

LNG基地冷排水拡散に関する研究

中部電力株式会社総合技術研究所土木研究室

正員 大沢勲 大野定利 ○赤池英一

1 まえがき

液化天然ガス貯蔵基地(LNG基地)には、天然ガスが -162°C の液体で貯蔵されており、これを燃料として用いるためにはガス状に蒸発気化させる必要がある。この基地では海水加熱方式による設備が設けられ、この設備によれば加熱のために使用した海水は、取水温より約 $3\sim 4^{\circ}\text{C}$ 低い水温で排出される。今回計画しているLNG基地と中部電力(株)知多火力発電所とは、距離が離れているため(約3km)温排水を加熱水として用いたり、冷排水と温排水とを混合して排水することは困難であるので、基地独自で冷水を排水することになった。このため水理模型実験により、基地前面海域へ冷水を排水するのに、環境上最も適した稀釈拡散特性のよりよい放流方式の検討を行ったものである。

2 実験内容

(1) 実験条件

模型縮尺(フルードの相似則適用) $S = 1/30$ 冷排水流量 $Q_p = 9 \text{ m}^3/\text{s}$ (最大)

流速 $u_m = u_p \cdot 30^{1/2}$ 時間 $t_m = t_p \cdot 30^{3/2}$ 流量 $Q_m = Q_p \cdot 30^{5/2}$ 粗度係数 $n_m = n_p \cdot 30^{1/2} \cdot 30^{-3/2}$

放流方式 — 表層放流(図-1参照) * 添字 m は模型の量を、p は原型を表わす
— 深層放流(図-2参照)

(2) 実験方法

表層放流、深層放流の放出方法ごとに、海域の水温分布を、多点サーミスター水温計で自動記録し、流速分布を超音波流速計により測定した。(一部電管式流速計併用)なお実験設備の関係上模型では、海域の潮流などによる流れ、および乱れの再現を行わずに実験を実施した。

図-1 表層放流式放水口

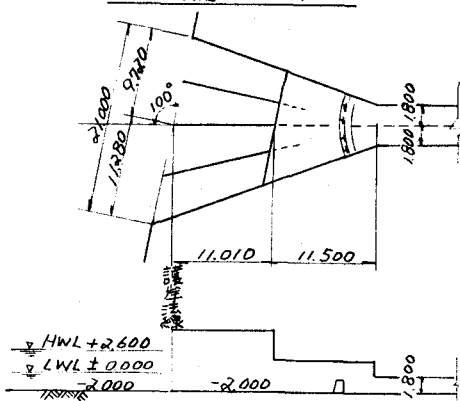
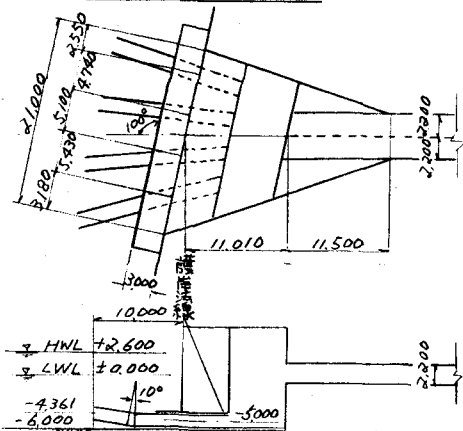


図-2 深層放流式放水口



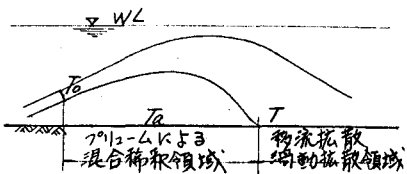
(3) 実験の検証

実験の信頼性を確かめる上から、英国におけるAnwarらの研究をもとに、無限水深との対比によって、実験結果の評価を行なうとともに、実験で求めがたい諸量について解析結果を参考に求

めることとした。又プリームの稀釈率C、および稀釈倍率Sの定義として、プリームによる混合稀釈域の終端、すなわち、プリームが海底付近に到達して、密度成層を形成する始点において、次式によるものとした。(図-3参照)

$$C = \frac{T_a - T}{T_a - T_0} \quad , \quad S = \frac{1}{C}$$

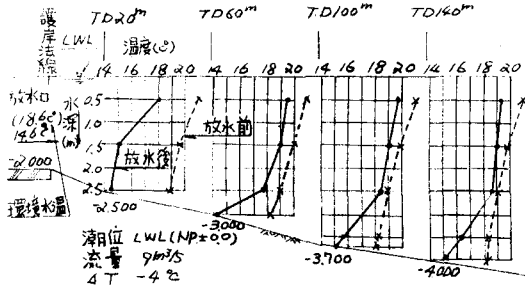
図-3 プリーム説明図



T₀ = 放出水温
 T_a = 環境水温 (模型実験で自然躍層のある場合は、底層付近の水温の最低値)
 T = プリーム中心軸が底部に到達した点の水温 (模型では、水温分布の変曲点付近の底層水温)

3 実験結果

図-4 表層放流方式
鉛直水温分布図



(1) 表層放流方式

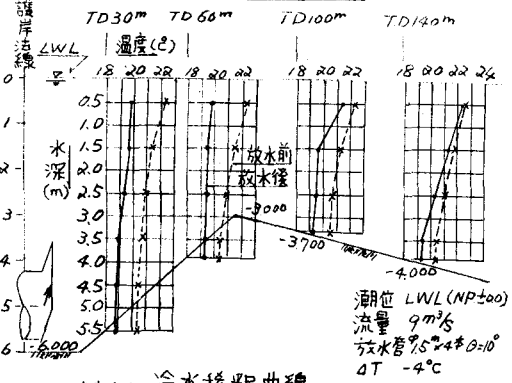
冷排水は密度流となって沈降し、混合現象は見られない。本実験は静止流体中への放流として行なわれたため、140m地点で約1℃の上昇にとどまっている。(図-4参照)

(2) 深層放流方式

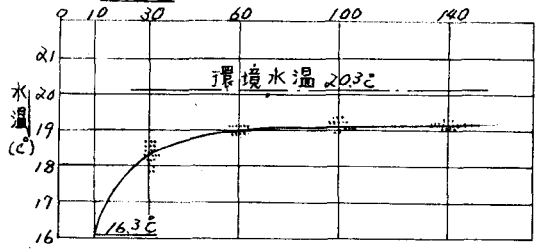
冷排水プリームの中心軸は護岸法線から約40m～60mの地点で海底に到達するが、

これまでの間で混合稀釈が行なわれる。実験では、これ以後稀釈効果が減衰しているが、実海域では乱流による稀釈が進行するものと考えられる。(図-5参照)

図-5 深層放流方式
鉛直水温分布図



冷水稀釈曲線



4 まとめ

(1) 冷排水の場合には、一般的に表層放流方式では、十分な混合稀釈は期待できないが、深層放流方式(放水管φ=1.5m×4本、放出口上向き10°、海底一部しゃんせつ)によれば、プリーム中心着地点で3～5倍の稀釈倍率が期待出来る。

(2) 深層放流におけるプリーム中心部の流速は、放水口出口で1.27m/sの場合でも、護岸法線より約30mの地点では0.5%以下に減衰し、環境への影響は軽微であると思われる。 完