

群馬大学 正会員 榎 亨 源 則

1. はじめに

図-1 1万KLタンク凍結線図

我が国で初めて1万KLのLNG地下タンクが建設されて以来10年余を経ている。この間1万KL地下タンクの建設結果をいふ、さらに大型の地下タンクが建設され総数は20基をこえている。しかしながら、実タンクの計測データについては殆んど公表されていない。そこで筆者らが直接肉着した初期のLNG地下タンクについて、その凍結範囲の実測値を明かにし予測値との比較を試みた。

2. 実測および予測計算の概要

対象とする低温地下タンクは、我が国で初めて開発し建設された1万KLのLNG地下タンクとこの結果をいふて引続き建設された6万KLのLNG地下タンクである。タンク寸法を表に示す。

容量	口径	深度	コンクリート断熱厚	相当半径
1万KL	30m	14.15 ^m	1.0 ^m 15cm	18.30 ^m
6万KL	50m	30.60 ^m	1.8 ^m 15cm	32.58 ^m

2-1. 使用された定数

(1) 地盤等の熱的性質

熱計算に必要な定数を次のように仮定し、凍土未凍土とも熱伝導率・比熱は温度によって変化せず、凍結潜熱も凍結速度によって変らないものとする。

	上部軟弱層	下部土層
飽和土の熱伝導率($Kcal/m \cdot h \cdot ^\circ C$)	2.265	2.467
飽和凍土 " (")	1.134	1.516
飽和土の凍結潜熱($Kcal/kg$)	33.56	18.62
飽和土の比重 ρ (kg/m^3)	1.553	1.936

施工後のポリウレタンの熱伝導率 $\lambda_1 = 0.03$

(2) 土質

現地地盤は上部が軟弱シルト層、下部が硬質土層で形成されている。シルト層は埋立てられたもので、内部摩擦角がほぼ0、粘着力 $0.15 kg/cm^2$ 、一軸圧縮強度 $0.3 kg/cm^2$ 、含水比70%程度である。

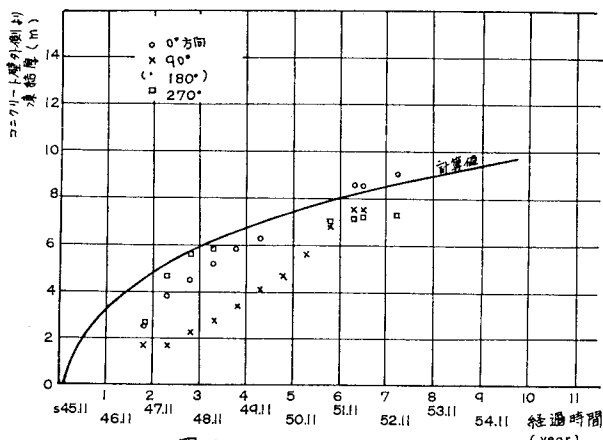
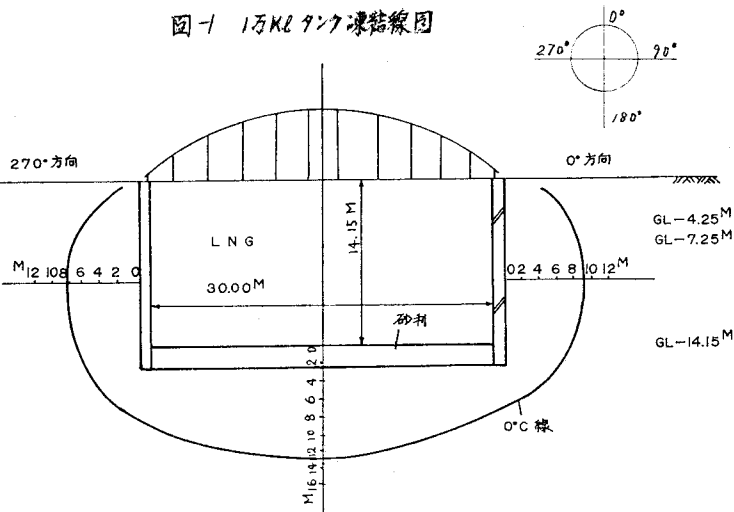


図-2 1万KLタンク側面凍結線 (GL-7.25m)

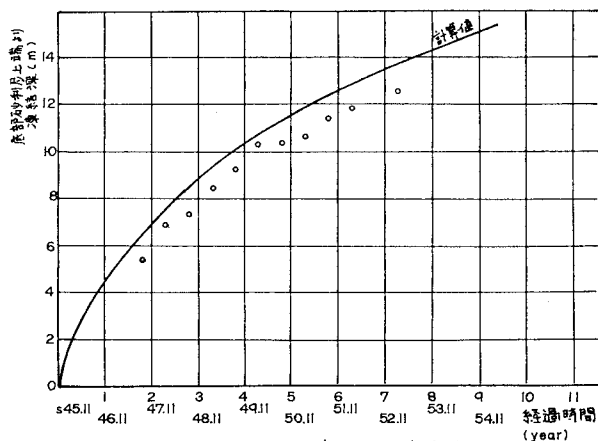


図-3 1万KLタンク底部中央凍結線

土丹層は、内部摩擦角 2.2° 、粘着力 9 kgf/cm^2 、一軸圧縮強度 30 kgf/cm^2 、含水比 30% 程度である。また、雨衣型凍上試験結果では、シルト層の膨脹率(%)は $1.15 + 2.0/p$ 、土丹層では $0.38 + 2.70/p$ 、(P は上載荷重強度)となつてゐる。

2-2. 温度計測と計算

温度計測は熱電対によつた。熱電対は、躯体コンクリート側壁外面、タンク側面から水平方向およびタンク底面から垂直方向(0.5, 1.0m 間隔)に設置した。温度 0°C の点を凍結点とみなして凍結面を推定する。

熱計算にあつては、地表面温度および地中温度は等しいとする。土丹深度は一定と仮定する。また、断熱材(ポリウレタン)の影響を考慮して熱伝達率として評価する。

3. 実測結果および予測値との比較

図1~3は1万Kℓ試験タンク、図4~6は6万Kℓタンクについての凍結状況を示す。それぞれ予測計算値と比較的よく近似している。

底部は均一な土丹層におおわれているため、1万Kℓタンク、6万Kℓタンクとも実測値のバラツキも殆んどなく、計算値とよく一致している。

側面については、上部シルト層の土質が一樣でなく、下部硬質土丹層までの深さも一定でない。土丹の深度は 30° 方向から 130° 方向に深くなる傾向がある。方向による凍結線の相違は土質の影響が一因と考えられる。1万Kℓタンクについては熱伝導の相違による傾向がよく表われている。

参 考 文 献

- 1) 高志：液化低温ガス貯蔵用地下タンク周囲地盤の凍結について
- 2) 横戸：新体系土工学, 95, 貯蔵タンク・サイロ, 地下タンク

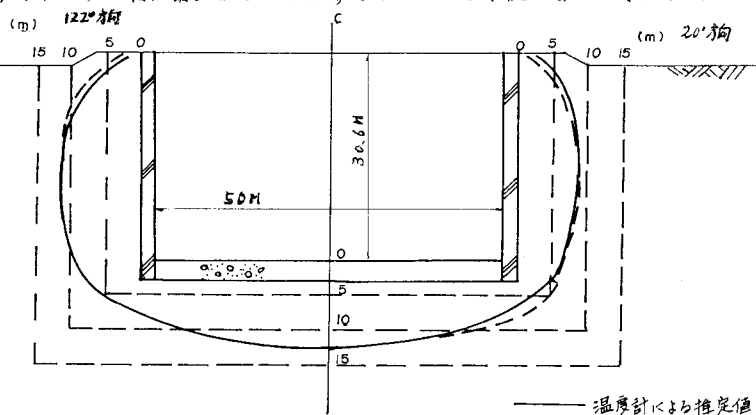


図-4 6万Kℓタンク凍結線図

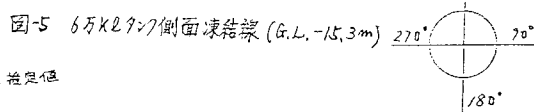


図-5 6万Kℓタンク側面凍結線 (G.L. -15.3m)

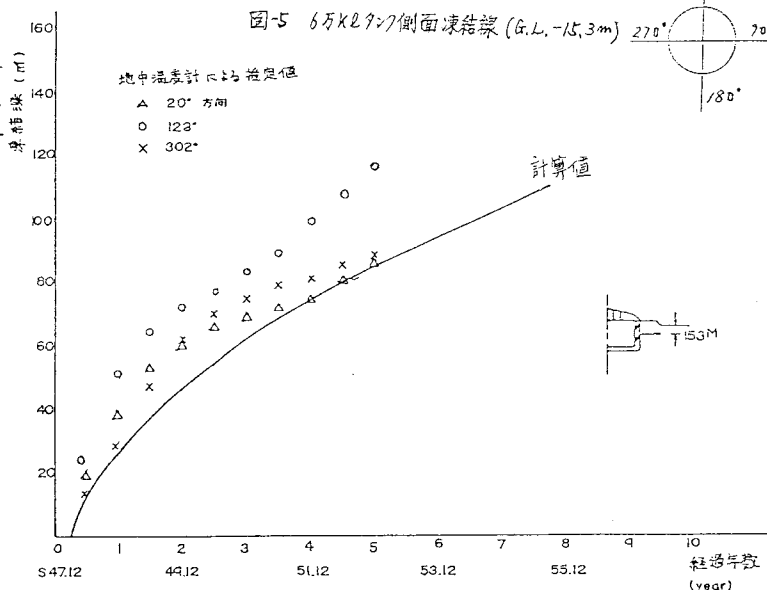


図-6 6万Kℓタンク底部中央凍結線

