

## ・貯水槽の水上浮上式天蓋の開発について

### -1 研究開発の概要

農業用水の貯留施設（ファーム Pond）へのゴミの混入遮断、あおこの発生防止のための屋根を、簡易な水上浮上式シート構造の天蓋屋根によりローコスト化を図るための開発。

### -2 導入効果

- 1) 屋根材料のシートへの変更による建設コストの大幅縮減。
- 2) 壁に荷重をかけないため、既設貯留施設でも、屋根の追加整備が容易。
- 3) 水中潜行型の構造としたので、紫外線等劣化等によるに対する耐久性が著しく向上した。

### -3 研究開発期間

平成 11 年度～平成 12 年度

### -4 研究体制

農業工学研究所；造構部施設機能研究室

民側組合；農村基盤建設協業組合、(株)会津工建社、バンドー工材(株)、前田製管(株)、(株)第一

### -5 従来技術との比較

#### 1) コストの低減効果

貯水槽用屋根を水上浮上式に置き換えることにより、かなりのコスト縮減効果があると思われる。また、概算で比較すれば次のとおりとなる。(直接工事費)

#### 貯水槽屋根のコスト縮減比較(概算)

cf …	コンクリートドーム屋根	7万円/㎡ ~ 10万円/㎡
	H型鋼 + 鉄板屋根	3.5万円/㎡ ~ 5.5万円/㎡
	FPR製屋根	7万円/㎡ ~ 12万円/㎡
	PC・RCコンクリート版屋根	5万円/㎡ ~ 7.5万円/㎡
	ゴムシート浮き屋根	0.9万円/㎡ ~ 1万円/㎡

#### 2) 従来技術の屋根構造

ファーム Pond の天蓋は、水槽壁の上部に天蓋を直接架設しているため、屋根自重や積雪荷重などが壁にかかるため、水槽全体の構造を重厚で高価なものにしていた。

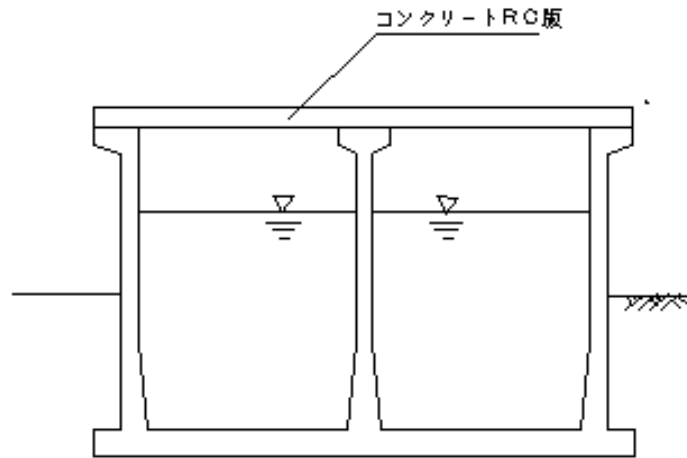


図 - 1 従来のファームポンド屋根設置例

3) 新技術による水中潜行型水上浮上式シート構造天蓋

天蓋を水中潜行型水上浮上式シート構造とすることにより、ファームポンド屋根をローコストにする目的を満足させる。

水槽壁に加わる荷重が無いため、貯水槽の基礎構造や壁の構造も簡易になる。シート構造としたことにより貯水槽内のあらゆる複雑な形状水槽の構造物にも柔軟に対応可能となった。

基礎構造に新たな荷重をかけないため、既存の貯水槽にも安価に追加整備が可能である。

シート自体を水中に置くことにより紫外線劣化や温度変化による劣化に対する耐久性および凍結に対する耐性を著しく向上させることが出来た。

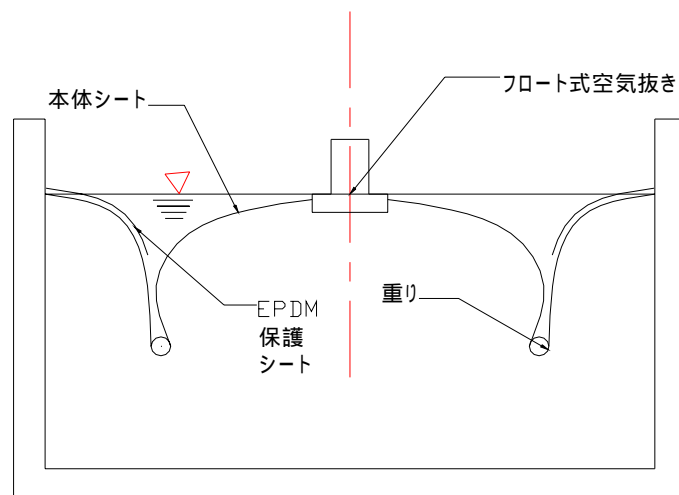


図 - 2 新技術開発による水中潜行型水上浮上式天蓋

・設計図

- 1 角型貯水槽設置図（空水時）

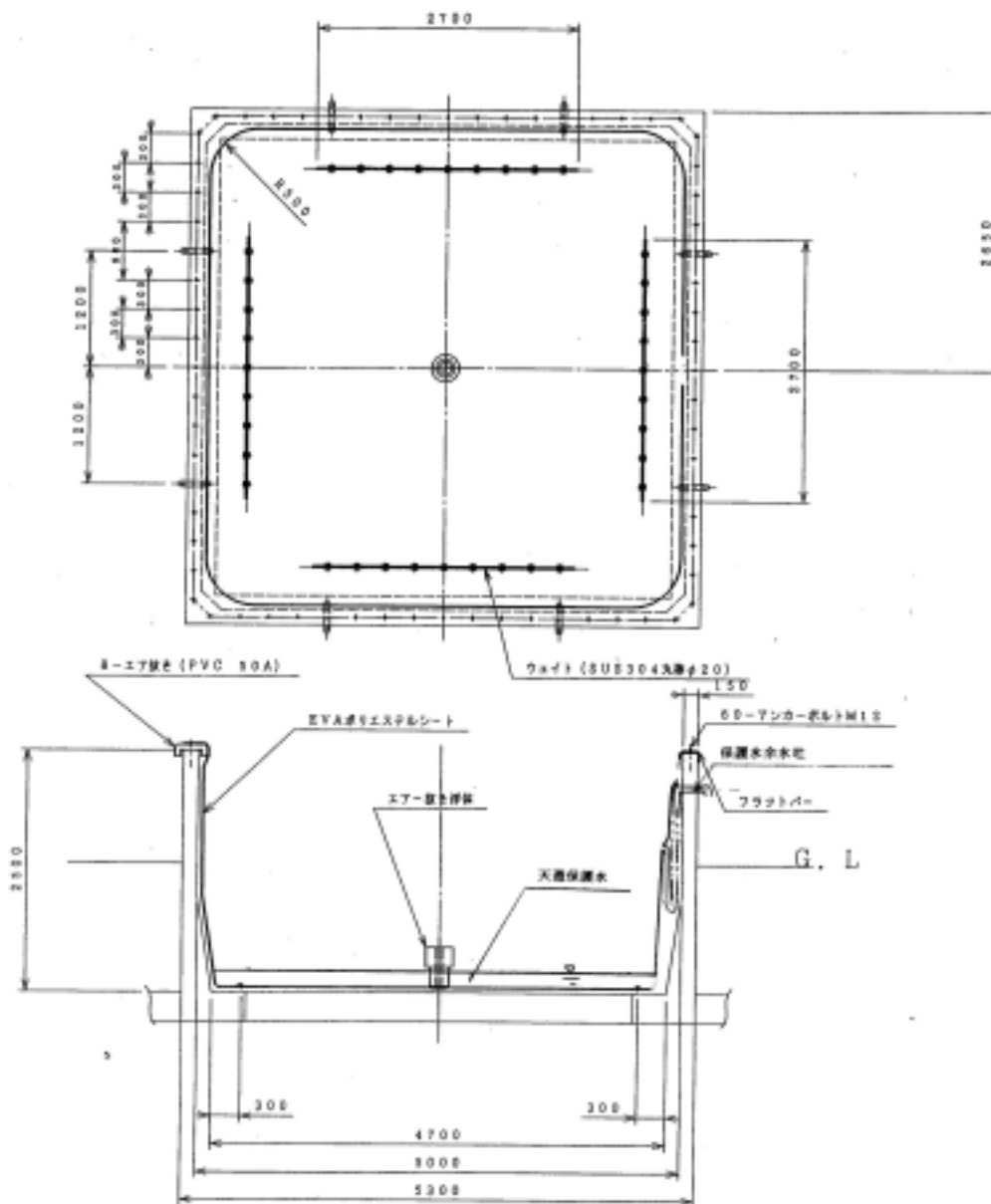


図 - 3 潜行型水上浮上式天蓋取付時状態

- 2 角型貯水槽設置圖 (滿水時)

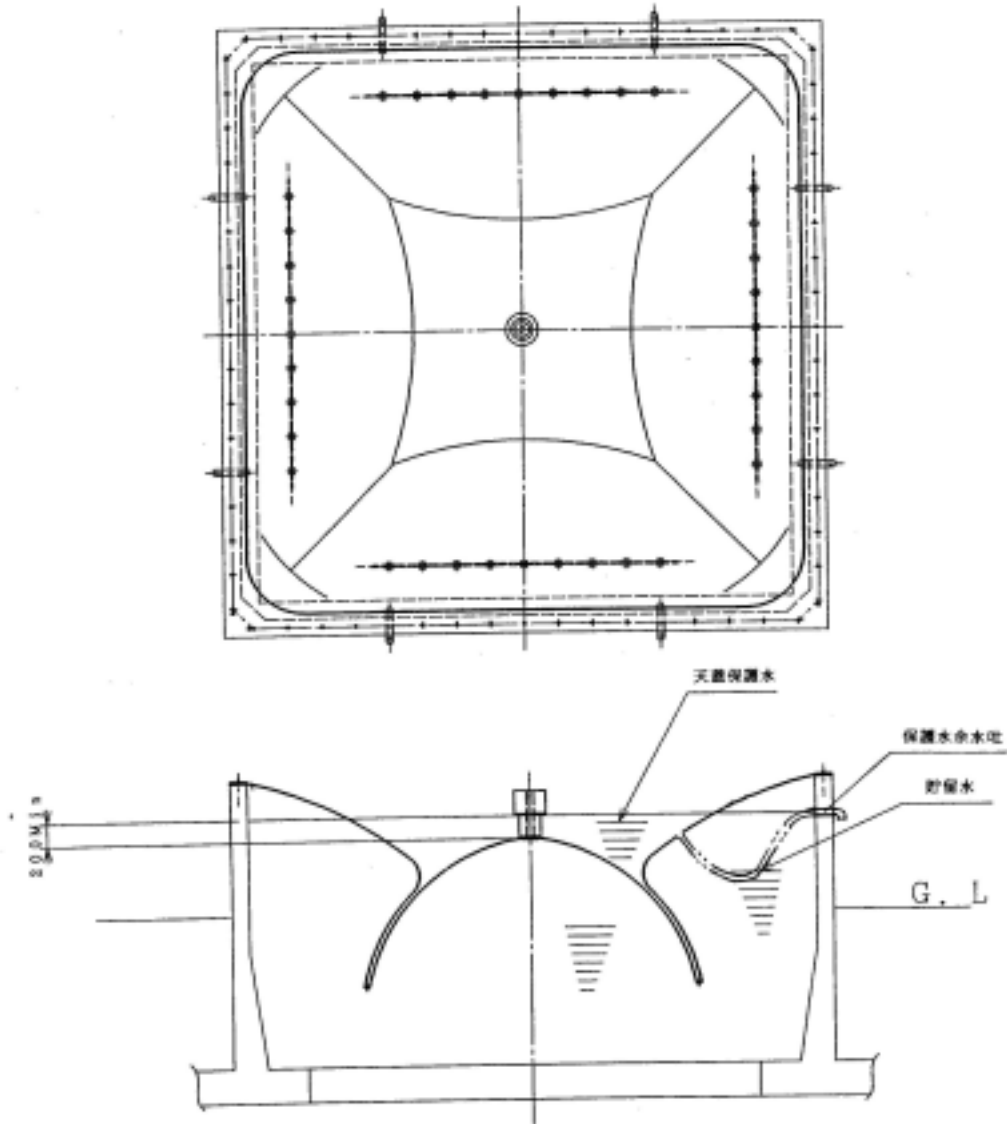


圖 - 4 潛行浮上式天蓋注水時狀態

- 3 円形貯水槽設置図（シート断面形状図）

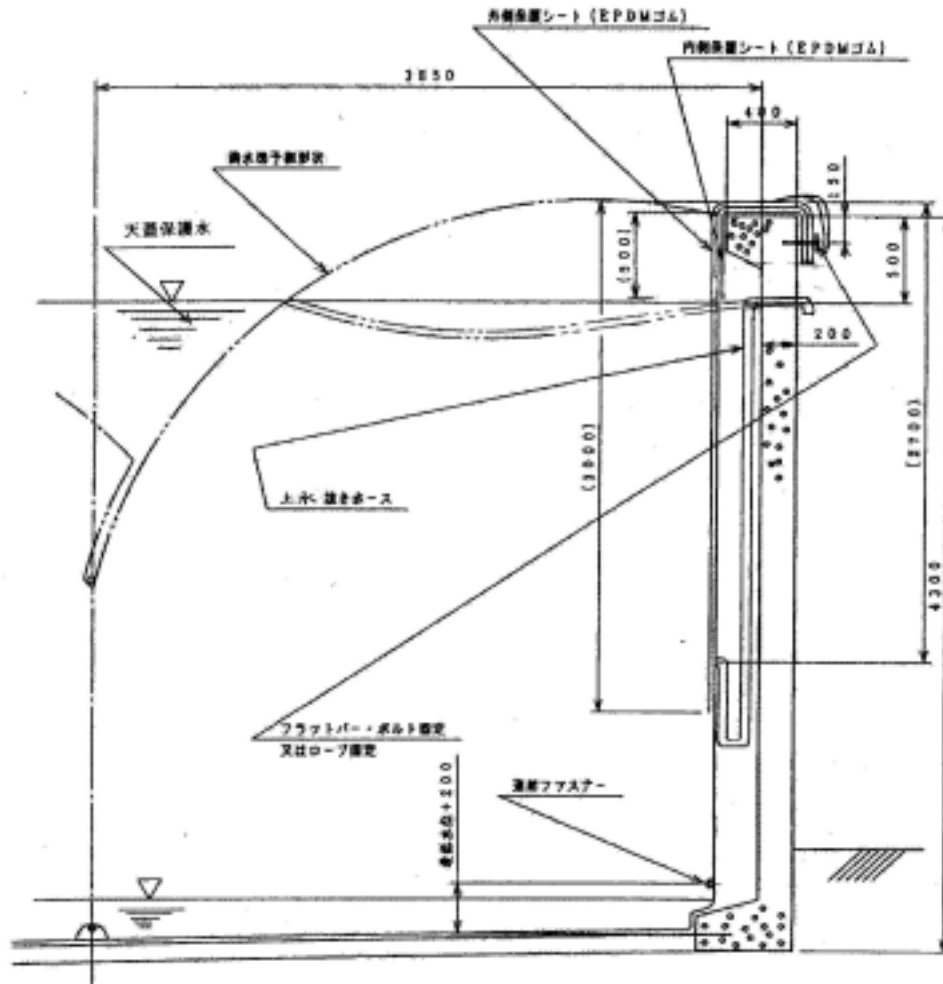


図 - 5 設置構造（断面）

- 4 円形貯水槽設置図 (平面形状図)

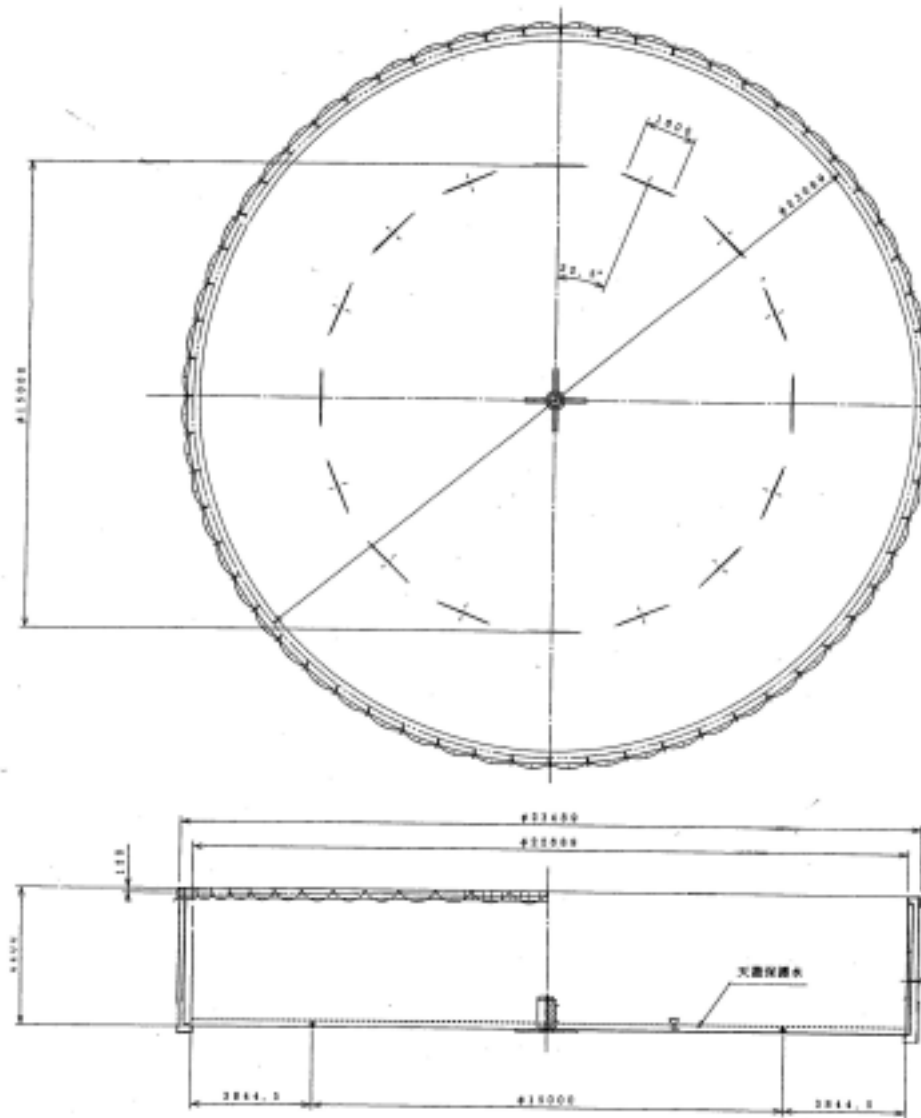


図 - 6 潜行浮上式天蓋注水時状態

## ・実証試験報告書

実証試験は、鳥取日野郡日野町に農用地整備公団事業日野地域の貯水施設として建設されたファームポンドにおいて当事業で開発研究した水上浮上式天蓋（シートタイプ）を設置し、実用規模のファームポンドにおいても、想定された性能を発揮しうるかを実証しようとするものである。

### -1 実証試験の設置課題

#### 試験貯水槽

鳥取日野郡日野町上菅地内に既設の上菅ファームポンド

直径：約 23m 水深：4.3m 貯水槽：1800m<sup>3</sup>

日野町上菅ファームポンドでは、沢からの流入量が少ないため冬期間も沢水を溜め、春の代掻き期に一気に放流するという利用形態から冬期間も貯水を継続している。

### -2 実証試験における応力測定について

#### -2.1 試験装置

ひずみゲージ：防水型ゲージ（WFLA-6-23-20LT 東京測器製）8枚

デジタルひずみ測定器：TC-31k（東京測器製）計測チャンネル数 1ch

スイッチボックス：CSW-5A（東京測器製）計測チャンネル数 5ch（本体含む）

#### -2.2 試験方法

図 - 5 に示す水上浮上式天蓋の No.1 ~ No.4 の 4ヶ所にひずみゲージを法線方向に沿って裏表に瞬間接着剤を用い接着した。

天蓋に応力の働かない状態（上下面に水のない状態）で初期値を計測しその後、所用の給排水を行った。

上記の測定準備終了後、次の測定を行った。

##### 給排水時の水位変化測定

1) 空水～満水までの水位変化 1.28cm/h

2) 満水状態から天蓋保護水を水中ポンプで排水 19.03cm/h

3) 満水状態から通常排水（バルブ全開） 39.74cm/h

空水～満水状態での応力変化測定。

満水状態から、天蓋保護水を水中ポンプで排水したときの応力変化の測定。

満水状態から、通常の排水を行ったときの応力変化の測定。

満水状態での水温分布の測定。

### -2.3 試験結果

～ の応力変化動向について以下の通りである。

給水時、No.1 測定点（浮体とウエイトの間）では、水位が 150～250cm の範囲で応力の上昇が見られ、No.2 測定点（ウエイトと壁部固定点の間）では、水位 250cm 付近で値は小さいものの急激な応力上昇が見られる。これは、この時点で浮体の浮力が働き、ウエイトより中心寄りのシートが凸型に膨らみ、ウエイトの移動が起きたためと思われる。

封水排水時、No.1 測定点（浮体とウエイトの間）では、水位の下降と共に応力は減少していく。No.2 測定点は変化は無かった。

貯水排水時、水位が 30cm 下降すると値は小さいものの急激に応力の下降が見られる。しかし、排水を停止すると元の値に復帰する。

### -3 実証試験の実施結果

これまでの室内実験および野外実験での実施経過から規模が大きくなっても大きな問題は発生しないと考えていたが、実際に実証試験を行ってもほぼ想定通りであった。

#### 架設作業

大型の実証試験ファームポンドの施工時について施工データ（材料の運搬、つり卸し、シートの設置、チャックによるシートの接合）を収集した。これについては、周辺部の土の掘削や牧柵の設置等の準備作業を除けば、水上浮上式天蓋は、12月19日から21日の架設作業および12月24日から29日までのシート調整および天蓋保護水の注入作業でほぼ完了した。事前調整作業や調査に手間を要したが、実作業は想定より容易に終了することが出来た。利用重機はユニック車および排水ポンプであった。周辺整備のため想定外に土工や架設運搬の工数が必要であったので実施では小型バックホウの導入を検討した方がより効率的とも思われる。

今後、作業の手順を工夫すれば、更にローコスト化が図れると思われる。

#### シートの引張力

引張力については、野外実験でもほとんど発生しておらず、今回も実証試験においても、ほとんど発生しなかった。

貯水槽の凍結時に水位の上下を行ったが、引張力はやはり発生しなかった。

### -4. まとめ

室内実験、野外水槽実験および大型の実証試験と実験を重ね、水中潜行型水上浮上式シート構造の天蓋が最終的に研究開発の成果となった。

本研究開発の経験から、シート式天蓋は角型貯水槽、円形貯水槽に適用されるだけでなく、掘込み式の貯水槽にも適用可能と思われる。

本事業は平成13年3月31日で終了したが、水上浮上式天蓋（シート式）の適用範囲は様々な方面に広がると思われ、今後、それらの用途に向かって更に改良を続ける必要があると感じられる。



- 5 . 実証試験の実施状況写真



写真 1 ファームポンド現況（天蓋取付け前）



写真 2 ファームポンド壁部シートおよび取水塔シート架設



写真 3 底部シート敷設と錘の取付け



写真 4 壁部シートと底部シートの接合チェック



写真 - 5 封水 (シート上水) 注入 ; 20 c m 深



写真 - 6 天蓋設置完了 (満水完了後)

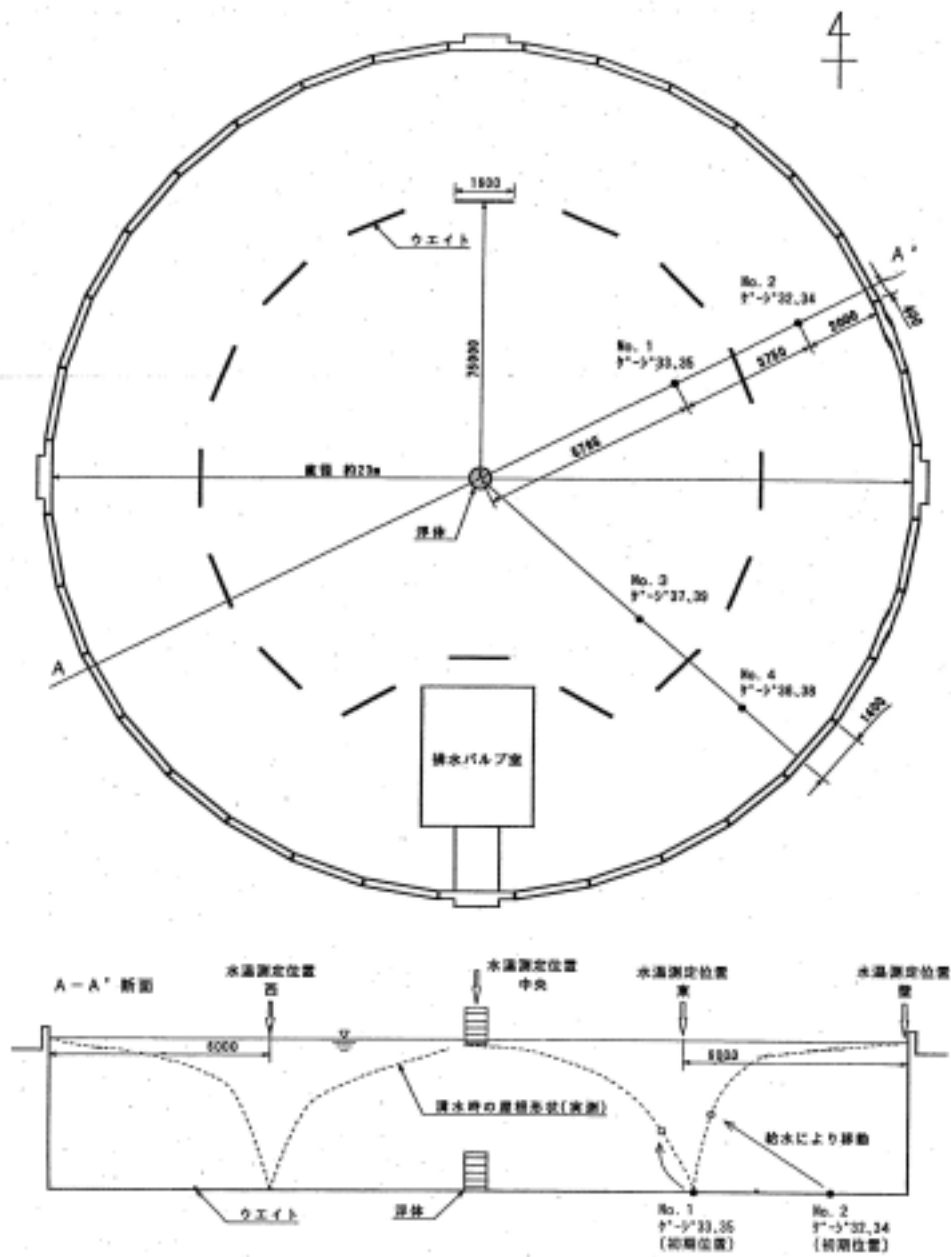


図 - 7 応力計測位置及び水温計測位置

## . 追加資料

### - 1. 水上浮上式天蓋の耐寒性について

#### 1-1. はじめに

水上浮上式天蓋については、全体構造として シート構造であること、約 20 cm 程度のシート上を上置水で覆っていること、などで寒冷期に水面が凍結しても天蓋の上下動に支障を来さないよう配慮されている。これらについては官民連携新技術開発研究事業においても、室内実験の段階から検討しつつ開発されたものである。

#### 1-2. 室内実験での検討

室内模型実験においては、総数 3 タイプについて、各タイプともマイナス 5 まで温度を下げた実験した。この結果、水槽表面を凍結させた上で、水位を上下して水上浮上式天蓋に与える影響（凍結固結の有無、天蓋にかかる応力等）を計測した結果、シート式天蓋が最も影響を受けにくいことが判明し、実証試験でもこのタイプを採用している。



写真 - 7 マイナス 5 での凍結実験状況

### - 2. 実証試験での検証について

実証試験においても、前記の検討結果の検証を行うため、寒冷地で冬期間も貯水を継続しているファーム Pond という要件から鳥取県日野町の上菅ファーム Pond を選定したものである。

実証試験期間中の最低温度はマイナス 12 であり、最大積雪深は、32 cm であった。この期間、水上浮上式天蓋に固結等により何らかの負荷がかかった場合、シートに負荷引張力が発生すると考えられたが、当該期間に継続測定したデータでは全く引張力は発生していない。このことから、水上浮上式天蓋は寒冷地のファーム Pond の水位の上下によってもその動作に影響はないものと判断される。



写真 - 8 凍結時のシート形状の測定状況.....特に温暖時と差違はなかった。

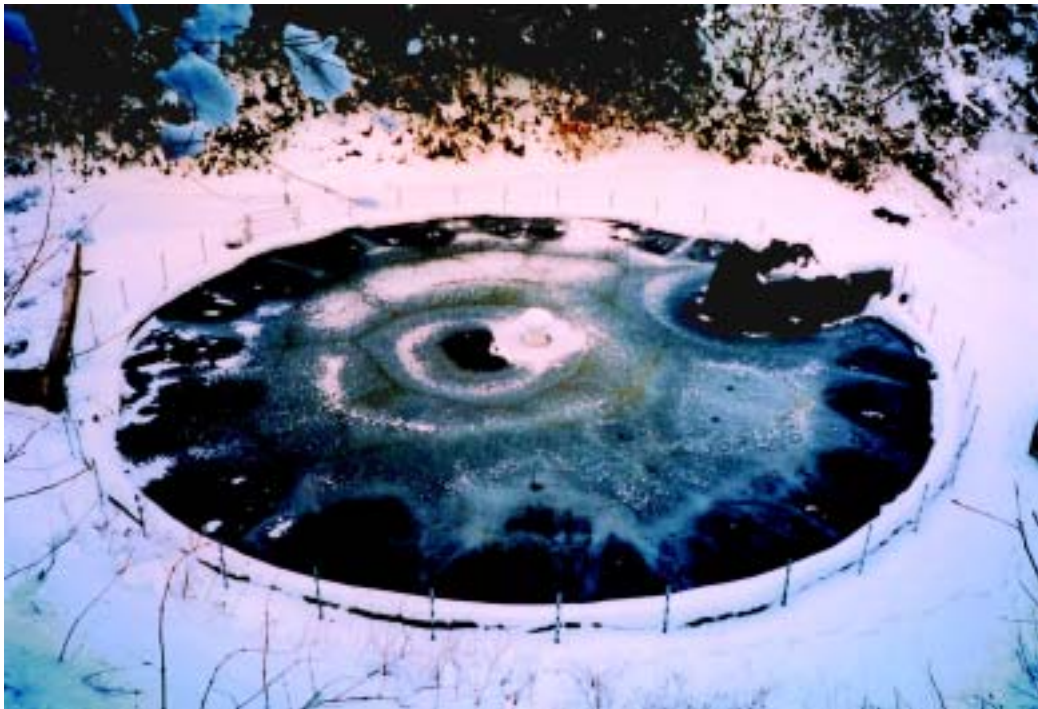


写真 - 9 積雪時のファームポンド全景