

III-112 円筒形地下式LNGタンクの大型模型による実験的研究
—低温液体貯蔵実験における周辺地盤の挙動—

フジタ工業 技術研究所 正員 後藤 哲雄
同 上 正員 和泉 四郎
同 上 正員 丸田 春樹

§ 1 はじめに

本実験研究は「地下式LNG貯蔵タンク」の建設技術の信頼性をより前進させることを目的に、できるだけ実用タンクに近い規模（6万klの1/10縮尺）の大型模型を構築し、低温液化ガスタンクとしての総合実験を行ったもので、本文ではそのうち低温液体貯蔵による周辺地盤の挙動について報告する。

§ 2 実験概要

2.1 実験地盤

実験地盤は地表面より埋め土（層厚3.0m）、関東ローム（5.0m）、砂質シルト（4.1m）、土丹（18.6m）により構成されており、試験体は埋め土中に設置された地下式タンクとなっている。地下式タンク周囲は埋戻し土で、その土質性状を表-1に示す。

2.2 試験体

試験体の屋根および底板は球形シエル、側壁部は円筒シエルの鉄筋コンクリート構造で、その形状寸法を図-1に示す。標準的な部材厚は底板および側壁で15cm、屋根で10cm、断熱材で10cm、その内側のステンレス製メンブレンで1mmとし、タンクの外直径は6.5m、全高は約4.85mである。

2.3 実験方法

実験は、実タンクと同様にスプレーノズルより液体窒素（196℃）を噴霧し、タンク内の温度が-5℃/hの冷却速度になる様にクールダウンした。クールダウン終了後、タンクローリー車より給液管を通して直接タンクに1000ℓ/h～4000ℓ/hの速度で液体窒素を貯蔵した。液位G・L-50cmで貯蔵は終了し、一度途中で液を補充した以外は、自然放置した。計測は図-2に示すように計器を埋設し、液位、温度、ひずみ、土圧、間ゲキ水圧ならびに地盤とタンクの変位等を30分～24時間間隔で、約30日間実施した。

§ 3 実験結果および考察

- (1) 図-3にI断面における各部の温度経時変化を示す。地盤の温度は○印で示すように零度近辺で潜熱の影響と見られる停留期間が存在し、その後また冷却に転じている。
- (2) タンク側壁より50cmの位置に設置した土圧計の指示値（図-4）から、凍結膨張圧を推定すると、そ

表-1 地下タンク周辺土の土質試験結果

比 γ _t (kg/cm ³)	重 一飽圧縮係数 qu (kg/cm ²)	平均含水比 w (%)	剛 E (kg/cm ²) 性 (ひずみ0.4)	コン支持力 qc (kg/cm ²)
1.68	1.70	25	120 (ひずみ0.4)	5.5～7.86

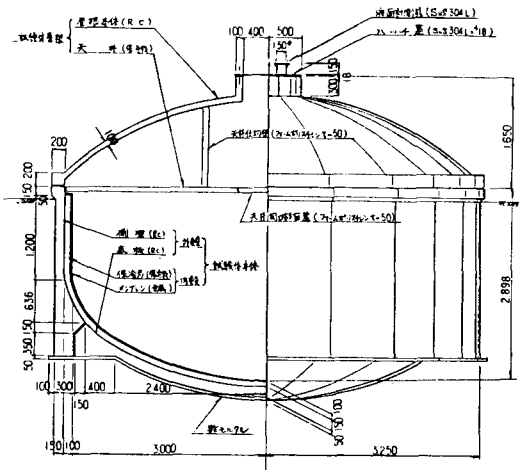


図-1 試験体の形状寸法

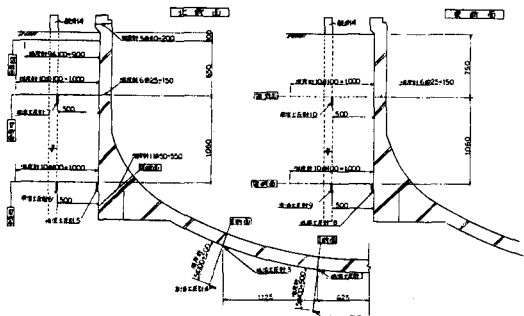


図-2 計測位置

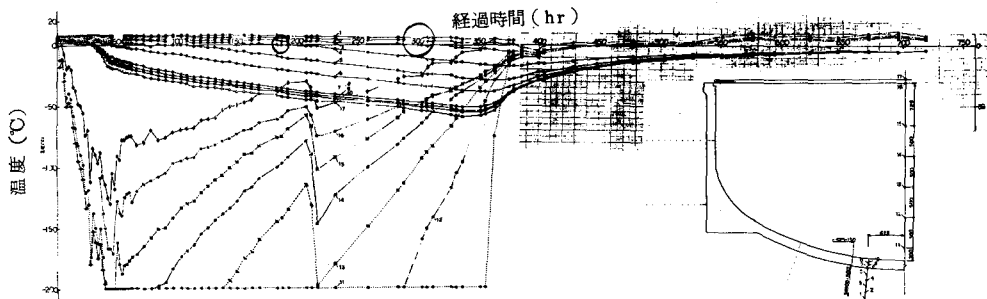


図-3 I断面の温度経時変化曲線

こが凍結するまでの最大値は約 0.6 Kg/cm^2 であった。この値はタンク周辺地盤の凍結膨脹が二次元的に広がるものとした弾性理論解とほぼ一致した。一方、側壁に取付けた低温土圧計は最大 2.0 Kg/cm^2 の値を示した。

(3) タンク周辺地表面の変位を図-5に示す。地表面の変位はタンク本体に凍着した凍結土の浮上りによる影響が支配的で、その浮上り量の最大値はタンクの浮上り量とほぼ一致する傾向が見られた。

(4) 図-6にタンク底部の凍結深度とタンク上昇の関係、図-7に凍結面の進行状況を示す。タンク本体の上昇量は、最大 11.9 cm で、凍結深度の24%と大きく、一次元凍結膨脹試験より得られた凍結膨脹率からは説明しにくい結果を示した。これはタンク周辺地盤を堀削によりゆるめた結果、雨水が浸透し、それがアイスレンズを形成したと思われるが、凍結層を視察できなかったため、確認できなかった。

§4 おわりに

本実験での大型模型地下式タンクは低温地下貯蔵槽としての機能を十分満足したが、タンク全体の凍上は予想以上のものであった。したがって、凍結土による土の膨脹に対してより正確な解明の研究が必要とされると同時に、非凍土型タンク、凍上対策等のタンク建設技術の確立も必要と考えられる。

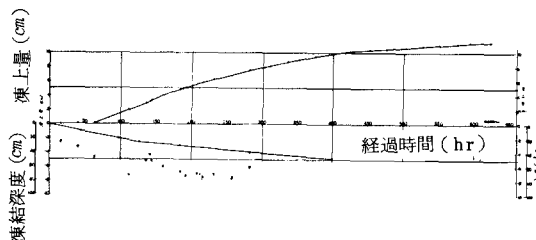


図-6 タンク凍上量凍結深度経時曲線

* 参考文献

丸田, 後藤, 櫻村 シルト質の一次元凍結膨脹量に及ぼす上載圧の影響 第33回土木学会年次学術講演概要集

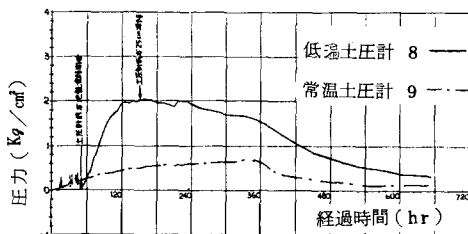


図-4 VII断面土圧計の圧力経時変化曲線

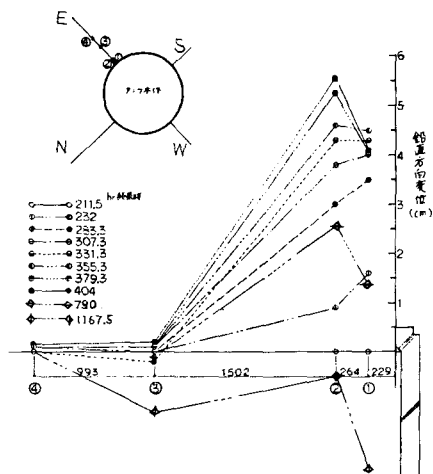


図-5 タンク周辺地盤鉛直方向経時変化

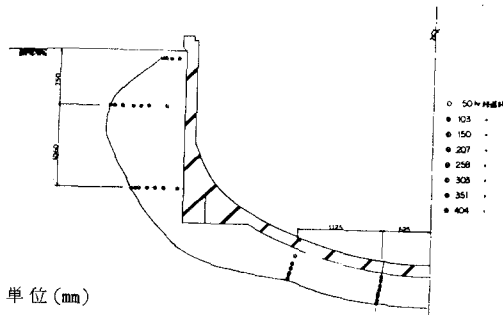


図-7 凍結面の進行状況