初期の不等沈下を修正して基礎を造成していた。

一方、この方法による基礎では、タンクの大規模化による側板直下部とタンク中央部との沈下差の発生や、軟弱地盤における想定以上の沈下の発生によって再度基礎を修正する必要が生じる等の事例が増えた。

また、盛り土を十分に締め固めていない基礎では、雨水等による基礎の浸食や、地震等による基礎部の破壊が生じやすくなっている。

そもそも基礎を盛り土によって地盤面より高くする主な目的は、雨水や地下水の影響によってタンク底板部の腐食を防止することであり、基礎の高さは、降水量、防油堤の排水設備、受け入れ又は払い出しポンプとの関係等から一般的に決められている。

これらのことから、直接基礎の地盤は、地盤改良等によって沈下量を抑制し、盛り土基礎は、十分に締め固めて造成するとともに側板直下部近傍には、碎石又は鉄筋コンクリート（RC）による補強が行われるようになった。

盛り土基礎の碎石リングによる補強の例を図-1に示す。

消防法令において特定屋外貯蔵タンクの基準では、概ね次の事項が定められている。

(1) 基礎の締め固め性については、基礎表面及

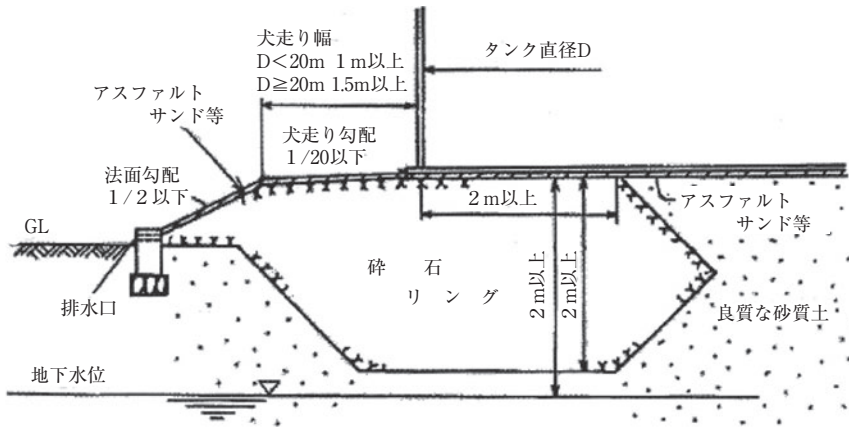


図-1 盛り土基礎の例

び表面から3mまでの地盤部分において平板
 載荷試験による k_{30} 値が 100MN/m^2 以上とな
 ること（規則20条の2第2項第4号）。

- (2) タンク底板の裏面腐食対策として、地下水
 と基礎上面との離隔が2m以上とすること
 （規則20条の2第2項第5号）。これは、土の
 毛細管現象による地下水上昇を考慮したもの
 である。なお、地下水位が高い所では基礎を
 必要以上に高くすることが安全上望ましくな
 いため、透水性のよい砕石を用いる場合は1
 m以上とすることが認められる場合がある。
- (3) 基礎の補強として直下RCリング、外傍RC
 リング又は砕石リングを設けること（告示第
 4条の11）。
- (4) 盛り土の安定に関して次に示す項目があ
 げられる。
 - ① 犬走りの最小幅は、特定屋外貯蔵タンク
 直径が20m未満では1m以上、20m以上で
 は1.5m以上とすること（告示第4条の10
 第2号）。
 - ② 犬走り及び法面の勾配は、それぞれ1/20
 以下及び1/2以下とすること（告示第4
 条の10第3号）。
 なお、API（アメリカ石油協会）規格におい
 て盛り土基礎の補強が推奨されている。
 因に、「盛り土」は、土木用語では、「盛土」

と記されているが、法令等では、現代仮名使い
 が用いられることから、送り仮名が付けられ「盛
 り土」と記されている。

2 リング基礎

リング基礎は、外傍RCリングと側板直下の
 砕石リングによって補強された盛り土基礎をい
 い、17号通知に適合する基礎がリング基礎とし
 て一般的に称されている。

リング基礎の例を図-2に示す。

17号通知の基準には、盛り土基礎の例による
 ほか、概ね次の事項が定められている。

- (1) リングは、土圧等の荷重によって生じる円
 周方向引張力に対して安全であること。
- (2) リングの引張鉄筋の継ぎ手は相互にずら
 し、重ね継手は、一定長以上とすること。
- (3) RCリングの天端幅は40cm以上とするこ
 と。
- (4) 鉄筋のかぶり厚は10cm以上とすること。
- (5) リングは地表面以上の深さを根入れし、局
 部すべりに対し、1.2以上の安全率であるこ
 と。
- (6) リングの排水口は、3m以内の間隔で設
 けること。
- (7) RCリングの内側には、高さ及び天端の幅
 は2m以上、最大粒径が50mm以下で十分締

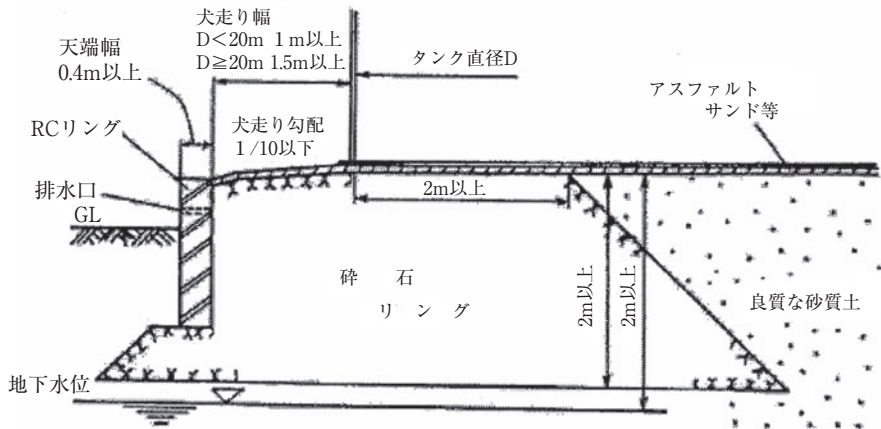


図-2 リング基礎の例

め固めることができる粒調砕石を用いた砕石リングを設け、平板載荷試験値が5mm沈下時における K_{30} 値が $200\text{MN}/\text{m}^2$ 以上とすること。

- (8) 犬走りの勾配は $1/10$ 以下とし、タンクの直径に示した値以上の幅とすること。

外傍RCリングによる基礎の補強措置は、昭和53年の宮城県沖地震においてタンクの基礎が被害を受けるとともにタンクからの漏洩に際し、基礎を漏洩油が洗掘したことによって被害が拡大したことを受け、「屋外タンク貯蔵所の地震対策について（昭和54年12月25日付け消防危第169号）」が昭和54年に通知された。

その後、リング基礎については、基礎の耐震性を有効に向上するための検討が行われ、17号通知に反映されたものである。

3 杭基礎

杭基礎は、前述のように直接基礎と異なり、所謂深い基礎に分類され、地表面から軟弱層が厚く堆積した地盤中に、杭を介して荷重を伝達する構造形式の基礎をいう。

また、杭基礎の杭と上部構造物との荷重を均一にするため、これらの間には、鉄筋コンクリート（RC）製の梁や版（スラブ）が設けられ、一体の杭基礎として構成される。

橋梁等に用いられる杭基礎は、地盤と接する底部の面積が比較的狭いことから、杭径に比べて数倍の厚い版（フーチング）が設けられるが、タンクに用いられる杭基礎では、地盤と接する底部の面積が比較的広いことから、杭径程度の薄い版（スラブ）が設けられている。

屋外貯蔵タンクの基礎における杭基礎は、従来から比較的小規模なタンクの基礎に用いられてきたが、タンクの大型化やより深い軟弱地盤への対応等によって大規模なタンクの基礎にも用いられるようになった。

杭の支持機構としては、地盤内の良好な層（支持層）に杭を根入れさせる支持杭と杭先端を支持層まで到達させず、杭の周面に作用する摩擦力によってタンク荷重を支える摩擦杭がある。

また、杭には、既製コンクリート杭（PC杭、PHC杭等）、鋼管杭、場所打ち杭等の種類がある。

特定屋外貯蔵タンクの杭基礎の例を図-3に示す。

消防法令においては、盛り土基礎が特定屋外貯蔵タンクの基礎として基準が定められているが、杭基礎については、規則第20条の2第2項第2号ハの規則に定める同等以上の堅固さを有するものとして17号通知により、運用基準が示されている。

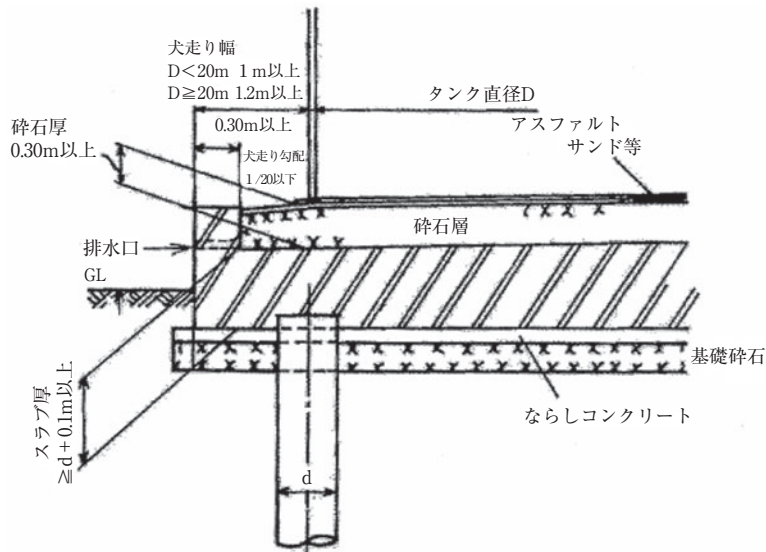


図-3 杭基礎の例

運用基準には、概ね次の事項が定められている。

(1) 地盤に関する事項

- ① 砂質地盤の地震時の液状化に対する安全の確保
- ② 地盤が沈下を生じる恐れがある場合、基礎スラブ直下の空隙発生や、杭に負の周面摩擦力の発生に対する安全性
- ③ 良好な支持地盤への根入れ（原則としてN値30以上の砂質土地盤又はN値20以上の粘性土地盤が厚さ5m以上連続して存在している地盤）
- ④ 許容支持力（杭の軸方向の押込み力及び引抜き力、軸直角方向の支持力）

(2) 杭本体の関連事項

- ① 杭反力（杭本体及び地盤の許容支持力を超えない）
- ② 杭の中心間隔（杭径の2.5倍以上の対称配置）
- ③ 杭継手の強度（杭本体の全強の75%以上の強度）
- ④ 杭の腐食対策
- ⑤ 杭と基礎スラブ結合部の安全性

(3) 基礎スラブに関連する事

- ① スラブ厚さ（杭径+10cm以上）
- ② 基礎スラブ周囲の法止め設置
- ③ 根入れ（基礎スラブの1/2以上が地表面から上）
- ④ 基礎スラブとタンク本体との間には厚さ30cm以上の砕石層の設置

(4) その他

- ① 基礎スラブ上面の排水対策（勾配を設ける）
- ② 外縁法止め排水口の設置
- ③ 犬走りの保護
- ④ 犬走りの幅
- ⑤ 犬走りの勾配

4 犬走り

犬走りとは、犬が通れるほどの空間の意味を持つ語である。土木用語としては、堤防・護岸などの斜面（法面（のりめん））の下の、側溝との間の狭い平らな所を指す。なお、法面の中間に設ける狭い平らな所を小段という。

犬走りは、法面の安定に寄与するほか、雨水や、土砂の流入を防ぐために設けられる。

また、犬走りは、建築用語では、建物の外壁面を保護するために、その周りの地盤をコンクリートや砂利で固めた所を指す。

屋外貯蔵タンクの基礎では、犬走りは、側板下部の外周に設けることとされ、タンクの規模（直径）に応じて一定以上の幅が必要とされている。

特定屋外貯蔵タンクの犬走りは、**図-1**から**図-3**に示すとおりであり、必要寸法等を**表-1**に示す。

なお、リング基礎の犬走り勾配が、1/10以下とされているのは、短期間のうちにタンクの沈下が生じた場合、外傍RCリングよりも側板直下部分が低くなることによって、雨水がタンク底部の裏面に浸入するのを防ぐためである。

また、杭基礎の犬走り幅は、法止めコンクリートの幅も加えられているが、これは、盛り土基礎やリング基礎がその安定を主な目的としているのに対し、杭基礎ではむしろ管理上の必要性から定められているものと考えられる。

5 水平層状地盤

臨海部の埋立て地盤は、埋立て層の下部に沖積層（完新世）があり、その下に洪積層（更新世）が存する構成となっていることが多い。

表-1

		タンク直径	
		20m未満	20m以上
犬走りの勾配	盛土基礎	1/20以下	
	リング基礎	1/10以下	
	スラブ基礎	1/20以下	
法面の勾配	盛土基礎	1/2以下	
	リング基礎	-	
	スラブ基礎	-	
犬走りの幅	盛土基礎	1m以上	1.5m以上
	リング基礎	1m以上	1.2m以上
	スラブ基礎	1m以上	1.2m以上
犬走り・法面の保護	盛土基礎	アスファルト	
	リング基礎	サンド等	
	スラブ基礎	-	

河川等によって長期間に堆積した土は、河川の蛇行や氾濫によって異なる性質の土が積層しているが、平面的に数十mから百数十m程度の間隔では深さ方向に類似した土で構成されることが多く、さらに、埋立て地盤の厚さや土の性質が概ね均質であるような地盤を地質学的に水平層状地盤とされる。

水平層状地盤では、一般的に直接基礎の構造物に大きな不等沈下やすべりが生じにくい安定した地盤であることが多い。

一方、直接基礎のタンクの地盤については、「大きな不等沈下やすべりが生じにくい安定した地盤」である必要性を考慮すると、タンク直径や埋立て地盤等の軟弱地盤の厚さがその要素に含まれなくてはならない。

特定屋外タンク貯蔵所の地盤については、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（昭和49年5月1日自治省告示第99号）第4条の4第2項第1号において水平層状とは、「標準貫入試験における標準貫入試験値が20以上の相当な厚さの水平地層が存するとともに、当該地層と地表面との間にくさび状の地層が存しない状態をいう。」とされている。

また、水平層状地盤とそうでない地盤は、不等沈下量の制限に違いが設けられているとともに、地盤の範囲についての定義において差が設けられている。

水平層状地盤の要件を**図-4**に示す。

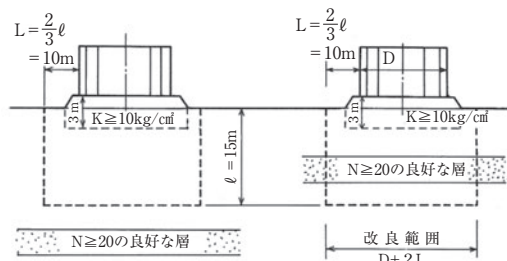


図-4 水平層状地盤

6 すべり

地すべりは、傾斜地の地表が、徐々に下方に移動する現象をいい、粘土を直線的なすべり面として斜面に沿って土塊が動くことが多い。地すべりは、雪解けや長雨の後等、地下水の増加に起因することが知られている。

一方、タンクを設置する地盤の場合、造成地盤や高低差等の段差がある地形においては、円弧状のすべりが発生する可能性がある。

特定屋外タンク貯蔵所の地盤については、危険物の規制に関する規則（昭和34年9月29日総理府令第55号）第20条の2第2項第1号で「地盤は、岩盤の断層、切土及び盛土にまたがるもの等すべりを生ずるおそれのあるものでないこと。」とされているとともに、同項第3号で「地盤が海、河川、湖沼等に面している場合は、すべりに関し、告示で定める安全率を有するものであること。」とされている。

高低差等の段差がある地形における海に面したすべりの例を図-5に示す。

すべりの検討は、近似的にすべり面を円弧と仮定し、円中心の回転に関する抵抗モーメントと滑動モーメントの比として安全率を求めるものである。

タンクの盛り土基礎及びリング基礎においては、地盤面との段差を生じることから、タンク



図-5 すべりの例

側板直下部（アニュラ板相当の幅）の安定性の検討においても円弧すべりの検討を行うこととされている。

前述の海等に面したすべりを「全体すべり」といい、このタンク側板直下部のすべりを「局部すべり」といい、通常これらを区別して取り扱っている。

局部すべりの例を図-6に示す。

新法タンクのうち、リング基礎の局部すべりの安全率は、地震時の荷重に対して1.2以上と定められている。旧法タンクについては、基礎は、建設後20年以上経過して安全性が確認されていることから、盛り土基礎の新基準では、地震時のタンク荷重に対して安全率を1.1以上確保することとされている。

因に、タンク本体の安定検討において、風荷重や地震による影響の水平力について水平移動する現象も「すべり」と称されることがあるが、通常この現象を「滑動」と称して区別している。

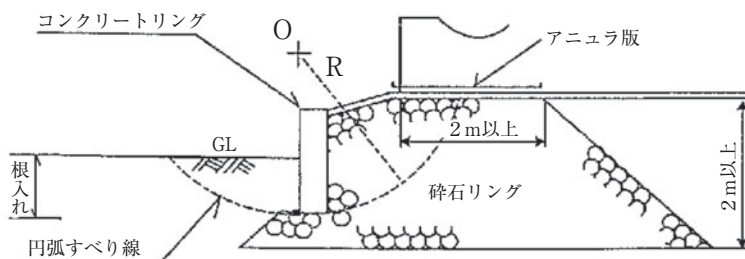


図-6 局部すべりの例