

工法紹介

地上二重殻式低温タンク保冷工法について

工事業本部 工事技術部 断熱チーム

1. はじめに

当社は、極低温流体の貯蔵方法のひとつであり、硬質ウレタンフォームを断熱材として使用することを特徴とする地下式タンクの保冷工事に関して、多くの施工実績を有している。地下式タンクは、その名の通り、本体を土中に埋設させた構造をとっており地震等の災害時の安全性が評価され、地震多発が予想される関東を中心として東日本で多く建設されている。

一方、比較的地震の少ない西日本では、地上部にタンク本体を露出させた地上二重殻式タンクが多く建設されている。地上二重殻式タンクは、地下式タンクと全く異なる保冷構造を有しており、使用する材料、施工方法、設計要求事項も大きく異なる。地上二重殻式タンクの保冷構造は、貯蔵流体温度によって主に二種類に大別されるが、本稿ではこれらのうち、底部保冷において、現場打設断熱コンクリートを用いることを特徴とするものを取り上げ、その保冷構造と施工方法を紹介する。

2. 保冷構造概略

二重殻式低温タンクの詳細構造は、タンクメーカー各社において独自の設計思想、に基づく構造を有しているが、共通の特徴として、貯蔵流体を保持する内槽と保冷材支持部としての外槽によって構成される(図1)。内槽と外槽は、それぞれ自立しており、この内外槽の空間部に保冷層が形成される。

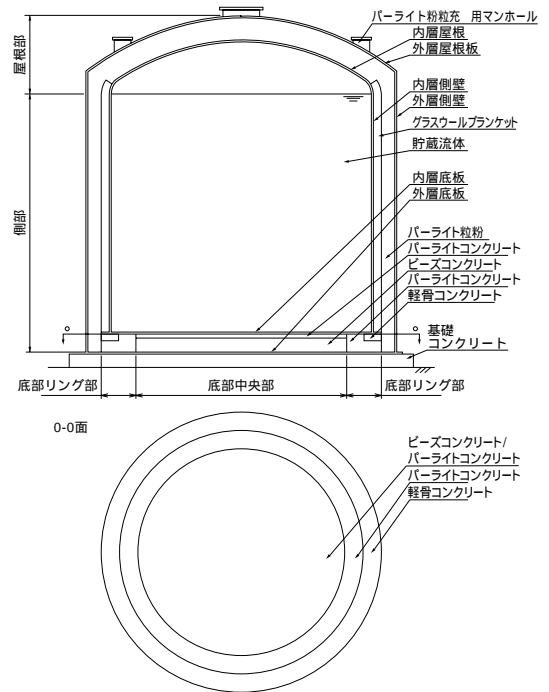


図1 保冷構造例

本稿で紹介する保冷構造は、前述の通り、底部保冷層に、タンク建設現場にて混練した断熱コンクリートを打設することを特徴とするものである。底部の保冷層は、工期、使用する断熱コンクリートの種類によって、さらに「底部リング部」、「底部中央部」の二つの部位に分類される。一般に、底部保冷層に現場打設断熱コンクリートを用いる保冷構造は、比較的温度の高いLPG・アン

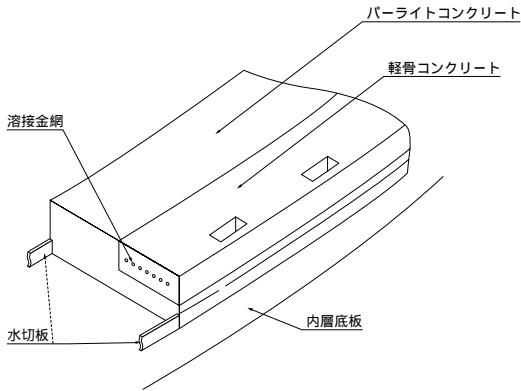


図2 底部リング部保冷詳細構造

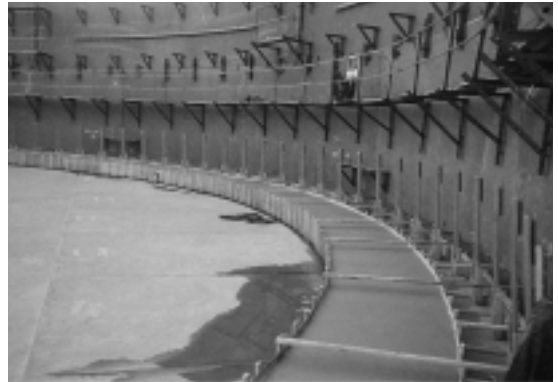


写真1 底部リング部

モニア等の貯槽タンクに適用される。本稿では紹介しないが、LNG等の極低温流体の貯槽タンクでは、一般に、底部リング部に断熱コンクリートブロック、底部中央部に泡ガラスあるいは円筒形の断熱コンクリートブロックが敷設される。

「側部・屋根部」の保冷層には、パーライト粉粒が充填される。

3. 各部位の特徴と施工方法

地上二重殻式タンクの保冷工事は、タンク本体の施工工程に合わせ、底部リング部、底部中央部、側部・屋根部で、それぞれタンク工事全体工程の前、中、後期において施工を行う必要がある。以下に、タンク本体工事との兼ね合いも含め、施工時期順に各部位保冷構造の特徴と施工方法を紹介する。

3.1 底部リング部

底部リング部は、内槽側壁下部に施工される保冷部位を指し、その形状からリング部（図2、写真1）と呼ばれる。この部位は、一般にタンクメーカーによる外槽底板施工が完了し、外槽側壁施工中に、保冷工事として最も初期に施工される。底部リング部保冷施工完了後、その上部に、タンクメーカーによって内槽側壁部の施工が開始される。

底部リング部は、軽骨コンクリートとパーライトコンクリートの二層積層構造となっており、こ

れらのコンクリートは一般的なコンクリートと比較して、軽量で断熱性能を有しているため、断熱コンクリートとも呼ばれる。

底部リング部の内層側壁直下部は、内槽の自重がラインロードとして作用するため、比較的強度のある、人工軽量骨材を骨材とした軽骨コンクリートが使用される。人工軽量骨材とは真岩等の原石を適度に粉砕、粒度調整し、人工的に焼成して製造されるものであり、内部に多数の微細な気泡を有し、軽量で断熱性能を有することを特徴とする。

軽骨コンクリートの下部は、軽骨コンクリートによって内槽荷重が分散されるため、軽骨コンクリート程の強度は要求されない。このため、軽骨コンクリートよりも軽量で、断熱性能を有する、パーライト粉粒を骨材としたパーライトコンクリートが使用される。パーライト粉粒とは、真珠岩や黒曜岩等の原石を適度に粉砕、粒度調整し、人工的に焼成して製造されるものであり、嵩比重が0.2程度と軽量で、優れた断熱性能を有することを特徴とする。

軽骨コンクリート及びパーライトコンクリートの要求性能例を表1に示す。タンクが大型になるほど、要求される圧縮強度は大きくなる。両コンクリートとも、断熱性能と強度という相反する性能が要求されるため、施工開始前に十分な配合検討と、施工期間中も、正しく配合管理を行う必要がある。

表1 断熱コンクリート要求性能例

	熱伝導率 (W/m・K) 絶乾0	圧縮強度 (N/cm ²) 28日強度	絶乾比重 (参考値)
軽骨コンクリート	0.58以下	2060以上	1.50
パーライトコンクリート	0.15以下	245以上	0.60

3.2 底部中央部

底部中央部(図3, 写真2)は, 底部リング部よりも内側の部位を指し, 前項の底部リング部施工後, タンクメーカーによって内層側壁が施工され, さらにタンク内部に屋根板が組み立てられる。この段階で, 底部中央部の施工が行なわれる。底部中央部施工完了後, タンクメーカーによって内槽底板が施工され, タンク内に組み立てられた屋根の「屋根上げ」という工程に移行して行く。

底部中央部に打設する断熱コンクリートは, 工期短縮という観点からポンプ圧送が可能であり, 且つ侵入熱量を低く保つために高い断熱性能を要求されることから, ビーズコンクリートと呼ばれる特殊な断熱コンクリートが主断熱材として使用される。ビーズコンクリートの上面には, レベル及び平坦度を確保することを目的として, パーライトコンクリートが打設される。

ビーズコンクリートの要求性能例を表2に示す。底部中央部はリング部と異なり, 液圧のみを受けるため, 要求される圧縮強度は小さい。発泡ポリスチレンビーズはポンプ圧送によって骨材が破壊せず, 適度な強度を持ち, 熱伝導率も小さい

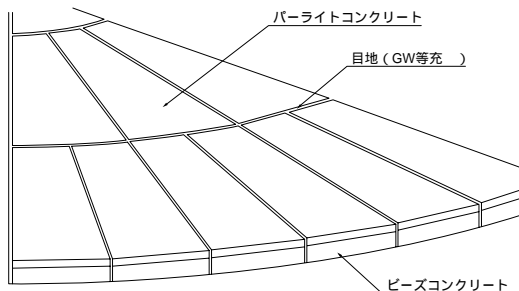


図3 底部中央部保冷詳細構造



写真2 底部中央部

特長を有する。

3.3 側部・屋根部

側部, 屋根部には, 内外槽間の空間に, タンク上部に設置されたパーライト粉粒充填用マンホールから, パーライト粉粒を充填する。パーライト粉粒充填後, 内外槽間には, 窒素ガスがパージされる。内槽側壁には, タンク稼働後の温度, 圧力による内外槽の相対変位により発生するパーライト粉粒の側圧を避けるため, グラスウールブランケットが施工される。

パーライト粉粒は, 先述のパーライトコンクリート骨材に用いられるパーライト粉粒と材質, 製造方法は同じであるが, 骨材に用いるパーライトよりもさらに軽量で, 優れた断熱性能を有し, 施工性の容易さから, 空間体積の大きな保冷層の充填用断熱材として広く用いられている。パーライト粉粒の要求性能例を表3に示す。

パーライト粉粒の充填方法は, 製品充填方法と現場焼成充填方法に大別される。充填方法の選択は, パーライト粉粒の充填量, タンクの立地条件等によって決定される。

製品充填方法(図4)は, 工場焼成製造され

表2 ビーズコンクリート要求性能例

熱伝導率 (W/m・K) 絶乾0	圧縮強度 (N/cm ²) 28日強度	絶乾比重参考値
0.12以下	100以上	0.40

表3 パーライト要求性能例

熱伝導率 (W/m・K) 絶乾0	比重 (参考値)
0.044 以下	0.060

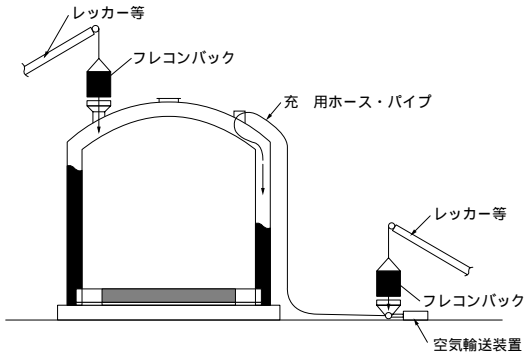


図4 パーライト粉粒製品充 方法

たパーライト粉粒を紙袋又はフレコンバッグの荷姿で現地に持ち込み、パーライト充填用マンホールから、空気輸送や自由落下により充填するものである。この方法は、一般的に、火気使用が制限される場所や、比較的タンク容量が小さい場合に採用される。空気輸送による充填方法は、現地に仮設された空気輸送装置にパーライト粉粒を投入し、装置から延長されたパイプ、ホースを通して、パーライト粉粒をタンク上部のパーライト充填用マンホールまで空気輸送する方法である。自由落下による充填方法は、パーライト粉粒が入ったフレコンバッグを、レッカー等を用いてタンク上部のパーライト充填用マンホールまで持ち上げ、パーライト粉粒を自由落下させ、タンク内外槽間へ落としこむ方法である。

現場焼成充填方法(写真3, 図5)は、タンク建設現場に、仮設のパーライト粉粒焼成機を設置し、現場にて原料を焼成、製造するものである。製造されたパーライト粉粒は、焼成後直ちに、前



写真3 地上二重殻式低温タンク全景とパーライト焼成機 (フリージングタンク左横)

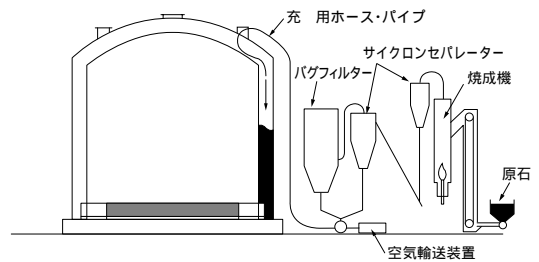


図5 パーライト粉粒現場焼成 方法

述の空気輸送方法と同様の方法にて、タンク内外槽間に充填される。

4. おわりに

今回は底部断熱材を現場打設する方式の、地上二重殻式タンクの保冷構造を紹介した。このタンクは、主にLPG, NH3, DME等の低温流体に採用されている。当社では、これまで蓄積した施工実績を基に、今後増加が予想されるこれらのタンクへの応用展開を図りたいと考える。また、タンク保冷工事にあたり、ご指導、ご助言を頂いた石川島プラント建設株式会社殿、また、ご協力頂いた当社関係各位に、この場を借りて謝意を表したい。